محاسباتِ تأسیساتِ ساختمان

شامل:

حرارت مرکزی

تهویهٔ مطبوع

آبرسانی و دفع فاضلاب ساختمان

طرح سیستم لوله کشی گاز ساختمان

سیستم آتش‌نشانی ساختمان

همراه با مجموعه‌ای از کاتالوگهای وسایل تأسیساتی

ترجمه و تألیف: مهندس سید مجتبیٰ طباطبایی

طباطبائی، مجتبی، ۱۳۳۶ - ،گردآورنده و مترجم.
محاسبات تأسیسات ساختمانی: شامل حرارت مرکزی، تهویه مطبوع، آبرسانی و دفع فاضلاب ساختمان، طرح سیستم لوله‌کشی گاز ساختمان .... / ترجمه و تألیف مجتبی طباطبائی . ــ [ویرایش ۷] . ــ تهران: روزبهان، ۱۳۸۱ .
۴۶۸ ص : مصور، جدول، نمودار.
ISBN 964-5529-00-X:
فهرستنویسی بر اساس اطلاعات فیپا.
واژه‌نامه.
کتابنامه: ص . ۵۵۴.
چاپ نهم
۱. تأسیسات -- طرح و محاسبه. الف. عنوان.

TH ۶.۲۱/ط۲م۳ ۶۹۶
۱۳۷۸
کتابخانه ملی ایران ۸۱-۹۸۶۴ م

شابک: X-۰۰-۵۵۲۹-۹۶۴ ISBN: 964-5529-00-X

محاسبات تأسیسات ساختمان
طباطبائی، مهندس سید مجتبی

چاپ اول : ۱۳۶۸
چاپ نهم : ۱۳۸۲ (باتجدید نظر و اضافات علاوه بر چاپ هشتم)
صفحه آرایی : لیلا بینا و مهدی شیخ الاسلامی
حروفچینی و آماده سازی چاپ : شرکت قلم
لیتوگرافی : مهران نگار
چاپ : چاپخانه فرهنگ معاصر
تیراژ : ۴۴۰۰ نسخه
حق چاپ : محفوظ است .
بها : ۶۷۰۰۰ ریال

تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، شماره ۱۳۴۲ ـ تلفن ۶۴۰۸۶۶۷ ـ نمابر: ۶۴۹۲۲۵۳

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
مقدمه	۸
علائم بکار رفته در فصل اول	۱۱

فصل اول :

□ **مشخصات هوا :**	۱۲
نمودار مشخصات هوا	۱۲
حالت اشباع	۱۲
دمای خشک	۱۲
دمای مرطوب	۱۲
دمای نقطهٔ شبنم	۱۲
رطوبت نسبی	۱۲
وزن هوای خشک	۱۲
محتوای رطوبت یا نسبت رطوبت	۱۲
حجم مخصوص هوا	۱۳
انتالپی هوا	۱۳
انحراف انتالپی	۱۳
گرمای محسوس	۱۳
گرمای نهان	۱۳
فاکتور گرمای محسوس	۱۵
دایرهٔ مسیر	۱۵
□ **عملیات روی هوا :**	۱۶
گرم کردن هوا	۱۶
سرد کردن هوا	۱۶
رطوبت زدن هوا	۱۶
سرد کردن هوا فقط با رطوبت‌زنی	۱۶
فقط رطوبت‌گیری	۱۶
گرم کردن و رطوبت زدن	۱۶
سرد کردن و رطوبت‌گیری	۱۶
مخلوط کردن دو هوا	۱۶
تعیین مشخصات هوا پس از تحول	۱۷
مثالها	۱۷
□ **انتقال حرارت در ساختمان :**	۱۹
انتقال حرارت هدایتی از یک جدار ساده	۱۹
انتقال حرارت از جدار مرکب	۲۰
انتقال حرارت هدایتی از جداره‌های ساختمان	۲۰
شرایط طرح	۲۱
دمای طرح خارج	۲۱
دمای طرح داخل	۲۱
دمای فضاهای گرم یا سردنشده	۲۱
انتقال حرارت از دیوارهای زیرزمین و کف متصل به زمین	۲۲
نمودارهای فصل اول	۲۴
جداول فصل اول	۲۶

فصل دوم : حرارت مرکزی

کلیات	۵۱
□ **محاسبهٔ تلفات حرارتی ساختمان :**	۵۱
تلفات حرارتی از جداره‌های اتاق	۵۱
تلفات حرارتی از راه نفوذ یا تهویهٔ هوا	۵۱
سرعت باد ـ خاصیت دودکشی	۵۱
روش درزی	۵۲

عنوان	صفحه
روش حجمی	۵۲
محاسبهٔ بار حرارتی هوای نفوذی	۵۲
ضرایب اضافی در محاسبات تلفات حرارتی	۵۲
بار حرارتی اتاق	۵۳
محاسبهٔ میزان آبگرم مصرفی ساختمان و بار حرارتی آن	۵۳
دمای آبگرم مصرفی	۵۳
مقدار آبگرم مصرفی و ظرفیت آبگرمکن	۵۳
ضریب تقاضا	۵۳
ضریب ذخیرهٔ منبع	۵۴
فرمولهای محاسباتی بار حرارتی آبگرم مصرفی	۵۴
محاسبهٔ بار حرارتی آبگرم مصرفی ـ مثالها	۵۴
در مورد آبگرمکن‌ها	۵۵
آبگرمکن‌های مستقیم	۵۵
آبگرمکن‌های غیرمستقیم	۵۵
□ معرفی انواع سیستم‌های حرات مرکزی :	۵۵
حرارت مرکزی با آب گرم	۵۵
حرارت مرکزی با آب داغ	۵۶
سیستم حرارت مرکزی با بخار (معرفی)	۵۶
سیستم حرارت مرکزی با هوای گرم	۵۶
□ محاسبه و انتخاب اجزاء سیستم حرارت مرکزی :	۵۷
انتخاب دیگ	۵۷
تعیین قطر دودکش	۵۸
انواع دیگ	۵۸
دیگهای چدنی	۵۸
دیگهای فولادی	۵۸
محاسبه و انتخاب مشعل	۵۹
ساختمان مشعل گازوئیلی	۵۹
محاسبهٔ حجم منبع سوخت	۶۱
منبع انبساط :	۶۲
منبع انبساط باز	۶۲
محاسبهٔ حجم منبع انبساط باز	۶۲
منبع انبساط بسته	۶۳
محاسبهٔ حجم منبع انبساط بسته	۶۳
محاسبهٔ قطر لوله‌های رفت و برگشت آب به منبع انبساط	۶۴
طرح شبکهٔ لوله‌کشی :	۶۴
سیستم‌های لوله‌کشی آب	۶۴
سیستم باز	۶۴
سیستم بسته	۶۴
سیستم تک‌گذر	۶۵
سیستم گردشی	۶۵
ترتیبات برگشت آب	۶۵

عنوان	صفحه
سیستم لوله‌کشی با برگشت معکوس	۶۵
سیستم لوله‌کشی با برگشت مستقیم	۶۵
سیستم یک لوله‌ای	۶۶
افت فشار در سیستم لوله‌کشی	۶۶
نمودارها	۶۶
محاسبات سیستم لوله‌کشی	۶۷
نکات کلی در طرح سیستم لوله‌کشی	۶۸
انتخاب پمپ سیرکولاتور	۶۸
نکاتی در مورد محاسبه و انتخاب پمپ	۶۹
انتخاب مبدل حرارتی	۷۰
رادیاتور	۷۰
فن‌کویل	۷۰
کنوکتور	۷۰
یونیت‌هیتر	۷۰
انتخاب رادیاتور از روی کاتالوگ	۷۰
کنترل دما در گرمایش :	۷۱
ترموستات اتاقی	۷۱
ترموستات جداری	۷۱
ترموستات دیگ یا آکوستات مستغرق	۷۱
□ حرارت مرکزی با بخار :	۷۲
لوله‌کشی در سیستم بخار	۷۲
ترتیب لوله‌کشی	۷۲
شرایط فشار	۷۲
برگشت آب حاصل از تقطیر	۷۲
نگهدارنده‌های لوله	۷۳
طراحی سیستم لوله‌کشی	۷۳
سیستم یک لوله‌ای	۷۳
سیستم دو لوله‌ای	۷۴
اندازه‌گذاری لوله‌ها	۷۴
توصیه‌ها در اندازه‌گذاری لوله‌ها	۷۵
سیستم دو لوله‌ای فشار قوی	۷۵
سیستم دو لوله‌ای فشار متوسط	۷۵
سیستم دو لوله‌ای فشار ضعیف	۷۵
سیستم دو لوله‌ای بخار (فاقد شیر هواگیری روی واحدهای حرارتی)	۷۵
سیستم دو لوله‌ای خلاء	۷۵
سیستم یک لوله‌ای فشار ضعیف	۷۶
نرخ افت اصطکاکی	۷۶
بخارگیر	۷۶
پمپ خلاء	۷۶
نکاتی در مورد لوله‌کشی سیستم‌های بخار	۷۶

عنوان	صفحه
مثالها	۸۱
□ **حرارت مرکزی تشعشعی :**	۸۵
انواع طرحهای پانلهای حرارتی برای سیستم تشعشعی	۸۵
محاسبات سیستم حرارت مرکزی تشعشعی	۸۶
مثالها	۸۶
پروژهٔ نمونهٔ فصل دوم	۸۸
نمودارهای فصل دوم	۹۸
جداول فصل دوم	۱۰۸

فصل سوم : تهویه مطبوع

□ **انواع سیستم‌های تهویه مطبوع :**	۱۱۹
سیستم انبساط مستقیم	۱۲۰
سیستم تمام آب	۱۲۰
سیستم تمام هوا	۱۲۰
سیستم هوا ـ آب	۱۲۰
سیستم پمپ حرارتی	۱۲۰
اجزاء سیستم تهویه مطبوع	۱۲۱
کاربردها :	۱۲۱
سیستم انبساط مستقیم	۱۲۱
سیستم تمام آب	۱۲۲
سیستم تمام هوا	۱۲۳
سیستم هوا ـ آب	۱۲۴
سیستم پمپ حرارتی	۱۲۵
□ **چند تعریف مهم در ارتباط با محاسبات تهویه مطبوع :**	۱۲۵
ضریب میان‌بر	۱۲۵
سطح حرارتی کویل	۱۲۶
سطح ظاهری کویل	۱۲۶
سطح سرعت کویل	۱۲۶
فاکتور گرمای محسوس اتاق	۱۲۶
فاکتور گرمای محسوس کل	۱۲۶
فاکتور گرمای محسوس مؤثر اتاق	۱۲۶
محاسبهٔ دبی هوای حامل بار حرارتی ساختمان:	۱۲۷
دبی هوای حامل بار سرمایی	۱۲۷
دبی هوای حامل بار گرمایی	۱۲۷
□ **محاسبات بار سرمایی ساختمان :**	۱۲۹
تعیین شرایط طرح داخل و خارج ساختمان	۱۲۹
محاسبهٔ بار سرمایی تابشی از پنجره‌ها و شیشه‌های خارجی	۱۲۹
محاسبهٔ بار سرمایی هدایتی از پنجره‌ها و شیشه‌های خارجی	۱۳۰
محاسبهٔ بار سرمایی تشعشعی و هدایتی جداره‌های خارجی	۱۳۰
محاسبهٔ بار سرمایی هدایتی جداره‌ها، پنجره‌ها و درهای داخلی	۱۳۱
محاسبهٔ بار سرمایی محسوس ناشی از تهویهٔ اتاقها	۱۳۱
محاسبهٔ بار سرمایی محسوس ناشی از ساکنین و وسایل گرمازای داخل اتاق	۱۳۳
بار سرمایی محسوس مؤثر اتاق (ERSH)	۱۳۴
محاسبهٔ بار سرمایی نهان اتاق	۱۳۴
محاسبهٔ بار سرمایی محسوس بقیهٔ هوای خارج	۱۳۴
محاسبهٔ بار سرمایی نهان بقیهٔ هوای خارج	۱۳۴
بار سرمایی کل اتاق	۱۳۴
بار سرمایی کل ساختمان	۱۳۴
کلیاتی در مورد محاسبات بار سرمایی :	۱۳۴
تأخیر حرارت	۱۳۴
انواع سایه‌ها	۱۳۵
□ **طراحی سیستم کانال :**	۱۳۷
کلیات در مورد سیستم کانال	۱۳۷
اصطلاحات و تعاریف :	۱۳۷
نسبت ظرافت	۱۳۸
وصاله‌ها	۱۳۸
دمپرها	۱۴۰
انشعاب‌ها	۱۴۳
طرح و محاسبهٔ سیستم کانال :	۱۴۴
جریان هوا در کانال	۱۴۴
محاسبهٔ سیستم کانال	۱۴۵
اصول طراحی سیستم کانال	۱۴۶
روش‌های طراحی سیستم کانال :	۱۴۶
روش کاهش سرعت در طول مسیر	۱۴۶
روش نرخ افت اصطکاکی یکسان در طول مسیر	۱۴۶
روش بازیافت فشار استاتیک	۱۴۸
طرح کانال برگشت	۱۵۰
□ **توزیع هوا :**	۱۵۲
دمای اتاق	۱۵۲
هوای اولیه و ثانویه	۱۵۲
سرعت جریان هوا در اتاق	۱۵۲
جهت جریان هوا	۱۵۲
طول پرتاب هوا	۱۵۲
سرعت هوا در خروج از دریچه	۱۵۲
انواع دریچه‌های توزیع هوا	۱۵۲
محل نصب دریچه‌های توزیع هوا	۱۵۴
محل نصب دریچه‌های ورودی	۱۵۴
دریچه‌های برگشت هوا و محل نصب آنها	۱۵۷
مثال	۱۵۸

عنوان	صفحه
□ **بادزن‌ها :**	۱۶۰
بادزنهای سانتریفوژ	۱۶۰
بادزنهای جریان محوری	۱۶۱
قوانین بادزنها	۱۶۲
منحنی مشخصهٔ بادزن	۱۶۲
عملکرد بادزن در سیستم	۱۶۲
انتخاب بادزن	۱۶۴
کلاس بادزنهای سانتریفوژ	۱۶۵
تصحیح شرایط جوی	۱۶۵
کنترل دبی بادزن	۱۶۵
سطح صدا	۱۶۵
□ **طرح و انتخاب وسایل و اجزاء سیستم تهویه مطبوع :**	۱۶۷
چیلرهای تراکمی تبخیری و جذبی	۱۶۷
انتخاب چیلر از روی کاتالوگ	۱۶۷
برج خنک‌کن و کندانسور تبخیری	۱۶۸
برج خنک‌کن	۱۶۸
انتخاب برج خنک‌کن از روی کاتالوگ	۱۶۹
کندانسور تبخیری	۱۷۰
طرح و محاسبهٔ سیستم لوله‌کشی در سرمایش	۱۷۰
طرح لوله‌کشی مستقل یا چهارلوله‌ای	۱۷۱
طرح لوله‌کشی مشترک یا دو لوله‌ای	۱۷۱
طرح لوله‌کشی مرکب یا سه لوله‌ای	۱۷۱
محاسبهٔ قطر لوله‌ها در سیستم سرمایش	۱۷۱
تعیین قطر لوله‌های تخلیه آبچکه	۱۷۲
تعیین قطر لوله‌های رفت و برگشت آب به برج خنک‌کن	۱۷۲
محاسبه و انتخاب پمپ سیرکولاتور برای گردش آب سرد	۱۷۲
محاسبه و انتخاب پمپ برای گردش آب از کندانسور به برج خنک‌کن	۱۷۲
انتخاب هواساز از کاتالوگ	۱۷۲
انتخاب فن‌کویل از کاتالوگ	۱۷۳
منبع انبساط برای سرمایش	۱۷۳
انتخاب کندانسور هوایی	۱۷۳
کنترل دما در سیستم‌های تهویه مطبوع	۱۷۴
روشهای محاسباتی ساده بار سرمایی	۱۷۶
نمودارهای فصل سوم	۱۸۱
جداول فصل سوم	۱۸۴
علائم مشخصهٔ وسایل تأسیساتی روی نقشه	۲۱۹

فصل چهارم : کاتالوگها

برج خنک‌کن گالوانیزه ساخت شرکت ساران	۲۲۱
برج خنک‌کن فایبرگلاس ساخت شرکت ساران	۲۲۵
برج خنک‌کن ساخت شرکت مهراصل	۲۲۷
برج خنک‌کن سانتریفوژ ساخت شرکت مهکوه تهویه	۲۲۹
برج خنک‌کن ساخت شرکت مهکوه تهویه	۲۳۰
برج خنک‌کن فایبرگلاس ساخت شرکت آبشار	۲۳۱
پکیج یونیت تهویه مطبوع ساخت شرکت ساران	۲۳۲
پکیج یونیت تهویه مطبوع ساخت شرکت مهراصل	۲۳۴
پکیج یونیت تهویه مطبوع ساخت شرکت هواساز	۲۴۵
مینی‌ایرکاندیشنر ساخت شرکت مهراصل	۲۵۰
دیگ آب داغ ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر	۲۵۱
دیگ بخار ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر	۲۵۳
پمپ WILO ساخت آلمان ـ گروه صنعتی ایران‌رادیاتور	۲۵۴
پمپ LG ساخت کره ـ گروه صنعتی ایران‌رادیاتور	۲۵۵
پمپ مدل FSD ساخت کمپانی EBARA ژاپن	۲۵۶
لوازم کنترل IMIT ساخت ایتالیا ـ گروه صنعتی ایران رادیاتور	۲۵۷
چیلر جذبی ساخت شرکت زهش	۲۵۸
چیلر جذبی ساخت شرکت ساران	۲۶۳
چیلر جذبی ساخت شرکت ساری پویا	۲۶۵
چیلر تراکمی ساخت شرکت ساران	۲۷۴
چیلر ساخت شرکت مهر اصل	۲۸۲
چیلر تراکمی ساخت شرکت مهکوه تهویه	۲۹۱
دریچه ساخت مؤسسهٔ صنعتی نیما	۲۹۲
دریچه ساخت مؤسسهٔ فنی شاهرخی	۲۹۴
دی‌اریتور ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر	۲۹۸
دیگ چدنی ساخت شرکت ایرفو	۳۰۰
دیگ چدنی ساخت شرکت شوفاژکار	۳۰۳
دیگ چدنی ساخت شرکت لوله و ماشین‌سازی ایران	۳۰۹
انواع دیگ فولادی بخار و آب داغ ساخت شرکت پاکمن	۳۱۳
دیگ بخار یک مرحله‌ای ساخت شرکت پاکمن	۳۲۷
دیگ فولادی آب داغ ساخت شرکت پاکمن	۳۲۸
پکیج شوفاژ فولادی ساخت شرکت پاکمن	۳۳۰
انواع رادیاتورهای آلومینیومی ساخت گروه صنعتی‌ایران رادیاتور	۳۳۱
رادیاتور فولادی پانل ساخت شرکت صنعتی آژیر	۳۳۸
رادیاتور فولادی پره‌ای ساخت شرکت صنعتی آژیر	۳۳۹
رادیاتور فولادی پره‌ای مدل رادیانت ساخت شرکت صنعتی آژیر	۳۴۰
سختی‌گیر ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر	۳۴۱
سوپر پایپ ساخت شرکت سوپر پایپ اینترنشنال	۳۴۳
شوفاژ دیواری ELEXIA ساخت فرانسه ـ گروه صنعتی ایران رادیاتور	۳۶۱
شوفاژ دیواری شرکت صنعتی بوتان	۳۶۲
فن‌کویل ساخت شرکت ساران	۳۶۶

عنوان	صفحه
فن‌کویل ساخت شرکت مهراصل	۳۷۱
فیلتر شنی ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر	۳۷۶
کندانسور هوایی ساخت شرکت ساران	۳۷۸
کندانسور هوایی ساخت شرکت مهراصل	۳۸۰
مشعلهای گازسوز ساخت گروه صنعتی ایران‌رادیاتور	۳۸۷
مشعل گازی ساخت شرکت پارس‌مشعل	۳۸۹
مشعلهای گازوئیل‌سوز ساخت گروه صنعتی ایران‌رادیاتور	۳۹۲
مشعل گازوئیلی ساخت شرکت پارس مشعل	۳۹۴
مشعلهای دوگانه‌سوز ساخت گروه صنعتی ایران‌رادیاتور	۳۹۸
مشعل دوگانه‌سوز ساخت شرکت پارس مشعل	۳۹۹
مشعلهای صنعتی ساخت شرکت پارس‌مشعل	۴۰۰
مشعلهای روتاری کاپ ساخت شرکت پارس‌مشعل	۴۰۱
منبع کویل‌دار ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر	۴۰۴
هواساز ساخت شرکت ساران	۴۱۱
هواساز ساخت شرکت مهراصل	۴۱۶
هواساز-ایرواشر ساخت شرکت مهکوه تهویه	۴۳۴
هواساز ساخت شرکت هواساز	۴۳۵
یونیت هیتر ساخت شرکت ساران	۴۴۰
یونیت هیتر ساخت شکرت مهراصل	۴۴۲
یونیت هیتر ساخت شرکت مهکوه تهویه	۴۴۳
یونیت کندانسور ساخت شرکت آریا	۴۴۴
یونیت کولر ساخت شرکت آریا	۴۴۶
لوله و اتصالات چدنی فاضلاب ساخت شرکت ایرفو	۴۵۰

فصل پنجم : طرح و محاسبهٔ سیستم‌های لوله‌کشی آب، فاضلاب، گاز و آتش‌نشانی ساختمان

عنوان	صفحه
□ **سیستم آبرسانی ساختمان :**	۴۵۱
مشخصات آب	۴۵۱
فشار و افت فشار آب :	۴۵۲
فشار استاتیک آب	۴۵۲
فشار سرعتی آب	۴۵۲
فشار کل آب	۴۵۲
فشار مطلق آب	۴۵۲
معادلهٔ برنولی	۴۵۲
افت فشارها	۴۵۲
خط گرادیان هیدرولیکی	۴۵۳
تأمین فشار آب ساختمان :	۴۵۴
سیستم توزیع آب در ساختمان با فشار آب شهر	۴۵۴
سیستم توزیع آب در ساختمان با استفاده از مخزن ثقلی	۴۵۴
سیستم توزیع آب در ساختمان با استفاده از مخزن تحت فشار	۴۵۵
طرح و محاسبهٔ سیستم لوله‌کشی آبسرد و آبگرم	۴۵۷
دبی آبسرد مصرفی	۴۵۷
واحد مصرف	۴۵۷
میزان مصرف واقعی	۴۵۷
حداقل تسهیلات بهداشتی ساختمان	۴۵۷
افت فشارها در سیستم لوله‌کشی ساختمان	۴۵۸
مراحل طرح و محاسبهٔ سیستم لوله‌کشی آبسرد مصرفی	۴۵۸
تخمین قطر لوله‌های یک ساختمان	۴۶۰
محاسبات لوله‌کشی آبسرد و گرم مصرفی تواماً	۴۶۰
محاسبات لوله‌کشی برگشت آبگرم مصرفی	۴۶۰
انتخاب پمپ سیرکولاتور آبگرم مصرفی	۴۶۰
تعیین قطر لوله‌های برگشت آبگرم مصرفی	۴۶۰
متعادل کردن سیستم	۴۶۱
شیرهای مورد استفاده در تأسیسات آبرسانی	۴۶۱
بست‌ها و نگهدارنده‌ها	۴۶۲
انواع لوله‌های مورد استفاده در تأسیسات آبرسانی	۴۶۲
ضربهٔ قوچ	۴۶۲
□ **سیستم دفع فاضلاب ساختمان :**	۴۶۲
انواع فاضلاب ساختمان	۴۶۲
انواع چاه فاضلاب	۴۶۳
ساختمان چاه فاضلاب	۴۶۳
سپتیک تانک	۴۶۳
اجزاء سیستم فاضلاب ساختمان	۴۶۴
لوله‌ها	۴۶۴
دریچهٔ بازدید	۴۶۴
سیفون	۴۶۴
سیفوناژ	۴۶۴
سیفوناژ خودبخود	۴۶۶
سیفوناژ غیرمستقیم	۴۶۶
فشار معکوس	۴۶۶
وسایل بهداشتی متصله به سیستم فاضلاب ساختمان	۴۶۷
طرح و محاسبهٔ سیستم دفع فاضلاب ساختمان :	۴۶۹
واحد مصرف	۴۶۹
ظرفیت و قطر لوله‌های فاضلاب	۴۶۹
حداقل قطر لوله‌های فاضلاب سبک	۴۷۰
حداقل قطر لوله‌های فاضلاب سنگین	۴۷۰
شیب لوله‌های فاضلاب واقعی	۴۷۰
تعیین قطر لوله‌های فاضلاب ساختمان	۴۷۰
تعیین قطر لوله‌های حامل آب باران و ناودانها	۴۷۰

عنوان	صفحه
□ **لوله‌های تهویهٔ فاضلاب :**	۴۷۰
لولهٔ هواگیر	۴۷۰
لولهٔ هوا بر	۴۷۰
لولهٔ تهویهٔ انفرادی	۴۷۱
لولهٔ تهویهٔ مشترک	۴۷۲
لولهٔ تهویهٔ شاخه	۴۷۲
لولهٔ تهویهٔ مرطوب	۴۷۲
لولهٔ تهویهٔ مداری	۴۷۲
لولهٔ تهویهٔ حلقوی	۴۷۲
لولهٔ تعدیل فشار	۴۷۲
شیب لوله‌های تهویه و نحوهٔ اتصال آنها	۴۷۲
محاسبهٔ قطر لوله‌های تهویه	۴۷۲
سیفون اصلی ساختمان و تهویهٔ آن	۴۷۳
تغییر مسیر و انشعاب لوله‌های فاضلاب	۴۷۵
مراحل طرح و محاسبهٔ سیستم فاضلاب ساختمان	۴۷۶
جنس لوله‌های فاضلاب	۴۷۹
حوضچهٔ چربی‌گیر	۴۷۹
□ **طرح سیستم لوله‌کشی گاز :**	۴۸۸
□ **سیستم آتش‌نشانی ساختمان :**	۴۹۳
نمودارها و جداول فصل پنجم	۵۰۳
ضرایب تبدیل آحاد	۵۲۱

فصل ششم : محاسبات سریع

□ **برآورد سریع بار گرمایی :**	۵۲۳
□ **محاسبهٔ سریع برای انتخاب کولر گازی :**	۵۲۵
□ **محاسبهٔ سریع بار سرمایی :**	۵۲۷
□ **محاسبات سریع تهویه مطبوع :**	۵۳۱
واژه نامه	۵۴۰
فهرست منابع و مراجع	۵۴۱

مقدمهٔ چاپ اوّل

گسترش شهرنشینی و ایجاد روزافزون مجتمعهای مسکونی و ساختمانهای مرتفع از یکسو و مسئلهٔ تأمین اقتصادی هوای مطبوع و مناسب با تَوجه به نیاز ساکنین و اقتضای نوع ساختمان از سوی دیگر، موجب پیشرفت سریع تکنیکهای سرمایش و گرمایش در نیم قرن اخیر گردیده است، به طوری که دانش حرارت مرکزی و تهویه‌مطبوع خود به چندین شاخهٔ تخصصی تقسیم می‌شود که احاطه و اشراف کامل بر تمامی جزئیات سیستمهای متعارف در سطح جهان شاید پس از سالها مطالعه و تجربهٔ عملی نیز حاصل نشود. ولی طرح کلیهٔ سیستمهای حرارت مرکزی و تهویهٔ‌مطبوع، قطع نظر از نوع آنها، بر پایهٔ اصول مشترکی صورت می‌گیرد که شناخت و رعایت این اصول در دست‌یابی به یک سیستم گرمایش و سرمایش مطلوب نقشی تعیین‌کننده خواهد داشت. کتاب حاضر که حاصل مطالعه و مقابلهٔ چندین کتاب معتبر تأسیساتی آمریکاست، اصول طراحی و محاسبهٔ تأسیسات مکانیکی ساختمان شامل حرارت مرکزی، تهویهٔ‌مطبوع و سیستم لوله‌کشی آب و فاضلاب ساختمان را با ذکر مثالهای حل شدهٔ متعدد تشریح می‌کند.

در این کتاب به اقتضای موضوع و مجال آن، از پرداختن به توضیحات مفصل در مورد اجزاء سیستمهای مذکور و جزئیات ساختمانی آنها که خود نیازمند نگارش کتاب قطور جداگانه‌ای است، مگر به حکم ضرورت، خودداری شده است. در این کتاب، شاید برای نخستین بار، مجموعهٔ نسبتاً کاملی از کاتالوگهای وسایل تأسیساتی ارائه شده است که برخی از آنها آخرین مدلهای ساخت کارخانجات ایرانی و ژاپنی می‌باشند، و این به خوانندهٔ کتاب فرصت می‌دهد که با چگونگی انتخاب وسایل گرمایش و سرمایش از روی کاتالوگ و استخراج مشخصات مورد نیاز از روی آن آشنا شود. از آنجا که متأسفانه اکثر قریب به اتفاق کاتالوگهای کارخانجات معتبر سازندهٔ وسایل تأسیساتی به زبان بیگانه و عمدتاً انگلیسی نگاشته می‌شوند، یک متخصص تأسیسات ناگزیر به فراگیری زبان انگلیسی یا لااقل آن دسته از نامها و اصطلاحاتی است که در ارتباط با تأسیسات ساختمان می‌باشند. از این رو در کتاب حاضر تعمداً از ترجمهٔ اغلب شکلها و جداول به زبان فارسی خودداری شده است تا خواننده رفته رفته به اصطلاحات انگلیسی تأسیساتی عادت کرده هنگام استفاده از کاتالوگها دچار مشکل نگردد.

مهندس سیدمجتبی طباطبایی

آذر ماه ۱۳۶۶

مقدمهٔ چاپ هفتم

با عنایات پروردگار چاپ هفتم کتاب با تغییراتی در قسمت کاتالوگها در فاصلهٔ کوتاهی نسبت به چاپ ششم عرضه می‌شود. تشویقات کتبی و شفاهی متخصصین رشته‌های تأسیسات و ساختمان و اساتید محترم دانشگاهها مسئولیت مؤلف را سنگین‌تر و اشتیاق او را در ارائهٔ کتب مفید دیگر دو چندان نموده است. در فاصلهٔ انتشار چاپهای ششم و هفتم، مؤلف توفیق انتشار "**مجلهٔ صنعت تأسیسات**" به عنوان تنها مجلهٔ تخصصی تأسیسات ایران را داشته است که هر ماهه تازه‌ترین اطلاعات مهم کاربردی را که در واقع مکمل مطالب این کتاب است به متخصصین امر ارائه می‌کند. مضافاً کتاب "**آخرین پدیده‌های مهندسی تأسیسات**" به عنوان سومین کتاب این مؤلف (پس از کتاب حاضر و کتاب "**سرویس و نگهداری تأسیسات ساختمان**") که در اسفند ماه ۷۹ منتشر شده، مجموعه‌ای از اطلاعات مهم کاربردی را در قالب دهها مقاله از استادان برجستهٔ تأسیسات جهان عرضه می‌کند که آن کتاب نیز به نوبهٔ خود در روزآمد کردن معلومات متخصصین و دست‌اندرکاران رشتهٔ تأسیسات بسیار مؤثر است.

شایان ذکر است که دو کتاب "**فرهنگ بزرگ لغات و اصطلاحات تأسیساتی**" و "**طراحی و نقشه‌کشی اجزاء تأسیسات**" که مدتهاست وعدهٔ انتشار آنها داده شده است، هم اکنون در دست تکمیل می‌باشند و تأخیر در انتشار آنها به دلیل گستردگی دامنهٔ مطالب این دو کتاب است که امید می‌رود هر چه زودتر به یاری خداوند به مرحلهٔ چاپ نزدیک شوند.

مهندس سیدمجتبی طباطبایی

اسفندماه ۱۳۷۹

مقدمهٔ چاپ نهم

به لطف پروردگار چاپ نهم کتاب با تغییراتی نسبت به چاپ هشتم ارائه می‌شود. با توجه به استقبال مهندسین، دانشجویان و استادان محترم دانشگاهها از سلسله مقالاتی که از این مؤلف تحت عنوان "محاسبات سریع" در مجلهٔ صنعت تأسیسات به چاپ می‌رسد و نظر به این که مقالات مذکور از معتبرترین منابع خارجی ترجمه شده‌اند، تصمیم بر این شد که در چاپ نهم کتاب، فصل مستقلی با عنوان "محاسبات سریع" اضافه شود. در فصل چهارم بنا به درخواستهای مکرر متخصصین جهت در اختیار داشتن گزینه‌های بیشتر، کاتالوگهای چند کارخانهٔ معتبر دیگر نیز عرضه شده‌اند. به این ترتیب امید است کتاب حاضر در رفع نیاز دست‌اندرکاران مهندسی تأسیسات بیش از پیش مفید واقع گردد.

مهندس سیدمجتبی طباطبایی

بهمن ماه ۱۳۸۲

علائم بکار رفته در فصل اول

A – مساحت برحسب فوت مربع [ft^2]

d_s – جرم مخصوص بخار آب موجود در هوای اشباع در دمای خشک معین برحسب پاوند برفوت مکعب [lb/ft^3]

d_v – جرم مخصوص بخار آب موجود در هوا در دمای خشک معین برحسب پاوند برفوت مکعب [lb/ft^3]

h – انتالپی هوا برحسب بی تی یو بر پاوند هوای خشک [Btu/lb]

h_d – انتالپی یک پاوند هوای خشک [Btu/lb]

h_f – انتالپی آب اشباع [Btu/lb]

h_{fg} – انتالپی تبخیر [Btu/lb]

h_g – انتالپی بخار اشباع خشک [Btu/lb]

h_l – گرمای نهان هوا [Btu/lb]

h_s – گرمای محسوس هوا [Btu/lb]

H – شدت جریان گرمایی برحسب بی تی یو بر ساعت [Btu/hr]

K – ضریب هدایت حرارتی برحسب بی تی یو در اینچ بر فوت مربع بر ساعت بر درجهٔ فارنهایت [$Btu.\ in/ft^2\ .\ hr\ .\ F$]

m_a – وزن هوای خشک [lb]

m_s – وزن بخار آب موجود در هوای اشباع در دمای خشک معین [lb]

m_v – وزن بخار آب موجود در هوا در دمای خشک معین [lb]

p – فشار بارومتریک هوا برحسب پاوند بر اینچ مربع [psi]

p_s – فشار جزئی بخار آب موجود در هوای اشباع [psi]

p_v – فشار جزئی بخار آب موجود در هوا [psi]

R – مقاومت حرارتی [$ft^2.\ hr.\ F/Btu$]

RH – رطوبت نسبی [%]

SHF – فاکتور گرمای محسوس

t – دما برحسب فارنهایت [F]

t_d – دمای خشک [F]

t_{dp} – دمای نقطهٔ شبنم [F]

t_g – دمای زمین [F]

t_i – دمای طرح داخل [F]

t_o – دمای طرح خارج [F]

t_u – دمای فضای گرم نشده [F]

t_w – دمای مرطوب [F]

U – ضریب کلی هدایت حرارت [$Btu/ft^2.\ hr.\ F$]

V – حجم مخصوص هوا برحسب فوت مکعب بر پاوند هوای خشک [ft^3/lb]

W – محتوای رطوبت یا نسبت رطوبت برحسب گرین یا پاوند بر پاوند هوای خشک [Grain/lb] یا [lb/lb]

X – ضخامت جدار برحسب اینچ [in.]

فصل اول

مشخصات هوا:

ایجاد شرایط آسایش انسان در محیط های مختلف از طریق اجرای یک سلسله عملیات برروی هوا، از قبیل افزایش یا کاهش گرما و رطوبت و نیز کاهش میزان گازها و ترکیبات مضر موجود در هوا صورت می‌گیرد. هوا ترکیبی است از گازهای نیتروژن، اکسیژن، ارگن، دی اکسید کربن، نئون، هلیوم و مقادیر ناچیزی گازهای دیگر از قبیل متان، هیدروژن، دی اکسید گوگرد و غیره که اجزاء اصلی هوای خشک را تشکیل می‌دهند. به همراه این گازها همواره مقداری رطوبت به صورت بخارآب در هوا وجود دارد که میزان آن متغیر است. رطوبت نیز همانند دما از نقطه نظر شرایط آسایش انسان و کیفیت هوای محیط نقش تعیین کننده‌ای دارد. برای ایجاد شرایط مطلوب باید ابتدا با چگونگی تأثیر متقابل این عوامل بریکدیگر و همچنین سایر مختصات هوا آشنا باشیم. در این مبحث ضمن معرفی نمودار مشخصات هوا که دست افزار مهمی در طراحی سیستم های تهویه مطبوع است به ذکر اصطلاحات، تعاریف و فرمولهای لازم در ارتباط با آن پرداخته می‌شود.

نمودار مشخصات هوا:

بمنظور تسریع و تسهیل محاسبات مربوط به هوا، نموداری تهیه شده است که با استفاده از آن می‌توان تغییرات مشخصات هوا را در اثر تغییر دما، رطوبت، انتالپی و غیره مستقیماً و بدون احتیاج به محاسبه بدست آورد، با این وجود ضمن معرفی نمودار مشخصات هوا و اصطلاحات فنی مربوطه، جهت درک بهتر مطلب، فرمولهای محاسباتی مربوط به آنها نیز ارائه می‌شوند. شکل ۱ــ۱ شمای کلی یک شبکهٔ نمودار مشخصات هوا را نشان می‌دهد.

۱ ــ حالت اشباع[1] - میزان رطوبت هوا ممکن است آنقدر افزایش یابد که دیگر قابلیت جذب رطوبت بیشتری را نداشته باشد، این حالت را اشباع هوا از رطوبت می‌گویند که پس از آن قطرات آب یا در فضا سقوط می‌کنند یا به صورت مه معلق می‌مانند.

۲ ــ دمای خشک[2] (t_d) - دمای هوا که با دماسنج معمولی اندازه گیری می‌شود.

۳ ــ دمای مرطوب[3] (t_w) - دمای هوا که بوسیلهٔ دماسنجی که حباب آن توسط یک فتیلهٔ مرطوب پوشیده شده و در معرض جریان سریع هوا قرار گرفته، اندازه گیری می‌شود. رطوبت موجود در فتیله تا زمانیکه هوای اطراف آن به حدّ اشباع برسد، تبخیر گردیده گرمای نهان تبخیر خود را از محیط اطرافش می‌گیرد، بدین ترتیب دمایی که توسط این دماسنج نشانداده می‌شود کمتر از دمای خشک هوا خواهد بود. دمای مرطوب را دمای اشباع آدیاباتیک هوا نیز می‌گویند.

٤ ــ دمای نقطهٔ شبنم[4] (t_{dp}) - دمایی است که در آن تقطیر رطوبت هنگام سردکردن هوا آغاز می‌شود.

۵ ــ رطوبت نسبی[5] (RH) - برای رطوبت نسبی سه تعریف وجود دارد:

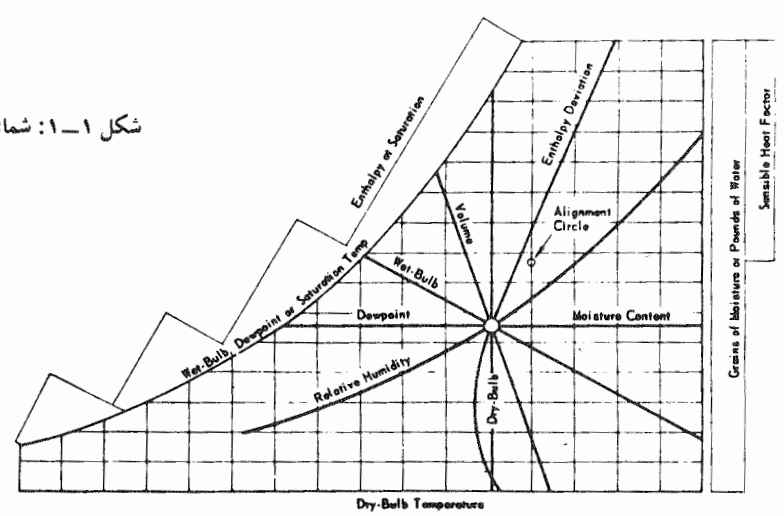
الف ــ نسبت فشار جزئی بخارآب موجود در هوا به فشار اشباع بخارآب هوا در همان دمای خشک: $RH = \frac{p_v}{p_s}$

ب ــ نسبت جرم بخارآب موجود در هوا به جرم بخارآب موجود در هوای اشباع در همان دمای خشک: $RH = \frac{m_v}{m_s}$

ج ــ نسبت جرم مخصوص بخارآب موجود در هوا به جرم مخصوص بخارآب موجود در هوای اشباع در همان دمای خشک: $RH = \frac{d_v}{d_s}$

٦ ــ وزن هوای خشک[6] (m_a) - اساس تمام محاسبات سایکرومتریک است.

۷ ــ محتوای رطوبت یا نسبت رطوبت[7] (w) - نسبت وزن بخارآب موجود در هوا (برحسب گرین[8] یا پاوند) به وزن هوای



شکل ۱ــ۱: شمای کلی یک شبکهٔ نمودار مشخصات هوا

1– Saturation
2– Dry-bulb Temperature (t_d)
3– Wet-bulb Temperature
4– Dew Point Temperature
5– Relative Humidity
6– Pound of Dry air
7– Water Content
8– Grain

خشک (برحسب پاوند) یا مقدار بخارآب موجود در یک پاوند هوای خشک.

$$W = 0.622 \frac{P_v}{P - P_v}$$

۸ ــ حجم مخصوص هوا[1] (v) - حجم هوای مرطوب (برحسب فوت مکعب) بر جرم هوای خشک (برحسب پاوند) یا حجم واحد جرم هوای خشک.

$$v = 0.754\ (t_d + 460) / (p - RH \times p_s)$$

۹ ــ انتالپی هوا[2] (h) - مقدار حرارت موجود در هوا برحسب بی تی یو بر پاوند هوای خشک. مبنای انتالپی برای هوای خشک $0F^\circ$ برای محتوای رطوبت، آب $32F^\circ$ است. انتالپی هوا بترتیب زیر محاسبه می‌شود:

انتالپی هوای خشک: $h_d = 0.24\ t_d$

انتالپی هوای مرطوب بازاءِ هر پاوند هوای خشک:

$$h = 0.24t_d + Wh_v$$

که در آن:

گرمای ویژهٔ هوا در فشار ثابت [Btu/lb.F°] = 0.24

انتالپی بخارآب موجود درهوا [Btu/lb] = h_v

مقدار h_v را در بعضی حالات می‌توان مستقیماً از جداول بخار اشباع استخراج نمود، امّا بازاء حدود دما و فشار متداول در تهویه مطبوع، مقادیر جدول بخار کامل نیستند. با استفاده از معادلهٔ زیر می‌توان مقدار h_v را برای دماهای از$40F^\circ$- تا $250F^\circ$ با دقت قابل قبول محاسبه نمود: $h_v = 1062 + 0.44t_d$ [Btu/lb]

بنابراین انتالپی هوای مرطوب عبارت خواهد بود از:

$$h = 0.24t_d + W(1062 + 0.44t_d)$$

جداول ۱ــ۱ خواص حرارتی آب و بخارآب اشباع و منحنی های ۱ــ۱ و ۲ــ۱ تغییرات خواص آب را بازاء دماها و ارتفاعات مختلف نشان می‌دهند (آخر فصل اول)، بجای این منحنی ها می‌توان از جداول ۲ــ۱ و ۳ــ۱ استفاده نمود.

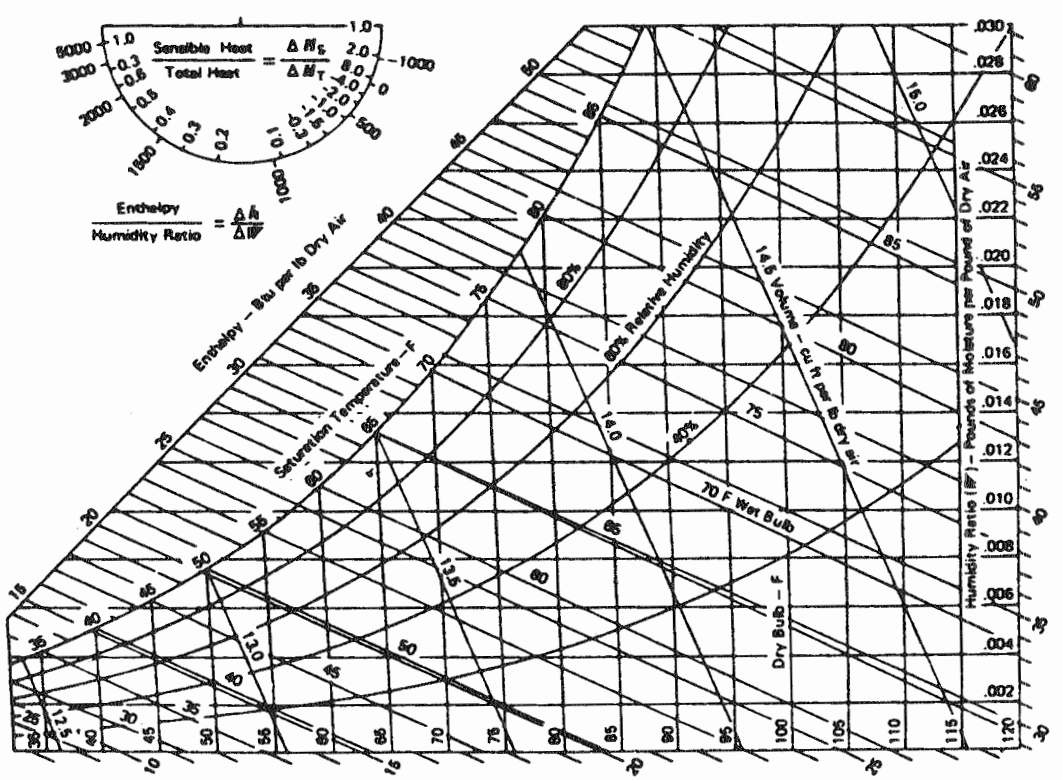
۱۰ ــ انحراف انتالپی[3] - در یک تحول آدیاباتیک یعنی تحولی که در آن هیچگونه گرمایی به هوا داده یا از آن گرفته نشده و فقط رطوبت هوا افزایش یا کاهش می‌یابد، دمای مرطوب ثابت بوده و انتالپی هوا نیز در دمای مرطوب معین تقریباً ثابت می‌ماند و این در اغلب نمودارهای مشخصهٔ هوا مشاهده می‌شود، در حالیکه این مطلب دقیقاً صحیح نیست زیرا وقتی در یک دمای مرطوب معین مقداری رطوبت از هوا گرفته شود، انتالپی این مقدار رطوبت نیز از انتالپی هوا کسر می‌گردد و بالعکس، مطابق فرمول زیر:

$$h_2 = h_1 + (W_2 - W_1)\ h_f$$

که در آن h_f انتالپی آب در دمای مرطوب هوا می‌باشد. عبارت تصحیحی $(W_2 - W_1)\ h_f$ انحراف انتالپی نامیده می‌شود که در محاسبات بسیار دقیق باید درنظر گرفته شود، بدین منظور خطوط انحراف انتالپی روی بعضی از نمودارهای مشخصهٔ هوا رسم می‌گردد. در محاسبات معمولی احتیاجی به تصحیح انتالپی نیست.

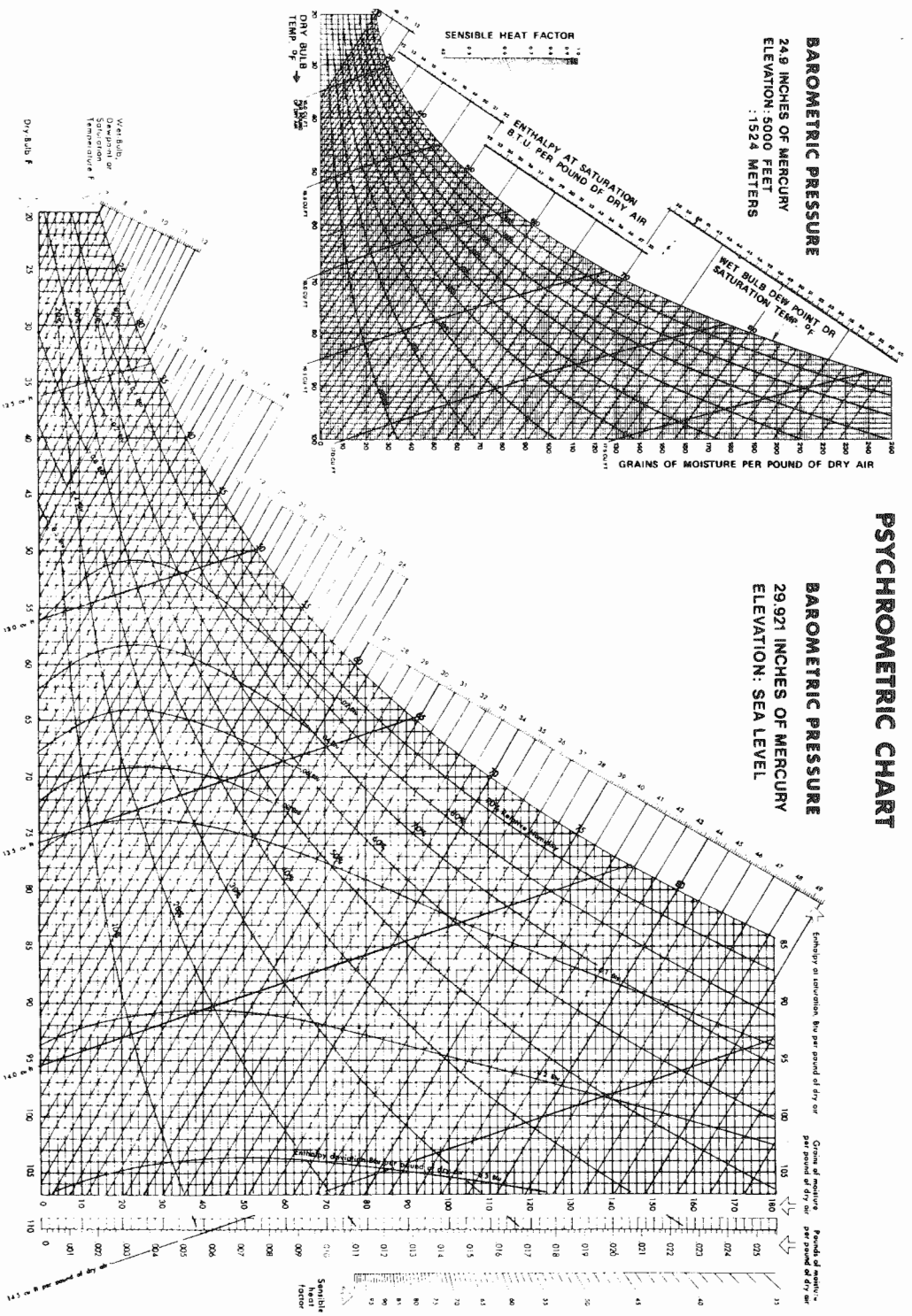
۱۱ ــ گرمای محسوس[4] (h_s) - گرمایی که سبب تغییر دمای خشک هوا می‌گردد.

۱۲ ــ گرمای نهان[5] (h_L) - گرمایی که آب ضمن تبخیر و یا بخار ضمن تقطیر می‌گیرد یا پس می‌دهد. در طول این فرآیند دما و



شکل ۲ــ۱: نمودار مشخصهٔ هوا برای دماهای معمولی و فشار ۲۹/۹۲ اینچ جیوه تهیه شده توسط ASHREA

1– Specific Volume 2– Enthalpy 3– Enthalpy Deviation 4– Sensible Heat 5– Latent Heat



شکل ۳ــ۱: نمودار مشخصات هوا در دماهای معمولی

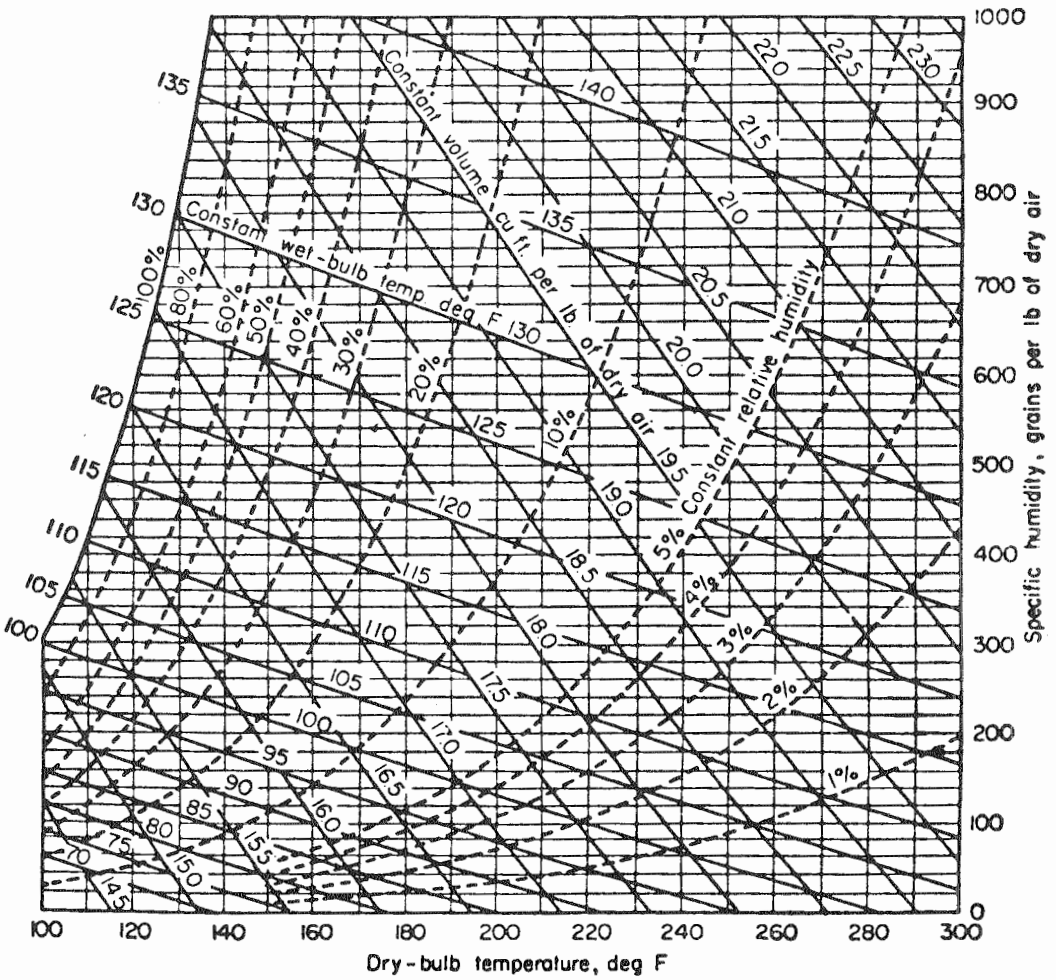
فشار آب یا بخار ثابت می‌مانند.

۱۳ ــ فاکتور گرمای محسوس[1] (SHF) - نسبت گرمای محسوس به گرمای کل هوا.

$$SHF = \frac{h_s}{h_s + h_l} = \frac{h_s}{h}$$

۱۴ ــ دایرهٔ مسیر[2] - این دایره روی نمودار مشخصهٔ هوا در نقطهٔ t_d = 80F و RH = 50% واقع شده است و در ارتباط با SHF جهت ترسیم خطوط پروسهٔ شرایط هوا بکار می‌رود.

اکنون که محورها و خطوط مختلف ترسیم شده روی نمودار مشخصهٔ هوا را می‌شناسیم، با معلوم بودن تنها دو مشخصه از هوای مورد نظر (مثلاً دمای خشک و دمای مرطوب) نقطه‌ای بدست می‌آید که با توجه به موقعیت آن برروی نمودار می‌توانیم سایر مختصات هوا (رطوبت نسبی، نسبت رطوبت، انتالپی، حجم مخصوص) را مشخص کنیم. تا گفته نماند که نمودارهای مشخصهٔ هوا معمولاً برمبنای فشار بارومتری ۲۹/۹۲ اینچ جیوه که فشار در سطح دریاست رسم می‌گردند، برای شهرهایی که در ارتفاعات مختلف نسبت به سطح دریا قرار گرفته‌اند باید نتایج حاصله از نمودار را توسط جدول ٤ــ۱ تصحیح نمود. بطور کلی نتایج بدست آمده از نمودار در مقایسه با نتایج حاصله از محاسبه، دارای دقت کمتری می‌باشند ولی در اغلب محاسبات مهندسی می‌توان با اطمینان از نمودار مشخصهٔ هوا استفاده نمود. شکل‌های ۲ــ۱، ۳ــ۱ و ٤ــ۱ چند نمونه از نمودارهای مشخصهٔ هوا را نشان می‌دهند.



شکل ٤ــ۱: نمودار مشخصهٔ هوای مرطوب برای دماهای متوسط

1– Sensible Heat Factor

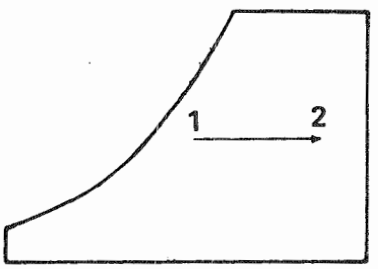
2– Alignment Circle

عملیات روی هوا:

عملیاتی که بمنظور ایجاد شرایط دلخواه ممکن است بر روی هوا صورت گیرند بشرح زیر می‌باشند:

۱ ــ گرم کردن هوا ـ اگر فقط گرما به هوا اضافه کنیم خواهیم داشت:

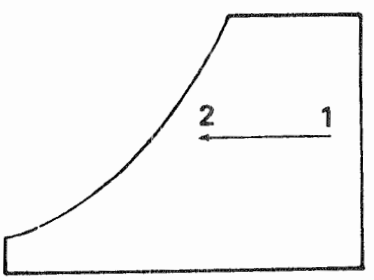
$t_{d2} > t_{d1}$
$W_2 = W_1$
$RH_2 < RH_1$
$h_2 > h_1$



شکل ۵ــ۱: گرم کردن هوا

۲ ــ سرد کردن هوا ـ اگر فقط گرما از هوا بگیریم خواهیم داشت:

$t_{d2} < t_{d1}$
$W_2 = W_1$
$RH_2 > RH_1$
$h_2 < h_1$

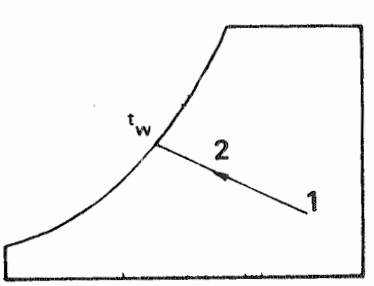


شکل ۶ــ۱: سرد کردن هوا

۳ ــ رطوبت زدن هوا ـ رطوبت‌زدن هوا از طریق افزودن مستقیم بخار و یا آب به هوا توسط افشانک صورت می‌گیرد. در طول این تحول انتالپی هوا ممکن است کاهش یا افزایش یابد و یا تغییر نکند، مثلاً اگر بخار داغ به هوا اضافه شود انتالپی هوا افزایش می‌یابد. رطوبت نسبی هوا نیز پس از رطوبت‌زنی می‌تواند افزایش یا کاهش یافته و یا اصلاً تغییر نکند.

سرد کردن هوا فقط با رطوبت‌زنی ـ این یک تحول آدیاباتیک بوده و نمونهٔ بارز آن فرآیندی است که در کولرهای آبی اتفاق می‌افتد. آب اضافه شده به هوایی که بسرعت در حال عبور است گرمای نهان تبخیر خود را از هوا گرفته آنرا خنک می‌کند، در طول این تحول دمای مرطوب هوا ثابت باقی می‌ماند.

$t_{d2} < t_{d1}$
$W_2 > W_1$
$RH_2 > RH_1$
$h_2 = h_1$



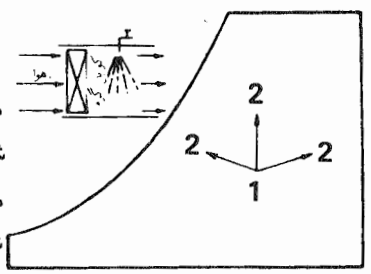
شکل ۷ــ۱: سرد کردن فقط با رطوبت‌زنی

هرچند که انتالپی هوا در حالت ۱ و ۲ کاملاً مساوی نیستند ولی چنانکه ذکر گردید در بسیاری از محاسبات مهندسی با دقت خوبی می‌توان آنها را مساوی در نظر گرفت.

۴ ــ فقط رطوبت گیری ـ وقتی قرار است فقط رطوبت گیری داشته باشیم ناچاریم از خشک کن‌های شیمیایی مانند سیلیکاژل استفاده کنیم. نتایج این تحول درست برعکس سرد کردن هوا فقط با رطوبت‌زنی است.

۵ ــ گرم کردن و رطوبت زدن ـ هوا ابتدا از روی کویل گرم عبور کرده سپس به آن رطوبت زده می‌شود:

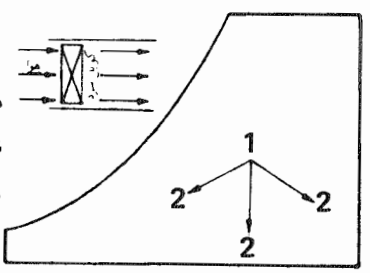
$W_2 > W_1$
$h_2 > h_1$
RH: ممکن است کم یا زیاد شود و یا اصلاً تغییر نکند.
t_d: ممکن است کم یا زیاد شود و یا اصلاً تغییر نکند.



شکل ۸ــ۱: گرم کردن و رطوبت‌زدن هوا

۶ ــ سرد کردن و رطوبت گیری ـ کافی است هوا را از روی یک کویل سرد عبور دهیم تا هر دو منظور حاصل شود:

$W_2 < W_1$
$h_2 < h_1$
RH: ممکن است کم یا زیاد شود و یا اصلاً تغییر نکند.
t_d: ممکن است کم یا زیاد شود و یا اصلاً تغییر نکند.

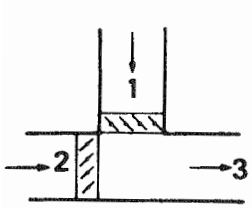


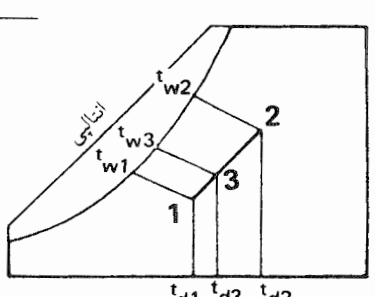
شکل ۹ــ۱: سرد کردن و رطوبت گیری هوا

۷ ــ مخلوط کردن دو هوا ـ بمنظور پرهیز از افزایش غیرضروری ظرفیت دستگاههای مختلف تهویه مطبوع، خیلی بندرت اتفاق می‌افتد که جهت تهویه و حمل بار حرارتی اتاق‌ها از صد درصد هوای تازه استفاده شود، لذا مخلوط کردن هوای برگشتی از اتاقها با مقداری هوای تازه در اغلب تأسیسات تهویهٔ مطبوع معمول می‌باشد. وقتی دو هوا با جرم‌های m_1 و m_2 و مشخصات مختلف را با هم مخلوط کنیم، هوایی خواهیم داشت با مشخصات زیر:

$$t_{d3} = \frac{m_1 t_{d1} + m_2 t_{d2}}{m_1 + m_2} \qquad W_3 = \frac{m_1 W_1 + m_2 W_2}{m_1 + m_2}$$

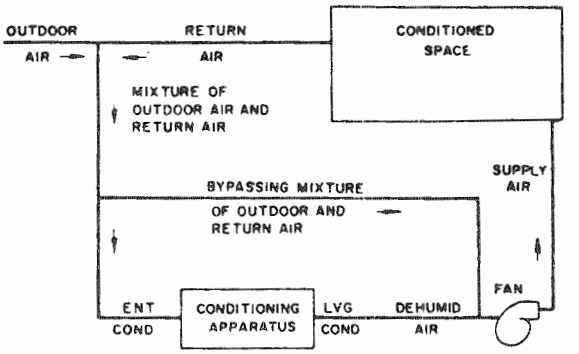
$$h_3 = \frac{m_1 h_1 + m_2 h_2}{m_1 + m_2}$$



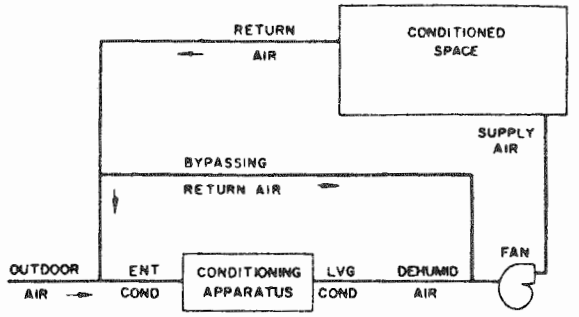


شکل ۱۰ــ۱: مخلوط کردن دو هوا

با معلوم بودن دو عامل از عوامل فوق می‌توان تمام مشخصات هوای مرطوب را از نمودار تعیین نمود. شکل‌های ۱۱ــ۱ و ۱۲ــ۱ بطور شماتیک دو نمونه از تخلیط هوای برگشتی و هوای تازه را نشان می‌دهند.



شکل ۱۱ــ۱: یک نمونه از تخلیط هوای برگشتی از اتاق و هوای تازه



شکل ۱۲ــ۱: نمونهٔ دیگری از تخلیط هوای برگشتی از اتاق و هوای تازه

تعیین مشخصات هوا پس از تحول با استفاده از نسبت $\frac{\Delta h}{\Delta W}$:

با معلوم بودن مشخصات هوا قبل از تحول (نقطهٔ 1) و مقدار رطوبت و انتالپی اضافه یا کاسته شده در طول یک تحول، می‌توان با معین بودن تنها یک مشخصه از هوای ثانویه، سایر مشخصات هوا را پس از انجام تحول تعیین نمود. برای این کار کافی است نسبت $\frac{\Delta h}{\Delta W}$ را بدست آورده آنرا روی نقالهٔ سمت چپ نمودار مشخصهٔ هوا (شکل ۱ــ۲) جدا کرده نقطهٔ بدست آمده را به مرکز نقاله وصل نماییم، سپس از نقطهٔ 1 خطی به موازات آن رسم کنیم تا خط مشخصهٔ معلوم هوای ثانویه را قطع کند، نقطهٔ بدست آمده همان نقطهٔ مشخصهٔ هوا پس از انجام تحول یعنی نقطهٔ 2 خواهد بود. برای درک بهتر این مطلب به مثال ۵ مراجعه شود.

مثال ۱: مقداری هوا با مشخصات $t_d = 60$ F و $t_w = 50$F موجود است، این هوا را تا دمای $t_d = 80$ F حرارت می‌دهیم. با استفاده از نمودار پیدا کنید: ۱ــ رطوبت نسبی هوای اولیه (RH_1)، ۲ــ درجهٔ حرارت نقطهٔ شبنم (t_{dp})، ۳ــ نسبت رطوبت، ٤ــ انتالپی هوای اولیه، ٥ــ انتالپی نهایی، ٦ــ حرارت داده شده، ۷ــ رطوبت نسبی نهایی را. فشار بارومتری 29.92 اینچ جیوه است.

حل: به نمودار مراجعه نموده خطوط $t_d = 60$ F و $t_w = 50$ F را تقاطع می‌دهیم و از آنجا مشخصات هوای اولیه را بترتیب زیر روی نمودار می‌خوانیم (شکل ۱۳ــ۱):

$RH_1 = 49\%$

$t_{dp} = 41$ F

$W = 0.00533$ پاوند رطوبت بر پاوند هوای خشک

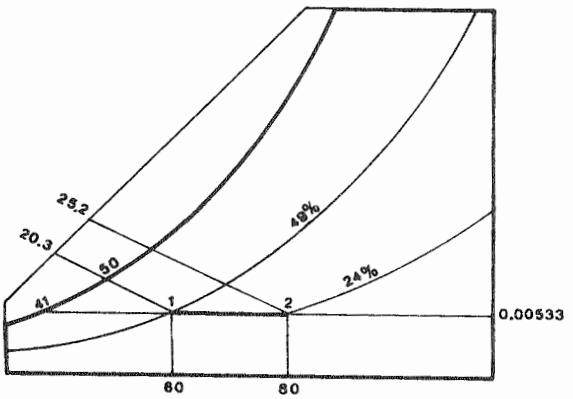
$h_1 = 20.3$ [Btu/lb]

حال از نقطهٔ بدست آمده بطور افقی حرکت می‌کنیم تا خط دمای خشک80F را قطع کنیم، خواهیم داشت:

$h_2 = 25.2$ [Btu/lb]

$h_2 - h_1 = 4.9$ [Btu/lb] حرارت داده شده:

$RH_2 = 24\%$



شکل ۱۳ــ۱

مثال ۲: گرم کردن و رطوبت زدن (در مورد شرایط زمستانی)ـ

می‌خواهیم هوایی را از شرایط خارجی $t_d = 35$ F و $t_w = 33$ F به شرایط هوای داخل ساختمان $t_d = 72$ F و $RH = 50\%$ برسانیم. با استفاده از نمودار مشخصات هوا تعیین کنید:

۱ ــ گرمای محسوس، گرمای نهان و گرمای کلی را که باید به هوا داده شود.

۲ ــ مقدار رطوبتی که باید به هوا افزوده شود.

حل: از تلاقی خطوط $t_d = 35$F و $t_w = 33$ F نقطهٔ 1 و از تلاقی خطوط $t_d = 72$ F و $RH = 50\%$ نقطهٔ 2 روی منحنی مشخصهٔ هوا بدست می‌آیند، حال خواهیم داشت (شکل ۱٤ــ۱):

$h_1 = 12.2$ [Btu/lb]

$h_2 = 26.5$ [Btu/lb]

$h_s = 21.2 - 12.2 = 9$ [Btu/lb] گرمای محسوس داده شده:

$h_l = 26.5 - 21.2 = 5.3$ [Btu/lb] گرمای نهان داده شده:

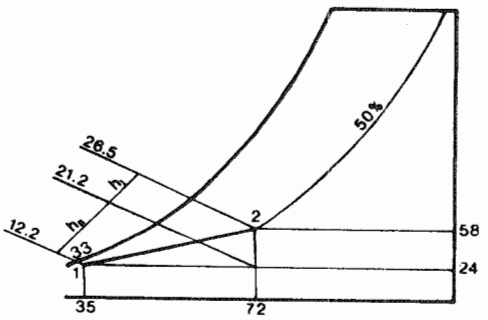
$h_2 - h_1 = 26.5 - 12.2 = 14.3$ [Btu/lb] کل گرمای داده شده:

$W_1 = 24$ گرین بر پاوند هوای خشک

$W_2 = 58$ گرین بر پاوند هوای خشک

مقدار رطوبتی که باید به هوا افزوده شود:

$W_2 - W_1 = 34$ گرین بر پاوند هوای خشک



شکل ۱۴ــ۱: گرم کردن و رطوبت زدن هوا

مثال ۳: سردکردن و رطوبت گیری (در مورد شرایط تابستانی):
می‌خواهیم هوایی را از شرایط خارجی $t_d = 100\ F$ و $t_w = 79F$ به شرایط داخلی $t_d = 80F$ و $RH = 50\%$ برسانیم. با استفاده از نمودار مشخصات هوا تعیین کنید:
۱ ــ گرمای محسوس، نهان و کلی را که باید از هوا گرفته شود.
۲ ــ مقدار رطوبتی که باید از هوا گرفته شود.

حل: تحولی که می‌باید انجام گیرد درست برعکس مثال ۲ است. باز به همان ترتیب نقاط 1 و 2 را به‌ترتیب از تقاطع خطوط $t_d = 100\ F$ با $t_w = 79\ F$ و $t_d = 80\ F$ با $RH = 50\%$ بدست می‌آوریم. خواهیم داشت (شکل ۱۵ــ۱):

$h_1 = 46$ [Btu/lb]

$h_2 = 31.3$ [Btu/lb]

گرمای محسوس که باید از هوا گرفته شود:

$h_s = 36.3 - 31.3 = 5$ [Btu/lb]

گرمای نهان که باید از هوا گرفته شود:

$h_l = 46 - 36.3 = 9.7$ [Btu/lb]

کل گرمایی که باید از هوا گرفته شود:

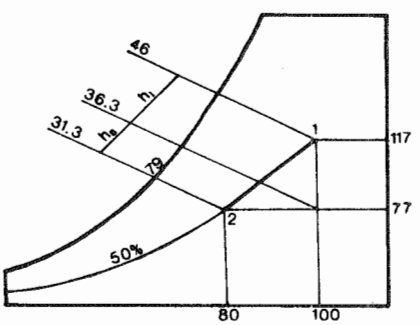
$h_1 - h_2 = 46 - 31.3 = 14.7$ [Btu/lb]

گرین بر پاوند هوای خشک $W_1 = 117$

گرین بر پاوند هوای خشک $W_2 = 77$

رطوبتی که باید از هوا گرفته شود:

گرین بر پاوند هوای خشک $W_1 - W_2 = 117 - 77 = 40$



شکل ۱۵ ــ ۱: سردکردن و رطوبت گیری هوا

مثال ٤: مخلوط کردن دو هوای مرطوب:
8000 cfm هوا با شرایط $t_d = 80\ F$ و $t_w = 57\ F$ را با 2000 cfm هوا با شرایط $t_d = 95\ F$ و $t_w = 76\ F$ مخلوط می‌کنیم. مشخصات هوای مخلوط را پیدا کنید.

حل: ابتدا سایر مشخصات مورد لزوم را از روی نمودار مشخصهٔ هوا تعیین می‌کنیم (همان شکل ۱۰ــ۱):

فوت مکعب بر پاوند هوای خشک $v_1 = 13.7$

فوت مکعب بر پاوند هوای خشک $v_2 = 14.31$

$h_1 = 24.5$ [Btu/lb]

$h_2 = 39.5$ [Btu/lb]

$$m_1 = \frac{8000}{13.7} = 584 \quad [lb/min.]$$

$$m_2 = \frac{2000}{14.31} = 140 \quad [lb/min.]$$

اکنون می‌توانیم مشخصات هوای مخلوط را با استفاده از فرمولهای ارائه شده در مبحث مربوطه بدست آوریم:

$$t_{d3} = \frac{584 \times 80 + 140 \times 95}{584 + 140} = 82.9\ F$$

$$h_3 = \frac{584 \times 24.5 + 140 \times 39.5}{584 + 140} = 27.4 \quad [Btu/lb]$$

مثال ۵: هوای ورودی به یک کارخانه دارای مشخصات $t_d = 70\ F$ و $RH = 60\%$ است. برای انجام کار خاصی مقتضی است که دمای خشک هوا را به 100F برسانیم و برای این منظور بخار داغ با فشار 600 psia و دمای 1000 F با انتالپی $h_g = 1516.7$ [Btu/lb] را از طریق یک شیر کنترل با هوای ورودی مخلوط می‌کنیم. مطلوبست مشخصات هوا پس از مخلوط شدن با بخار.

حل: ابتدا با معلوم بودن مشخصات هوای ورودی ($RH_1 = 60\%$ و $t_{d1} = 70\ F$) محل نقطهٔ 1 را روی نمودار مشخصهٔ هوا پیدا کرده و از آنجا انتالپی و نسبت رطوبت هوای ورودی را روی نمودار می‌خوانیم (شکل ۱۶ــ۱):

$h_1 = 27.02$ [Btu/lb]

پاوند رطوبت بر پاوند هوای خشک $W_1 = 0.0094$

چون این تحول آدیاباتیک است لذا خواهیم داشت:

$$h_1 + (W_2 - W_1)\, h_g = h_2$$

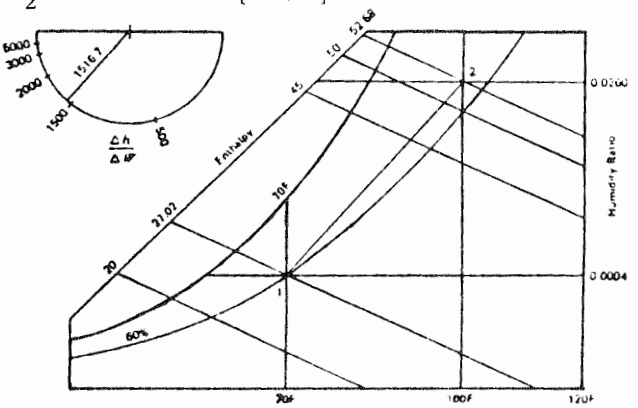
$$\frac{h_2 - h_1}{W_2 - W_1} = \frac{\Delta h}{\Delta W} = h_g = 1516.7 \quad [Btu/lb]$$

اکنون، بطوریکه در شکل ۱۶ــ۱ مشاهده می‌شود، نسبت $\frac{\Delta h}{\Delta W} = 1516.7$ را روی نقالهٔ سمت چپ نمودار جدا کرده و از آنجا به مرکز نقاله وصل می‌نماییم، حال از نقطهٔ 1 خطی به موازات آن رسم می‌کنیم تا خط $t_d = 100\ F$ را قطع کند، نقطهٔ حاصله نقطهٔ 2 خواهد بود که نشان دهندهٔ شرایط هوا پس از انجام تحول است و با استفاده از آن سایر مشخصات هوا بعد از تخلیط با بخار

بترتیب زیر از نمودار خوانده می‌شود:

پاوند رطوبت بر پاوند هوای خشک $W_2 = 0.0260$

$h_2 = 52.68$ [Btu/lb]



شکل ۱۶ــ۱: چگونگی استفاده از نسبت $\frac{\Delta h}{\Delta w}$ در تعیین مشخصات هوا بعد از تحول

مثال ۶: در مورد مشخصات هوای مرطوب در فشارهای غیر ستاندارد:

درجهٔ حرارت خشک هوایی F 80 و درجهٔ حرارت مرطوب آن F 70 می‌باشد. مشخصات دیگر هوا را پیدا کنید. ارتفاع محل از سطح دریا 2400 فوت است.

حل: ابتدا با استفاده از نمودار مشخصات هوا در فشار استاندارد (29.92 اینچ جیوه) مشخصات هوا را تعیین می‌کنیم:

گرین بر پاوند هوای خشک $W = 95$

$h = 34.1$ [Btu/lb]

حال با استفاده از جدول ٤ــ۱ (آخر فصل اول) مقادیر تصحیحی را برای ارتفاع مورد نظر و دمای مرطوب F 70 تعیین می‌کنیم:

$\Delta h = 1.74$ [Btu/lb]

گرین بر پاوند هوای خشک $\Delta W = 11.17$

بنابراین مقادیر انتالپی و نسبت رطوبت پس از تصحیح برای ارتفاع مورد نظر عبارتند از:

گرین بر پاوند هوای خشک $W = 95 + 11.17 = 106.17$

$h = 34.1 + 1.74 = 35.84$ [Btu/lb]

انتقال حرارت در ساختمان:

انتقال حرارت مبحث بسیار گسترده‌ای است که ورود در آن و پرداختن به تمام جزئیاتش از موضوع و هدف این کتاب خارج بوده مجال فراوان طلب می‌کند، لذا این مهم را به کتب تخصصی واگذار نموده بحث خود را به طرق انتقال حرارت در ساختمان محدود می‌کنیم.

بطور کلی هرگاه اختلاف دمایی بین دو جسم مجاور وجود داشته باشد، حرارت از جسم گرم به جسم سردتر به‌یکی از طرق زیر یا ترکیبی از آنها منتقل می‌گردد:

۱ ــ هدایت[1] ــ که در آن حرارت از مولکول های گرم یک جسم به مولکول های سردتر منتقل می‌گردد بدون آنکه ذرات ماده جابجایی قابل ملاحظه‌ای داشته باشند.

۲ ــ جابجایی[2] ــ عبارتست از انتقال حرارت بوسیلهٔ جریان سیال، که خود بر دو نوع است:

الف ــ جابجایی طبیعی ــ که در آن حرکت سیال در اثر اختلاف وزن مخصوص سیال گرم و سرد و بدون کمک عامل خارجی نظیر پمپ یا بادزن صورت می‌گیرد، مثل انتقال حرارت از رادیاتورهای معمولی به فضای داخلی اتاق.

ب ــ جابجایی اجباری ــ که در آن حرکت سیال به کمک انرژی یک عامل خارجی مثل پمپ یا بادزن صورت می‌گیرد، انتقال حرارت توسط فن کویل ها مصداق بارزی از جابجایی اجباری است.

۳ ــ تشعشع[3] ــ عبارتست از انتقال حرارت از جسم گرم به جسم سردتر توسط موج. در این نوع انتقال حرارت، ماده نقشی ندارد. اکتساب حرارت از خورشید نمونهٔ این نوع انتقال حرارت است.

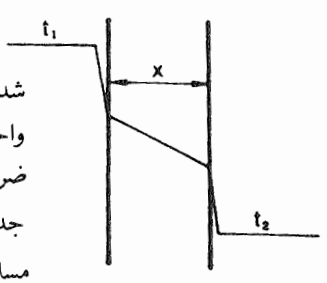
در فصول آینده، بخصوص فصل تهویه مطبوع، با مصادیق انتقال حرارت از طریق جابجایی و تشعشع بیشتر آشنا خواهیم شد، ولی اکنون بحث خود را روی چگونگی انتقال حرارت هدایتی از جداره های ساختمان متمرکز می‌کنیم:

انتقال حرارت هدایتی از یک جدار ساده:

جداره های ساختمان برحسب اینکه دمای داخل آن کمتر یا بیشتر از دمای خارج باشد، همواره مقداری حرارت را به‌صورت **هدایت** به ساختمان وارد یا از آن خارج می‌کنند. مقدار این انتقال حرارت برای یک جدار ساده از فرمول زیر به‌دست می‌آید:

$$H = A \frac{K}{X} (t_1 - t_2)$$

که در آن:



شکل ۱۷ــ۱: هدایت حرارت دریک جدار ساده

$H =$ شدت جریان گرمایی در واحد زمان [Btu/hr]

$K =$ ضریب هدایت حرارتی جدار [Btu. in/ft^2 . hr . F]

$A =$ مساحت جدار [ft^2]

$t_1 =$ دمای سمت گرمتر [F]

$t_2 =$ دمای سمت سردتر [F]

$X =$ ضخامت جدار [in.]

1– Conduction 2– Convection 3– Radiation

اکنون به فرمول فوق توجه کنید، شباهت تامی بین آن و فرمول شدت جریان الکتریکی ($I=\frac{V}{R}$) مشاهده می‌شود، بنابراین مقاومت حرارتی واحد سطح جدار را می‌توانیم به صورت زیر تعریف کنیم:

$$R = \frac{X}{K}$$

انتقال حرارت از جدار مرکب:

جداره‌های ساختمان اغلب از لایه‌های مختلف با مواد مختلف تشکیل می‌شوند، بطوریکه دیگر جدارهٔ ساده تلقی نگردیده بعنوان جدارهٔ مرکب شناخته می‌شوند (شکل ۱۸ــ۱). مقاومت حرارتی جدار مرکب برابر خواهد بود با حاصل جمع مقاومت لایه‌های تشکیل دهندهٔ آن:

$$\text{مقاومت حرارتی جدار مرکب} = R_1 + R_2 + \ldots = \frac{X_1}{K_1} + \frac{X_2}{K_2} + \ldots\ldots$$

در جریان حرارتی بین هوای خارج و هوای داخل ساختمان همواره لایهٔ بسیار نازکی از هوا در طرفین جدار ساختمان وجود دارد که به سطح چسبیده و همچون یک مقاومت حرارتی در برابر جریان حرارت عمل می‌نماید. ضریب هدایت حرارتی واحد سطح این لایهٔ بسیار نازک را به f و مقاومت آن را که به مقاومت فیلم هوا موسوم است به $\frac{1}{f}$ نشان می‌دهند و مقدار آن بستگی به سرعت جریان هوا دارد. مقادیر مقاومت لایه‌های تشکیل دهندهٔ جدار مرکب و همچنین مقاومت فیلم هوای طرفین جدار در جدول ۱۸ــ۱ (آخر فصل اوّل) ارائه شده است. از آنچه ذکر شد می‌توانیم ضریب کلی هدایت حرارتی جدار مرکب را بصورت زیر نتیجه بگیریم:

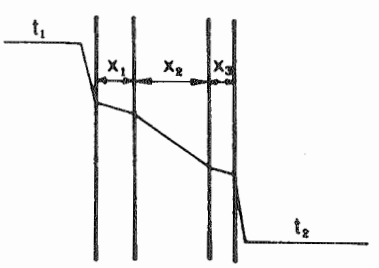
$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_i} + R_1 + R_2 + \ldots\ldots + \frac{1}{f_o}}$$

$U =$ ضریب کلی هدایت حرارت $[Btu/hr.ft^2.F]$

$\frac{1}{f_i} =$ مقاومت فیلم هوای داخل $[ft^2.hr.F/Btu]$

R_1 و R_2 و ... = مقاومت حرارتی لایه‌های مختلف جدار $[ft^2.hr.F/Btu]$

$\frac{1}{f_o} =$ مقاومت فیلم هوای خارج $[ft^2.hr.F/Btu]$



شکل ۱۸ــ۱ هدایت حرارت در یک جدارهٔ مرکب

مثال ۷: دیواری مطابق شکل ۱۹ــ۱ در دست است. مطلوبست ضریب کلی هدایت حرارت این دیوار.

حل: با مراجعه به جدول ۱۸ــ۱ خواهیم داشت:

۱ ــ مقاومت فیلم هوای خارج (با سرعت باد $7\frac{1}{2}$ mph): 0.25

۲ ــ مقاومت روکار سنگی به ضخامت $2''$ (2×0.08): 0.16

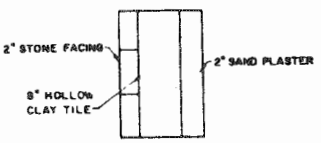
۳ ــ مقاومت آجر مجوف به ضخامت $8''$: 1.85

۴ ــ مقاومت نازک کاری داخلی از پلاستر بادانه‌بندی شنی به ضخامت $2''$ (2×0.20): 0.40

۵ ــ مقاومت فیلم هوای داخل (هوای ساکن): 0.68

بنابراین خواهیم داشت:

$$U = \frac{1}{0.25 + 0.16 + 1.85 + 0.40 + 0.68} = 0.30 \quad Btu/hr.ft^2.F$$



شکل ۱۹ــ۱

ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای جداره‌ها و اجزاء مختلف ساختمان از قبیل در و پنجره وغیره محاسبه شده و در جداول ۵ــ۱ تا ۱۷ــ۱ (آخر فصل اول) ارائه گردیده است. بنابراین در عمل نیازی به محاسبهٔ ضریب U نیست و می‌توان آنرا برحسب نوع جدارهٔ مورد نظر مستقیماً از جداول مذکور استخراج نمود، فقط باید متذکر باشیم که مقادیر U مستخرجه از جداول ۱۱ــ۱ و ۱۲ــ۱ برای محاسبهٔ بارگرمایی در زمستان باید در مضرب 1.1 ضرب شوند.

انتقال حرارت هدایتی از جداره‌های ساختمان:

بر پایه مطالب مذکور می‌توانیم حرارت منتقلهٔ هدایتی توسط جداره‌های ساختمان از قبیل دیوار، سقف، کف، در، پنجره وشیشه را از فرمول زیر محاسبه نماییم: $Q = AU(t_1 - t_2)$

$Q =$ حرارت منتقله از جداره $[Btu/hr]$

$A =$ مساحت جداره $[ft^2]$

$U =$ ضریب کلی هدایت حرارت $[Btu/ft^2.hr.F]$

$t_1 =$ دمای سمت گرمتر $[F]$

$t_2 =$ دمای سمت سردتر $[F]$

مثال ۸: مطلوبست محاسبهٔ انتقال حرارت هدایتی از دیوار مشرف به خارج یک اتاق، در صورتیکه ابعاد دیوار $10' \times 20'$ بوده و از آجر مجوف به ضخامت $8''$ که از سمت داخل دارای روکش گچ به ضخامت $\frac{3}{8}''$ است، ساخته شده باشد. دمای داخل اتاق 76 F ودمای هوای خارج 20 F در نظر گرفته شود.

حل: ابتدا ضریب U را برای دیوار مذکور از جدول ۵ــ۱ استخراج می‌کنیم:

$U = 0.32$

بنابراین خواهیم داشت:

$Q = 10 \times 20 \times 0.32 \times (76 - 20) = 3584$ [Btu/hr]

شرایط طرح:

شرایط طرح عبارتست از دما و رطوبتی که محاسبات بارحرارتی ساختمان برمبنای آنها صورت می‌گیرد و شامل مفاهیم زیر است:

۱ ــ دمای طرح خارج ـ دمای طرح خارج عبارتست از میانگین حداقل دمای هوای خارج در زمستان یا حداکثر دمای هوای خارج در تابستان که توسط سازمان هواشناسی طی چند سال ثبت گردیده است. البته ممکن است در بعضی از روزهای زمستان یا تابستان دما از این میانگین پائین‌تر یا بالاتر رود، ولی انجام محاسبات براساس شرایطی که بندرت اتفاق می‌افتد موجب افزایش غیرضروری ظرفیت دستگاههای گرم کننده یا سرد کننده خواهد شد.

شرایط طرح هوای خارج تابستانی و زمستانی در چند شهر مهم ایران بر پایهٔ آمار سازمان هواشناسی در جدول ۱۹ــ۱ (آخر فصل اول) ارائه گردیده است.

۲ ــ دمای طرح داخل ـ شرایط طرح داخل از نظر دما و رطوبت نسبی، در ساختمانهای مسکونی و تجاری بر پایهٔ شرایط آسایش انسان ودر ساختمانهای صنعتی و کارخانجات معمولاً براساس مقتضیات محصول تولیدی آنها بگونه‌ای تعیین می‌گردد که به کیفیت محصول لطمه‌ای وارد نیاید. در تعیین شرایط طرح داخل در ساختمانهای مسکونی و تجاری، علاوه بر توجه به احساس راحتی ساکنین باید دقت نمود که تغییر شرایط طرح در بخش‌های مختلف ساختمان نسبت به یکدیگر یا نسبت به هوای خارج بصورت ملایم و تدریجی صورت گیرد تا بر روی سلامتی انسان اثرات زیانبخش نداشته باشد. از طرفی چنانکه قبلاً ذکر شد، رطوبت نسبی نیز در چگونگی کیفیت هوا و احساس راحتی ساکنین نقش مهمی دارد. با افزایش دمای خشک برای آنکه در احساس راحتی ساکنین تغییری ایجاد نشود، باید رطوبت نسبی را کاهش داد و بالعکس، بعبارت دیگر، در دو محیط با دو دمای خشک متفاوت می‌توان یک احساس را در انسان ایجاد نمود مشروط برآنکه رطوبت نسبی نیز به نسبت عکس دمای خشک تغییر کند. جدول ۲۱ــ۱ شرایط طرح داخل را برای ساختمانهای مختلف بر پایهٔ احساس راحتی انسان در فصول تابستان و زمستان ارائه می‌دهد. علاوه برآن جدول ۲۲ــ۱ نیز دمای طرح زمستانی را بصورت خصوصی‌تر برای اتاقهای مختلف نشان می‌دهد. در ساختمانهای صنعتی و کارخانجات، شرایط طرح داخل از نظر دما و رطوبت برمبنای مقتضیات محصولات تولیدی تعیین می‌گردد، جدول ۲۳ــ۱ شرایط طرح داخل را برای کارخانجات سازندهٔ محصولات مختلف ارائه می‌دهد.

دمای فضاهای گرم یا سرد نشده:

مقادیر ارائه شده در جداول مذکور برای اتاقها یا فضاهایی است که می‌خواهیم با وسایل مختلف از قبیل رادیاتور یا فن کویل آنها را گرم یا سرد کنیم، در حالیکه در هر ساختمان اتاقها یا فضاهایی وجود دارند که قصد گرم یا سردکردن آنها را بدین صورت نداریم. اگر در مجاورت اتاقی که بار حرارتی آنرا محاسبه می‌کنیم، اتاق گرم یا سرد نشده‌ای وجود داشته باشد، دمای آنرا با یکی از روش‌های زیر تعیین می‌کنیم که از دقت کافی نیز برخوردار خواهد بود:

الف ــ در محاسبهٔ بارسرمایی، زمانیکه اتاق مجاور فضای مورد نظر سرد نشود، دمای آنرا از فرمول زیر بدست می‌آوریم:

$t_i + (t_o - t_i) \times 0.667$ = دمای اتاق سردنشدهٔ مجاور

که درآن:

t_i = [F] دمای طرح داخلی اتاقی که بارسرمایی آنرا محاسبه می‌کنیم

t_o = دمای طرح خارج[F]

مثال ۹: دمای طرح خارج 95 F ودمای طرح داخل اتاقی 80 F می‌باشند. اتاق سرد نشده‌ای جنب اتاق مورد نظر قراردارد. دمای داخلی آنرا پیدا کنید.

حل:

$80 + (95 - 80) \times 0.667 = 90$ F = دمای اتاق سردنشدهٔ مجاور

ب ــ اتاق سرد نشدهٔ مجاور دارای منابع گرمایی غیرعادی است، در این حالت که مصادیق آن آشپزخانه و موتورخانه می‌باشند، دمای اتاق سرد نشده را بترتیب زیر تعیین می‌کنیم:

دمای طرح خارج + 15 تا 25 F = دمای اتاق سردنشدهٔ مجاور با منابع گرمایی غیرعادی

مثال ۱۰: مسئله ۹ را در حالتی حل کنید که در اتاق سردنشدهٔ مجاور، یک فرخوراک پزی قرار داشته باشد.

حل: $95 + 15 = 110$ F = دمای اتاق سردنشدهٔ مجاور

ج ــ اتاق سرد نشده‌ای در زیراتاق مورد نظرقرار دارد، در اینحالت دمای آنرا بترتیب زیر تعیین می‌کنیم:

دمای طرح خارج = دمای اتاق سردنشدهٔ زیرین ــ 5 F

مثال ۱۱: مسئله ۹ را در حالتی حل کنید که اتاق سردنشده‌ای در زیر اتاق مورد نظر قرار گرفته باشد.

حل: $95 - 5 = 90$ F = دمای اتاق سردنشدهٔ زیرین

د ــ در فصل زمستان، در حالیکه فضای مجاور گرم نشده باشد، اختلاف دمای اتاق مورد نظر و اتاق گرم نشدهٔ مجاور را بترتیب زیر تعیین می‌کنیم:

$(t_i - t_o) \times 0.5$ = اختلاف دمای اتاق مورد نظر واتاق گرم نشدهٔ مجاور

مثال ۱۲: در فصل زمستان، دمای طرح خارج OF ودمای اتاق مورد نظر 70 F می‌باشند. اتاق گرم نشده‌ای در مجاورت این اتاق قرار دارد. مطلوبست اختلاف دمای بین این دو اتاق.

اختلاف دمای اتاق موردنظر واتاق گرم نشدهٔ مجاور = $(70 - 0) \times 0.5 = 35$ F

هـ ــ اعداد زیر نیز که برای فضاهای گرم نشده ارائه می‌گردند، در محاسبهٔ بار گرمایی (زمستان) در صورتیکه دمای خارج بین 0 F تا 20 F باشد نتایج تقریباً درستی عاید می‌کنند و می‌توانند بجای روش **د** مورد استفاده قرار گیرند:

32 F = دمای زیرزمین واتاقهای گرم نشده

25 F = اتاق زیربام، سنگفرش یافلزی، عایق کاری ضعیف

40 F = اتاق زیربام، عایق کاری خوب

و ــ **دمای اتاقهای زیر شیروانی** ـ در صورتیکه اتاق زیرشیروانی در فصل زمستان تهویه شود، دمای آن برابر دمای خارج منظور می‌گردد، در غیر اینصورت یعنی اگر اتاق زیر شیروانی تهویه نشود برای تعیین دمای آن از همان روش **د** استفاده می‌شود. در فصل تابستان، از آنجائیکه تابش آفتاب بر شیروانی باعث افزایش قابل ملاحظهٔ دمای اتاق زیر شیروانی نسبت به خارج می‌شود، بهتر است این محل تهویه شود تا بار اضافی به سیستم تحمیل نگردد.

ز ــ تعیین دمای فضاهای گرم نشده به روش بیلان حرارتی:

در فصل زمستان می‌توان دمای فضاهای گرم نشده را با استفاده از این اصل که حرارت منتقله از اتاق گرم شده به فضای گرم نشدهٔ مجاور برابر با گرمایی است که از فضای گرم نشده به خارج منتقل گردد، از طریق فرمول زیر تعیین نمود:

$$t_u = \frac{t_i (A_1U_1 + A_2U_2 + A_3U_3 + \text{etc.}) + t_o (A_aU_a + A_bU_b + A_cU_c + \text{etc.})}{A_1U_1 + A_2U_2 + A_3U_3 + \text{etc.} + A_aU_a + A_bU_b + A_cU_c + \text{etc.}}$$

که در آن:

t_u = دمای فضای گرم نشدهٔ مجاور [F]

t_i = دمای طرح داخل اتاق گرم شونده [F]

t_o = دمای طرح خارج [F]

$A_1, A_2, A_3, \text{etc.}$ = مساحت سطوح فضای گرم نشدهٔ مجاور که با اتاق گرم شونده مشترکند $[ft^2]$

$A_a, A_b, A_c, \text{etc.}$ = مساحت سطوح فضای گرم نشدهٔ مجاور مشرف به خارج $[ft^2]$

$U_1, U_2, U_3, \text{etc.}$ = ضرایب انتقال حرارت سطوح $A_1, A_2, A_3, \text{etc.}$

$U_a, U_b, U_c, \text{etc.}$ = ضرایب انتقال حرارت سطوح $A_a, A_b, A_c, \text{etc.}$

دمای فضاهای گرم نشده‌ای که دارای شیشه‌های خیلی بزرگ می‌باشند و نیز دمای ایوان‌ها معمولاً برابر دمای خارج در نظر گرفته می‌شود.

مثال ۱۳: مطلوبست دمای فضای گرم نشدهٔ مجاور اتاق گرم شده‌ای که مساحت سطوح مشترک دو اتاق (A_3, A_2, A_1) بترتیب 100 و 120 و 140 فوت مربع و ضرایب انتقال حرارت آنها (U_3, U_2, U_1) بترتیب 0.15 و0.20 و 0.25 می‌باشند. مساحت سطوحی از فضای گرم نشده که در معرض هوای خارج قرار دارند (A_b, A_a) بترتیب 100 و 140 فوت مربع و ضرایب انتقال حرارت مربوطه (U_b, U_a) بترتیب 0.1 و 0.3 می‌باشند. از سطوحی که روی زمین قرار گرفته‌اند دراین مسئله صرفنظر می‌شود. فرض کنید $t_o = -10$ F , $t_i = 70$ F

حل: با استفاده از فرمول مربوطه خواهیم داشت:

$$t_u = \frac{70\,[(100 \times 0.15) + (120 \times 0.20) + (140 \times 0.25)] + (-10)\,[(100 \times 0.10) + (140 \times 0.30)]}{(100 \times 0.15) + (120 \times 0.20) + (140 \times 0.25) + (100 \times 0.10) + (140 \times 0.30)}$$

$$t_u = \frac{4660}{126} = 37 \text{ F}$$

ح ــ دمای زمین ـ دمای زمین بیشتر متأثر از منابع گرمایی زیرزمین می‌باشد و متأسفانه اطلاعات کاملی از دماهای زمین اطراف ساختمانها در دست نیست، ولی از آنجائیکه ضریب هدایت حرارتی دیوارهای زیرزمین متصل به خاک فقط 0.1 توصیه گردیده، منطقی است که تصور کنیم دمای زمین تأثیر قابل ملاحظه‌ای در محاسبات بار حرارتی ساختمان ندارد، بطوریکه در محاسبات بار سرمایی ساختمان (درتابستان) انتقال حرارت از کف متصل به زمین را صفر در نظر می‌گیرند. به‌هرحال دمای زمین را می‌توان برحسب دمای طرح خارج از جدول زیر بدست آورد:

جدول A ــ ۱

دمای طرح خارج F	−30	−20	−10	0	+10	+20
دمای زمین F	40	45	50	55	60	65

انتقال حرارت از دیوارهای زیرزمین وکف متصل به زمین:

انتقال حرارت از کف ساختمان معمولاً ناچیز و در طول سال نسبتاً ثابت است، چرا که دمای خاک در سراسر سال فقط اندکی تغییر می‌کند. زمین را باید ظرف خیلی خوبی برای حرارت دانست که می‌تواند مقادیر زیادی حرارت جذب کرده یا از دست بدهد بدون آنکه تا فاصلهٔ ۸ فوتی سطح زمین تغییر دمای قابل ملاحظه‌ای داشته باشد، بالاتر از این عمق هرچه به سطح زمین نزدیکتر می‌شویم،

تغییرات دمای خاک تحت تأثیر دمای هوای خارج بیشتر می‌شود. مقدار انتقال حرارت از دیوارهای زیرزمین ممکن است قابل توجه باشد، ولی چون دمای خاک همراه با عمق تغییر می‌کند محاسبهٔ آن بسیار دشوار است. تجربه نشان داده است که در مورد طبقاتی که کف آنها مستقیماً روی سطح زمین قرار می‌گیرد، در فصل زمستان، اتلاف حرارت بیشتر با محیط کف متناسب است تا با سطح کف، از اینرو در مناطق سرد برای کاهش اتلاف حرارت از کف واقع بر روی سطح زمین، بهتر است محیط کف را بنحو مؤثری عایق کاری نمود.

به هرحال برای محاسبهٔ میزان انتقال حرارت هدایتی از دیوارها و کف زیرزمین در فصل زمستان، می‌توان برحسب درجهٔ حرارت زمین، مقدار اتلاف حرارت از هر فوت مربع سطح کف و دیوار زیرزمین را از جدول زیربدست آورد و در مساحت کف یا دیوار زیرزمین ضرب نمود.

جدول B ــ ۱: تلفات حرارتی از واحد سطح کف یا دیوارهای زیرزمین

دمای زمین F	انتقال حرارت از کف زیرزمین $Btu/ft^2 . hr$	تلفات حرارت از دیوارهای زیرزمین $Btu/ft^2 . hr$
40	3	6
50	2	4
60	1	2

در مورد کف متصل به زمین چنانکه ذکر گردید، تلفات حرارتی بیشتر با محیط کف تناسب دارد تا سطح کف. برای محاسبهٔ تلفات حرارتی از کف ساختمانهای فاقد زیرزمین، فرمول زیر پیشنهاد می‌شود:

$$H = 0.6\ P\ (t_i - t_o) + 0.05\ A\ (t_i - t_g)$$

H = تلفات حرارتی از کف واقع برروی سطح زمین [Btu/hr]

P = آن قسمت از محیط کف که در معرض هوای خارج قرار دارد [ft]

A = مساحت کف $[ft^2]$

t_i = دمای طرح داخل [F]

t_o = دمای طرح خارج [F]

t_g = دمای زمین [F] ازجدول A ــ ۱

در تابستان کسب حرارت از کف و دیوارهای زیرزمین آنقدر ناچیز است که می‌توان از آن صرفنظر نمود، بنابراین در محاسبات بار سرمایی ساختمان، کسب حرارت از کف و دیوارهای زیرزمین صفر در نظر گرفته می‌شود.

مثال ۱۴: تلفات حرارتی از کف متصل بزمین یک اتاق به ابعاد $20' \times 12'$ را محاسبه کنید در صورتیکه دمای طرح داخل و خارج بترتیب 65 F و 0 F بوده واتاق درگوشهٔ ساختمان بنحوی قرار گرفته باشد که تنها دو دیوار آن مشرف به خارج باشند.

حل: آن قسمت از محیط کف که در معرض هوای خارج قرار دارد

$P = 20' + 12' = 32'$

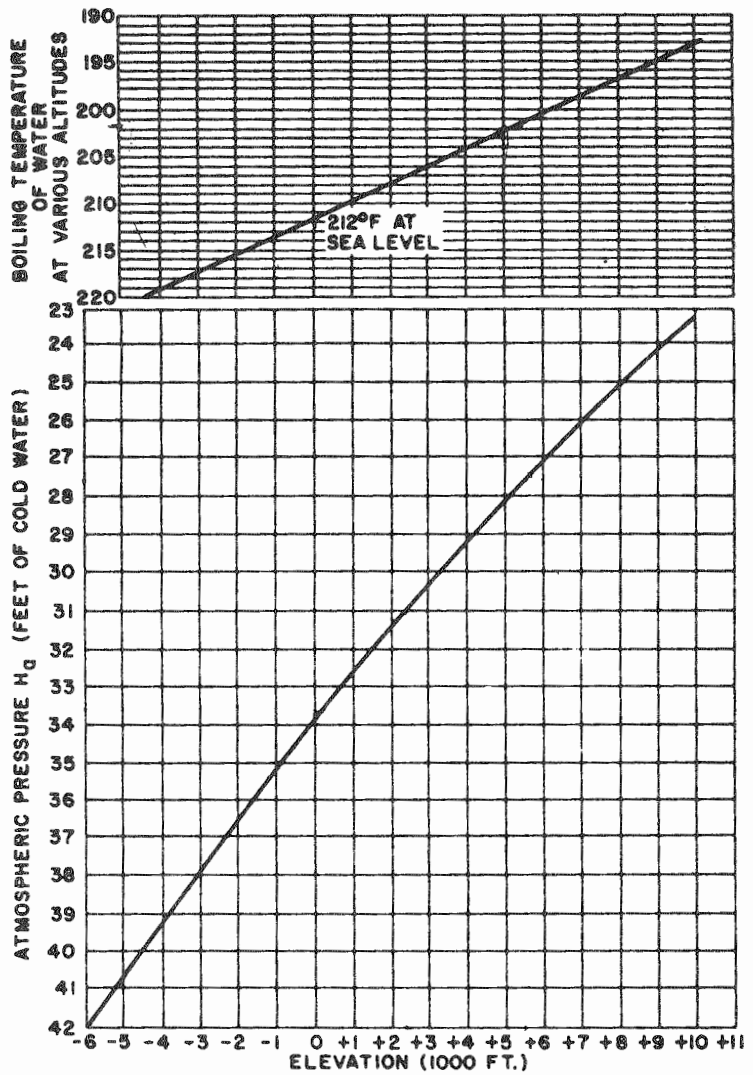
مساحت کف $[ft^2]$ $A = 20' \times 12' = 240$

دمای زمین (ازجدول A ــ ۱) $t_g = 55\ F$

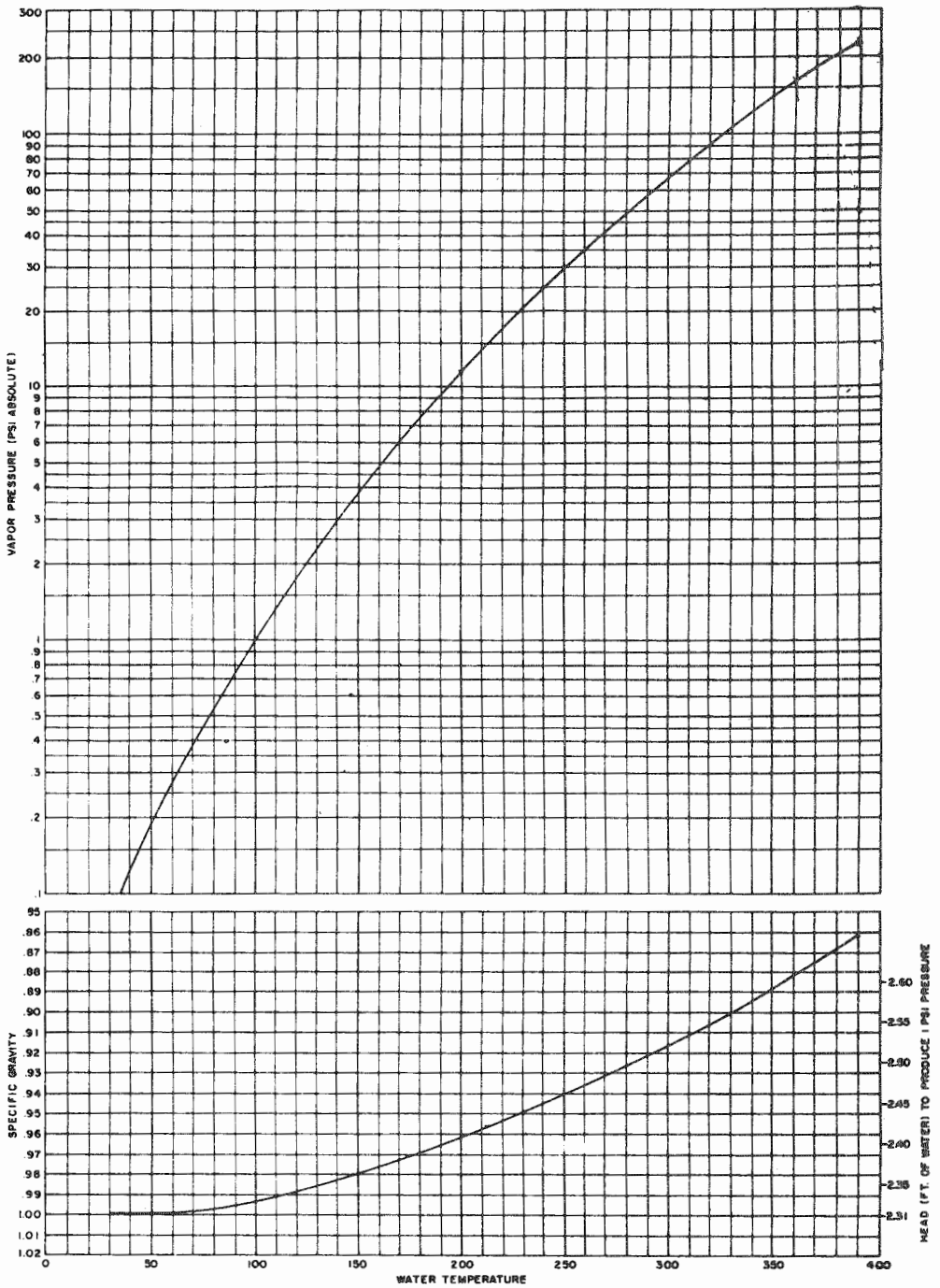
$H = 0.6 \times 32\ (65 - 0) + 0.05 \times 240\ (65 - 55)$

تلفات از کف $= 1368$ [Btu/hr]

منحنی ۱ــ۱: تغییرات فشار هوا و نقطهٔ جوش آب بازاءِ تغییرات ارتفاع



منحنی ۲ــ۱: تغییرات وزن مخصوص وفشار بخار آب بازاءِ تغییرات دما



جدول ۱ــ۱: خواص ترمودینامیکی آب درحالت اشباع

Fahr. Temp. t(F)	Absolute Pressure $p \times 10^3$		Specific Volume, cu ft per lb			Enthalpy, Btu per lb			Entropy, Btu per (Lb) (°F)			Fahr. Temp. t(F)
	Lb/Sq In.	In. Hg	Sat. Solid v_i	Evap. $v_{ig} \times 10^{-6}$	Sat. Vapor $v_g \times 10^{-6}$	h_i	Evap. h_{ig}	Sat. Vapor h_g	Sat. Solid s_i	Evap. s_{ig}	Sat. Vapor s_g	
−160	0.004949	0.01008	0.01722	36070	36070	−222.05	1212.43	990.38	−0.4907	4.0456	3.5549	−160
−155	0.009040	0.01840	0.01723	20080	20080	−220.44	1213.02	992.58	−0.4854	3.9812	3.4958	−155
−150	0.01620	0.03298	0.01723	11390	11390	−218.82	1213.62	994.80	−0.4801	3.9188	3.4387	−150
−145	0.02850	0.05803	0.01724	6577	6577	−217.17	1214.17	997.00	−0.4748	3.8583	3.3835	−145
−140	0.04928	0.1003	0.01724	3864	3864	−215.49	1214.70	999.21	−0.4695	3.7996	3.3301	−140
−135	0.08380	0.1706	0.01725	2308	2308	−213.80	1215.22	1001.42	−0.4643	3.7428	3.2785	−135
−130	0.1403	0.2856	0.01725	1400	1400	−212.08	1215.71	1003.63	−0.4590	3.6874	3.2284	−130
−125	0.2312	0.4708	0.01726	862.2	862.2	−210.34	1216.18	1005.84	−0.4538	3.6338	3.1800	−125
−120	0.3757	0.7649	0.01726	538.6	538.6	−208.58	1216.63	1008.05	−0.4485	3.5815	3.1330	−120
−115	0.6019	1.226	0.01727	341.1	341.1	−206.79	1217.05	1010.26	−0.4433	3.5308	3.0875	−115
−110	0.9517	1.938	0.01728	218.9	218.9	−204.98	1217.45	1012.47	−0.4381	3.4815	3.0434	−110
−105	1.486	3.025	0.01728	142.2	142.2	−203.14	1217.82	1014.68	−0.4329	3.4335	3.0006	−105
−100	2.291	4.664	0.01729	93.52	93.52	−201.28	1218.17	1016.89	−0.4277	3.3868	2.9591	−100
−95	3.491	7.108	0.01729	62.23	62.23	−199.40	1218.50	1019.10	−0.4225	3.3412	2.9187	−95
−90	5.260	10.71	0.01730	41.86	41.86	−197.49	1218.80	1021.31	−0.4173	3.2969	2.8796	−90
−85	7.841	15.96	0.01730	28.46	28.46	−195.56	1219.08	1023.52	−0.4121	3.2536	2.8415	−85
−80	11.57	23.55	0.01731	19.55	19.55	−193.60	1219.33	1025.73	−0.4069	3.2114	2.8045	−80
−75	16.89	34.39	0.01732	13.56	13.56	−191.62	1219.56	1027.94	−0.4017	3.1702	2.7685	−75
−70	24.43	49.74	0.01732	9.501	9.501	−189.61	1219.76	1030.15	−0.3965	3.1301	2.7336	−70
−65	35.01	71.28	0.01733	6.715	6.715	−187.58	1219.94	1032.36	−0.3914	3.0910	2.6996	−65
−60	49.72	101.2	0.01734	4.788	4.788	−185.52	1220.10	1034.58	−0.3862	3.0528	2.6664	−60
−55	70.01	142.6	0.01734	3.443	3.443	−183.44	1220.23	1036.79	−0.3810	3.0152	2.6342	−55
−50	97.76	199.0	0.01735	2.496	2.496	−181.34	1220.34	1039.00	−0.3758	2.9786	2.6028	−50
−48	111.5	227.0	0.01736	2.200	2.200	−180.49	1220.37	1039.88	−0.3738	2.9643	2.5905	−48
−46	127.0	258.5	0.01736	1.941	1.941	−179.64	1220.40	1040.76	−0.3717	2.9501	2.5784	−46
−44	144.4	294.0	0.01736	1.715	1.715	−178.78	1220.43	1041.65	−0.3696	2.9359	2.5663	−44
−42	164.1	334.0	0.01736	1.516	1.516	−177.92	1220.45	1042.53	−0.3676	2.9219	2.5543	−42
−40	186.1	379.0	0.01737	1.343	1.343	−177.06	1220.48	1043.42	−0.3655	2.9080	2.5425	−40
−38	211.0	429.5	0.01737	1.191	1.191	−176.19	1220.49	1044.30	−0.3634	2.8942	2.5308	−38
−36	238.8	486.2	0.01737	1.057	1.057	−175.32	1220.51	1045.19	−0.3614	2.8807	2.5193	−36
−34	270.0	549.7	0.01737	0.9391	0.9391	−174.45	1220.52	1046.07	−0.3593	2.8671	2.5078	−34
−32	304.9	620.8	0.01738	0.8355	0.8355	−173.57	1220.52	1046.95	−0.3573	2.8538	2.4965	−32

Fahr. Temp. t(F)	Absolute Pressure $p \times 10^3$		Specific Volume, cu ft per lb			Enthalpy, Btu per lb			Entropy, Btu per (Lb) (°F)			Fahr. Temp. t(F)
	Lb/Sq In.	In. Hg	Sat. Solid v_i	Evap. $v_{ig} \times 10^{-6}$	Sat. Vapor $v_g \times 10^{-6}$	Sat. Solid h_i	Evap. h_{ig}	Sat. Vapor h_g	Sat. Solid s_i	Evap. s_{ig}	Sat. Vapor s_g	
−30	0.3440	0.7003	0.01738	7.441	7.441	−172.68	1220.52	1047.84	−0.3552	2.8405	2.4853	−30
−28	0.3876	0.7891	0.01738	6.634	6.634	−171.80	1220.52	1048.72	−0.3532	2.8274	2.4742	−28
−26	0.4363	0.8882	0.01738	5.921	5.921	−170.91	1220.51	1049.60	−0.3511	2.8143	2.4632	−26
−24	0.4905	0.9987	0.01739	5.290	5.290	−170.01	1220.50	1050.49	−0.3490	2.8013	2.4523	−24
−22	0.5509	1.122	0.01739	4.732	4.732	−169.12	1220.49	1051.37	−0.3470	2.7885	2.4415	−22
−20	0.6181	1.259	0.01739	4.237	4.237	−168.21	1220.47	1052.26	−0.3449	2.7757	2.4308	−20
−19	0.6545	1.333	0.01739	4.011	4.011	−167.76	1220.46	1052.70	−0.3439	2.7695	2.4256	−19
−18	0.6928	1.410	0.01740	3.797	3.797	−167.31	1220.45	1053.14	−0.3429	2.7632	2.4203	−18
−17	0.7332	1.493	0.01740	3.596	3.596	−166.85	1220.43	1053.58	−0.3418	2.7568	2.4150	−17
−16	0.7757	1.579	0.01740	3.407	3.407	−166.40	1220.42	1054.02	−0.3408	2.7506	2.4098	−16
−15	0.8204	1.670	0.01740	3.228	3.228	−165.94	1220.41	1054.47	−0.3398	2.7444	2.4046	−15
−14	0.8676	1.766	0.01740	3.060	3.060	−165.48	1220.39	1054.91	−0.3388	2.7383	2.3995	−14
−13	0.9172	1.867	0.01740	2.901	2.901	−165.03	1220.38	1055.35	−0.3377	2.7320	2.3943	−13
−12	0.9694	1.974	0.01740	2.750	2.750	−164.57	1220.36	1055.79	−0.3367	2.7259	2.3892	−12
−11	1.024	2.086	0.01740	2.609	2.609	−164.11	1220.34	1056.23	−0.3357	2.7198	2.3841	−11
−10	1.082	2.203	0.01741	2.475	2.475	−163.65	1220.32	1056.67	−0.3347	2.7138	2.3791	−10
−9	1.143	2.327	0.01741	2.349	2.349	−163.18	1220.30	1057.12	−0.3336	2.7076	2.3740	−9
−8	1.207	2.457	0.01741	2.229	2.229	−162.72	1220.28	1057.56	−0.3326	2.7016	2.3690	−8
−7	1.274	2.594	0.01741	2.116	2.116	−162.26	1220.26	1058.00	−0.3316	2.6956	2.3640	−7
−6	1.344	2.737	0.01741	2.010	2.010	−161.79	1220.23	1058.44	−0.3306	2.6896	2.3590	−6
−5	1.419	2.888	0.01741	1.909	1.909	−161.33	1220.21	1058.88	−0.3295	2.6836	2.3541	−5
−4	1.496	3.047	0.01742	1.814	1.814	−160.86	1220.18	1059.32	−0.3285	2.6777	2.3492	−4
−3	1.578	3.213	0.01742	1.723	1.723	−160.39	1220.15	1059.76	−0.3275	2.6718	2.3443	−3
−2	1.664	3.388	0.01742	1.638	1.638	−159.92	1220.13	1060.21	−0.3264	2.6658	2.3394	−2
−1	1.754	3.572	0.01742	1.557	1.557	−159.45	1220.10	1060.65	−0.3254	2.6600	2.3346	−1
0	1.849	3.764	0.01742	1.481	1.481	−158.98	1220.07	1061.09	−0.3244	2.6541	2.3297	0
1	1.948	3.966	0.01742	1.408	1.408	−158.51	1220.04	1061.53	−0.3234	2.6483	2.3249	1
2	2.052	4.178	0.01742	1.340	1.340	−158.04	1220.01	1061.97	−0.3224	2.6425	2.3201	2
3	2.161	4.400	0.01743	1.275	1.275	−157.56	1219.97	1062.41	−0.3213	2.6367	2.3154	3
4	2.276	4.633	0.01743	1.214	1.214	−157.09	1219.94	1062.85	−0.3203	2.6309	2.3106	4
5	2.396	4.878	0.01743	1.155	1.155	−156.61	1219.90	1063.29	−0.3193	2.6252	2.3059	5
6	2.521	5.134	0.01743	1.100	1.100	−156.14	1219.88	1063.74	−0.3182	2.6194	2.3012	6

Compiled by John A. Goff and S. Gratch.

ادامه دارد...

Fahr. Temp. t(F)	Absolute Pressure p		Specific Volume, cu ft per lb			Enthalpy, Btu per lb			Entropy, Btu per (Lb) (°F)			Fahr. Temp. t(F)
	Lb/Sq In.	In. Hg	Sat. Solid v_i	Evap. v_{ig}	Sat. Vapor v_g	Sat. Solid h_i	Evap. h_{ig}	Sat. Vapor h_g	Sat. Solid s_i	Evap. s_{ig}	Sat. Vapor s_g	
7	0.02653	0.05402	0.01743	10480	10480	−155.66	1219.84	1064.18	−0.3172	2.6138	2.2966	7
8	0.02791	0.05683	0.01743	9979	9979	−155.18	1219.80	1064.62	−0.3162	2.6081	2.2919	8
9	0.02936	0.05977	0.01744	9507	9507	−154.70	1219.76	1065.06	−0.3152	2.6025	2.2873	9
10	0.03087	0.06286	0.01744	9060	9060	−154.22	1219.72	1065.50	−0.3142	2.5969	2.2827	10
11	0.03246	0.06608	0.01744	8636	8636	−153.74	1219.68	1065.94	−0.3131	2.5912	2.2781	11
12	0.03412	0.06946	0.01744	8234	8234	−153.26	1219.64	1066.38	−0.3121	2.5857	2.2736	12
13	0.03585	0.07300	0.01744	7851	7851	−152.77	1219.59	1066.82	−0.3111	2.5801	2.2690	13
14	0.03767	0.07669	0.07144	7489	7489	−152.29	1219.55	1067.26	−0.3101	2.5746	2.2645	14
15	0.03957	0.08056	0.01744	7144	7144	−151.80	1219.50	1067.70	−0.3090	2.5690	2.2600	15
16	0.04156	0.08461	0.01745	6817	6817	−151.32	1219.46	1068.14	−0.3080	2.5635	2.2555	16
17	0.04363	0.08884	0.01745	6505	6505	−150.83	1219.41	1068.58	−0.3070	2.5581	2.2511	17
18	0.04581	0.09326	0.01745	6210	6210	−150.34	1219.36	1069.02	−0.3060	2.5526	2.2466	18
19	0.04808	0.09789	0.01745	5929	5929	−149.85	1219.31	1069.46	−0.3049	2.5471	2.2422	19
20	0.05045	0.1027	0.01745	5662	5662	−149.36	1219.26	1069.90	−0.3039	2.5417	2.2378	20
21	0.05293	0.1078	0.01745	5408	5408	−148.87	1219.21	1070.34	−0.3029	2.5364	2.2335	21
22	0.05552	0.1130	0.01746	5166	5166	−148.38	1219.16	1070.78	−0.3019	2.5310	2.2291	22
23	0.05823	0.1186	0.01746	4936	4936	−147.88	1219.10	1071.22	−0.3008	2.5256	2.2248	23
24	0.06105	0.1243	0.01746	4717	4717	−147.39	1219.05	1071.66	−0.2998	2.5203	2.2205	24
25	0.06400	0.1303	0.01746	4509	4509	−146.89	1218.98	1072.09	−0.2988	2.5150	2.2162	25
26	0.06708	0.1366	0.01746	4311	4311	−146.40	1218.93	1072.53	−0.2978	2.5097	2.2119	26
27	0.07030	0.1431	0.01746	4122	4122	−145.90	1218.87	1072.97	−0.2968	2.5045	2.2077	27
28	0.07365	0.1500	0.01746	3943	3943	−145.40	1218.81	1073.41	−0.2957	2.4991	2.2034	28
29	0.07715	0.1571	0.01747	3771	3771	−144.90	1218.75	1073.85	−0.2947	2.4939	2.1992	29
30	0.08080	0.1645	0.01747	3608	3608	−144.40	1218.69	1074.29	−0.2937	2.4887	2.1950	30
31	0.08461	0.1723	0.01747	3453	3453	−143.90	1218.63	1074.73	−0.2927	2.4835	2.1908	31
32	0.08858	0.1803	0.01747	3305	3305	−143.40	1218.56	1075.16	−0.2916	2.4783	2.1867	32
32	0.088586	0.18036	0.01602	3304.6	3304.6	0.00	1075.16	1075.16	0.00000	2.1867	2.1867	32°

Fahr. Temp. t(F)	Absolute Pressure p_o		Specific Volume, cu ft per lb			Enthalpy, Btu per lb			Entropy, Btu per (Lb) (°F)			Fahr. Temp. t(F)
	Lb/Sq In.	In. Hg	Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g	
33	0.092227	0.18778	0.01602	3180.5	3180.5	1.01	1074.59	1075.60	0.00205	2.1811	2.1831	33
34	0.095999	0.19546	0.01602	3061.7	3061.7	2.01	1074.03	1076.04	0.00409	2.1755	2.1796	34
35	0.099908	0.20342	0.01602	2947.8	2947.8	3.02	1073.46	1076.48	0.00612°	2.1700	2.1761	35
36	0.10396	0.21166	0.01602	2838.7	2838.7	4.02	1072.90	1076.92	0.00815	2.1644	2.1726	36
37	0.10815	0.22020	0.01602	2734.1	2734.1	5.03	1072.33	1077.36	0.01018	2.1589	2.1691	37
38	0.11249	0.22904	0.01602	2633.8	2633.8	6.03	1071.77	1077.80	0.01220	2.1535	2.1657	38
39	0.11699	0.23819	0.01602	2537.6	2537.6	7.04	1071.20	1078.24	0.01422	2.1480	2.1622	39
40	0.12164	0.24767	0.01602	2445.4	2445.4	8.04	1070.64	1078.68	0.01623	2.1426	2.1588	40
41	0.12646	0.25748	0.01602	2356.9	2356.9	9.05	1070.06	1079.11	0.01824	2.1372	2.1554	41
42	0.13145	0.26763	0.01602	2272.0	2272.0	10.05	1069.50	1079.55	0.02024	2.1318	2.1520	42
43	0.13660	0.27813	0.01602	2190.5	2190.5	11.05	1068.94	1079.99	0.02224	2.1265	2.1487	43
44	0.14194	0.28899	0.01602	2112.3	2112.3	12.06	1068.37	1080.43	0.02423	2.1211	2.1453	44
45	0.14746	0.30023	0.01602	2037.3	2037.3	13.06	1067.81	1080.87	0.02622	2.1158	2.1420	45
46	0.15317	0.31185	0.01602	1965.2	1965.2	14.06	1067.24	1081.30	0.02820	2.1105	2.1387	46
47	0.15907	0.32387	0.01602	1896.0	1896.0	15.06	1066.68	1081.74	0.03018	2.1052	2.1354	47
48	0.16517	0.33629	0.01602	1829.5	1829.5	16.07	1066.11	1082.18	0.03216	2.0999	2.1321	48
49	0.17148	0.34913	0.01602	1765.7	1765.7	17.07	1065.55	1082.62	0.03413	2.0947	2.1288	49
50	0.17799	0.36240	0.01602	1704.3	1704.3	.7	1064.99	1083.06	0.03610	2.0895	2.1256	50
51	0.18473	0.37611	0.01602	1645.4	1645.4	19.07	1064.42	1083.49	0.03806	2.0842	2.1223	51
52	0.19169	0.39028	0.01602	1588.7	1588.7	20.07	1063.86	1083.93	0.04002	2.0791	2.1191	52
53	0.19888	0.40492	0.01603	1534.3	1534.3	21.07	1063.30	1084.37	0.04197	2.0739	2.1159	53
54	0.20630	0.42003	0.01603	1481.9	1481.9	22.08	1062.72	1084.80	0.04392	2.0688	2.1127	54
55	0.21397	0.43564	0.01603	1431.5	1431.5	23.08	1062.16	1085.24	0.04587	2.0637	2.1096	55
56	0.22188	0.45176	0.01603	1383.1	1383.1	24.08	1061.60	1085.68	0.04781	2.0586	2.1064	56
57	0.23006	0.46840	0.01603	1336.5	1336.5	25.08	1061.04	1086.12	0.04975	2.0535	2.1033	57
58	0.23849	0.48558	0.01603	1291.7	1291.7	26.08	1060.47	1086.55	0.05168	2.0485	2.1002	58
59	0.24720	0.50330	0.01603	1248.6	1248.6	27.08	1059.91	1086.99	0.05361	2.0434	2.0970	59
60	0.25618	0.52160	0.01603	1207.1	1207.1	28.08	1059.34	1087.42	0.05553	2.0385	2.0940	60
61	0.26545	0.54047	0.01604	1167.2	1167.2	29.08	1058.78	1087.86	0.05746	2.0334	2.0909	61
62	0.27502	0.55994	0.01604	1128.7	1128.7	30.08	1058.22	1088.30	0.05937	2.0284	2.0878	62
63	0.28488	0.58002	0.01604	1091.7	1091.7	31.08	1057.65	1088.73	0.06129	2.0235	2.0848	63
64	0.29505	0.60073	0.01604	1056.1	1056.1	32.08	1057.09	1089.17	0.06320	2.0186	2.0818	64
65	0.30554	0.62209	0.01604	1021.7	1021.7	33.08	1056.52	1089.60	0.06510	2.0136	2.0787	65
66	0.31636	0.64411	0.01604	988.63	988.65	34.07	1055.97	1090.04	0.06700	2.0087	2.0757	66
67	0.32750	0.66681	0.01605	956.76	956.78	35.07	1055.40	1090.47	0.06890	2.0039	2.0728	67
68	0.33900	0.69021	0.01605	926.06	926.08	36.07	1054.84	1090.91	0.07080	1.9990	2.0698	68
69	0.35084	0.71432	0.01605	896.47	896.49	37.07	1054.27	1091.34	0.07269	1.9941	2.0668	69
70	0.36304	0.73916	0.01605	867.95	867.97	38.07	1053.71	1091.78	0.07458	1.9893	2.0639	70
71	0.37561	0.76476	0.01605	840.45	840.47	39.07	1053.14	1092.21	0.07646	1.9845	2.0610	71

° Compiled by John A. Goff and S. Gratch.

° Extrapolated to represent metastable equilibrium with undercooled liquid.

ادامه دارد...

Fahr. Temp. t(F)	Absolute Pressure p		Specific Volume, cu ft per lb			Enthalpy, Btu per lb			Entropy, Btu per (lb) (°F)			Fahr. Temp. t(F)
	Lb/Sq in.	In. Hg	Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g	
72	0.38856	0.79113	0.01606	813.95	813.97	40.07	1052.58	1092.65	0.07834	1.9797	2.0580	72
73	0.40190	0.81829	0.01606	788.38	788.40	41.07	1052.01	1093.08	0.08022	1.9749	2.0551	73
74	0.41564	0.84626	0.01603	763.73	763.75	42.08	1051.46	1093.52	0.08209	1.9701	2.0522	74
75	0.42979	0.87506	0.01606	739.95	739.97	43.06	1050.89	1093.95	0.08396	1.9654	2.0494	75
76	0.44435	0.90472	0.01606	717.01	717.03	44.06	1050.32	1094.38	0.08582	1.9607	2.0465	76
77	0.45935	0.93524	0.01607	694.88	694.90	45.06	1049.76	1094.82	0.08769	1.9560	2.0437	77
78	0.47478	0.96666	0.01607	673.52	673.54	46.06	1049.19	1095.25	0.08954	1.9513	2.0408	78
79	0.49066	0.99900	0.01607	652.91	652.93	47.06	1048.62	1095.68	0.09140	1.9466	2.0380	79
80	0.50701	1.0323	0.01607	633.01	633.03	48.05	1048.07	1096.12	0.09325	1.9419	2.0352	80
81	0.52382	1.0665	0.01608	613.80	613.82	49.05	1047.50	1096.55	0.09510	1.9373	2.0324	81
82	0.54112	1.1017	0.01608	595.25	595.27	50.05	1046.93	1096.98	0.09694	1.9328	2.0297	82
83	0.55892	1.1380	0.01608	577.34	577.36	51.05	1046.37	1097.42	0.09878	1.9281	2.0269	83
84	0.57722	1.1752	0.01608	560.04	560.06	52.05	1045.80	1097.85	0.10062	1.9236	2.0242	84
85	0.59604	1.2136	0.01609	543.33	543.35	53.05	1045.23	1098.28	0.10246	1.9189	2.0214	85
86	0.61540	1.2530	0.01609	527.19	527.21	54.04	1044.67	1098.71	0.10429	1.9144	2.0187	86
87	0.63530	1.2935	0.01609	511.60	511.62	55.04	1044.10	1099.14	0.10611	1.9099	2.0160	87
88	0.65575	1.3351	0.01610	496.52	496.54	56.04	1043.54	1099.58	0.10794	1.9054	2.0133	88
89	0.67678	1.3779	0.01610	481.96	481.98	57.04	1042.97	1100.01	0.10976	1.9008	2.0106	89
90	0.69838	1.4219	0.01610	467.88	467.90	58.04	1042.40	1100.44	0.11158	1.8963	2.0079	90
91	0.72059	1.4671	0.01610	454.26	454.28	59.03	1041.84	1100.87	0.11339	1.8919	2.0053	91
92	0.74340	1.5136	0.01611	441.10	441.12	60.03	1041.27	1101.30	0.11520	1.8874	2.0026	92
93	0.76684	1.5613	0.01611	428.38	428.40	61.03	1040.70	1101.73	0.11701	1.8830	2.0000	93
94	0.79091	1.6103	0.01611	416.07	416.09	62.03	1040.13	1102.16	0.11881	1.8786	1.9974	94
95	0.81564	1.6607	0.01612	404.17	404.19	63.03	1039.56	1102.59	0.12061	1.8741	1.9947	95
96	0.84103	1.7124	0.01612	392.65	392.67	64.02	1039.00	1103.02	0.12241	1.8698	1.9922	96
97	0.86711	1.7655	0.01612	381.51	381.53	65.02	1038.43	1103.45	0.12420	1.8654	1.9896	97
98	0.89388	1.8200	0.01612	370.73	370.75	66.02	1037.86	1103.88	0.12600	1.8610	1.9870	98
99	0.92137	1.8759	0.01613	360.30	360.32	67.02	1037.29	1104.31	0.12778	1.8566	1.9844	99
100	0.94959	1.9334	0.01613	350.20	350.22	68.02	1036.72	1104.74	0.12957	1.8523	1.9819	100
101	0.97854	1.9923	0.01614	340.42	340.44	69.01	1036.16	1105.17	0.13135	1.8480	1.9793	101
102	1.0083	2.0529	0.01614	330.96	330.98	70.01	1035.58	1105.59	0.13313	1.8437	1.9768	102
103	1.0388	2.1149	0.01614	321.80	321.82	71.01	1035.01	1106.02	0.13490	1.8394	1.9743	103
104	1.0700	2.1786	0.01614	312.93	312.95	72.01	1034.44	1106.45	0.13667	1.8351	1.9718	104
105	1.1021	2.2440	0.01615	304.34	304.36	73.01	1033.87	1106.88	0.13844	1.8309	1.9693	105
106	1.1351	2.3110	0.01615	296.02	296.04	74.01	1033.29	1107.30	0.14021	1.8266	1.9668	106
107	1.1688	2.3798	0.01616	287.96	287.98	75.00	1032.73	1107.73	0.14197	1.8224	1.9644	107

Fahr. Temp. t(F)	Absolute Pressure p_s		Specific Volume, cu ft per lb			Enthalpy, Btu per lb			Entropy, Btu per (lb) (°F)			Fahr. Temp. t(F)
	Lb/Sq in.	In. Hg	Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g	
108	1.2035	2.4503	0.01616	280.14	280.16	76.00	1032.16	1108.16	0.14373	1.8182	1.9619	108
109	1.2390	2.5226	0.01616	272.58	272.60	77.00	1031.58	1108.58	0.14549	1.8140	1.9595	109
110	1.2754	2.5968	0.01617	265.24	265.26	78.00	1031.01	1109.01	0.14724	1.8098	1.9570	110
111	1.3128	2.6728	0.01617	258.14	258.16	79.00	1030.44	1109.44	0.14899	1.8056	1.9546	111
112	1.3510	2.7507	0.01617	251.25	251.27	80.00	1029.86	1109.86	0.15074	1.8015	1.9522	112
113	1.3902	2.8306	0.01618	244.57	244.59	80.99	1029.30	1110.29	0.15248	1.7973	1.9498	113
114	1.4305	2.9125	0.01618	238.10	238.12	81.99	1028.72	1110.71	0.15423	1.7932	1.9474	114
115	1.4717	2.9963	0.01618	231.82	231.84	82.99	1028.15	1111.14	0.15596	1.7890	1.9450	115
116	1.5139	3.0823	0.01619	225.73	225.75	83.99	1027.57	1111.56	0.15770	1.7849	1.9426	116
117	1.5571	3.1703	0.01619	219.83	219.85	84.99	1026.99	1111.98	0.15943	1.7809	1.9403	117
118	1.6014	3.2606	0.01620	214.10	214.12	85.99	1026.42	1112.41	0.16116	1.7767	1.9379	118
119	1.6468	3.3530	0.01620	208.54	208.56	86.98	1025.85	1112.83	0.16289	1.7727	1.9356	119
120	1.6933	3.4477	0.01620	203.16	203.18	87.98	1025.28	1113.26	0.16461	1.7687	1.9333	120
121	1.7409	3.5446	0.01621	197.93	197.95	88.98	1024.70	1113.68	0.16634	1.7647	1.9310	121
122	1.7897	3.6439	0.01621	192.85	192.87	89.98	1024.12	1114.10	0.16805	1.7606	1.9286	122
123	1.8396	3.7455	0.01622	187.93	187.95	90.98	1023.54	1114.52	0.16977	1.7566	1.9264	123
124	1.8907	3.8496	0.01622	183.15	183.17	91.98	1022.96	1114.94	0.17148	1.7526	1.9241	124
125	1.9430	3.9561	0.01622	178.51	178.53	92.98	1022.39	1115.37	0.17319	1.7486	1.9218	125
126	1.9966	4.0651	0.01623	174.00	174.02	93.98	1021.81	1115.79	0.17490	1.7446	1.9195	126
127	2.0514	4.1768	0.01623	169.63	169.65	94.97	1021.24	1116.21	0.17660	1.7407	1.9173	127
128	2.1075	4.2910	0.01624	165.38	165.40	95.97	1020.66	1116.63	0.17830	1.7367	1.9150	128
129	2.1649	4.4078	0.01624	161.26	161.28	96.97	1020.08	1117.05	0.18000	1.7328	1.9128	129
130	2.2237	4.5274	0.01625	157.25	157.27	97.97	1019.50	1117.47	0.18170	1.7289	1.9106	130
131	2.2838	4.6498	0.01625	153.36	153.38	98.97	1018.92	1117.89	0.18339	1.7250	1.9084	131
132	2.3452	4.7750	0.01626	149.58	149.60	99.97	1018.34	1118.31	0.18508	1.7211	1.9062	132
133	2.4081	4.9030	0.01626	145.91	145.93	100.97	1017.76	1118.73	0.18676	1.7172	1.9040	133
134	2.4725	5.0340	0.01626	142.34	142.36	101.97	1017.18	1119.15	0.18845	1.7134	1.9018	134
135	2.5382	5.1679	0.01627	138.87	138.89	102.97	1016.59	1119.56	0.19013	1.7095	1.8996	135
136	2.6055	5.3049	0.01627	135.50	135.52	103.97	1016.01	1119.98	0.19181	1.7056	1.8974	136
137	2.6743	5.4450	0.01628	132.22	132.24	104.97	1015.43	1120.40	0.19348	1.7018	1.8953	137
138	2.7446	5.5881	0.01628	129.04	129.06	105.97	1014.85	1120.82	0.19516	1.6979	1.8931	138
139	2.8165	5.7345	0.01629	125.94	125.96	106.97	1014.26	1121.23	0.19683	1.6942	1.8910	139
140	2.8900	5.8842	0.01629	122.94	122.96	107.96	1013.69	1121.65	0.19850	1.6903	1.8888	140
141	2.9651	6.0371	0.01630	120.01	120.03	108.96	1013.11	1122.07	0.20016	1.6865	1.8867	141
142	3.0419	6.1934	0.01630	117.16	117.18	109.96	1012.52	1122.48	0.20182	1.6828	1.8846	142
143	3.1204	6.3532	0.01631	114.40	114.42	110.96	1011.94	1122.90	0.20348	1.6790	1.8825	143

* Compiled by John A. Goff and S. Gratch.

ادامه دارد...

Fahr. Temp. t(F)	Absolute Pressure p		Specific Volume, cu ft per lb			Enthalpy, Btu per lb			Entropy, Btu per (lb) (°F)			Fahr. Temp. t(F)
	Lb/Sq In.	In. Hg	Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g	
144	3.2006	6.5164	0.01631	111.70	111.72	111.96	1011.35	1123.31	0.20514	1.6753	1.8804	144
145	3.2825	6.6832	0.01632	109.09	109.11	112.96	1010.77	1123.73	0.20679	1.6715	1.8783	145
146	3.3662	6.8536	0.01632	106.54	106.56	113.96	1010.18	1124.14	0.20845	1.6678	1.8763	146
147	3.4517	7.0277	0.01633	104.06	104.08	114.96	1009.59	1124.55	0.21010	1.6641	1.8742	147
148	3.5390	7.2056	0.01633	101.65	101.67	115.96	1009.01	1124.97	0.21174	1.6604	1.8721	148
149	3.6282	7.3872	0.01634	99.306	99.322	116.96	1008.42	1125.38	0.21339	1.6567	1.8701	149
150	3.7194	7.5727	0.01634	97.022	97.038	117.96	1007.83	1125.79	0.21503	1.6530	1.8680	150
151	3.8124	7.7622	0.01635	94.799	94.815	118.96	1007.24	1126.20	0.21667	1.6493	1.8660	151
152	3.9074	7.9556	0.01635	92.635	92.651	119.96	1006.66	1126.62	0.21830	1.6457	1.8640	152
153	4.0044	8.1532	0.01636	90.528	90.544	120.97	1006.06	1127.03	0.21994	1.6421	1.8620	153
154	4.1035	8.3548	0.01638	88.477	88.493	121.97	1005.47	1127.44	0.22157	1.6384	1.8600	154
155	4.2046	8.5607	0.01637	86.480	86.496	122.97	1004.88	1127.85	0.22320	1.6348	1.8580	155
156	4.3078	8.7708	0.01637	84.536	84.552	123.97	1004.29	1128.26	0.22482	1.6312	1.8560	156
157	4.4132	8.9853	0.01638	82.642	82.658	124.97	1003.70	1128.67	0.22645	1.6276	1.8540	157
158	4.5207	9.2042	0.01638	80.798	80.814	125.97	1003.11	1129.08	0.22807	1.6239	1.8520	158
159	4.6304	9.4276	0.01639	79.001	79.017	126.97	1002.51	1129.48	0.22969	1.6204	1.8501	159
160	4.7424	9.6556	0.01639	77.251	77.267	127.97	1001.92	1129.89	0.23130	1.6168	1.8481	160
161	4.8566	9.8882	0.01640	75.546	75.562	128.97	1001.33	1130.30	0.23292	1.6133	1.8462	161
162	4.9732	10.126	0.01640	73.885	73.901	129.97	1000.74	1130.71	0.23453	1.6097	1.8442	162
163	5.0921	10.368	0.01641	72.267	72.283	130.98	1000.13	1131.11	0.23614	1.6062	1.8423	163
164	5.2134	10.615	0.01642	70.690	70.706	131.98	999.54	1131.52	0.23774	1.6027	1.8404	164
165	5.3372	10.867	0.01642	69.153	69.169	132.98	998.94	1131.92	0.23935	1.5990	1.8384	165
166	5.4634	11.124	0.01643	67.654	67.670	133.98	998.35	1132.33	0.24095	1.5956	1.8365	166
167	5.5921	11.386	0.01643	66.194	66.210	134.98	997.75	1132.73	0.24255	1.5920	1.8346	167
168	5.7233	11.653	0.01644	64.770	64.786	135.98	997.16	1133.14	0.24414	1.5887	1.8328	168
169	5.8572	11.925	0.01644	63.382	63.398	136.99	996.55	1133.54	0.24574	1.5852	1.8309	169
170	5.9936	12.203	0.01645	62.029	62.045	137.99	995.95	1133.94	0.24733	1.5817	1.8290	170
171	6.1328	12.487	0.01645	60.710	60.726	138.99	995.36	1134.35	0.24892	1.5782	1.8271	171
172	6.2746	12.775	0.01646	59.423	59.439	139.99	994.76	1134.75	0.25051	1.5748	1.8253	172
173	6.4192	13.070	0.01647	58.168	58.184	141.00	994.15	1135.15	0.25209	1.5713	1.8234	173
174	6.5666	13.370	0.01647	56.944	56.960	142.00	993.55	1135.55	0.25367	1.5679	1.8216	174
175	6.7168	13.676	0.01648	55.750	55.766	143.00	992.95	1135.95	0.25525	1.5644	1.8197	175
176	6.8699	13.987	0.01648	54.586	54.602	144.00	992.35	1136.35	0.25683	1.5611	1.8179	176
177	7.0259	14.305	0.01649	53.450	53.466	145.00	991.75	1136.75	0.25841	1.5577	1.8161	177

Fahr. Temp. t(F)	Absolute Pressure p_s		Specific Volume, cu ft per lb			Enthalpy, Btu per lb			Entropy, Btu per (lb) (°F)			Fahr. Temp. t(F)
	Lb/Sq In.	In. Hg	Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g	
178	7.1849	14.629	0.01650	52.341	52.357	146.01	991.14	1137.15	0.25798	1.5543	1.8143	178
179	7.3469	14.959	0.01650	51.260	51.276	147.01	990.54	1137.55	0.26155	1.5508	1.8124	179
180	7.5119	15.295	0.01651	50.203	50.220	148.01	989.93	1137.94	0.26312	1.5475	1.8106	180
181	7.6801	15.637	0.01651	49.173	49.190	149.02	989.32	1138.34	0.26468	1.5442	1.8089	181
182	7.8514	15.986	0.01652	48.168	48.185	150.02	988.72	1138.74	0.26625	1.5408	1.8071	182
183	8.0258	16.341	0.01652	47.187	47.204	151.02	988.12	1139.14	0.26781	1.5375	1.8053	183
184	8.2035	16.703	0.01653	46.229	46.246	152.03	987.50	1139.53	0.26937	1.5341	1.8035	184
185	8.3845	17.071	0.01654	45.294	45.311	153.03	986.89	1139.92	0.27093	1.5308	1.8017	185
186	8.5688	17.446	0.01654	44.381	44.398	154.04	986.28	1140.32	0.27248	1.5275	1.8000	186
187	8.7565	17.829	0.01655	43.489	43.506	155.04	985.67	1140.71	0.27404	1.5242	1.7982	187
188	8.9476	18.218	0.01656	42.619	42.636	156.04	985.07	1141.11	0.27559	1.5209	1.7965	188
189	9.1422	18.614	0.01656	41.769	41.786	157.05	984.45	1141.50	0.27713	1.5176	1.7947	189
190	9.3403	19.017	0.01657	40.939	40.956	158.05	983.84	1141.89	0.27868	1.5143	1.7930	190
191	9.5420	19.428	0.01658	40.128	40.145	159.06	983.22	1142.28	0.28022	1.5111	1.7913	191
192	9.7473	19.846	0.01658	39.337	39.354	160.06	982.61	1142.67	0.28176	1.5078	1.7896	192
193	9.9563	20.271	0.01659	38.563	38.580	161.06	982.00	1143.06	0.28330	1.5045	1.7878	193
194	10.169	20.704	0.01659	37.807	37.821	162.07	981.38	1143.45	0.28484	1.5013	1.7861	194
195	10.386	21.145	0.01660	37.069	37.086	163.08	980.76	1143.84	0.28638	1.4980	1.7844	195
196	10.606	21.594	0.01661	36.348	36.365	164.08	980.15	1144.23	0.28791	1.4949	1.7828	196
197	10.830	22.050	0.01661	35.643	35.660	165.08	979.54	1144.62	0.28944	1.4917	1.7811	197
198	11.058	22.515	0.01662	34.954	34.971	166.09	978.91	1145.00	0.29097	1.4884	1.7794	198
199	11.290	22.987	0.01663	34.281	34.298	167.10	978.29	1145.39	0.29250	1.4852	1.7777	199
200	11.526	23.468	0.01663	33.623	33.640	168.10	977.68	1145.78	0.29402	1.4820	1.7760	200
201	11.767	23.957	0.01664	32.980	32.997	169.11	977.05	1146.16	0.29554	1.4789	1.7744	201
202	12.011	24.455	0.01665	32.351	32.368	170.11	976.43	1146.54	0.29706	1.4756	1.7727	202
203	12.260	24.961	0.01665	31.737	31.754	171.12	975.81	1146.93	0.29858	1.4725	1.7711	203
204	12.513	25.476	0.01666	31.136	31.153	172.12	975.19	1147.31	0.30010	1.4693	1.7694	204
205	12.770	26.000	0.01667	30.549	30.566	173.13	974.56	1147.69	0.30161	1.4662	1.7678	205
206	13.031	26.532	0.01667	29.974	29.991	174.14	973.94	1148.08	0.30312	1.4631	1.7662	206
207	13.297	27.074	0.01668	29.413	29.430	175.14	973.32	1148.46	0.30463	1.4600	1.7646	207
208	13.568	27.625	0.01669	28.863	28.880	176.15	972.69	1148.84	0.30614	1.4568	1.7629	208
209	13.843	28.185	0.01669	28.326	28.343	177.16	972.06	1149.22	0.30765	1.4536	1.7613	209
210	14.123	28.754	0.01670	27.801	27.818	178.17	971.43	1149.60	0.30915	1.4506	1.7597	210
211	14.407	29.333	0.01671	27.287	27.301	179.17	970.81	1149.98	0.31065	1.4474	1.7581	211
212	14.696	29.921	0.01671	26.784	26.801	180.18	970.17	1150.35	0.31215	1.4444	1.7565	212

[a] Compiled by John A. Goff and S. Gratch.

ادامه دارد...

Fahr. Temp. t(F)	Abs. Press. Lb/Sq In. p	Specific Volume		Enthalpy			Entropy			Fahr. Temp. t (F)
		Sat. Liquid v_f	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g	
212	14.698	0.016716	26.80	180.16	970.3	1150.5	0.31213	1.4446	1.7567	212
214	15.291	.016729	25.83	182.17	969.1	1151.2	.31513	1.4384	1.7535	214
216	15.903	.016743	24.90	184.18	967.8	1152.0	.31811	1.4322	1.7504	216
218	16.535	.016758	24.00	186.20	966.5	1152.7	.32109	1.4261	1.7472	218
220	17.188	.016772	23.15	188.22	965.3	1153.5	.32406	1.4201	1.7441	220
222	17.861	.016786	22.33	190.24	964.0	1154.2	.32702	1.4140	1.7410	222
224	18.557	.016801	21.55	192.26	962.7	1154.9	.32998	1.4080	1.7380	224
226	19.275	.016816	20.80	194.28	961.4	1155.7	.33292	1.4020	1.7349	226
228	20.015	.016830	20.08	196.30	960.1	1156.4	.33586	1.3961	1.7319	228
230	20.78	.016845	19.386	198.32	958.8	1157.1	.33880	1.3901	1.7289	230
232	21.57	0.016860	18.723	200.34	957.5	1157.9	0.34172	1.3842	1.7260	232
234	22.38	.016875	18.087	202.37	956.2	1158.6	.34464	1.3784	1.7230	234
236	23.22	.016891	17.476	204.39	954.9	1159.3	.34755	1.3725	1.7201	236
238	24.08	.016906	16.890	206.42	953.6	1160.0	.35045	1.3667	1.7172	238
240	24.97	.016922	16.327	208.44	952.3	1160.7	.35335	1.3609	1.7143	240
242	25.88	.016937	15.786	210.47	950.9	1161.4	.35624	1.3552	1.7114	242
244	26.82	.016953	15.267	212.49	949.6	1162.1	.35912	1.3494	1.7085	244
246	27.79	.016969	14.767	214.52	948.3	1162.8	.36199	1.3437	1.7057	246
248	28.79	.016985	14.287	216.55	947.0	1163.5	.36486	1.3380	1.7029	248
250	29.82	.017001	13.826	218.59	945.6	1164.2	.36772	1.3324	1.7001	250
252	30.88	0.017017	13.382	220.62	944.3	1164.9	0.37058	1.3267	1.6973	252
254	31.97	.017034	12.955	222.65	942.9	1165.6	.37342	1.3211	1.6945	254
256	33.09	.017050	12.544	224.68	941.6	1166.2	.37626	1.3155	1.6918	256
258	34.24	.017067	12.149	226.72	940.2	1166.9	.37910	1.3100	1.6891	258
260	35.42	.017084	11.768	228.76	938.8	1167.6	.38193	1.3044	1.6864	260
262	36.64	.017101	11.402	230.79	937.5	1168.3	.38475	1.2989	1.6837	262
264	37.89	.017118	11.049	232.83	936.1	1168.9	.38756	1.2935	1.6810	264
266	39.17	.017135	10.709	234.87	934.7	1169.6	.39037	1.2880	1.6784	266
268	40.49	.017152	10.382	236.91	933.3	1170.2	.39317	1.2825	1.6757	268
270	41.85	.017170	10.066	238.95	932.0	1170.9	.39597	1.2771	1.6731	270
272	43.24	0.017187	9.762	241.00	930.6	1171.6	0.39876	1.2717	1.6705	272
274	44.67	.017205	9.469	243.04	929.2	1172.2	.40154	1.2664	1.6679	274
276	46.13	.017223	9.186	245.08	927.8	1172.8	.40432	1.2610	1.6653	276
278	47.64	.017241	8.913	247.13	926.3	1173.5	.40709	1.2557	1.6628	278
280	49.18	.017259	8.650	249.18	924.9	1174.1	.40986	1.2504	1.6602	280
282	50.77	.017277	8.397	251.23	923.5	1174.7	.41262	1.2451	1.6577	282
284	52.40	.017296	8.152	253.28	922.1	1175.4	.41537	1.2398	1.6552	284
286	54.07	.017314	7.915	255.33	920.6	1176.0	.41812	1.2346	1.6527	286
288	55.78	.017333	7.687	257.38	919.2	1176.6	.42086	1.2293	1.6502	288
290	57.53	.017352	7.467	259.44	917.8	1177.2	.42360	1.2241	1.6477	290
292	59.33	0.017371	7.254	261.50	916.3	1177.8	0.42633	1.2189	1.6453	292
294	61.17	.017390	7.048	263.55	914.9	1178.4	.42906	1.2138	1.6428	294
296	63.06	.017409	6.849	265.61	913.4	1179.0	.43178	1.2086	1.6404	296
298	65.00	.017429	6.657	267.67	911.9	1179.6	.43449	1.2035	1.6380	298
300	66.98	.017448	6.472	269.73	910.4	1180.2	.43720	1.1984	1.6356	300
310	77.64	.017548	5.632	280.06	903.0	1183.0	.45067	1.1731	1.6238	310
320	89.60	.017652	4.919	290.43	895.3	1185.8	.46400	1.1483	1.6123	320
330	103.00	.017760	4.312	300.84	887.5	1188.4	.47722	1.1238	1.6010	330
340	117.93	.017872	3.792	311.30	879.5	1190.8	.49031	1.0997	1.5901	340
350	134.53	.017988	3.346	321.80	871.3	1193.1	.50329	1.0760	1.5793	350
360	152.92	0.018108	2.961	332.35	862.9	1195.2	0.51617	1.0526	1.5688	360
370	173.23	.018233	2.628	342.96	854.2	1197.2	.52894	1.0295	1.5585	370
380	195.60	.018363	2.339	353.62	845.4	1199.0	.54163	1.0067	1.5483	380
390	220.2	.018498	2.087	364.34	836.2	1200.6	.55422	0.9841	1.5383	390
400	247.1	.018638	1.8661	375.12	826.8	1202.0	.56672	.9617	1.5284	400
410	276.5	.018784	1.6726	385.97	817.2	1203.1	.57916	.9395	1.5187	410
420	308.5	.018936	1.5024	396.89	807.2	1204.1	.59152	.9175	1.5091	420
430	343.3	.019094	1.3521	407.89	796.9	1204.8	.60381	.8957	1.4995	430
440	381.2	.019260	1.2192	418.98	786.3	1205.3	.61605	.8740	1.4900	440
450	422.1	.019433	1.1011	430.2	775.4	1205.6	.6282	.8523	1.4806	450
460	466.3	0.019614	0.9961	441.4	764.1	1205.5	0.6404	0.8308	1.4712	460
470	514.1	.019803	.9025	452.8	752.4	1205.2	.6525	.8093	1.4618	470
480	565.5	.020002	.8187	464.3	740.3	1204.6	.6646	.7878	1.4524	480
490	620.7	.020211	.7436	475.9	727.8	1203.7	.6767	.7663	1.4430	490
500	680.0	.02043	.6761	487.7	714.8	1202.5	.6888	.7448	1.4335	500

Temperatures in this table follow the Thermodynamic Fahrenheit Scale.

ادامه دارد...

Abs. Press. Lb/Sq In. p	Fahr. Temp. t(F)	Specific Volume		Enthalpy			Entropy			Abs. Press. Lb/Sq In. p
		Sat. Liquid v_f	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g	
14.696	211.99	0.016715	26.80	180.15	970.4	1150.5	0.31212	1.4446	1.7567	14.696
16	216.31	0.016746	24.75	184.50	967.6	1152.1	0.31858	1.4313	1.7499	16
18	222.40	.016789	22.17	190.64	963.7	1154.4	.32762	1.4128	1.7404	18
20	227.96	.016830	20.09	196.26	960.1	1156.4	.33580	1.3962	1.7320	20
22	233.08	.016868	18.38	201.43	956.8	1158.2	.34329	1.3811	1.7244	22
24	237.82	.016905	16.94	206.23	953.7	1159.9	.35019	1.3672	1.7174	24
26	242.26	.016939	15.719	210.73	950.8	1161.5	.35660	1.3544	1.7110	26
28	246.42	.016972	14.665	214.95	948.0	1163.0	.36259	1.3425	1.7051	28
30	250.34	.017004	13.748	218.93	945.4	1164.3	.36821	1.3314	1.6996	30
32	254.06	0.017034	12.942	222.71	942.9	1165.6	0.37351	1.3210	1.6945	32
34	257.59	.017064	12.228	226.31	940.5	1166.8	.37852	1.3111	1.6896	34
36	260.96	.017092	11.591	229.73	938.2	1167.9	.38328	1.3018	1.6851	36
38	264.18	.017119	11.018	233.01	936.0	1169.0	.38782	1.2930	1.6808	38
40	267.26	.017146	10.501	236.16	933.8	1170.0	.39214	1.2845	1.6767	40
42	270.22	.017172	10.032	239.18	931.8	1171.0	.39628	1.2765	1.6728	42
44	273.07	.017197	9.603	242.09	929.8	1171.9	.40026	1.2688	1.6691	44
46	275.82	.017221	9.211	244.90	927.9	1172.8	.40407	1.2615	1.6656	46
48	278.47	.017245	8.851	247.61	926.0	1173.6	.40775	1.2544	1.6622	48
50	281.03	.017269	8.518	250.24	924.2	1174.4	.41129	1.2476	1.6589	50
52	283.52	0.017291	8.210	252.78	922.4	1175.2	0.41471	1.2411	1.6558	52
54	285.92	.017314	7.924	255.25	920.7	1176.0	.41802	1.2348	1.6528	54
56	288.26	.017336	7.658	257.65	919.0	1176.7	.42122	1.2287	1.6499	56
58	290.53	.017357	7.410	259.98	917.4	1177.4	.42432	1.2228	1.6471	58
60	292.73	.017378	7.177	262.25	915.8	1178.0	.42733	1.2170	1.6444	60
62	294.88	.017399	6.960	264.46	914.2	1178.7	.43026	1.2115	1.6418	62
64	296.98	.017419	6.755	266.61	912.7	1179.3	.43310	1.2061	1.6392	64
66	299.02	.017439	6.562	268.72	911.2	1179.9	.43587	1.2009	1.6368	66
68	301.01	.017458	6.380	270.77	909.7	1180.5	.43857	1.1958	1.6344	68
70	302.96	.017478	6.209	272.79	908.3	1181.0	.44120	1.1909	1.6321	70
72	304.86	0.017496	6.046	274.75	906.8	1181.6	0.44376	1.1860	1.6298	72
74	306.72	.017515	5.892	276.67	905.4	1182.1	.44626	1.1814	1.6276	74
76	308.54	.017534	5.746	278.55	904.1	1182.6	.44871	1.1768	1.6255	76
78	310.32	.017552	5.607	280.40	902.7	1183.1	.45110	1.1723	1.6234	78
80	312.07	.017570	5.474	282.21	901.4	1183.6	.45344	1.1679	1.6214	80
82	313.78	.017587	5.348	283.98	900.1	1184.1	.45572	1.1637	1.6194	82
84	315.46	.017605	5.228	285.72	898.8	1184.5	.45796	1.1595	1.6175	84
86	317.11	.017622	5.113	287.43	897.6	1185.0	.46016	1.1554	1.6156	86
88	318.72	.017639	5.004	289.11	896.3	1185.4	.46231	1.1514	1.6137	88
90	320.31	.017655	4.898	290.76	895.1	1185.9	.46442	1.1475	1.6119	90
92	321.87	0.017672	4.798	292.38	893.9	1186.3	0.46649	1.1436	1.6101	92
94	323.41	.017688	4.701	293.98	892.7	1186.7	.46852	1.1399	1.6084	94
96	324.91	.017705	4.609	295.55	891.5	1187.1	.47051	1.1362	1.6067	96
98	326.40	.017721	4.520	297.09	890.4	1187.4	.47247	1.1326	1.6050	98
100	327.86	.017736	4.434	298.61	889.2	1187.8	.47439	1.1290	1.6034	100
110	334.82	.017813	4.051	305.88	883.7	1189.6	.48355	1.1122	1.5957	110
120	341.30	.017886	3.730	312.67	878.5	1191.1	.49201	1.0966	1.5886	120
130	347.37	.017957	3.457	319.04	873.5	1192.5	.49989	1.0822	1.5821	130
140	353.08	.018024	3.221	325.05	868.7	1193.8	.50727	1.0688	1.5761	140
150	358.48	.018089	3.016	330.75	864.2	1194.9	.51422	1.0562	1.5704	150
160	363.60	0.018152	2.836	336.16	859.8	1196.0	0.52078	1.0443	1.5651	160
170	368.47	.018214	2.676	341.33	855.6	1196.9	.52700	1.0330	1.5600	170
180	373.13	.018273	2.533	346.29	851.5	1197.8	.53292	1.0223	1.5553	180
190	377.59	.018331	2.405	351.04	847.5	1198.6	.53857	1.0122	1.5507	190
200	381.86	.018387	2.289	355.6	843.7	1199.3	.5440	1.0025	1.5464	200
250	401.04	.018653	1.8448	376.2	825.8	1202.1	.5680	0.9594	1.5274	250
300	417.43	.018896	1.5442	394.1	809.8	1203.9	.5883	.9232	1.5115	300
350	431.82	.019124	1.3267	409.9	795.0	1204.9	.6060	.8917	1.4978	350
400	444.70	.019340	1.1620	424.2	781.2	1205.5	.6218	.8638	1.4856	400
450	456.39	.019547	1.0326	437.4	768.2	1205.6	.6360	.8385	1.4746	450
500	467.13	0.019748	0.9283	449.5	755.8	1205.3	0.6490	0.8154	1.4645	500
550	477.07	.019943	.8423	460.9	743.9	1204.8	.6611	.7941	1.4551	550
600	486.33	.02013	.7702	471.7	732.4	1204.1	.6723	.7742	1.4464	600
700	503.23	.02051	.6558	491.5	710.5	1202.0	.6927	.7378	1.4305	700

Temperatures in this table follow the Thermodynamic Fahrenheit Scale.

جدول ۲ــ۱: نقطهٔ جوش آب در ارتفاعات وفشارهای مختلف

Boiling point, degrees Fahrenheit	Altitude above sea level, feet	Atmospheric pressure, pounds per square inch	Barometer reduced to 32°F., inches	Boiling point, degrees Fahrenheit	Altitude above sea level, feet	Atmospheric pressure, pounds per square inch	Barometer reduced to 32°F., inches
184	15,221	8.20	16.70	199	6,843	11.29	22.90
185	14,649	8.38	17.96	200	6,304	11.52	23.47
186	14,075	8.57	17.45	201	5,764	11.76	23.95
187	13,498	8.76	17.83	202	5,225	12.01	24.45
188	12,934	8.95	18.22	203	4,697	12.26	24.96
189	12,367	9.14	18.61	204	4,169	12.51	25.48
190	11,799	9.34	19.02	205	3,642	12.77	26.00
191	11,243	9.54	19.43	206	3,115	13.03	26.53
192	10,685	9.74	19.85	207	2,589	13.30	27.08
193	10,127	9.95	20.27	208	2,063	13.57	27.63
194	9,579	10.17	20.71	209	1,539	13.85	28.19
195	9,031	10.39	21.15	210	1,025	14.13	28.76
196	8,481	10.61	21.60	211	512	14.41	29.33
197	7,932	10.83	22.05	212	Sea level	14.70	29.92
198	7,381	11.06	22.52				

جدول ۳ــ۱: وزن مخصوص آب در دماهای مختلف برحسب پاوند برفوت مکعب و پاوند برگالن

Temperature degrees Fahrenheit	Relative volume	Weight in pounds per cubic foot	Weight in pounds per gallon	Temperature degrees Fahrenheit	Relative volume	Weight in pounds per cubic foot	Weight in pounds per gallon	Temperature degrees Fahrenheit	Relative volume	Weight in pounds per cubic foot	Weight in pounds per gallon
32	1.00013	62.42	8.34	250	1.061	58.83	7.86	480	1.256	49.7	6.64
39.1	1.00000	62.428	8.345	260	1.066	58.55	7.83	490	1.269	49.2	6.58
40	1.00001	62.42	8.34	270	1.072	58.26	7.79	500	1.283	48.7	6.51
50	1.00027	62.42	8.34	280	1.077	57.96	7.75	510	1.297	48.1	6.43
60	1.00096	62.37	8.34	290	1.083	57.65	7.71	520	1.312	47.6	6.36
70	1.00201	62.30	8.33	300	1.089	57.33	7.66	530	1.329	47.0	6.28
80	1.00338	62.22	8.32	310	1.095	57.00	7.62	540	1.35	46.3	6.19
90	1.00504	62.11	8.30	320	1.102	56.66	7.57	550	1.37	45.6	6.10
100	1.00698	62.00	8.29	330	1.109	56.30	7.53	560	1.39	44.9	6.00
110	1.0092	61.86	8.27	340	1.116	55.94	7.48	570	1.42	44.1	5.90
120	1.0116	61.71	8.25	350	1.124	55.57	7.43	580	1.44	43.3	5.79
130	1.0142	61.55	8.23	360	1.131	55.18	7.38	590	1.46	42.6	5.69
140	1.0171	61.38	8.21	370	1.140	54.78	7.32	600	1.49	41.8	5.59
150	1.020	61.20	8.18	380	1.148	54.36	7.27	610	1.52	41.0	5.48
160	1.023	61.00	8.15	390	1.157	53.94	7.21	620	1.55	40.2	5.37
170	1.027	60.80	8.13	400	1.167	53.5	7.15	630	1.59	39.4	5.27
180	1.030	60.58	8.10	410	1.177	53.0	7.09	640	1.63	38.5	5.15
190	1.034	60.36	8.07	420	1.187	52.6	7.03	650	1.67	37.5	5.01
200	1.038	60.12	8.04	430	1.197	52.2	6.98	660	1.72	36.4	4.87
210	1.043	59.88	8.00	440	1.208	51.7	6.91	670	1.78	35.2	4.71
212	1.044	59.83	8.00	450	1.220	51.2	6.84	680	1.86	33.8	4.52
220	1.047	59.63	7.97	460	1.232	50.7	6.78	690	1.95	32.1	4.29
230	1.052	59.37	7.94	470	1.244	50.2	6.71	706.1	3.11	20.1	2.69
240	1.056	59.11	7.90								

جدول ٤ــ١: تصحیح نمودار مشخصهٔ هوا برای ارتفاعات مختلف

ADDITIVE CORRECTIONS FOR W, h, AND v WHEN BAROMETRIC PRESSURE DIFFERS FROM STANDARD BAROMETER

Wet Bulb Temp. t'	Sat. Vapor Press. In. Hg	APPROXIMATE ALTITUDE IN FEET													
		−900		900		1800		2700		3700		4800		5900	
		$\Delta p = +1$		$\Delta p = -1$		$\Delta p = -2$		$\Delta p = -3$		$\Delta p = -4$		$\Delta p = -5$		$\Delta p = -6$	
		$\Delta W'_s$	Δh	$\Delta W'_s$	Δh	$\Delta W'_s$	Δh	$\Delta W'_s$	Δh	$\Delta W'_s$	Δh	$\Delta W'_s$	Δh	$\Delta W'_s$	Δh
20	.1027	−0.5	−0.08	0.5	0.08	1.1	0.17	1.7	0.26	2.3	0.36	3.0	0.46	3.8	0.58
21	.1078	−0.5	−0.08	0.5	0.08	1.1	0.17	1.8	0.27	2.4	0.37	3.2	0.49	4.0	0.61
22	.1130	−0.5	−0.08	0.6	0.09	1.2	0.18	1.9	0.29	2.6	0.40	3.4	0.52	4.2	0.64
23	.1186	−0.6	−0.09	0.6	0.09	1.3	0.19	2.0	0.30	2.7	0.41	3.6	0.55	4.4	0.67
24	.1243	−0.6	−0.09	0.6	0.10	1.3	0.20	2.1	0.32	2.8	0.43	3.7	0.57	4.6	0.71
25	.1303	−0.6	−0.10	0.7	0.10	1.4	0.21	2.2	0.33	3.0	0.46	3.9	0.60	4.9	0.75
26	.1366	−0.7	−0.10	0.7	0.11	1.4	0.22	2.3	0.35	3.1	0.48	4.1	0.63	5.1	0.78
27	.1431	−0.7	−0.11	0.7	0.11	1.5	0.23	2.4	0.37	3.2	0.50	4.3	0.66	5.4	0.83
28	.1500	−0.7	−0.11	0.8	0.12	1.6	0.24	2.5	0.38	3.4	0.52	4.5	0.69	5.6	0.86
29	.1571	−0.8	−0.12	0.8	0.12	1.7	0.26	2.6	0.40	3.6	0.55	4.7	0.72	5.8	0.89
30	.1645	−0.8	−0.12	0.8	0.13	1.7	0.27	2.7	0.42	3.8	0.58	4.9	0.75	6.1	0.92
31	.1723	−0.8	−0.13	0.9	0.13	1.8	0.28	2.8	0.44	3.9	0.60	5.1	0.78	6.3	0.95
32	.1803	−0.9	−0.13	0.9	0.14	1.9	0.29	3.0	0.45	4.1	0.63	5.3	0.82	6.6	1.01
33	.1878	−0.9	−0.14	1.0	0.15	2.0	0.30	3.1	0.47	4.3	0.66	5.5	0.85	6.9	1.06
34	.1955	−0.9	−0.14	1.0	0.15	2.1	0.32	3.2	0.49	4.4	0.68	5.7	0.88	7.2	1.11
35	.2034	−1.0	−0.15	1.0	0.16	2.1	0.33	3.4	0.51	4.6	0.71	6.0	0.92	7.5	1.16
36	.2117	−1.0	−0.15	1.1	0.17	2.2	0.35	3.5	0.53	4.8	0.74	6.2	0.96	7.8	1.20
37	.2202	−1.0	−0.16	1.1	0.17	2.3	0.36	3.6	0.56	5.0	0.77	6.5	1.00	8.1	1.25
38	.2290	−1.1	−0.17	1.2	0.18	2.4	0.37	3.8	0.58	5.2	0.80	6.8	1.05	8.4	1.30
39	.2382	−1.1	−0.18	1.2	0.19	2.5	0.39	3.9	0.61	5.5	0.85	7.1	1.09	8.8	1.36
40	.2477	−1.2	−0.18	1.3	0.20	2.6	0.41	4.1	0.63	5.7	0.88	7.4	1.14	9.2	1.42
41	.2575	−1.2	−0.19	1.3	0.20	2.7	0.42	4.3	0.66	5.9	0.91	7.7	1.19	9.6	1.48
42	.2676	−1.3	−0.20	1.4	0.21	2.8	0.44	4.4	0.69	6.1	0.94	8.0	1.23	10.0	1.54
43	.2781	−1.3	−0.21	1.4	0.22	3.0	0.45	4.6	0.71	6.4	0.99	8.4	1.29	10.4	1.61
44	.2890	−1.4	−0.22	1.5	0.23	3.1	0.47	4.8	0.74	6.7	1.04	8.7	1.34	10.8	1.67
45	.3002	−1.4	−0.22	1.6	0.24	3.2	0.49	5.0	0.77	6.9	1.07	9.1	1.40	11.3	1.75
46	.3119	−1.5	−0.23	1.6	0.25	3.3	0.51	5.2	0.80	7.2	1.11	9.4	1.45	11.7	1.81
47	.3239	−1.6	−0.24	1.7	0.26	3.4	0.53	5.4	0.84	7.5	1.16	9.8	1.52	12.1	1.87
48	.3363	−1.6	−0.25	1.8	0.27	3.6	0.56	5.6	0.87	7.8	1.21	10.2	1.58	12.6	1.95
49	.3491	−1.7	−0.26	1.8	0.28	3.7	0.58	5.8	0.90	8.1	1.25	10.5	1.63	13.1	2.03
50	.3624	−1.7	−0.27	1.9	0.29	3.9	0.60	6.1	0.94	8.4	1.30	10.9	1.69	13.6	2.11
51	.3761	−1.8	−0.28	2.0	0.30	4.0	0.63	6.3	0.97	8.7	1.35	11.3	1.75	14.1	2.18
52	.3903	−1.9	−0.29	2.0	0.32	4.2	0.65	6.5	1.01	9.0	1.40	11.8	1.83	14.7	2.28
53	.4049	−1.9	−0.30	2.1	0.33	4.4	0.68	6.7	1.05	9.3	1.44	12.2	1.89	15.2	2.36
54	.4200	−2.0	−0.31	2.2	0.34	4.5	0.70	7.0	1.09	9.7	1.50	12.7	1.97	15.8	2.45
55	.4356	−2.1	−0.32	2.3	0.35	4.7	0.73	7.3	1.13	10.1	1.57	13.2	2.05	16.4	2.54
56	.4518	−2.2	−0.34	2.4	0.37	4.9	0.76	7.6	1.18	10.5	1.63	13.7	2.13	17.1	2.66
57	.4684	−2.3	−0.35	2.4	0.37	5.1	0.79	7.9	1.22	10.9	1.69	14.2	2.21	17.7	2.75
58	.4856	−2.3	−0.37	2.5	0.39	5.3	0.82	8.2	1.27	11.3	1.76	14.7	2.28	18.4	2.86
59	.5033	−2.4	−0.38	2.6	0.41	5.4	0.85	8.5	1.32	11.7	1.82	15.3	2.38	19.1	2.97
60	.5216	−2.5	−0.40	2.7	0.42	5.7	0.88	8.8	1.37	12.2	1.90	15.9	2.47	19.9	3.09
61	.5405	−2.6	−0.41	2.8	0.44	5.9	0.91	9.2	1.43	12.7	1.98	16.5	2.57	20.7	3.22
62	.5599	−2.7	−0.43	2.9	0.46	6.1	0.95	9.5	1.48	13.2	2.05	17.1	2.66	21.4	3.33
63	.5800	−2.8	−0.44	3.0	0.48	6.3	0.98	9.9	1.54	13.7	2.13	17.7	2.76	22.3	3.47
64	.6007	−2.9	−0.46	3.2	0.49	6.5	1.02	10.2	1.59	14.2	2.21	18.4	2.87	23.1	3.60
65	.6221	−3.1	−0.48	3.3	0.51	6.8	1.06	10.6	1.65	14.7	2.29	19.1	2.98	23.9	3.73
66	.6441	−3.2	−0.50	3.4	0.53	7.1	1.10	11.0	1.72	15.3	2.38	19.8	3.09	24.8	3.87
67	.6668	−3.3	−0.51	3.5	0.55	7.3	1.14	11.4	1.78	15.8	2.47	20.5	3.20	25.7	4.01
68	.6902	−3.4	−0.53	3.7	0.57	7.6	1.18	11.8	1.84	16.4	2.56	21.3	3.32	26.7	4.16
69	.7143	−3.5	−0.55	3.8	0.59	7.9	1.23	12.2	1.90	17.0	2.65	22.1	3.45	27.7	4.32
70	.7392	−3.7	−0.57	3.9	0.61	8.1	1.27	12.7	1.98	17.6	2.75	22.9	3.58	28.7	4.48
71	.7648	−3.8	−0.59	4.1	0.64	8.4	1.32	13.1	2.05	18.2	2.84	23.7	3.70	29.7	4.64
72	.7911	−3.9	−0.61	4.2	0.66	8.7	1.36	13.6	2.13	18.8	2.94	24.6	3.84	30.9	4.82
73	.8183	−4.1	−0.63	4.4	0.69	9.0	1.41	14.1	2.20	19.5	3.05	25.5	3.99	31.9	4.99
74	.8463	−4.2	−0.66	4.6	0.71	9.4	1.46	14.6	2.28	20.2	3.16	26.4	4.14	33.1	5.18
75	.8750	−4.4	−0.68	4.7	0.74	9.7	1.52	15.1	2.36	20.9	3.27	27.4	4.28	34.3	5.37
76	.9047	−4.5	−0.71	4.9	0.77	10.0	1.57	15.7	2.46	21.7	3.39	28.3	4.42	35.5	5.56
77	.9352	−4.7	−0.73	5.1	0.79	10.4	1.63	16.3	2.55	22.5	3.52	29.4	4.61	36.9	5.77
78	.9667	−4.9	−0.76	5.2	0.82	10.8	1.69	16.9	2.65	23.3	3.65	30.5	4.77	38.2	5.98
79	.9990	−5.0	−0.79	5.4	0.85	11.2	1.75	17.5	2.74	24.2	3.79	31.6	4.95	39.6	6.20
80	1.032	−5.2	−0.82	5.6	0.88	11.6	1.82	18.1	2.84	25.1	3.93	32.7	5.13	41.0	6.43
81	1.067	−5.4	−0.85	5.8	0.91	12.0	1.88	18.8	2.95	26.0	4.08	33.9	5.32	42.5	6.66
82	1.102	−5.6	−0.88	6.0	0.94	12.5	1.96	19.5	3.06	27.0	4.24	35.1	5.51	44.0	6.90
83	1.138	−5.8	−0.91	6.2	0.97	12.9	2.02	20.2	3.17	28.0	4.39	36.4	5.71	45.6	7.15
84	1.175	−6.0	−0.94	6.4	1.00	13.3	2.10	20.9	3.28	28.9	4.54	37.7	5.92	47.2	7.41

جدول ۵ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای دیوارهای بنّایی

تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاءِ واحد سطح دیوار $(\frac{lb}{ft^2})$

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of wall and finishes.

EXTERIOR FINISH		THICKNESS (inches) and WEIGHT (lb per sq ft)	INTERIOR FINISH: None	⅜" Gypsum Board (Plaster Board) (2)	½" Plaster on Wall: Sand Agg (6)	½" Plaster on Wall: Lt Wt Agg (3)	Metal Lath Plastered on Furring: ¾" Sand Plaster(7)	Metal Lath Plastered on Furring: ¾" Lt Wt Plaster(3)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered on Furring: ½" Sand Plaster(7)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered on Furring: ½" Lt Wt Plaster(2)	Insulating Board Plain or Plastered on Furring: ½" Board (2)	Insulating Board Plain or Plastered on Furring: 1" Board (4)
SOLID BRICK	Face & Common	8 (87)	.48	.41	.45	.41	.31	.28	.29	.27	.22	.16
		12 (123)	.35	.31	.33	.30	.25	.23	.23	.22	.19	.14
		16 (173)	.27	.25	.26	.25	.21	.19	.20	.19	.16	.13
	Common Only	8 (80)	.41	.36	.39	.35	.28	.26	.26	.25	.21	.15
		12 (120)	.31	.28	.30	.27	.23	.22	.22	.21	.18	.14
		16 (160)	.25	.23	.24	.23	.19	.18	.18	.18	.16	.12
STONE		8 (100)	.67	.55	.63	.53	.39	.34	.35	.32	.26	.18
		12 (150)	.55	.47	.52	.46	.34	.31	.31	.29	.24	.17
		16 (200)	.47	.41	.45	.40	.31	.28	.28	.27	.22	.16
		24 (300)	.36	.32	.35	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15
ADOBE-BLOCKS OR BRICK		8 (26)	.34	.30	.32	.30	.25	.23	.23	.22	18	.12
		12 (40)	.25	.23	.24	.23	.20	.18	.18	.18	.15	.14
POURED CONCRETE	140 lb/cu ft	6 (70)	.75	.55	.69	.58	.41	.36	.37	.34	.27	.18
		8 (93)	.67	.49	.63	.53	.39	.34	.35	.32	.26	.17
		10 (117)	.61	.44	.57	.49	.36	.32	.33	.31	.25	.17
		12 (140)	.55	.40	.52	.45	.34	.31	.31	.29	.24	.16
	80 lb/cu ft	6 (40)	.31	.28	.30	.27	.23	.21	.22	.21	.18	.14
		8 (53)	.25	.23	.24	.23	.19	.18	.18	.18	.16	.12
		10 (66)	.21	.19	.20	.19	.17	.16	.15	.14	.14	.11
		12 (80)	.18	.17	.17	.15	.15	.14	.14	.14	.12	.10
	30 lb/cu ft	6 (15)	.13	.13	.13	.13	.12	.11	.11	.11	.13	.09
		8 (20)	.10	.10	.10	.10	.09	.09	.09	.09	.10	.07
		10 (25)	.08	.08	.08	.08	.08	.07	.08	.07	.08	.06
		12 (30)	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.06	.06	.07	.06
HOLLOW CONCRETE BLOCKS	Sand & Gravel Agg	8 (43)	.52	.44	.48	.43	.33	.29	.30	.28	.23	.17
		12 (63)	.47	.41	.45	.40	.31	.28	.28	.27	.22	.16
	Cinder Agg	8 (37)	.39	.35	.37	.34	.27	.25	.25	.24	.20	.15
		12 (53)	.36	.33	.35	.32	.26	.24	.23	.23	.19	.15
	Lt Wt Agg	8 (32)	.35	.32	.34	.31	.26	.23	.24	.22	.19	.15
		12 (43)	.32	.29	.31	.28	.24	.22	.22	.21	.18	.14
STUCCO ON HOLLOW CLAY TILE		8 (39)	.36	.32	.34	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15
		10 (44)	.32	.29	.31	.28	.23	.22	.22	.21	.18	.14
		12 (49)	.29	.27	.28	.26	.22	.20	.21	.20	.17	.13

1958 ASHAE Guide

Equations: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (equivalent temp diff, Table 19)
Heat Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp − inside temp)

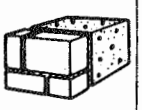
*For addition of insulation and air spaces to above walls, refer to Table 31, page 75.

جدول ٦ــ١: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای دیوارهای بنّایی

تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاء واحد سطح دیوار $(\frac{lb}{ft^2})$

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of wall and finishes.

EXTERIOR FINISH	BACKING	THICKNESS (inches) and WEIGHT (lb per sq ft)	INTERIOR FINISH: None	Gypsum Board (Plaster Board) (2)	½" Plaster on Wall: Sand Agg (6)	½" Plaster on Wall: Lt Wt Agg (3)	Metal Lath Plastered on Furring: ¾" Sand Plaster(7)	Metal Lath Plastered on Furring: ¾" Lt Wt Plaster(3)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered on Furring: ½" Sand Plaster(7)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered on Furring: ½" Lt Wt Plaster(2)	Insulating Board Plain or Plastered on Furring: ½" Board (2)	Insulating Board Plain or Plastered on Furring: 1" Board (4)
 4" Face Brick (43) —or— 4" Stone (50) —or— Precast Concrete (Sand Agg) 4" & 6" (39) (58)	Concrete Block (Cinder Agg)	4 (20)	.41	.37	.39	.35	.28	.26	.26	.25	.21	.16
		8 (37)	.33	.30	.32	.29	.24	.22	.23	.21	.18	.14
		12 (53)	.31	.29	.30	.28	.23	.21	.22	.21	.18	.14
	(Lt Wt Agg)	4 (17)	.35	.32	.34	.31	.25	.23	.24	.22	.19	.15
		8 (32)	.30	.28	.29	.27	.23	.21	.21	.20	.17	.14
		12 (43)	.28	.26	.27	.25	.21	.20	.20	.19	.17	.13
	(Sand & Gravel Agg)	4 (23)	.49	.44	.46	.41	.32	.29	.29	.27	.22	.17
		8 (43)	.41	.37	.39	.35	.28	.26	.26	.25	.21	.16
		12 (63)	.38	.35	.37	.33	.27	.25	.25	.24	.20	.15
	Hollow Clay Tile	4 (16)	.41	.37	.39	.35	.28	.26	.26	.25	.21	.16
		8 (30)	.31	.29	.30	.28	.23	.22	.22	.21	.18	.14
		12 (40)	.26	.25	.25	.24	.20	.19	.19	.18	.16	.13
	Concrete (Lt Wt Agg) 80 lb/cu ft	4 (26)	.35	.31	.34	.31	.25	.23	.24	.22	.19	.15
		6 (40)	.27	.25	.27	.25	.21	.20	.20	.19	.16	.13
		8 (54)	.22	.21	.22	.21	.18	.17	.17	.16	.14	.12
	(Sand & Gravel Agg)	4 (47)	.60	.53	.56	.49	.36	.32	.33	.31	.25	.18
		6 (70)	.55	.49	.52	.45	.34	.31	.32	.29	.24	.17
		8 (95)	.51	.45	.48	.42	.32	.29	.30	.28	.23	.17
	Common Brick	4 (40)	.49	.42	.46	.41	.32	.29	.29	.27	.22	.16
		8 (80)	.35	.31	.34	.31	.25	.23	.24	.22	.19	.15
 4" Common Brick (40) —or— Precast Concrete (Sand Agg) 8" & 10" (78) (98) —or— 4" Concrete Block (23) (Sand Agg) —or— 8" Stone (100)	Concrete Block (Cinder Agg)	4 (20)	.36	.33	.35	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15
		8 (37)	.29	.28*	.29	.26	.22	.21	.21	.20	.17	.14
		12 (53)	.28	.26	.27	.25	.21	.20	.20	.19	.17	.13
	(Lt Wt Agg)	4 (17)	.32	.29	.30	.28	.23	.22	.22	.21	.18	.14
		8 (32)	.27	.26	.26	.25	.21	.20	.20	.19	.17	.13
		12 (43)	.25	.24	.25	.23	.20	.19	.19	.18	.16	.13
	(Sand & Gravel Agg)	4 (23)	.42	.38	.40	.36	.29	.26	.27	.25	.21	.16
		8 (43)	.36	.33	.35	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15
		12 (63)	.34	.32	.33	.30	.25	.23	.23	.22	.19	.15
	Hollow Clay Tile	4 (16)	.36	.33	.35	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15
		8 (30)	.28	.27	.28	.26	.22	.20	.20	.19	.17	.13
		12 (40)	.24	.23	.23	.22	.19	.18	.18	.17	.15	.12
	Concrete (Lt Wt Agg) 80 lb/cu ft	4 (26)	.32	.29	.30	.28	.23	.22	.22	.21	.18	.14
		6 (40)	.25	.23	.25	.23	.20	.18	.19	.18	.15	.13
		8 (54)	.21	.20	.20	.19	.17	.16	.16	.16	.14	.11
	(Sand & Gravel Agg)	4 (47)	.50	.45	.48	.42	.32	.29	.30	.28	.23	.17
		6 (70)	.47	.42	.44	.39	.31	.28	.29	.27	.22	.17
		8 (95)	.43	.40	.41	.37	.29	.27	.28	.26	.21	.16
	Common Brick	4 (40)	.42	.37	.40	.36	.29	.26	.27	.26	.21	.16
		8 (80)	.32	.29	.30	.28	.23	.22	.22	.21	.18	.14

1958 ASHAE Guide

Equations: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (equivalent temp diff, Table 19)

Heat Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp − inside temp)

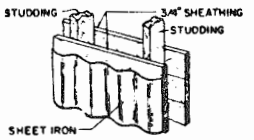
*For addition of insulation and air spaces to walls, refer to Table 31, page 75.

جدول ۷ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای دیوارهای صنعتی سبک

تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاء واحد سطح دیوار ($\frac{lb}{ft^2}$)

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of wall and finishes.



EXTERIOR FINISH	SHEATHING	WEIGHT (lb per sq ft)	INTERIOR FINISH: None	Flat Iron (1)	Insulating Board: ½" (2)	Insulating Board: 25/32" (3)	Wood: ¾" (2)
½" Corrugated Transite	None	(1)	1.16	.55	.32	.26	.36
	½" Ins. Board	(2)	.34	.26	.19	.17	.21
	25/32" Ins. Board	(2)	.27	.21	.17	.15	.18
24 Gauge Corrugated Iron	None	(1)	1.40	.60	.33	.27	.38
	½" Ins. Board	(2)	.36	.27	.20	.17	.21
	25/32" Ins. Board	(2)	.28	.22	.17	.15	.18
	¾" Wood	(3)	.46	.33	.22	.19	.24
¾" Wood Siding	None	(2)	.58	.37	.25	.21	.27

1958 ASHAE Guide

Equations: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (equivalent temp diff, *Table 19*).
Heat Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp − inside temp).

*For addition of air spaces and insulation to walls, refer to *Table 31, page 75*.

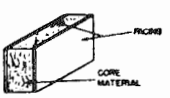
†Values apply when sealed with caulking compound between sheets, and at ground and roof lines. When sheets are not sealed, increase U factors by 10%. These values may be used for roofs, heat flow up-winter; for heat flow down-summer, multiply above factors by 0.8.

جدول ۸ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای دیوارهای پیش ساخته سبک

تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاء واحد سطح دیوار ($\frac{lb}{ft^2}$)

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of wall and finishes.



INSULATING CORE MATERIAL	DENSITY† (lb/cu ft)	METAL FACING (3): Core Thickness (in.) 1	2	3	4	METAL FACING WITH ¼" AIR SPACE (3): Core Thickness (in.) 1	2	3	4
Glass, Wood, Cotton Fibers	3	.21	.12	.08	.06	.19	.11	.08	.06
Paper Honeycomb	5	.39	.23	.17	.13	.32	.20	.15	.12
Paper Honeycomb with Perlite Fill, Foamglas	9	.29	.17	.12	.09	.25	.15	.11	.09
Fiberboard	15	.36	.21	.15	.12	.29	.19	.14	.11
Wood Shredded (Cemented in Preformed Slabs)	22	.31	.18	.13	.10	.25	.16	.12	.09
Expanded Vermiculite	7	.34	.20	.14	.11	.28	.18	.13	.10
Vermiculite or Perlite Concrete	20	.44	.27	.19	.15	.35	.23	.18	.14
	30	.51	.32	.24	.19	.39	.27	.21	.17
	40	.58	.38	.29	.23	.43	.31	.25	.20
	60	.69	.49	.38	.31	.49	.38	.31	.26

Equations: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (equivalent temp diff, *Table 19*).
Heat Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp − inside temp).

*For addition of insulation and air spaces to walls, refer to *Table 31, page 75*.

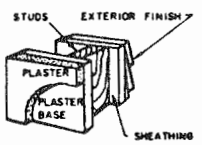
†Total weight per sq ft = $\frac{\text{core density} \times \text{core thickness}}{12}$ + 3 lb/sq ft

جدول ۹ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای پارتیشن ها

تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاء واحد سطح دیوار $(\frac{lb}{ft^2})$

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of component materials.



EXTERIOR FINISH	SHEATHING	INTERIOR FINISH: None	¾" Wood Panel (2)	⅜" Gypsum Board (Plaster Board) (2)	Metal Lath Plastered: ¾" Sand Plaster(7)	Metal Lath Plastered: ¾" Lt Wt Plaster(3)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered: ½" Sand Plaster(7)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered: ½" Lt Wt Plaster(2)	Insulating Board Plain or Plastered: ½" Board (2)	Insulating Board Plain or Plastered: 1" Board (4)
1" Stucco (10)	None, Building Paper	.91	.33	.42	.45	.39	.40	.37	.29	.20
OR Asbestos	⅜" Plywood (1) or ½" Gyp (2)	.68	.30	.37	.40	.35	.36	.33	.26	.19
Cement Siding (1)	2/32" Wood & Bldg Paper (2)	.48	.25	.30	.31	.28	.29	.27	.22	.17
OR Asphalt	½" Insulating Board (2)	.42	.23	.27	.29	.26	.27	.25	.21	.16
Roll Siding (2)	2/32" Insulating Board (3)	.32	.20	.23	.24	.22	.22	.21	.18	.14
4" Face Brick	None, Building Paper	.73	.30	.37	.40	.35	.36	.33	.26	.19
Veneer (43) OR	⅜" Plywood (1) or ½" Gyp (2)	.57	.28	.33	.36	.32	.32	.30	.24	.18
⅜" Plywood (1)	2/32" Wood & Bldg Paper (2)	.42	.23	.27	.29	.26	.27	.25	.21	.16
OR Asphalt	½" Insulating Board (2)	.38	.22	.25	.27	.25	.25	.24	.20	.15
Siding (2)	2/32" Insulating Board (3)	.30	.19	.21	.22	.21	.21	.20	.17	.14
Wood Siding (3)	None, Building Paper	.57	.27	.33	.35	.31	.32	.30	.24	.18
OR	⅜" Plywood (1) or ½" Gyp (2)	.48	.25	.30	.31	.28	.29	.27	.22	.17
Wood Shingles (2)	2/32" Wood & Bldg Paper	.36	.22	.25	.26	.24	.24	.23	.19	.15
OR ¾" Wood	½" Insulating Board (2)	.33	.20	.23	.24	.22	.23	.22	.18	.14
Panels (3)	2/32" Insulating Board (3)	.27	.18	.20	.21	.19	.19	.19	.16	.13
Wood Shingles	None, Building Paper	.43	.24	.28	.29	.27	.27	.25	.21	.16
Over ⅜" Insul	⅜" Plywood (1) or ½" Gyp (2)	.38	.22	.25	.27	.24	.25	.23	19	.15
Backer Board (3)	2/32" Wood & Bldg Paper	.30	.19	.22	.23	.21	.21	.20	.17	.14
OR Asphalt	½" Insulating Board (2)	.28	.18	.20	.21	.20	.20	.19	.16	.13
Insulated Siding (4)	2/32" Insulating Board (3)	.23	.16	.18	.18	.17	.18	.17	.15	.12
Single Partition (Finish on one side only)			.43	.60	.67	.55	.57	.50	.36	.23
Double Partition (Finish on both sides)			.24	.34	.39	.31	.32	.28	.19	.12

1958 ASHAE Guide

Equations: Walls—Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (equivalent temp diff, *Table* 19).
—Heat Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp—inside temp).

Partitions, unconditioned space adjacent—Heat Gain or Loss, Btu/hr = (Area sq ft) × (U value) × (outdoor temp—inside temp—5 F).

Partitions, kitchen or boiler room adjacent—Heat Gain, Btu/hr = (Area sq ft) × (U value) × (actual temp diff or outdoor temp—inside temp + 15 F to 25 F).

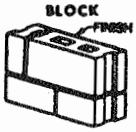
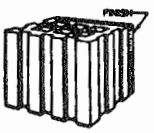
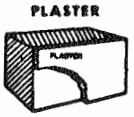
*For addition of insulation and air spaces to partitions, refer to *Table* 31, *page* 75.

جدول ۱۰ــ ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای دیوارهای داخلی بنّایی

تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاءِ واحد سطح دیوار $(\frac{lb}{ft^2})$

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of masonry unit and finish × 1 or 2 (finished one or both sides).

BACKING	THICKNESS (inches) and WEIGHT (per sq ft)	Both Sides Unfinished	No. of Sides Finished	FINISH: ⅜" Gypsum Board (Plaster Board) (2)	½" Plaster on Wall: Sand Agg (6)	½" Plaster on Wall: Lt Wt Agg (3)	Metal Lath Plastered on Furring: ¾" Sand Plaster(7)	Metal Lath Plastered on Furring: ¾" Lt Wt Plaster(3)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered on Furring: ½" Sand Plaster(7)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered on Furring: ½" Lt Wt Plaster(2)	Insulating Board Plain or Plastered on Furring: ½" Board(2)	Insulating Board Plain or Plastered on Furring: 1" Board(4)
HOLLOW CONCRETE BLOCK  Cinder Agg	3 (17)	.45	One	.39	.43	.38	.30	.27	.28	.26	.21	.16
			Both	.35	.41	.33	.23	.20	.20	.18	.14	.10
	4 (20)	.40	One	.36	.39	.35	.28	.26	.26	.25	.20	.15
			Both	.32	.37	.31	.21	.19	.19	.18	.13	.11
	8 (37)	.32	One	.29	.31	.29	.24	.22	.22	.21	.18	.14
			Both	.27	.30	.26	.19	.17	.17	.16	.12	.09
	12 (53)	.31	One	.28	.30	.27	.23	.21	.22	.21	.17	.14
			Both	.26	.29	.25	.18	.16	.17	.15	.12	.09
Lt Wt Agg	3 (15)	.38	One	.34	.36	.33	.27	.25	.25	.24	.20	.15
			Both	.31	.35	.30	.21	.18	.19	.17	.13	.09
	4 (17)	.35	One	.31	.34	.31	.25	.23	.24	.22	.19	.15
			Both	.29	.32	.27	.20	.17	.17	.16	.13	.09
	8 (32)	.30	One	.27	.29	.27	.22	.21	.21	.20	.17	.14
			Both	.25	.28	.24	.18	.16	.16	.15	.12	.09
	12 (43)	.28	One	.25	.27	.25	.21	.20	.20	.19	.16	.13
			Both	.23	.26	.23	.17	.15	.16	.15	.12	.08
Sand & Gravel Agg	8 (43)	.40	One	.36	.39	.35	.28	.26	.26	.25	.20	.15
			Both	.32	.37	.31	.21	.19	.19	.18	.13	.11
	12 (63)	.38	One	.34	.36	.33	.27	.25	.25	.24	.19	.15
			Both	.30	.35	.29	.21	.18	.19	.17	.13	.09
HOLLOW CLAY TILE 	3 (15)	.46	One	.40	.44	.39	.31	.28	.28	.27	.22	.16
			Both	.36	.42	.34	.23	.20	.20	.19	.14	.10
	4 (16)	.40	One	.36	.39	.35	.28	.26	.26	.25	.20	.15
			Both	.32	.37	.31	.21	.19	.19	.18	.13	.11
	6 (25)	.35	One	.31	.33	.31	.25	.23	.23	.22	.19	.15
			Both	.28	.32	.27	.20	.17	.18	.16	.13	.09
	8 (30)	.31	One	.28	.30	.28	.23	.22	.22	.21	.18	.14
			Both	.26	.29	.25	.18	.16	.17	.16	.12	.09
HOLLOW GYPSUM TILE	3 (9)	.37	One	.33	.35	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15
			Both	.30	.34	.29	.20	.18	.18	.17	.13	.09
	4 (13)	.33	One	.30	.32	.29	.24	.22	.23	.22	.18	.14
			Both	.27	.31	.26	.19	.17	.17	.16	.12	.09
SOLID GYPSUM PLASTER 	1½						.61 (13)	.43 (6)				
	2						.58 (18)	.38 (8)				
	2½						.55 (22)	.34 (9)				

1958 ASHAE Guide

Equations: Partitions, unconditioned space adjacent: Heat Gain or Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp—inside temp—5 F).

Partitions, kitchen or boiler room adjacent Heat Gain or Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (actual temp diff or outdoor temp—inside temp + 15 F to 25 F).

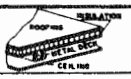
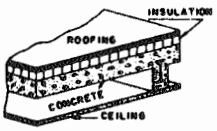
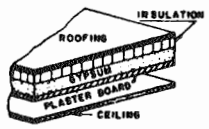
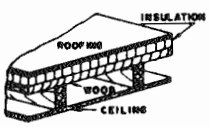
*For addition of insulation and air spaces to partitions, refer to *Table 31, page 75.*

جدول ۱۱ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای سقف طبقهٔ آخر (زیربام)

تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاءِ واحد سطح سقف $(\frac{lb}{ft^2})$

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of roof, finish and insulation.

TYPE OF DECK	THICKNESS OF DECK (Inches) and WEIGHT (lb per sq ft)	CEILING †	INSULATION ON TOP OF DECK INCHES						
			No Insulation	½ (1)	1 (1)	1½ (2)	2 (3)	2½ (3)	3 (4)
Flat Metal 	1 (5)	None or Plaster (6)	.67	.35	.23	.18	.15	.12	.10
		Suspended Plaster (5)	.32	.22	.17	.14	.12	.10	.09
		Suspended Acou Tile (2)	.23	.18	.14	.12	.11	.09	.08
Preformed Slabs—Wood Fiber and Cement Binder 	2 (4)	None or Plaster (6)	.20	.16	.13	.11	.10	.09	.08
		Suspended Plaster (5)	.15	.12	.11	.09	.08	.08	.07
		Suspended Acou Tile (2)	.13	.10	.09	.08	.08	.07	.06
	3 (7)	None or Plaster (6)	.14	.11	.10	.09	.08	.08	.07
		Suspended Plaster (5)	.12	.10	.09	.07	.07	.06	.05
		Suspended Acou Tile (2)	.10	.09	.08	.07	.07	.06	.05
Concrete (Sand & Gravel Agg)	4, 6, 8 (47),(70), (93)	None or Plaster (6)	.51	.30	.21	.16	.14	.12	.10
		Suspended Plaster (5)	.28	.20	.16	.13	.12	.10	.09
		Suspended Acou Tile(2)	.21	.16	.13	.11	.10	.09	.08
(Lt Wt Agg on Gypsum Board) 	2 (9)	None or Plaster (6)	.27	.20	.15	.13	.11	.10	.08
		Suspended Plaster (5)	.18	.14	.12	.10	.09	.09	.08
		Suspended Acou Tile (2)	.15	.12	.11	.09	.08	.08	.07
	3 (13)	None or Plaster (6)	.21	.16	.13	.11	.10	.09	.08
		Suspended Plaster (5)	.15	.12	.11	.09	.08	.08	.07
		Suspended Acou Tile (2)	.13	.11	.10	.08	.08	.07	.06
	4 (16)	None or Plaster (6)	.17	.14	.11	.10	.09	.08	.07
		Suspended Plaster (5)	.13	.11	.10	.08	.08	.07	.06
		Suspended Acou Tile(2)	.12	.10	.09	.07	.07	.06	.05
Gypsum Slab on ½" Gypsum Board 	2 (11)	None or Plaster (6)	.32	.22	.17	.14	.12	.10	.09
		Suspended Plaster (5)	.21	.17	.13	.11	.10	.09	.08
		Suspended Acou Tile (2)	.17	.13	.12	.10	.09	.08	.07
	3 (15)	None or Plaster (6)	.27	.19	.15	.13	.11	.10	.08
		Suspended Plaster (5)	.19	.15	.13	.11	.10	.09	.08
		Suspended Acou Tile (2)	.15	.12	.11	.09	.08	.08	.07
	4 (19)	None or Plaster (6)	.23	.17	.14	.12	.10	.09	.08
		Suspended Plaster (5)	.17	.13	.12	.10	.09	.08	.07
		Suspended Acou Tile (2)	.14	.12	.11	.09	.08	.08	.07
Wood 	1 (3)	None or Plaster (6)	.40	.26	.19	.15	.13	.11	.09
		Suspended Plaster (5)	.24	.18	.14	.12	.11	.09	.08
		Suspended Acou Tile (2)	.19	.15	.13	.11	.10	.08	.07
	2 (5)	None or Plaster (6)	.28	.20	.16	.13	.11	.10	.08
		Suspended Plaster (5)	.19	.15	.13	.11	.10	.09	.07
		Suspended Acou Tile (2)	.16	.13	.11	.10	.09	.08	.07
	3 (8)	None or Plaster (6)	.21	.16	.13	.11	.10	.09	.08
		Suspended Plaster (5)	.16	.13	.11	.09	.09	.08	.07
		Suspended Acou Tile (2)	.13	.11	.10	.09	.08	.07	.06

1958 ASHAE Guide

Equations: Summer—(Heat Flow Down) Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (equivalent temp diff, *Table 20*).

Winter—(Heat Flow Up) Heat Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value × 1.1) × (outdoor temp—inside temp).

***For addition of air spaces or insulation to roofs, refer to *Table 31, page 75*.**

†For suspended ½" insulation board, plain (.6) or with ½" sand aggregate plaster (5), use values of suspended acou tile.

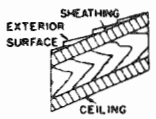
* در محاسبهٔ بار گرمایی (زمستان) مقادیر U مستخرجه از جدول فوق باید در 1.1 ضرب شوند.

جدول ۱۲ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای سقف‌های شیبدار

تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاءِ واحد سطح سقف $(\frac{lb}{ft^2})$

Btu/(hr) (sq ft projected area) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of component materials.

PITCHED ROOFS		CEILING										
		None	⅜" Wood Panel (2)	½" Gypsum Board (Plaster Board) (2)	Metal Lath Plastered		⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered		Insulating Board Plain or ½" Sand Agg Plastered		Acoustical Tile on Furring or ⅜" Gypsum	
					¾" Sand Plaster (7)	¾" Lt Wt Plaster (3)	½" Sand Plaster (5)	½" Lt Wt Plaster (2)	½" Board (2)	1" Board (4)	½" Tile (2)	¾" Tile (3)
EXTERIOR SURFACE	SHEATHING											
Asphalt Shingles, (2)	Bldg paper on ⅜" plywood (2)	.51	.27	.30	.32	.29	.29	.28	.22	.17	.23	.21
	Bldg paper on ²⁵/₃₂" wood sheathing (3)	.30	.23	.26	.27	.25	.25	.24	.20	.16	.21	.19
Asbestos-Cement Shingles (3) or Asphalt Roll Roofing (1)	Bldg paper on ⅜" plywood (2)	.59	.28	.34	.37	.33	.33	.31	.25	.18	.25	.22
	Bldg paper on ²⁵/₃₂" wood sheathing (3)	.45	.25	.29	.31	.28	.28	.27	.22	.17	.22	.20
Slates (8) Tile (10) or Sheet Metal (1)	Bldg paper on ⅜" plywood (2)	.64	.29	.36	.38	.34	.35	.47	.26	.19	.26	.23
	Bldg paper on ²⁵/₃₂" wood sheathing (3)	.48	.25	.29	.31	.28	.28	.27	.22	.17	.23	.20
Wood Shingles (2)	Bldg paper on 1" x 4" strips (1)	.53	.26	.31	.33	.30	.30	.28	.23	.17	.24	.21
	Bldg paper on ⅜" plywood (2)	.41	.23	.27	.29	.26	.27	.25	.21	.16	.21	.19
	Bldg paper on ²⁵/₃₂" wood sheathing (3)	.34	.21	.24	.25	.23	.23	.22	.19	.15	.19	.17

1958 ASHAE Guide

Equations: Summer (Heat Flow Down) Heat Gain, Btu/hr = (horizontal projected area, sq ft) × (U value) × (equivalent temp diff, Table 20).
Winter (Heat Flow Up) Heat Loss, Btu/hr = (horizontal projected area, sq ft) × (U value × 1.1) × (outdoor temp − inside temp).

*For addition of air spaces or insulation for above roofs, refer to Table 31, page 75.

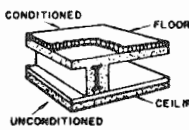
* در محاسبهٔ بارگرمایی (زمستان) مقادیر Uمستخرجه از جدول فوق باید در 1.1 ضرب شوند.

جدول ۱۳ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای سقف وکف (جریان حرارت بسمت بالا)

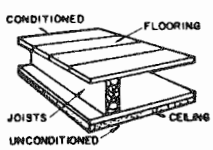
تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاءِ واحد سطح سقف یا کف ($\frac{lb}{ft^2}$)

Based on Still Air Both Sides, Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of ceiling and floor.



FLOOR	CONCRETE SUBFLOOR	THICKNESS (inches) and WEIGHT (lb per sq ft)	MASONRY CEILING — Not Furred: None or ½" Sand Plaster (5)	½" Lt Wt Plaster (3)	Acoustical Tile Glued: ½" Tile (1)	¾" Tile (1)	Metal Lath Plastered: ¾" Sand Plaster (7)	¾" Lt Wt Plaster (3)	Suspended or Furred: ⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered: ½" Sand Plaster (5)	½". Lt Wt Plaster (2)	Insulating Board Plain or ½" Sand Agg Plastered: ½" Board (2)	1" Board (4)	Acoustical Tile on Furring or ⅜" Gypsum: ½" Tile (1)	¾" Tile (1)
None or ⅛" Linoleum or Floor Tile	Sand Agg	2 (19)	.70	.53	.38	.31	.43	.38	.44	.41	.26	.19	.28	.24
		4 (39)	.63	.49	.36	.30	.41	.36	.41	.38	.25	.18	.26	.23
		6 (59)	.57	.45	.34	.28	.38	.34	.39	.36	.24	.18	25	.22
		8 (79)	.52	.42	.32	.27	.36	.32	.37	.34	.23	.17	.24	.21
		10 (99)	.48	.39	.31	.26	.34	.31	.35	.32	.23	.17	.23	.21
	Lt Wt Agg 80 lb/ft³	2 (15)	.48	.39	.31	.26	.34	.31	.35	.32	.23	.17	.23	.21
		4 (28)	.35	.30	.25	.22	.27	.25	.27	.26	.19	.15	.20	.18
		6 (41)	.27	.24	.21	.18	.22	.21	.22	.21	.17	.13	.17	.15
1¾6" Wood Block on Slab	Sand Agg	2 (20)	.47	.39	.30	.26	.33	.30	.33	.40	.22	.17	.23	.20
		4 (40)	.44	.36	.29	.25	.31	.28	.32	.38	.22	.16	.22	.20
		6 (60)	.41	.34	.28	.24	.30	.27	.30	.36	.21	.16	.22	.19
		8 (80)	.38	.33	.26	.23	.28	.26	.29	.34	.20	.15	.21	.19
		10 (100)	.36	.31	.25	.22	.27	.25	.27	.32	.19	.15	.20	.18
	Lt Wt Agg 80 lb/ft³	2 (16)	.36	.31	.25	.22	.27	.25	.27	.32	.19	.15	.20	.18
		4 (29)	.28	.25	.21	.19	.22	.21	.23	.26	.17	.13	.17	.16
		6 (42)	.23	.21	.18	.16	.19	.18	.19	.21	.15	.12	.15	.14
Floor Tile or ⅛" Linoleum on ½" Plywood on 2" x 2" Sleepers	Sand Agg	2 (22)	.32	.28	.23	.21	.31	.28	.32	.30	.18	.14	.18	.17
		4 (42)	.31	.27	.23	.20	.30	.27	.30	.28	.18	.14	.18	.17
		6 (62)	.29	.26	.22	.19	.28	.26	.29	.27	.17	.14	.18	.16
		8 (82)	.28	.25	.21	.19	.27	.25	.27	.26	.17	.13	.17	.16
		10 (102)	.27	.24	.20	.18	.26	.24	.26	.25	.16	.13	.17	.15
	Lt Wt Agg 80 lb/ft³	2 (19)	.27	.24	.20	.18	.26	.24	.26	.25	.16	.13	.17	.15
		4 (31)	.22	.20	.17	.16	.22	.20	.22	.21	.14	.12	.15	.14
		6 (44)	.19	.17	.15	.14	.18	.17	.19	.18	.13	.11	.13	.12
¾"Hardwood on 25/32" Subfloor on 2" x 2" Sleepers	Sand Agg	2 (24)	.26	.23	.20	.18	.25	.23	.25	.24	.16	.13	.16	.15
		4 (44)	.25	.22	.19	.17	.24	.22	.24	.23	.16	.13	.16	.15
		6 (64)	.24	.21	.19	.17	.23	.21	.23	.22	.15	.12	.16	.14
		8 (84)	.23	.21	.18	.16	.22	.21	.22	.21	.15	.12	.15	.14
		10 (104)	.22	.20	.17	.16	.21	.20	.22	.21	.14	.12	.15	.14
	Lt Wt Agg 80 lb/ft³	2 (20)	.22	.20	.17	.16	.21	.20	.22	.21	.14	.12	.15	.14
		4 (33)	.19	.17	.15	.14	.18	.17	.18	.18	.13	.11	.13	.12
		6 (46)	.16	.15	.14	.13	.16	.15	.16	.16	.12	.099	.12	.11



FLOOR	SUBFLOOR	FRAME CONSTRUCTION CEILING — Not Furred: None	Acoustical Tile Glued: ½" Tile (1)	¾" Tile (1)	Metal Lath Plastered: ¾" Sand Plaster (7)	¾" Lt Wt Plaster (3)	Suspended or Furred: ⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered: ½" Sand Plaster (5)	½" Lt Wt Plaster (2)	Insulating Board Plain or ½" Sand Agg Plastered: ½" Board (2)	1" Board (4)	Acoustical Tile on Furring or ⅜" Gypsum: ½" Tile (1)	¾" Tile (1)
None	None				.74	.59	.61	.54	.37	.24	.39	.31
	25/32" Wood (2)	.45	.30	.26	.31	.28	.29	.27	.22	.17	.23	.20
	2" Wood (5)	.27	.20	.18	.22	.20	.20	.19	.17	.14	.17	.15
½" Ceramic Tile on 1½" Cement	25/32" Wood (21)	.38	.21	.19	.28	.26	.26	.24	.20	.16	.21	.19
	2" Wood (24)	.24	.19	.17	.20	.19	.19	.18	.16	.13	.16	.15
¾"Hardwood Floor or Linoleum on ½" Plywood	25/32" Wood (5)	.33	.24	.21	.25	.23	.23	.22	.18	.15	.19	.17
	2" Wood (7)	.22	.17	.16	.18	.17	.17	.17	.15	.12	.15	.14
⅛" Linoleum on ¼" Hardboard on ⅜" Insulating Board	25/32" Wood (5)	.28	.21	.19	.22	.20	.21	.20	.17	.14	.18	.16
	2" Wood (8)	.20	.16	.15	.17	.16	.16	.16	.14	.12	.14	.13

1958 ASHAE Guide

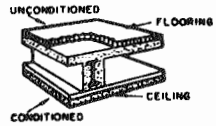
Equations: Heat flow up, Unconditioned space below: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp − inside temp − 5 F).
Kitchen or boiler room below: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value)
× (actual temp diff, or outdoor temp − inside temp + 15 F to 25 F).

جدول ۱۴ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای سقف وکف (جریان حرارت بسمت پایین)

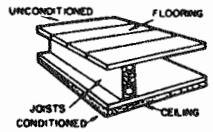
تمام اعداد داخل پرانتز عبارتند از وزن مصالح بازاء واحد سطح سقف یا کف ($\frac{lb}{ft^2}$)

Based on Still Air Both Sides, Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of ceiling and floor.



FLOOR	CONCRETE SUBFLOOR	THICKNESS (inches) and WEIGHT (lb per sq ft)	MASONRY CEILING — Not Furred: None or ½" Sand Plaster (5)	½" Lt Wt Plaster (3)	Acoustical Tile Glued: ½" Tile (1)	¾" Tile (1)	Suspended or Furred: Metal Lath Plastered: ¾" Sand Plaster (7)	¾" Lt Wt Plaster (3)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered: ½" Sand Plaster (5)	½" Lt Wt Plaster (2)	Insulating Board Plain or ½" Sand Agg Plastered: ½" Board (2)	1" Board (4)	Acoustical Tile on Furring or ⅜" Gypsum: ½" Tile (1)	¾" Tile (1)
None or ⅛" Linoleum or Floor Tile	Sand Agg	2 (19)	.48	.43	.31	.26	.32	.29	.30	.28	.23	.17	.23	.20
		4 (39)	.44	.40	.30	.25	.31	.28	.28	.27	.22	.17	.22	.20
		6 (59)	.41	.37	.28	.24	.29	.27	.27	.26	.21	.16	.22	.19
		8 (79)	.39	.35	.27	.23	.28	.26	.26	.25	.21	.16	.21	.19
		10 (99)	.36	.34	.26	.22	.27	.25	.25	.24	.20	.15	.20	.18
	Lt Wt Agg 80 lb/ft³	2 (15)	.36	.34	.26	.22	.27	.25	.25	.24	.20	.15	.20	.18
		4 (28)	.29	.26	.21	.19	.22	.21	.21	.20	.17	.14	.17	.16
		6 (41)	.23	.22	.18	.17	.19	.18	.18	.17	.15	.13	.15	.14
13/16" Wood Block on Slab	Sand Agg	2 (20)	.36	.33	.25	.22	.26	.24	.24	.23	.20	.15	.20	.18
		4 (40)	.33	.31	.24	.21	.25	.23	.23	.22	.19	.15	.19	.17
		6 (60)	.32	.29	.23	.21	.24	.22	.22	.21	.18	.15	.18	.17
		8 (80)	.30	.28	.23	.20	.23	.22	.22	.21	.18	.14	.18	.16
		10 (100)	.29	.27	.22	.19	.22	.21	.21	.20	.17	.14	.17	.16
	Lt Wt Agg 80 lb/ft³	2 (16)	.29	.27	.22	.19	.22	.21	.21	.20	.17	.14	.17	.16
		4 (29)	.23	.22	.19	.17	.19	.18	.18	.17	.15	.13	.15	.14
		6 (42)	.20	.19	.16	.15	.16	.16	.16	.15	.14	.11	.14	.13
Floor Tile or ⅛" Linoleum on ⅜" Plywood on 2" x 2" Sleepers	Sand Agg	2 (22)	.33	.31	.24	.21	.25	.23	.23	.22	.19	.15	.20	.17
		4 (42)	.32	.29	.23	.21	.24	.22	.22	.21	.18	.15	.19	.17
		6 (62)	.30	.28	.23	.20	.23	.21	.22	.21	.18	.14	.18	.16
		8 (82)	.29	.27	.22	.19	.22	.21	.21	.20	.17	.14	.18	.16
		10 (102)	.28	.26	.21	.19	.21	.20	.20	.19	.17	.13	.17	.15
	Lt Wt Agg 80 lb/ft³	2 (19)	.28	.26	.21	.19	.21	.20	.20	.19	.17	.13	.17	.15
		4 (31)	.22	.21	.18	.16	.18	.17	.17	.17	.15	.12	.15	.14
		6 (44)	.19	.18	.16	.14	.16	.15	.15	.15	.13	.11	.14	.13
¾" Hardwood on 25/32" Subfloor on 2" x 2" Sleepers	Sand Agg	2 (24)	.26	.25	.20	.18	.20	.20	.20	.19	.16	.13	.17	.15
		4 (44)	.25	.24	.20	.18	.20	.19	.19	.18	.16	.13	.16	.15
		6 (64)	.24	.23	.19	.17	.19	.18	.19	.18	.15	.13	.16	.14
		8 (84)	.23	.22	.19	.17	.19	.18	.18	.17	.15	.12	.15	.14
		10 (104)	.22	.21	.18	.16	.18	.17	.17	.17	.14	.12	.15	.14
	Lt Wt Agg 80 lb/ft³	2 (20)	.22	.21	.18	.16	.18	.17	.17	.17	.14	.12	.15	.14
		4 (33)	.19	.18	.16	.14	.16	.15	.15	.15	.13	.11	.13	.12
		6 (46)	.16	.16	.14	.13	.14	.14	.14	.13	.12	.10	.12	.11



FLOOR	SUBFLOOR	FRAME CONSTRUCTION CEILING — Not Furred: None	Acoustical Tile Glued: ½" Tile (1)	¾" Tile (1)	Suspended or Furred: Metal Lath Plastered: ¾" Sand Plaster (7)	¾" Lt Wt Plaster (3)	⅜" Gypsum or Wood Lath Plastered: ½" Sand Plaster (5)	½" Lt Wt Plaster (2)	Insulating Board Plain or ½" Sand Agg Plastered: ½" Board (2)	1" Board (4)	Acoustical Tile on Furring or ⅜" Gypsum: ½" Tile (1)	¾" Tile (1)
None	None				.51	.43	.44	.40	.31	.21	.31	.27
	25/32" Wood (2)	.35	.25	.22	.26	.24	.24	.23	.19	.15	.20	.17
	2" Wood (5)	.27	.18	.16	.19	.17	.18	.17	.15	.12	.15	.14
½" Ceramic Tile on 1½" Cement	25/32" Wood (21)	.38	.18	.17	.19	.18	.18	.17	.15	.12	.15	.14
	2" Wood (24)	.24	.14	.13	.15	.14	.14	.14	.12	.11	.12	.12
13/16" Hardwood Floor or Linoleum on ⅜" Plywood	25/32" Wood (5)	.33	.17	.16	.18	.17	.17	.16	.14	.12	.14	.13
	2" Wood (7)	.22	.14	.13	.14	.13	.13	.13	.12	.10	.12	.11
⅛" Linoleum on ¼" Hardboard on ⅜" Insulating Board	25/32" Wood (5)	.29	.16	.15	.16	.15	.16	.15	.13	.11	.14	.13
	2" Wood (8)	.20	.13	.12	.13	.12	.13	.12	.11	.10	.11	.11

1958 ASHAE Guide

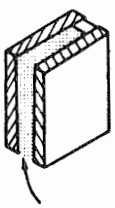
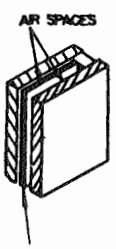
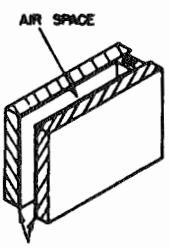
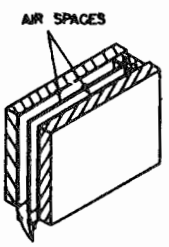
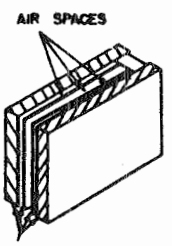
Equations: Heat flow down, unconditioned space above: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp − inside temp − 5 F).
Kitchen above: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (actual temp diff, or outdoor temp − inside temp + 15 F to 25 F).

جدول ۱۵ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای دیوار، سقف یا کف با عایق ولایهٔ هوا

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

U Value Before Adding Insul. Wall, Ceiling, Roof Floor	Addition of Fibrous Insulation			Add'n of Air Space ¾" or more	Addition of Reflective Sheets to Air Space (Aluminum Foil Average Emissivity = .05)								
					Direction of Heat Flow								
					Winter and Summer Horizontal			Summer Down			Winter Up		
	Thickness (Inches)				Added to one or both sides	One sheet in air space	Two sheets in air space	Added to one or both sides	One sheet in air space	Two sheets in air space	Added to one or both sides	One sheet in air space	Two sheets in air space
	1	2	3										
.60	.19	.11	.08	.38	.34	.18	.11	.12	.06	.05	.36	.20	.14
.58	.19	.11	.08	.37	.33	.18	.11	.12	.06	.05	.36	.20	.14
.56	.18	.11	.08	.36	.32	.18	.11	.11	.06	.05	.35	.20	.14
.54	.18	.11	.08	.36	.31	.17	.11	.11	.06	.05	.34	.19	.14
.52	.18	.11	.08	.35	.30	.17	.10	.11	.06	.05	.33	.19	.14
.50	.18	.11	.08	.34	.29	.17	.10	.11	.06	.05	.32	.19	.13
.48	.17	.11	08	.33	.28	.16	.10	.11	.06	.04	.31	.18	.13
.46	.17	.10	.08	.32	.28	.16	.10	.11	.06	.04	.30	.18	.13
.44	.17	.10	.07	.31	.27	.16	.10	.11	.06	.04	.29	.18	.13
.42	.16	.10	.07	.30	.26	.15	.10	.11	.06	.04	.28	.17	.13
.40	.16	.10	.07	.29	.26	.15	.10	.10	.06	.04	.27	.17	.12
.38	.16	.10	.07	.28	.25	.15	.09	.10	.06	.04	.26	.17	.12
.36	.15	.10	.07	.27	.24	.14	.09	.10	.06	.04	.25	.16	.12
.34	.15	.10	.07	.26	.23	.14	.09	.10	.06	.04	.24	.16	.12
.32	.15	.10	.07	.25	.22	.13	.09	.10	.05	.04	.23	.15	.11
.30	.14	.09	.07	.23	.21	.13	.09	.10	.05	.04	.22	.15	.11
.28	.14	.09	.07	.22	.20	.13	.08	.09	.05	.04	.20	.14	.10
.26	.13	.09	.07	.21	.19	.12	.08	.09	.05	.04	.19	.13	.10
.24	.13	.09	.07	.20	.17	.12	.08	.09	.05	.04	.18	.13	.10
.22	.12	.08	.06	.18	.16	.11	.08	.08	.05	.04	.16	.12	.09
.20	.12	.08	.06	.17	.15	.10	.07	.08	.05	.04	.15	.11	.09
.18	.11	.08	.06	.15	.14	.10	.07	.08	.05	.04	.14	.11	.08
.16	.10	.07	.06	.14	.12	.09	.07	.07	.05	.04	.13	.10	.08
.14	.09	.07	.05	.12	.11	.08	.06	.07	.04	.04	.12	.09	.07
.12	.08	.06	.05	.11	.10	.08	.06	.06	.04	.03	.10	.08	.07
.10	.07	.06	.05	.09	.08	.07	.05	.06	.04	.03	.09	.07	.06

1958 ASHAE Guide

Insulation Added	Air Space Added	Reflective Sheets Added to One or Both Sides	Reflective Sheet in Air Space	Reflective Sheets in Air Space
				
INSULATION	DIVIDER	REFLECTIVE SHEETS	REFLECTIVE SHEETS	REFLECTIVE SHEETS
	AIR SPACES	AIR SPACE	AIR SPACES	AIR SPACES

*Checked for summer conditions for up, down and horizontal heat flow. Error from above values is less than 1%.

جدول ۱۶ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای سقف طبقهٔ آخر (زیربام) وقتی که بام عایق کاری شود

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

U VALUE OF ROOF BEFORE ADDING ROOF DECK INSULATION	Addition of Roof-Deck Insulation Thickness (in.)					
	½	1	1½	2	2½	3
.60	.33	.22	.17	.14	.12	.10
.50	.29	.21	.16	.14	.12	.10
.40	.26	.19	.15	.13	.11	.09
.35	.24	.18	.14	.12	.10	.09
.30	.21	16	.13	.12	.10	.09
.25	.19	15	.12	.11	.09	.08
.20	.16	.13	.11	10	.09	.08
.15	.12	.11	.09	.08	.08	.07
.10	.09	.08	.07	.07	.06	.05

جدول ۱۷ــ۱: ضریب کلی هدایت حرارت (U) برای پنجره‌ها ودرها

Btu/(hr) (sq ft) (deg F tempdiff)

نوع پنجره یادر	U
پنجرهٔ تک شیشه‌ای معمولی	1.13
پنجره با دولایهٔ شیشه بافاصلهٔ $1/2''$	0.65
پنجره با سه لایهٔ شیشه با فاصلهٔ $1/2''$	0.36
پنجرهٔ طوفان	0.56
در تمام چوبی بضخامت $1''$	0.70
در تمام چوبی بضخامت $2''$	0.45
در چوبی باکتیبهٔ شیشه‌ای	0.75
در تمام شیشه‌ای باقاب چوبی	0.95
در تمام فلزی	1.20
در فلزی با کتیبهٔ شیشه‌ای	1.15
در تمام شیشه‌ای باقاب فلزی	1.05
در ورودی راهرو، تمام چوبی	0.30
در ورودی راهرو، نصف شیشه	0.45
در ورودی راهرو، تمام شیشه	0.60

جدول ۱۸ــ۱: مقاومت حرارتی مصالح ساختمانی (R)

(deg F per Btu) / (hr) (sq ft)

MATERIAL	DESCRIPTION	THICKNESS (in.)	DENSITY (lb per cu ft)	WEIGHT (lb per sq ft)	RESISTANCE R	
					Per Inch Thickness 1/k	For Listed Thickness 1/c
	BUILDING MATERIALS					
BUILDING BOARD Boards, Panels, Sheathing, etc	Asbestos-Cement Board		120	—	0.25	—
	Asbestos-Cement Board	1/8	120	1.25	—	0.03
	Gypsum or Plaster Board	3/8	50	1.58	—	0.32
	Gypsum or Plaster Board	1/2	50	2.08	—	0.45
	Plywood		34	—	1.25	—
	Plywood	1/4	34	0.71	—	0.31
	Plywood	3/8	34	1.06	—	0.47
	Plywood	1/2	34	1.42	—	0.63
	Plywood or Wood Panels	3/4	34	2.13	—	0.94
	Wood Fiber Board, Laminated or Homogeneous		26	—	2.38	—
			31	—	2.00	—
	Wood Fiber, Hardboard Type		65	—	0.72	—
	Wood Fiber, Hardboard Type	1/4	65	1.35	—	0.18
	Wood, Fir or Pine Sheathing	25/32	32	2.08	—	0.98
	Wood, Fir or Pine	1 5/8	32	4.34	—	2.03
BUILDING PAPER	Vapor Permeable Felt		—	—	—	0.06
	Vapor Seal, 2 Layers of Mopped 15 lb felt		—	—	—	0.12
	Vapor Seal, Plastic Film		—	—	—	Negl
WOODS	Maple, Oak, and Similar Hardwoods		45	—	0.91	—
	Fir, Pine, and Similar Softwoods		32	—	1.25	—
MASONRY UNITS	Brick, Common	4	120	40	—	.80
	Brick, Face	4	130	43	—	.44
	Clay Tile, Hollow:					
	1 Cell Deep	3	60	15	—	0.80
	1 Cell Deep	4	48	16	—	1.11
	2 Cells Deep	6	50	25	—	1.52
	2 Cells Deep	8	45	30	—	1.85
	2 Cells Deep	10	42	35	—	2.22
	3 Cells Deep	12	40	40	—	2.50
	Concrete Blocks, Three Oval Core	3	76	19	—	0.40
	Sand & Gravel Aggregate	4	69	23	—	0.71
		6	64	32	—	0.91
		8	64	43	—	1.11
		12	63	63	—	1.28
	Cinder Aggregate	3	68	17	—	0.86
		4	60	20	—	1.11
		6	54	27	—	1.50
		8	56	37	—	1.72
		12	53	53	—	1.89
	Lightweight Aggregate	3	60	15	—	1.27
	(Expanded Shale, Clay, Slate or	4	52	17	—	1.50
	Slag; Pumice)	8	48	32	—	2.00
		12	43	43	—	2.27
	Gypsum Partition Tile:					
	3"x12"x30" solid	3	45	11	—	1.26
	3"x12"x30" 4-cell	3	35	9	—	1.35
	4"x12"x30" 3-cell	4	38	13	—	1.67
	Stone, Lime or Sand		150	—	0.08	—
MASONRY MATERIALS Concretes	Cement Mortar		116	—	0.20	—
	Gypsum-Fiber Concrete 87½% gypsum, 12½% wood chips		51	—	0.60	—
	Lightweight Aggregates		120	—	0.19	—
	Including Expanded		100	—	0.28	—
	Shale, Clay or Slate		80	—	0.40	—
	Expanded Slag; Cinders		60	—	0.59	—
	Pumice; Perlite; Vermiculite		40	—	0.86	—
	Also, Cellular Concretes		30	—	1.11	—
			20	—	1.43	—
	Sand & Gravel or Stone Aggregate (Oven Dried)		140	—	0.11	—
	Sand & Gravel or Stone Aggregate (Not Dried)		140	—	0.08	—
	Stucco		116	—	0.20	—
PLASTERING MATERIALS	Cement Plaster, Sand Aggregate		116	—	0.20	—
	Sand Aggregate	1/2	116	4.8	—	0.10
	Sand Aggregate	3/4	116	7.2	—	0.15
	Gypsum Plaster:					
	Lightweight Aggregate	1/2	45	1.88	—	0.32
	Lightweight Aggregate	5/8	45	2.34	—	0.39
	Lightweight Aggregate on Metal Lath	3/4	45	2.80	—	0.47
	Perlite Aggregate		45	—	0.67	—
	Sand Aggregate		105	—	0.18	—
	Sand Aggregate	1/2	105	4.4	—	0.09
	Sand Aggregate	5/8	105	5.5	—	0.11
	Sand Aggregate on Metal Lath	3/4	105	6.6	—	0.13
	Sand Aggregate on Wood Lath		105	—	—	0.40
	Vermiculite Aggregate		45	—	0.59	—
ROOFING	Asbestos-Cement Shingles		120	—	—	0.21
	Asphalt Roll Roofing		70	—	—	0.15
	Asphalt Shingles		70	—	—	0.44
	Built-up Roofing	3/8	70	2.2	—	0.33
	Slate	1/2	201	8.4	—	0.05
	Sheet Metal		—	—	Negl	—
	Wood Shingles		40	—	—	0.94

ادامه دارد...

دنبالهٔ جدول ۱۸ــ۱: مقاومت حرارتی مصالح ساختمانی(R)

(deg F per Btu) / (hr) (sq ft)

MATERIAL	DESCRIPTION		THICKNESS (in.)	DENSITY (lb per cu ft)	WEIGHT (lb per sq ft)	RESISTANCE R	
						Per Inch Thickness $\frac{1}{k}$	For Listed Thickness $\frac{1}{c}$
INSULATING MATERIALS							
SIDING MATERIALS (On Flat Surface)	Shingles						
	Wood, 16", 7½" exposure			—	—	—	0.87
	Wood, Double, 16", 12" exposure			—	—	—	1.19
	Wood, Plus Insul Backer Board, 5/16"			—	—	—	1.40
	Siding						
	Asbestos-Cement, ¼" lapped			—	—	—	0.21
	Asphalt Roll Siding			—	—	—	0.15
	Asphalt Insul Siding, ½" Board			—	—	—	1.45
	Wood, Drop, 1"x8"			—	—	—	0.79
	Wood, Bevel, ½"x8", lapped			—	—	—	0.81
	Wood, Bevel, ¾"x10", lapped			—	—	—	1.05
	Wood, Plywood, ⅜", lapped			—	—	—	0.59
	Structural Glass			—	—	—	0.10
FLOORING MATERIALS	Asphalt Tile		⅛	120	1.25	—	0.04
	Carpet and Fibrous Pad			—	—	—	2.08
	Carpet and Rubber Pad			—	—	—	1.23
	Ceramic Tile		1	—	—	—	0.08
	Cork Tile			25	—	2.22	—
	Cork Tile		⅛	25	0.26	—	0.28
	Felt, Flooring			—	—	—	0.06
	Floor Tile		⅛	—	—	—	0.05
	Linoleum		⅛	80	0.83	—	0.08
	Plywood Subfloor		⅜	34	1.77	—	0.78
	Rubber or Plastic Tile		⅛	110	1.15	—	0.02
	Terrazzo		1	140	11.7	—	0.08
	Wood Subfloor		2 13/32	32	2.08	—	0.98
	Wood, Hardwood Finish		¾	45	2.81	—	0.68
BLANKET AND BATT*	Cotton Fiber			0.8 - 2.0	—	3.85	—
	Mineral Wool, Fibrous Form Processed From Rock, Slag, or Glass			1.5 - 4.0	—	3.70	—
	Wood Fiber			3.2 - 3.6	—	4.00	—
	Wood Fiber, Multi-layer Stitched Expanded			1.5 - 2.0	—	3.70	—
BOARD AND SLABS	Glass Fiber			9.5	—	4.00	—
	Wood or Cane Fiber						
	Acaustical Tile		½	22.4	.93	—	1.19
	Acoustical Tile		¾	22.4	1.4	—	1.78
	Interior Finish (Tile, Lath, Plank)			15.0	—	2.86	—
	Interior Finish (Tile, Lath, Plank)		½	15.0	0.62	—	1.43
	Roof Deck Slab						
	Sheathing (Impreg or Coated)			20.0	—	2.63	—
	Sheathing (Impreg or Coated)		½	20.0	0.83	—	1.32
	Sheathing (Impreg or Coated)		2 13/32	20.0	1.31	—	2.06
	Cellular Glass			9.0	—	2.60	—
	Cork Board (Without Added Binder)			6.5 - 8.0	—	3.70	—
	Hog Hair (With Asphalt Binder)			8.5	—	3.00	—
	Plastic (Foamed)			1.62	—	3.45	—
	Wood Shredded (Cemented in Preformed Slabs)			22.0	—	1.82	—
LOOSE FILL	Macerated Paper or Pulp Products			2.5 - 3.5	—	3.57	—
	Wood Fiber: Redwood, Hemlock, or Fir			2.0 - 3.5	—	3.33	—
	Mineral Wool (Glass, Slag, or Rock)			2.0 - 5.0	—	3.33	—
	Sawdust or Shavings			8.0 - 15.0	—	2.22	—
	Vermiculite (Expanded)			7.0	—	2.08	—
ROOF INSULATION	All Types Preformed, for use above deck						
	Approximately		½	15.6	.7	—	1.39
	Approximately		1	15.6	1.3	—	2.78
	Approximately		1½	15.6	1.9	—	4.17
	Approximately		2	15.6	2.6	—	5.26
	Approximately		2½	15.6	3.2	—	6.67
	Approximatley		3	15.6	3.9	—	8.33
AIR							
AIR SPACES	POSITION	HEAT FLOW					
	Horizontal	Up (Winter)	¾ - 4	—	—	—	0.85
	Horizontal	Up (Summer)	¾ - 4	—	—	—	0.78
	Horizontal	Down (Winter)	¾	—	—	—	1.02
	Horizontal	Down (Winter)	1½	—	—	—	1.15
	Horizontal	Down (Winter)	4	—	—	—	1.23
	Horizontal	Down (Winter)	8	—	—	—	1.25
	Horizontal	Down (Summer)	¾	—	—	—	0.85
	Horizontal	Down (Summer)	1½	—	—	—	0.93
	Horizontal	Down (Summer)	4	—	—	—	0.99
	Sloping 45°	Up (Winter)	¾ - 4	—	—	—	0.90
	Sloping 45°	Down (Summer)	¾ - 4	—	—	—	0.89
	Vertical	Horiz. (Winter)	¾ - 4	—	—	—	0.97
	Vertical	Horiz. (Summer)	¾ - 4	—	—	—	0.86
AIR FILM	POSITION	HEAT FLOW					
Still Air	Horizontal	Up		—	—	—	0.61
	Sloping 45°	Up		—	—	—	0.62
	Vertical	Horizontal		—	—	—	0.68
	Sloping 45°	Down		—	—	—	0.76
	Horizontal	Down		—	—	—	0.92
15 Mph Wind	Any Position (For Winter)	Any Direction		—	—	—	0.17
7½ Mph Wind	Any Position (For Summer)	Any Direction		—	—	—	0.25

جدول ۱۹-۱ : شرایط طرح خارج تابستانی و زمستانی برای چند شهر ایران

نام شهر	تابستان			زمستان	عرض جغرافیایی درجه	ارتفاع از سطح دریا فوت
	دمای خشک F	دمای مرطوب F	دامنه تغییرات* روزانه F (Daily Range)	دمای خشک F		
آبادان	115	81	32	39	30	7
اراک	97	70	30	8	34	5780
ارومیه	93	72	27	9	38	4400
اصفهان	100	68	29	14	33	5200
اهواز	115	80	35	37	31	66
ایرانشهر	115	84	29	37	27	1870
بابلسر	92	82	15	32	37	0
بندرانزلی	90	82	15	32	37	0
بندرعباس	105	90	16	50	27	30
بندرلنگه	110	98	15	47	27	43
بندرماهشهر	110	86	15	45	30	40
بوشهر	105	87	16	43	29	46
بیرجند	103	74	30	17	33	4800
تبریز	95	86	24	18	38	4500
تهران	100	74	27	22	35	4000
چابهار	104	90	12	50	25	20
خارک	105	90	16	55	28	0
خرم‌آباد	105	78	33	26	33	4000
خرمشهر	115	80	35	45	30	0
دزفول	115	79	31	30	32	500
رامسر	90	70	13	31	37	0

دنباله جدول ۱۹-۱ : شرایط طرح خارج تابستانی و زمستانی برای چند شهر ایران

نام شهر	تابستان			زمستان	عرض جغرافیایی درجه	ارتفاع از سطح دریا فوت
	دمای خشک F	دمای مرطوب F	دامنه تغییرات* روزانه F (Daily Range)	دمای خشک F		
رشت	90	83	22	24	37	0
زابل	116	84	27	40	31	1600
زاهدان	105	76	32	17	29	4500
زنجان	95	72	31	3	37	5400
سبزوار	100	75	31	16	36	3100
سقز	97	75	37	2	36	4900
سمنان	105	79	25	23	36	3800
سنندج	100	72	33	9	35	5000
شاهرود	96	74	28	15	36	4500
شمیران	95	70	30	20	35	5600
شیراز	100	70	35	22	30	5000
طبس	113	78	33	25	34	3000
فسا	105	77	31	28	29	4600
قزوین	102	76	31	17	36	4300
کاشان	110	83	29	24	34	3150
کرمان	100	72	33	15	30	5800
کرمانشاه	100	65	42	13	34	4600
گرگان	102	85	19	30	37	400
مشهد	96	67	29	12	36	3104
همدان	95	63	38	14	35	5500
یزد	105	76	28	20	32	4000

* دامنهٔ تغییرات روزانهٔ دمای خشک (Daily Range) عبارتست از اختلاف دمای حداکثر و حداقل در طول مدت ۲۴ ساعت شبانه‌روز در شهر موردنظر.

جدول ۲۰-۱ : تصحیح دمای طرح خارج برای ساعات مختلف روز (در محاسبهٔ بارسرمایی ساختمان)

DAILY RANGE OF TEMPERATURE° (F)	DRY- OR WET-BULB	SUN TIME									
		AM			PM						
		8	10	12	2	3	4	6	8	10	12
10	Dry-Bulb	− 9	− 7	− 5	− 1	0	− 1	− 2	− 5	− 8	− 9
	Wet-Bulb	− 2	− 2	− 1	0	0	0	− 1	− 1	− 2	− 2
15	Dry-Bulb	−12	− 9	− 5	− 1	0	− 1	− 2	− 6	−10	−14
	Wet-Bulb	− 3	− 2	− 1	0	0	0	− 1	− 1	− 3	− 4
20	Dry-Bulb	−14	−10	− 5	− 1	0	− 1	− 3	− 7	−11	−16
	Wet-Bulb	− 4	− 3	− 1	0	0	0	− 1	− 2	− 3	− 4
25	Dry-Bulb	−16	−10	− 5	− 1	0	− 1	− 3	− 8	−13	−18
	Wet-Bulb	− 4	− 3	− 1	0	0	0	− 1	− 2	− 3	− 5
30	Dry-Bulb	−18	−12	− 6	− 1	0	− 1	− 4	−10	−15	−21
	Wet-Bulb	− 5	− 3	− 1	0	0	0	− 1	− 3	− 4	− 6
35	Dry-Bulb	−21	−14	− 7	− 1	0	− 1	− 6	−12	−18	−24
	Wet-Bulb	− 6	− 4	− 2	0	0	0	− 1	− 3	− 5	− 7
40	Dry-Bulb	−24	−16	− 8	− 1	0	− 1	− 7	−14	−21	−28
	Wet-Bulb	− 7	− 4	− 2	0	0	0	− 2	− 4	− 6	− 9
45	Dry-Bulb	−26	−17	− 8	− 2	0	− 2	− 8	−16	−24	−31
	Wet-Bulb	− 7	− 5	− 2	0	0	− 1	− 2	− 4	− 8	−10

فرمول : مقدار تصحیحی از جدول فوق + دمای طرح خارج از جدول ۱۹-۱ = دمای طرح خارج در ساعت موردنظر

جدول ۲۱ــ۱: شرایط طرح داخل تابستانی و زمستانی براساس شرایط آسایش انسان

نوع ساختمان	تابستان					زمستان				
	محل های لوکس		محل های معمولی			با رطوبت زنی			بدون رطوبت زنی	
	دمای خشک F	رطوبت نسبی %	دمای خشک F	رطوبت نسبی %	نوسان دما* F	دمای خشک F	رطوبت نسبی %	نوسان دما F	دمای خشک F	نوسان دما F
آپارتمان، منزل مسکونی، هتل، بیمارستان، اداره، مدرسه وغیره	74–76	50–45	77–79	50–45	2–4	74–76	35–30	4–تا3–	75–77	–4
مکانهای بامدت اشغال محدود: بانک، آرایشگاه، فروشگاه، سوپرمارکت وغیره	76–78	50–45	78–80	50–45	2–4	72–74	35–30	4–تا3–	73–75	–4
مکانهایی باگرمای نهان زیاد: تالار کنفرانس، مسجد، کلیسا، رستوران، تئاتر و سینما وغیره	76–78	55–50	78–80	60–65	1–2	72–74	40–35	3–تا2–	74–76	–4
ساختمانهای صنعتی و کارخانجات: سالن اجتماعات، سالن ماشین آلات و غیره.	77–80	55–45	80–85	60–50	3–6	68–72	36–30	6–تا4–	70–74	–6

* مقادیر ارائه شده در ستون نوسان دما برای تنظیم ترموستات اتاقی بکار می‌روند.

** برای اتاق‌هایی که سطح شیشهٔ آنها زیاد است و یادیوارهای مشرف به خارج آنها خوب عایق کاری نشده‌اند، باید دمای خشک را برابر حداکثر میزانی که درجدول پیشنهاد شده در نظر گرفت.

جدول ۲۲ــ۱: دماهای طرح داخل زمستانی برای ساختمانهای مختلف

نوع محل		دمای طرح داخل F	نوع محل		دمای طرح داخل F
منازل مسکونی		73–75	بیمارستان ها	اتاق خصوصی	72–74
فروشگاهها		65–68		اتاق جراحی	70–95
ساختمانهای عمومی		72–74		حمام	70
کارخانجات		60–65	هتل ها	اتاق خواب وحمام	75
راهروها		55–68		اتاق غذاخوری	72
مدارس	کلاس درس	72–74	دفاتر کار		68–74
	سالن اجتماعات	67–72	تئاتر و سینما		68–72
	توالت	68–70	آشپزخانه ها		66

جدول ۲۳ــ۱: شرایط طرح داخل برای کارخانجات با توجه به نوع محصولات تولیدی

(Listed conditions are only typical; final design conditions are established by customer requirements)

INDUSTRY	PROCESS	DRY-BULB (F)	RH (%)
ABRASIVE	Manufacture	75-80	45-50
BAKERY	Dough Mixer	75-80	40-50
	Fermenting	75-82	70-75
	Proof Box	92-96	80-85
	Bread Cooler	70-80	80-85
	Cold Room	40-45	—
	Make-up Rm.	78-82	65-70
	Cake Mixing	95-105	—
	Crackers & Biscuits	60-65	50
	Wrapping	60-65	60-65
	Storage—		
	Dried Ingred.	70	55-65
	Fresh Ingred.	30-45	80-85
	Flour	70-75	50-65
	Shortening	45-70	55-60
	Sugar	80	35
	Water	32-35	—
	Wax Paper	70-80	40-50
BREWERY	Storage—		
	Hops	30-32	55-60
	Grain	80	60
	Liquid Yeast	32-34	75
	Lager	32-35	75
	Ale	40-45	75
	Fermenting Cellar—		
	Lager	40-45	75
	Ale	55	75
	Racking Cellar	32-35	75
CANDY—CHOCOLATE	Candy Centers	80-85	40-50
	Hand Dipping Rm.	60-65	50-55
	Enrobing Rm.	75-80	55-60
	Enrobing—		
	Loading End	80	50
	Enrober	90	13
	Stringing	70	40-50
	Tunnel	40-45	DP — 40
	Packing	65	55
	Pan Specialty Rm.	70-75	45
	General Storage	65-70	40-50
CANDY—HARD	Mfg.	75-80	30-40
	Mixing & Cooling	75-80	40-45
	Tunnel	55	DP — 55
	Packing	65-75	40-45
	Storage	65-75	45-50
	Drying—Jellies, Gums	120-150	15
	Cold Rm.—		
	Marshmallow	75-80	45-50
CHEWING GUM	Mfg.	77	33
	Rolling	68	63
	Stripping	72	53
	Breaking	74	47
	Wrapping	74	58

INDUSTRY	PROCESS	DRY-BULB (F)	RH (%)
CERAMICS	Refractory	110-150	50-90
	Molding Rm.	80	60-70
	Clay Storage	60-80	35-65
	Decal & Decorating	75-80	45-50
CEREAL	Packaging	75-80	45-50
COSMETICS	Mfg.	65-70	—
DISTILLING	Storage—		
	Grain	60	35-40
	Liquid Yeast	32-34	
	Mfg.	60-75	45-60
	Aging	65-72	50-60
ELECTRICAL PRODUCTS	Electronic & X-ray Coils & Trans. Winding	72	15
	Tube Assem.	68	40
	Electricol Inst. Mfg. & Lab.	70	50-55
	Thermostat Assem. & Calib.	76	50-55
	Humidistat Assem. & Calib.	76	50-55
	Close Tol. Assem.	72	40-45
	Meter Assem. Test	74-76	60-63
	Switchgear—		
	Fuse & Cut-Out Assem.	73	50
	Cap. Winding	73	50
	Paper Storage	73	50
	Conductor Wrapping	75	65-70
	Lightning Arrestor	68	20-40
	Circuit Brkr. Assem. & Test	76	30-60
	Rectifiers—		
	Process Selenium & Copper Oxide Plates	74	30-40
FURS	Drying	110	—
	Shock Treatment	18-20	—
	Storage	40-50	55-65
GLASS	Cutting	Comfort	
	Vinyl Lam. Rm.	55	15
LEATHER	Drying—		
	Veg. Tanned	70	75
	Chrome Tanned	120	75
	Storage	50-60	40-60
LENSES—OPTICAL	Fusing	Comfort	
	Grinding	80	50
MATCHES	Mfg.	72-74	50
	Drying	70-75	40
	Storage	60-62	50
MUNITIONS	Metal Percussion Elements—		
	Drying Parts	190	—
	Drying Paints	110	—
	Block Powder Drying	125	—
	Condition & Load Powder Type Fuse	70	40
	Load Tracer Pellets	80	40

ادامه دارد...

• در جدول فوق هرجا لغت comfort (آسایش) بکار رفته، باید شرایط طرح داخل را از جدول ۲۱ــ۱ استخراج نمود.

دنبالهٔ جدول ۲۳ــ۱: شرایط طرح داخل برای کارخانجات با توجه به نوع محصولات تولیدی

(Listed conditions are only typical; final design conditions are established by customer requirements)

INDUSTRY	PROCESS	DRY-BULB (F)	RH (%)
PHARMACEUTICAL	Powder Storage		
	Before Mfg.	70-80	30-35
	After Mfg.	75-80	15-35
	Milling Rm.	80	35
	Tablet Compressing	70-80	40
	Tablet Coating	80	35
	Effervescent—		
	Tablet & Powder	90	15
	Hypodermic Tablet	75-80	30
	Colloids	70	30-50
	Cough Syrup	80	40
	Glandular Prod.	78-80	5-10
	Ampule Mfg.	80	35
	Gelatin Capsule	78	40-50
	Capsule Storage	75	35-40
	Microanalysis	Comfort	
	Biological Mfg.	80	35
	Liver Extract	70-80	20-30
	Serums	Comfort	
	Animal Rm.	Comfort	
PHOTO MATERIAL	Drying	20-125	40-80
	Cutting & Packing	65-75	40-70
	Storage—		
	Film Base, Film Paper, Coated Paper	70-75	40-65
	Safety Film	60-80	45-50
	Nitrate Film	40-50	40-50
PLASTIC	Mfg.—		
	Thermo Setting Compounds	80	25-30
	Cellophane	75-80	45-65
PLYWOOD	Hot Press—Resin	90	60
	Cold Press	90	15-25
PRECISION MACHINING	Spectrographic Anal.	Comfort	
	Gear Matching & Assem.	75-80	35-40
	Storage—		
	Gasket	100	50
	Cement & Glue	65	40
	Machinings	Comfort	
	Gaging, Assem. Adjusting Precision Parts		
	Honing	75-80	35-45
PRINTING	Multicolor Litho.		
	Pressroom	75-80	46-48
	Stockroom	73-80	49-51
	Sheet & Web Print.	Comfort	
	Storage, Folding, etc.	Comfort	
REFRIGERATION EQUIPMENT	Valve Mfg.	75	40
	Compressor Assem.	70-76	30-45
	Refrigerator Assem.	Comfort	
	Testing	65-82	47
RUBBER DIPPED GOODS	Mfg.	90	—
	Cementing	80	25-30
	Surgical Articles	75-90	25-30
	Storage Before Mfg.	60-75	40-50
	Lab. (ASTM Std.)	73.4	50
TEXTILES	Cotton		
	Opening & Picking	70-75	55-70
	Carding	83-87	50-55
	Drawing & Roving	80	55-60

INDUSTRY	PROCESS	DRY-BULB (F)	RH (%)
TEXTILES (cont.)	Cotton, cont.		
	Ring Spinning		
	Conventional	80-85	60-70
	Long Draft	80-85	
	Frame Spinning	80-85	55-60
	Spooling, Warping	78-80	60-65
	Weaving	78-80	70-85
	Cloth Room	75	65-70
	Combing	75	55-65
	Linen		
	Carding, Spinning	75-80	60
	Weaving	80	80
	Woolens		
	Pickers	80-85	60
	Carding	80-85	65-70
	Spinning	80-85	50-60
	Dressing	75-80	60
	Weaving—		
	Light Goods	80-85	55-70
	Heavy	80-85	60-65
	Drawing	75	50-60
	Worsteds		
	Carding, Combing, & Gilling	80-85	60-70
	Storage	70-85	75-80
	Drawing	80-85	50-70
	Cap Spinning	80-85	50-55
	Spooling, Winding	75-80	55-60
	Weaving	80	50-60
	Finishing	75-80	60
	Silk		
	Prep. & Dressing	80	60-65
	Weaving & Spinning	80	65-70
	Throwing	80	60
	Rayon		
	Spinning	80-90	50-60
	Throwing	80	55-60
	Weaving		
	Regenerated	80	50-60
	Acetate	80	55-60
	Spun Rayon	80	80
	Picking	75-80	50-60
	Carding, Roving, Drawing	80-90	50-60
	Knitting		
	Viscose or Cuprammonium	80-85	65
	Synthetic Fiber Prep. & Weaving		
	Viscose	80	60
	Celanese	80	70
	Nylon	80	50-60
TOBACCO	Cigar & Cigarette Mfg.	70-75	55-65
	Softening	90	85-88
	Stemming & Stripping	75-85	75
	Storage & Prep.	78	70
	Conditioning	75	75
	Packing & Shipping	75	60

• در جدول فوق هرجا لفت comfort (آسایش) بکار رفته، باید شرایط طرح داخل را از جدول ۲۱ــ۱ استخراج نمود.

فصل دوم

حرارت مرکزی

در این فصل ضمن تشریح چگونگی محاسبات بار حرارتی ساختمان در زمستان، با نحوهٔ محاسبه و انتخاب اجزاءِ مختلف سیستم حرارت مرکزی آشنا خواهیم شد.

کلیات ـ بمنظور تثبیت دمای دلخواه و مناسب درداخل ساختمان باید ابتدا از میزان تلفات حرارتی محل اطلاع حاصل نمود تا بتوان برمبنای آن، ظرفیت وسایل حرارتی مورد نیاز را برآورد کرد، لذا محاسبهٔ دقیق و صحیح تلفات حرارتی ساختمان در کیفیت عملیاتی سیستم حرارت مرکزی نقش اساسی و تعیین کننده‌ای خواهد داشت. در فصل زمستان حرارت داخل ساختمان از راههای مختلفی تلف می‌شود که عبارتند از:

۱ ــ تلفات حرارتی از جداره‌های ساختمان شامل دیوار، سقف، کف، در و پنجره.

۲ ــ تلفات حرارتی در نتیجهٔ ورود هوای سرد خارج به‌داخل ساختمان. این تلفات حرارتی ممکن است از طریق تهویهٔ اجباری هوای ساختمان و یا نفوذ هوای خارج بطور طبیعی از درزهای در و پنجره و غیره، پیش بیاید.

گاهی نیز ممکن است تلفات حرارتی منفی یا بعبارت دیگر اکتساب حرارت داشته باشیم، که این در اثر حرارت تولیدی از دستگاهها یا لوازمی است که درداخل ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگر مقدار حرارت مکتسبه قابل توجه باشد، باید در محاسبات منظور گردد.

پس از محاسبهٔ تلفات حرارتی ساختمان باید آنرا بنحوی جبران کنیم تا دمای اتاقها و فضاهای موردنظر در حدود دلخواه و مناسب تثبیت شود. زمانی می‌توان ایجاد شرایط دمایی مناسب در داخل ساختمان را تضمین نمود که برروی تمام مراحل تولید و انتقال حرارت کنترل مداوم صورت گیرد و بهترین طریق نیل بدین هدف، تمرکز عملیات تولید حرارت در ساختمان است. پروسهٔ تولید و انتقال حرارت در یک سیستم حرارت مرکزی بدین صورت است که گرمای لازم جهت جبران تلفات حرارتی ساختمان توسط یک دیگ در داخل اتاقی بنام موتورخانه، برروی آب یا بخار سوار شده توسط لوله‌های ناقل به مبدل‌های گرمایی مستقر در اتاق‌ها از قبیل رادیاتور یا کنوکتور منتقل می‌گردد. مادهٔ ناقل حرارت پس از انجام تبادل حرارتی در اتاق مجدداً به دیگ برگشت داده می‌شود تا چرخهٔ فوق باردیگر تکرار گردد. تمام مراحل این عملیات را می‌توان با وسایلی از قبیل ترموستات و غیره بطور مؤثری کنترل نمود. در بعضی از کشورها، مراکزی وجود دارند که آبگرم یا بخار لازم برای گرمایش یک منطقه شامل دهها ساختمان را تهیه و توسط لوله‌های ناقل بدانجا منتقل نموده ساکنین آنها را از بخش اعظم مسائل گرمایش ساختمان آسوده می‌سازند.

سیستم‌های حرارت مرکزی را از جنبه‌های گوناگونی می‌توان طبقه‌بندی نمود که در مباحث آینده با هریک از آنها آشنا خواهیم شد:

۱ ــ از نظر مادهٔ ناقل حرارت ـ آبگرم، آب داغ، بخار، هوای گرم.

۲ ــ از نظر چگونگی توزیع گرما در اتاقها ـ با جابجایی طبیعی هوا (رادیاتور ـ کنوکتور)، با جابجایی اجباری هوا (فن کویل)، تشعشعی.

۳ ــ از نظر چگونگی گردش آب در سیستم ـ با گردش طبیعی، با گردش اجباری (توسط پمپ).

محاسبهٔ تلفات حرارتی ساختمان

پس از تعیین دمای طرح خارج و داخل ساختمان، محاسبات تلفات حرارتی را قدم به‌قدم به‌ترتیب زیر انجام می‌دهیم:

۱ ــ تلفات حرارتی از جداره‌های اتاق (Q_1):

چگونگی محاسبهٔ تلفات حرارتی از جداره‌های اتاق مشروحاً در فصل اول ارائه گردید. Q_1 عبارت خواهد بود از حاصل‌جمع تلفات حرارتی از تمام جداره‌های اتاق:

Q_1 [Btu/hr] = انتقال حرارت هدایتی از دیوارها، درها و پنجره‌ها + انتقال حرارت هدایتی از سقف و کف

۲ ــ تلفات حرارتی از راه نفوذ یا تهویهٔ هوا (Q_2):

برای محاسبهٔ تلفات حرارتی از راه نفوذ یا تهویهٔ هوا، ابتدا باید مقدار هوای نفوذی را محاسبه کنیم:

چگونگی ورود هوا به داخل ساختمان:

نفوذ هوا به‌داخل ساختمان همواره یکی از طرق مهم دفع حرارت (در زمستان) و جذب حرارت (در تابستان) می‌باشد. نفوذ طبیعی هوا عموماً تحت تأثیر یکی از عوامل زیر صورت می‌گیرد:

الف ــ سرعت باد ـ سرعت باد باعث ایجاد فشار در سمت مشرف به‌باد و همچنین خلاء ملایمی در سمت داخل ساختمان شده سبب نفوذ هوای خارج از درز درها، پنجره‌ها و غیره به‌داخل می‌گردد.

ب ــ خاصیت دودکشی ـ اختلاف دمای فضاهای داخل و خارج ساختمان و نتیجتاً اختلاف چگالی هوای داخل و خارج باعث صعود هوای گرم از طریق راه‌پله‌ها و آسانسورها و سایر قسمت‌هایی که می‌توانند حالت دودکش داشته باشند شده نفوذ هوای خارج را به داخل ساختمان موجب می‌شود. در زمستان نفوذ هوا از پایین ساختمان و رانش هوا از بالای ساختمان و در تابستان برعکس خواهد بود.

مقدار هوای نفوذی بستگی دارد به میزان کیپ بودن درها و

پنجره‌ها، ارتفاع ساختمان، کیفیت روکار ساختمان، جهت و سرعت وزش باد و یا مقدار هوایی که برای تهویه یا تعویض درنظر گرفته می‌شود. تهویهٔ هوا به‌منظور تأمین اکسیژن مصرف شده توسط ساکنین و یا خروج دود و گرد و غبار ناشی از بعضی وسایل در مکانهایی مثل کارخانجات، امری ضروری است. این مهم ممکن است به‌طور طبیعی با بازکردن درها و پنجره‌ها و یا به‌صورت اجباری توسط بادزن صورت گیرد. با ورود هوای خارج مقداری از حرارت داخل ساختمان بصورت گرمای نهان در اثر اختلاف رطوبت نسبی داخل و خارج و مقداری نیز به‌صورت گرمای محسوس ناشی از اختلاف دماهای خشک داخل و خارج، تلف می‌گردد. در محاسبات حرارت مرکزی، در صورتیکه رطوبت‌زنی صورت نگیرد، تنها بارگرمایی محسوس هوای نفوذی منظور می‌گردد.

محاسبهٔ حجم هوای ورودی به داخل ساختمان به یکی از روش‌های زیر صورت می‌گیرد:

۱ ــ روش درزی[1] ـ مقدار نفوذ هوا از واحد طول درز درها و پنجره‌ها برحسب فوت مکعب بر ساعت (CFH) و بازاء سرعت‌های مختلف باد در جدول ۱ــ۲ (آخر فصل دوم) ارائه گردیده است، لذا با توجه به سرعت باد در ناحیه‌ای که ساختمان در آن واقع شده و نوع در و پنجره می‌توانیم مقدار کل هوای نفوذی را از فرمول زیر محاسبه نماییم:

$V = L \times q$

V = مقدار کل هوای نفوذی از درزهای در یا پنجره برحسب فوت مکعب بر ساعت. [CFH]

L = طول درز برحسب فوت

q = مقدار هوای نفوذی از واحد طول درز برحسب فوت مکعب بر ساعت [CFH] از جدول ۱ــ۲

ضمنا مقداری هوا از طریق منافذ موجود در دیوارها وارد ساختمان می‌شود که در اغلب ساختمانها با توجه به اندود بودن طرفین دیوارها و پوشیده شدن جدار داخلی آنها توسط رنگ یا کاغذ دیواری، این مقدار هوای نفوذی ناچیز بوده می‌توان از آن صرفنظر نمود.

۲ ــ روش حجمی[2] ــ در این روش جهت محاسبهٔ مقدار هوای نفوذی از فرمول زیر استفاده می‌شود: $V = v \times n$

V = [CFH] حجم هوای نفوذی برحسب فوت مکعب در ساعت

v = حجم اتاق یا محل مورد نظر برحسب فوت مکعب

n = دفعات تعویض هوای اتاق در ساعت از جدول A ــ ۲

همانطور که از فرمول فوق استنباط می‌گردد، در این روش مقدار هوای نفوذی بر پایهٔ تعداد دفعاتی که در مدت یک ساعت، هوای اتاق با هوای تازه تعویض می‌شود، برآورد می‌گردد. باید توجه نمود که تعداد دفعات تعویض (n) که در جدول A ــ ۲ ارائه گردیده، برمبنای نفوذ و تهویهٔ طبیعی هوا و بدون کمک وسایلی نظیر وانتیلاتور است. در مورد تهویهٔ اجباری هوا و چگونگی محاسبهٔ حجم هوای لازم در اینحالت، در فصل سوم (تهویه مطبوع) توضیح کافی داده خواهد شد.

روش حجمی نسبت به روش درزی دارای دقت کمتری بوده ولی آسانتر است.

جدول A ــ ۲ *

دفعات تعویض هوا در ساعت (n)	نوع اتاق
1	برای اتاق‌هائیکه از یک دیوار در و پنجرهٔ رو به خارج دارند
1 1/2	برای اتاق‌هائیکه از دو دیوار در و پنجرهٔ رو به خارج دارند
2	برای اتاق‌هائیکه از سه یا چهار دیوار در و پنجرهٔ رو به خارج دارند
2	برای راهروهای ورودی ساختمان
1/2	برای اتاق‌ها یا فضاهای فاقد در و پنجرهٔ رو به خارج مانند راهرو یا هال که در وسط ساختمان واقع شده‌اند.

* در صورت تهویهٔ اجباری به جدول استانداردهای تهویه در فصل سوم مراجعه شود.

محاسبهٔ بار حرارتی هوای نفوذی:

پس از محاسبهٔ حجم هوای نفوذی به داخل اتاق، از طریق فرمول زیر مقدار بار حرارتی آنرا محاسبه می‌کنیم:

$Q_2 = V \times 0.0749 \times 0.241 \times (t_i - t_o)$

Q_2: بار حرارتی هوای نفوذی [Btu/hr]

V : حجم هوای نفوذی [CFH]

0.0749: جرم مخصوص هوا در شرایط استاندارد**، که برای شرایط غیراستاندارد یعنی ارتفاع و دمای هوای خارج در محل مورد نظر، باید در ضریب تصحیح چگالی هوا مستخرجه از نمودار ۱ــ۲ (آخر فصل دوم) ضرب شود.

0.241: گرمای ویژهٔ هوا در فشار ثابت [Btu/lb.F]

t_i: دمای طرح داخل [F]

t_o: دمای طرح خارج [F]

ضرایب اضافی در محاسبات تلفات حرارتی:

در محاسبات ذکر شده، شرایط برای همهٔ جداره‌ها یا اتاقها قطع نظر از موقعیت آنها نسبت به جهات جغرافیایی، یکسان فرض شده است، حال آنکه درواقع چنین نیست. مثلاً جدارهٔ جنوبی اتاق

** منظور از شرایط استاندارد، شرایط هوا در سطح دریا با دمای 70F و فشار بارومتریک 29.92 اینچ جیوه می‌باشد.

1– Crack Method

2– Volume Method

به دلیل اینکه بیشتر در معرض تابش آفتاب قرار دارد گرمتر از جداره‌های شمالی، شرقی و غربی می‌باشد و تلفات حرارتی کمتری خواهد داشت. همچنین اتاق‌های طبقات بالاتر بدلیل افزونی سرعت هوا در آن طبقات، دارای تلفات حرارتی بیشتری نسبت به اتاقهای پایین می‌باشند. برای ملحوظ داشتن این شرایط، ضرایب اضافی در محاسبات وارد می‌شوند که مقادیر آنها برای جهت و ارتفاع در جداول ۲ــ۲ و ۳ــ۲ (آخر فصل دوم) ارائه گردیده است. مضاف بر آنها، همواره بین ۵ تا ۱۰ درصد ضریب اطمینان جهت جبران اشتباهات محاسباتی، برای هر اتاق در نظر گرفته می‌شود. از طرفی، برخی از ساختمانها مانند مدارس یا مساجد، فقط در ساعات مشخصی از شبانه روز و یا روزهای خاصی از هفته گرم می‌شوند، بدیهی است که پس از خاموشی سیستم، مدتی طول خواهد کشید تا ساختمان از حالت سرد به شرایط مطلوب برسد. برای سرعت بخشیدن به عمل گرمایش ساختمان، باید تلفات حرارتی آنرا به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر در نظر گرفت تا به همان نسبت ظرفیت دستگاههای مولد گرما افزون گردد. برای این منظور برحسب اینکه چه مدت قبل از استفاده از محل مورد نظر بخواهیم سیستم را روشن کنیم (مدت پیش راه‌اندازی)، ضرایب مناسب در جدول ٤ــ۲ (آخر فصل دوم) ارائه گردیده اند .

بار حرارتی اتاق (Q_R) :

حاصل جمع تلفات حرارتی جداره‌ها و هوای نفوذی، بار حرارتی اتاق را که مبنای انتخاب مبدل حرارتی اتاق از قبیل رادیاتور یا فن کویل و غیره خواهد بود، بدست می‌دهد که با احتساب ضریب اطمینانی که برای جبران اشتباه در محاسبه در نظر می‌گیریم خواهیم داشت:

Q_R = (ضریب اطمینان) × $(Q_1 + Q_2)$

Q_R: بار حرارتی کل اتاق [Btu/hr]

Q_1: بار حرارتی جداره‌ها [Btu/hr]

Q_2: بار حرارتی هوای نفوذی [Btu/hr]

۳ ــ محاسبهٔ میزان آبگرم مصرفی ساختمان و بار حرارتی آن:

برای محاسبهٔ بار حرارتی که بابت تهیهٔ آبگرم مصرفی ساختمان به دیگ تحمیل می‌شود، لازم است ابتدا درجهٔ حرارت و مقدار آبگرم مصرفی ساختمان تعیین گردد:

الف ــ دمای آبگرم مصرفی :

دمای آبگرم برحسب مورد مصرف آن، متفاوت است. مثلاً دمای آبگرم برای مصارف معمولی مثل شیر دستشویی یا ظرفشویی در ساختمانهای مسکونی، حدود 120F تا 130F در نظر گرفته می‌شود. این دما برای ماشین‌هایی که کار بخصوصی انجام می‌دهند برحسب نوع کار فرق می‌کند، دستگاههایی مانند ماشین ظرفشویی یا رختشویی با آبگرمی که دمای بیشتری دارد کار می‌کنند. در بعضی صنایع لازم است بالاترین دمای ممکن در فشار اتمسفر را برای آبگرم مصرفی در نظر گرفت. البته با بالا رفتن دمای آبگرم، میزان تلفات حرارتی از لوله‌های حامل آن بیشتر می‌شود که این خود می‌تواند عامل محدود کننده‌ای در بالا بردن دمای آبگرم باشد. به این دلیل اصولاً دمای بیشتر از 160F برای آبگرم مصرفی بکار نمی‌رود مگر در مورد بعضی از صنایع. جدول B ــ ۲ دمای آبگرم را برای بعضی از مصارف نشان می‌دهد. در محاسبات بار حرارتی آبگرم مصرفی در ساختمانهای معمولی، اغلب دمای آب ورودی به آبگرمکن (آب شهر) برابر 60F و دمای آبگرم خروجی 140F در نظر گرفته می‌شود.

جدول B ــ ۲: دمای آبگرم برای بعضی از مصارف

نوع مصرف	دمای آبگرم مصرفی [F]
شیر دستشویی یا ظرفشویی	125
حمام	100 – 105
گاراژها (برای شستشوی اتوموبیل)	75 – 85
شستشوی ماشین آلات صنعتی	140 – 160
شستشوی پشم و ابریشم	92 – 98
شستشوی پنبه و کتان	120 – 125
استخر شنا	70 – 80

ب ــ مقدار آبگرم مصرفی و ظرفیت آبگرمکن:

برای تعیین میزان آبگرم مصرفی در ساختمانهای مختلف، جداولی توسط انجمن‌های مهندسین تأسیسات کشورهای اروپایی و آمریکا در کتب راهنما ارائه گردیده است که طبعاً بر پایهٔ عادات ملی و فرهنگی کشور متبوعشان می‌باشد. از آنجائیکه در ایران مطالعهٔ جامعی در مورد میزان مصرف آبگرم صورت نگرفته و از طرفی با توجه به گوناگونی آب و هوا در نقاط مختلف ایران و عادات مختلف مردم ساکن این مناطق، تعیین میزان واقعی مصرف آبگرم بسیار دشوار است، ناگزیریم همان جداول خارجی را مبنای محاسبات قرار داده تجربیات و مشاهدات شخصی را نیز در این امر دخالت دهیم. جداول مذکور، میزان مصرف آبگرم را برحسب نوع ساختمان و مقدار لازم برای هریک از ساکنین یا وسایل بهداشتی مورد استفاده در ساختمان ارائه می‌دهند. قبل از استفاده از این جداول، بهتر است با چند اصطلاح مهم در ارتباط با آنها آشنا شویم:

۱ ــ ضریب تقاضا[1] ــ میزان آبگرمی که در جداول برای مصارف مختلف پیشنهاد می‌گردد، حداکثر مقداری است که بر پایهٔ استفادهٔ مستمر در تمام ساعات روز تعیین گردیده است، ولی بدیهی است

1– Demand Factor

که میزان تقاضا برای آبگرم در تمام ساعات یکسان نیست بلکه در ساعاتی از روز این مقدار حداکثر و در ساعاتی دیگر حداقل و حتی صفر است. از طرفی تمام وسایل بهداشتی موجود در ساختمان درآن واحد و به‌طور همزمان مشغول بکار نمی‌باشند، لذا انجام محاسبات مربوط به آبگرم مصرفی اعم از اندازه گذاری لوله ها، حجم منبع و بار حرارتی آبگرم مصرفی بر مبنای حداکثر مصرف، معقول به‌نظر نمی‌رسد. برای پی بردن به میزان واقعی مصرف که می‌تواند اساس محاسبات قرار گیرد، در هریک از جداول ضریبی بنام ضریب تقاضا ارائه گردیده است که با ضرب کردن آن در ارقام ارائه شده برای حداکثر آبگرم مصرفی، مقدار واقعی مصرف آبگرم ساختمان مورد نظر در ساعت بدست می‌آید. **ظرفیت حرارتی**[1] آبگرمکن که عبارتست از مقدار آبی که در یک ساعت توسط آبگرمکن گرم می‌شود، حداقل برابر خواهد بود با مقدار واقعی مصرف آبگرم ساختمان در ساعت. جداول ۵ــ۲ و ۶ــ۲ (آخر فصل دوم)، مقادیر حداکثر آبگرم مصرفی را بترتیب برحسب نوع وسایل بهداشتی و میزان لازم برای هر نفر در ساعت، ارائه می‌دهند. برای دست‌یابی به دقت عمل بیشتر، توصیه می‌گردد که همواره از جدول ۵ــ۲ استفاده شود.

۲ ــ ضریب ذخیرهٔ منبع[2] ــ برای تعیین حجم منبع آبگرم مصرفی، ضریبی تحت عنوان ضریب ذخیرهٔ منبع در جداول ۵ــ۲ و ۶ــ۲ ارائه شده است که با ضرب کردن آن در مقدار واقعی مصرف آبگرم، حجم منبع آبگرم بدست می‌آید. موضوع قابل توجه در مورد منابع آبگرم مصرفی اینست که پس از مصرف 70 تا 75 درصد آبگرم موجود در منبع، بقیهٔ آب منبع سرد خواهد شد، بنابراین باید حجم منبع آبگرم را حداقل بین 25 تا 30 درصد بیش از میزان مصرف واقعی آبگرم در نظر گرفت. عموماً، در صورتیکه تقاضا برای آبگرم یکنواخت نباشد به منبع ذخیرهٔ بزرگتری احتیاج خواهد بود. در ساختمانهایی که تقاضا برای آبگرم تقریباً یکنواخت باشد، می‌توان منبع ذخیرهٔ کوچکتری اختیار نموده در عوض ظرفیت حرارتی آبگرمکن را افزایش داد. امّا حتی المقدور باید منبع ذخیره را بزرگتر در نظر گرفت، زیرا این امر باعث کاهش بار حرارتی دیگ و کوچکتر شدن اندازهٔ سطح حرارتی آبگرمکن خواهد شد. کارخانجات، ادارات و مدارس معمولاً دارای تقاضای آبگرم غیر یکنواخت بوده حداکثر تقاضای آنها در مدت زمان بسیار کوتاهی رخ می‌دهد. تقاضای آبگرم در آپارتمانها، منازل، هتلها و بیمارستانها معمولاً از یکنواختی بیشتری برخوردار است، لذا می‌توان ضرایب ذخیرهٔ منبع را برای هتلها و بیمارستانها بترتیب تا 0.8 و 0.6 تقلیل داده در عوض ظرفیت حرارتی آبگرمکن را افزایش داد. در مورد منابع ذخیرهٔ آبگرم، توصیه می‌شود که در ساختمانهای بزرگ (مثل مدارس) که برای سرایدار و خانواده‌اش نیز محل سکونتی در خود ساختمان در نظر گرفته می‌شود، منبع آبگرم جداگانه‌ای برای سرایداری محاسبه و نصب گردد. همچنین بهتر است در ساختمانهای بزرگ، مقدار محاسبه شده برای حجم منبع را بین چند منبع تقسیم نماییم تا در صورت احتیاج به تعمیر و غیره، ساختمان از آبگرم محروم نشود. جدول ۷ــ۲ (آخر فصل دوم) را می‌توان برای محاسبهٔ سریع و سرانگشتی حجم منبع آبگرم مورد استفاده قرار داد.

فرمولهای محاسباتی - بر پایهٔ مطالب مذکور، می‌توانیم مقدار واقعی مصرف آبگرم و حجم منبع را با استفاده از فرمولهای زیر تعیین نماییم:

ضریب تقاضا × حداکثر مصرف = مقدار واقعی مصرف
آبگرم در ساعت آبگرم در ساعت

ضریب ذخیرهٔ منبع × ضریب تقاضا × حداکثر مصرف = حجم منبع
آبگرم در ساعت آبگرم

محاسبهٔ بار حرارتی آبگرم مصرفی (Q_3):

پس از تعیین مقدار واقعی آبگرم مصرفی که برابر است با حداقل ظرفیت حرارتی آبگرمکن، بار حرارتی آبگرم مصرفی را با استفاده از فرمول زیر تعیین می‌کنیم:

که در آن: $Q_3 = V \times 8.33 \times (t_2 - t_1)$

Q_3: بار حرارتی آبگرم مصرفی [Btu/hr]

V: مقدار واقعی آبگرم مصرفی برحسب گالن بر ساعت [GPH]

8.33: وزن مخصوص آب برحسب پاوند بر گالن

t_1: دمای آب شهر ورودی به آبگرمکن (معمولاً 60 F)

t_2: دمای آبگرم مصرفی خروجی از آبگرمکن [F]

مثال ۱: مقدار واقعی مصرف، حجم منبع و بار حرارتی آبگرم مصرفی را برای خانه‌ای با شش نفر سکنه محاسبه کنید. دمای آبگرم مصرفی را 140 F و دمای آب شهر را 60 F در نظر بگیرید.

حل: با استفاده از جدول ۶ــ۲ خواهیم داشت:

مقدار واقعی مصرف آبگرم = $6 \times 10 \times 0.6 = 36$ [GPH]

حجم منبع آبگرم = $6 \times 10 \times 0.6 \times 1.4 = 50.4$ گالن

$Q_3 = 36 \times 8.33 \times (140 - 60) = 23990$ [Btu/hr]

مثال ۲: در ساختمان هتلی وسایل بهداشتی زیر نصب شده است. مقدار واقعی آبگرم مصرفی، حجم منبع و بار حرارتی آبگرم مصرفی را تعیین کنید، در صورتیکه دمای آب شهر و دمای آبگرم خروجی از آبگرمکن بترتیب 60F و 140F باشند.

۱ ــ دستشویی و توالت خصوصی	80 عدد
۲ ــ دستشویی و توالت عمومی	6 عدد
۳ ــ دوش	80 عدد

1– Heating Capacity 2– Storage Factor

٤ ــ وان	40 عدد
٥ ــ سینک آبدارخانه	2 عدد
٦ ــ سینک ظرفشویی	10 عدد
٧ ــ ماشین رخت شویی	5 عدد

حل: با استفاده از جدول ٥ــ٢ (آخر فصل دوم) خواهیم داشت:

$$\text{حداکثر مصرف آبگرم} = 80 \times 3 + 6 \times 10 + 80 \times 100 + 40 \times 20 + 2 \times 20 + 10 \times 30 + 5 \times 150$$

$$= 10910 \text{ [GPH]}$$

$$\text{مقدار واقعی مصرف آبگرم} = 10910 \times 0.35 = 3820 \text{ [GPH]}$$

$$\text{حجم منبع گالن} = 10910 \times 0.35 \times 0.8 = 3055$$

$$\text{بار حرارتی آبگرم مصرفی} = 3820 \times 8.33 \times (140 - 60)$$

$$= 2545648 \text{ [Btu/hr]}$$

در مورد این ساختمان باید حجم محاسبه شده برای منبع ذخیره (گالن 3055) را بین چند منبع تقسیم نمود.

مثال ٣: در یک کارخانه تعداد 9 دوش، 200 دستشویی و توالت خصوصی، 20 لگن پاشویی، 20 دستشویی و توالت عمومی و یک ماشین ظرفشویی وجود دارند. مصرف واقعی، حجم منبع و بار حرارتی آبگرم مصرفی را محاسبه نمایید. دمای آب شهر و آبگرم مصرفی بترتیب 60F و 140F در نظر گرفته شود.

حل: با استفاده از جدول ٥ــ٢ خواهیم داشت:

$$\text{حداکثر مصرف آبگرم} = 9 \times 300 + 200 \times 3 + 20 \times 12 + 20 \times 15 + 1 \times 100 = 3940 \text{ [GPH]}$$

$$\text{مقدار واقعی مصرف آبگرم} = 3940 \times 0.60 = 2364 \text{ [GPH]}$$

$$\text{حجم منبع آبگرم} = 3940 \times 0.60 \times 1 = 2364 \text{ [GAL]}$$

$$\text{بار حرارتی آبگرم مصرفی} = 2364 \times 8.33 \times (140 - 60)$$

$$= 1575370 \text{ [Btu/hr]}$$

در مورد آبگرمکن ها:

آبگرمکن ها عموماً بر دو نوع می‌باشند:

الف ــ آبگرمکن های مستقیم ـ در این آبگرمکن ها، آبگرم در اثر احتراق سوخت در خود مخزن تهیه می‌شود. این آبگرمکن ها که در ظرفیت های مختلف از 25 تا 250 گالن موجود می‌باشند برحسب نوع سوخت مصرفی در انواع زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

١ ــ آبگرمکن های با سوخت جامد (چوب ـ زغال سنگ) با راندمان حرارتی 65 ــ 55 درصد

٢ ــ آبگرمکن های با سوخت مایع (نفت ـ گازوئیل ـ مازوت) با راندمان حرارتی 80 ــ 70 درصد

٣ ــ آبگرمکن های با سوخت گاز (گازمایع ـ گاز شهر) با راندمان حرارتی 95 ــ 70 درصد

٤ ــ آبگرمکن های الکتریکی با راندمان تا 85 درصد

ب ــ آبگرمکن های غیر مستقیم ـ در این نوع آبگرمکن که در کلیهٔ تأسیسات حرارت مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، آبگرم مصرفی توسط آب داغ و یا بخار ایجاد شده در دیگ، در داخل یک مبدّل حرارتی تهیه می‌گردد. این منابع بر دو نوع می‌باشند:

١ ــ منبع دوجداره ــ این آبگرمکن که در اغلب ساختمانهای مجهز به تأسیسات حرارت مرکزی دیده می‌شود، از دو استوانهٔ تو در تو تشکیل شده است. آب داغ یا بخار تهیه شده در دیگ به جدار خارجی منبع ارسال شده آب موجود در استوانهٔ داخلی را گرم می‌کند. برای تسریع گرمایش آب باید طول منابع دوجداره نسبت به قطرشان زیاد باشد تا سطح تبادل حرارت افزون گردد. ضمناً جهت جلوگیری از تلفات حرارتی منبع حتماً باید آنرا عایق پیچی نمود. جنس این منابع از ورق آهن گالوانیزه بوده با ظرفیتهای 37 تا 1250 گالن ساخته می‌شوند. بهتر است در تأسیسات بزرگ، بجای یک منبع از دو یا چند منبع که در مجموع همان ظرفیت را داشته باشند استفاده شود تا در صورت خرابی و تعمیر یکی از منابع، ساختمان از آبگرم بی نصیب نماند. راندمان حرارتی منابع دوجداره حدود 95% است.

٢ ــ منبع کویلی ــ این آبگرمکن یک مبدل حرارتی از نوع پوسته و لوله می‌باشد. جنس لوله ها از آهن گالوانیزه یا مس بوده در داخل آنها بخار یا آب داغ جریان می‌یابد و آب محیط بر لوله ها را گرم می‌کند، راندمان حرارتی آنها حدود 95% است. این منابع در ظرفیت های مختلف از 50 تا 750 گالن ساخته می‌شوند.

معرفی انواع سیستم های حرارت مرکزی

قبل از ورود به مبحث انتخاب وسایل و اجزاء سیستم حرارت مرکزی، لازم است با انواع سیستم های حرارت مرکزی از نظر سیال ناقل حرارت، درجهٔ حرارت آن، چگونگی گردش آب و نوع منبع انبساط آشنا شویم:

١ ــ حرارت مرکزی با آب گرم ـ فشار این سیستم در حدود فشار جو است، لذا دمای آب گرم[1] ناقل حرارت با توجه به نقطهٔ جوش آب در ارتفاعی که سیستم در آن کار می‌کند (منحنی ١ــ١ یا جدول ٢ــ١ آخر فصل اول) تعیین می‌گردد که معمولاً از 190F تجاوز نمی‌نماید. این سیستم را می‌توان بنوبهٔ خود برحسب چگونگی گردش آب به ترتیب زیر طبقه‌بندی نمود:

الف ــ سیستم با جریان طبیعی ــ که در آن گردش آب در اثر

---

١ ــ در اینجا برای ایجاد وجه تمایز بین سیستم های حرارت مرکزی آبی‌که در فشارجو و فشارهای بالاتر عمل می‌نمایند، از صفتهای گرم و داغ برای آب ناقل حرارت استفاده شده است.

نیروی ترموسیفون ناشی از اختلاف وزن مخصوص آبگرم رفت و برگشت و بدون کمک عامل خارجی (پمپ) صورت می‌گیرد. بدلیل محدود بودن نیروی ترموسیفون و عدم توانایی آن برای مقابله با افت فشار زیاد در مسیر لوله کشی، این سیستم تنها برای ساختمانهای کوچک قابل استفاده است. دمای آب رفت در این سیستم معمولاً بین 140F و180F و اختلاف دمای آب رفت و برگشت حدود 25F تا 40F در نظر گرفته می‌شود. نمودار ۲ــ۲ (آخر فصل دوم) فشار جریان را برای هر فوت ارتفاع گردش آب بازاء دماهای مختلف آب رفت و برگشت نشان می‌دهد. فرمول کلی برای تعیین فشار جریان طبیعی آب گرم به قرار زیر است:

$$H = h\,(d_2 - d_1) \times 27.72$$

که در آن:

H – فشار جریان برحسب اینچ آب

h – فاصلهٔ عمودی بین مرکز دیگ و واحد حرارتی (ارتفاع گردش آب) برحسب اینچ

d_1, d_2 – [lb/in^3] به ترتیب وزن مخصوص آب گرم رفت و برگشت

وزن مخصوص اب در دماهای مختلف را می‌توان از جدول ۳ــ۱ یا منحنی ۲ــ۱ (آخر فصل اول) بدست آورد.

ب ــ سیستم باجریان اجباری ــ در این سیستم انرژی لازم برای گردش آب و غلبه بر افت فشارهای مسیر توسط یک پمپ تأمین می‌گردد، لذا سرعت گردش آب بیشتر بوده اختلاف دمای آب رفت و برگشت را می‌توان تقلیل داد. مناسبترین اختلاف دمای آب رفت و برگشت برای این سیستم حدود 20F می‌باشد. دمای آب رفت در این سیستم بین 170F تا 190F در نظر گرفته می‌شود.

۲ ــ حرارت مرکزی با آب داغ - در این سیستم که بیشتر در تأسیسات بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد، دمای آب از حد نقطهٔ جوش آن در فشار جو فراتر رفته تا حداکثر 400F می‌رسد. بدیهی است که در چنین صورتی دیگر سیستم نمی‌تواند تحت فشار آتمسفر کار کند بلکه باید بترتیبی فشار سیستم را بالا برد تا حدی که آب در دماهای بالا به بخار تبدیل نشود. برای نیل بدین مقصود، در سیستم های حرارت مرکزی با آب داغ از منابع انبساط بسته استفاده می‌گردد. این منابع علاوه بر وظیفهٔ جبران توسانات حجمی آب سیستم که ناشی از تغییرات دمای آب می‌باشد، مسئولیت ایجاد فشار مناسب را توسط بالشتکی از هوا، بخار یا یک گاز بی اثر مانند ازت که نیمی از حجم منبع را اشغال می‌کند، بعهده دارند. فشار این بالشتک برروی سطح آب داخل منبع را می‌توان بدلخواه روی سوپاپ اطمینانی که روی منبع قرار دارد، تنظیم نمود. نکتهٔ قابل توجه در سیستم های حرارت مرکزی با آب داغ اینست که فشار سیستم بنحو کاملاً مطمئنی کنترل گردد تا نه از میزان لازم فراتر رفته بحد خطرناکی برسد و نه آنقدر نزول کند که امکان تبخیر آب فراهم شود. منحنی های ۱ــ۱ و ۲ــ۱ و جداول ۲ــ۱ و ۳ــ۱ (آخر فصل اول) تغییرات دمای جوش و سایر خواص آب را نسبت به تغییرات فشار نشان می‌دهند. گردش آب در سیستم های حرارت مرکزی با آب داغ حتماً بصورت اجباری و توسط پمپ صورت می‌گیرد.

۳ ــ سیستم حرارت مرکزی بابخار- در این سیستم سیال ناقل حرارت، بخار می‌باشد. مقدار حرارتی که توسط بخار حمل می‌شود نسبت به آب گرم یا آب داغ بسیار قابل ملاحظه است، بطوریکه با یک پاوند آب گرم با افت دمای 20F می‌توان 20 Btu گرما به محل مورد نظر منتقل کرد، در حالیکه در اثر تقطیر یک پاوند بخار در فشار جو در داخل کنوکتور حدود 1000 Btu گرما حاصل می‌گردد. بدین دلیل برای مناطق بسیار سرد، حرارت مرکزی منطقه‌ای، آسمانخراشها، کارخانجات بزرگ، پادگانها و اصولاً ساختمانهای پراکنده‌ای که از یک مرکز گرمایش تغذیه می‌شوند و همچنین برای برخی از تأسیسات نظیر بیمارستانها که بخار دارای مصارف عدیده‌ای مثل رختشویی، پخت و پز، استرلیزاسیون و غیره می‌باشد، گرمایش با بخار بسیار مناسب است. دربارهٔ چگونگی محاسبات سیستم حرارت مرکزی با بخار بعداً بطور مفصل توضیح داده خواهد شد.

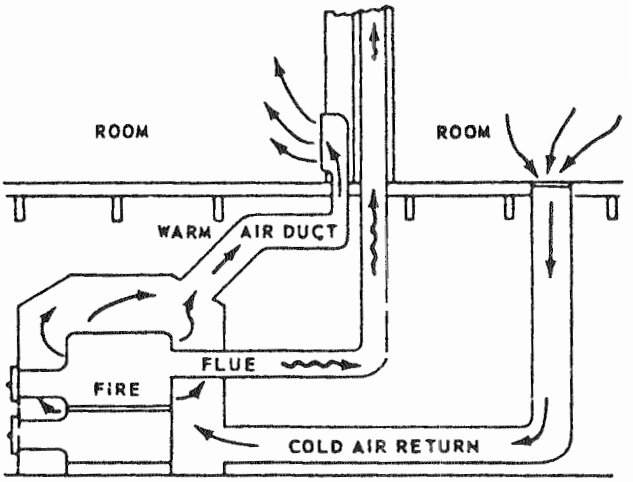
٤ ــ سیستم حرارت مرکزی با هوای گرم- در این سیستم سیال ناقل حرارت، هواست. گرم کردن هوا ممکن است بطور مستقیم در کوره هوای گرم یا بصورت غیر مستقیم توسط آب گرم یا بخار ارسالی از دیگ در وسایلی مانند هواساز و فن کویل انجام پذیرد. گردش هوای گرم نیز می‌تواند مانند گردش آب گرم، بصورت طبیعی یا اجباری (توسط بادزن) صورت گیرد:

الف ــ گردش طبیعی هوا ــ نیروی محرک هوا در این سیستم همانا اختلاف وزن مخصوص هوای گرم متصاعد و هوای سرد متنازل می‌باشد. هوا پس از گرم شدن در کوره از داخل کانال به محل های مورد نظر ارسال گردیده پس از گرم کردن محیط با از دست دادن مقداری از حرارت خود سردتر شده از طریق کانال برگشت به کورهٔ هوای گرم باز می‌گردد، شکل ۱ــ۲ الف نشان دهندهٔ چنین سیستمی است. بدیهی است که در این سیستم نیز باید مقاومت در مسیر کانال کمتر از سیستم اجباری باشد تا هوا قدرت گردش طبیعی در تمام قسمت های مورد نظر را داشته باشد.

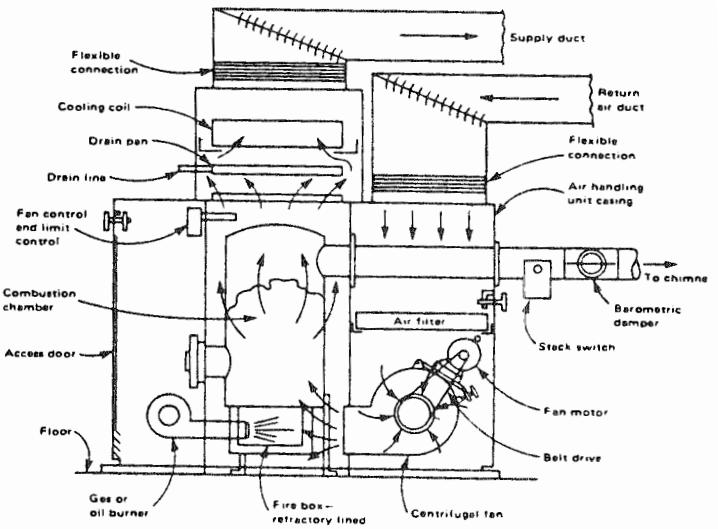
ب ــ گردش اجباری هوا ــ در این سیستم نیروی محرک هوا توسط بادزن تأمین می‌گردد. این بادزن ممکن است در کورهٔ هوای گرم (شکل ۱ــ۲ ب) و یا در وسایلی مانند هواساز و فن کویل قرار داشته باشد. در این سیستم نیز هوای گرم ارسالی به محل مورد نظر پس از گرم کردن محیط به دستگاه گرم کنندهٔ هوا باز می‌گردد، ولی سرعت گردش هوا بیشتر بوده نسبت به حالت قبلی کنترل بهتری را می‌توان روی این پروسه اعمال نمود. در فصل سوم (تهویه مطبوع) چگونگی محاسبات کانال کشی سیستم با گردش اجباری هوا بطور مفصل توضیح داده خواهد شد.

گاهی ممکن است برحسب نیاز، با تهیهٔ آب داغ در دیگ و ارسال آن به مبدلهای حرارتی مختلف، در یک زمان از هر سه نوع سیال ناقل حرارت یعنی آب، بخار و هوا در قسمت های مختلف

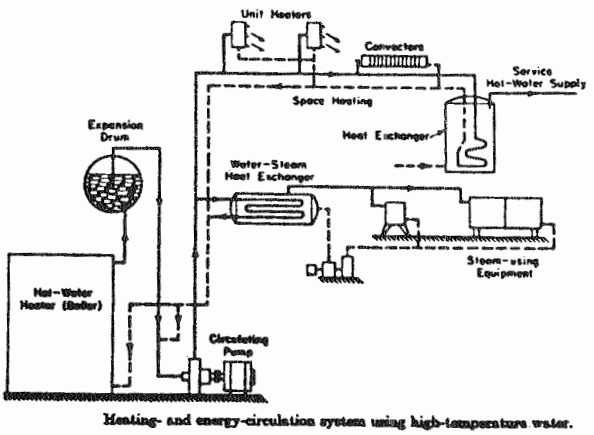
ساختمان استفاده نمود. شکل ۲ــ۲ چنین سیستمی را بطور شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۱ــ۲الف: چگونگی گردش هوا دریک سیستم طبیعی



شکل ۱ــ۲ب: کورهٔ هوای گرم



Heating- and energy-circulation system using high-temperature water.

شکل ۲ــ۲: استفادهٔ هم‌زمان از هر سه نوع سیال ناقل حرارت یعنی آب، بخار و هوای گرم در قسمت‌های مختلف ساختمان

محاسبه و انتخاب اجزاءِ سیستم حرارت مرکزی

پس از محاسبهٔ بار حرارتی ساختمان و آبگرم مصرفی، باید اجزاء سیستم حرارت مرکزی از قبیل دیگ، مشعل، پمپ، سیستم لوله کشی و مبدلهای حرارتی را برمبنای این محاسبات بنحوی انتخاب کنیم که تلفات حرارتی ساختمان را به بهترین صورت ممکن جبران کنند. چگونگی محاسبه یا انتخاب این اجزاء، در مبحث جاری تشریح خواهد شد.

۱ ــ انتخاب دیگ:

جهت انتخاب دیگ که وظیفهٔ سوارکردن حرارت بر مادهٔ ناقل گرما را بعهده دارد، باید بار حرارتی کلی ساختمان (Q_t) که مرکب است از تلفات حرارتی اتاقها (ΣQ_R) باضافهٔ بار حرارتی آبگرم مصرفی (Q_3)، معین باشد. با دردست داشتن Q_t برحسب اینکه بخواهیم مادهٔ ناقل گرما بخار یا آب گرم باشد، نوع دیگ را مشخص نموده ضمن در نظر گرفتن درصدی اضافه‌بار بابت تلفات حرارت از خود دیگ و لوله‌ها، با مراجعه به کاتالوگ کارخانهٔ سازنده، دیگ مناسب را انتخاب می‌نماییم. میزان این اضافه بار با توجه به کیفیت عایق‌پیچی لوله‌ها متفاوت بوده بین 5 تا 20 درصد کل تلفات حرارتی ساختمان منظور می‌گردد. به این ترتیب بار حرارتی مبنای انتخاب دیگ (Q_B) عبارت خواهد بود از:

$$Q_B = Q_t\ (1 + A)$$

که در آن:

Q_B: قدرت دیگ [Btu/hr]

Q_t (بار حرارتی کل ساختمان) = ΣQ_R (جمع تلفات حرارتی اتاقها) + Q_3 (بارحرارتی آبگرم مصرفی)

A: ضریب اطمینان جهت اتلاف حرارت از دیگ و لوله (5% – 20%)

حال با معلوم بودن Q_B، می‌توانیم دیگ مناسب را از روی کاتالوگ (به فصل چهارم ـ کاتالوگها مراجعه شود) انتخاب کنیم. اگر بطور دقیق، قدرت مورد نظر ما در کاتالوگ نباشد باید قدرتی را که به آن نزدیکتر است (ترجیحاً قدرت بزرگتر) را اختیار نماییم. در ساختمانهای بزرگ، زمانی که Q_B از حدود 400,000 بی تی یو بر ساعت تجاوز نماید، بهتر است بجای یک دیگ چند دیگ با قدرتهای متساوی یا نامتساوی اختیار نموده آنها را با هم موازی کنیم تا بسته به میزان سردی هوای خارج، همه یا تعدادی از آنها مورد استفاده قرار گیرند. این عمل همچنین باعث می‌شود که در مواقعی که یکی از دیگها بدلیل تعمیرات از سرویس خارج می‌شود، ساختمان توسط بقیهٔ دیگها اگر نه به حد مطلوب، لااقل تا اندازهٔ قابل تحملی گرم باقی بماند. از طرفی چون در بسیاری از شهرهای ایران فصل سرما کوتاه مدت است، کار دیگ در قسمت اعظم سال فقط تهیهٔ آبگرم مصرفی می‌باشد که این بخصوص در مورد تأسیسات بزرگ مقرون به صرفه و صلاح نبوده باعث استهلاک

غیر ضروری دیگ و متعلقات آن می‌شود، لذا توصیه می‌گردد که در تأسیسات بزرگ، یک دیگ کوچکتر مخصوص تهیهٔ آبگرم مصرفی ساختمان با دیگ یا دیگ های اصلی موازی شود تا در فصولی که احتیاج به گرمایش کل ساختمان نیست و فقط به آبگرم نیاز داریم، دیگ یا دیگ های اصلی را از سرویس خارج کرده تنها از دیگ مخصوص تهیهٔ آبگرم مصرفی استفاده نماییم.

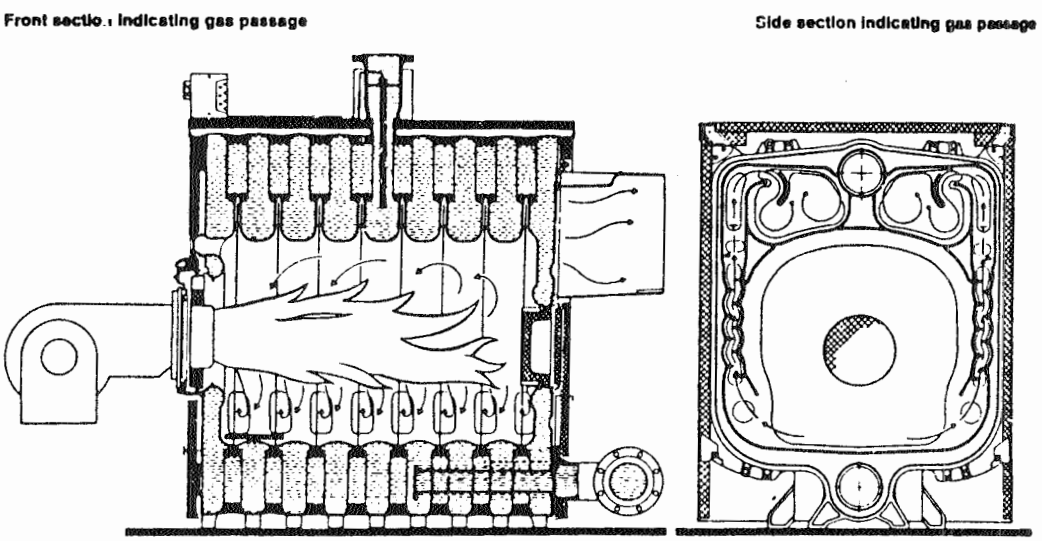
تعیین قطر دودکش - دود و گازهایی که از احتراق سوخت در داخل دیگ حاصل می‌شوند باید از راه دودکش به فضای خارج هدایت گردند. تصاعد دود از دودکش در اثر اختلاف وزن مخصوص دود و هوای سرد خارج صورت می‌گیرد، لذا با ارتفاع دودکش و اختلاف دمای دود (حدود400F) و هوای خارج نسبت مستقیم دارد. نیروی کشش دودکش باید به میزانی باشد که کلیهٔ مقاومتها و افتهای موجود در مسیر حرکت دود در دودکش را جبران نماید که با توجه به معلوماتی که از مکانیک سیالات در اختیار داریم، میزان این مقاومتها با سطح مقطع دودکش نسبت معکوس دارد، یعنی هرچه سطح مقطع دودکش بیشتر باشد مقاومت آن در برابر حرکت دود کمتر خواهد بود. از طرفی هرچه ارتفاع دودکش کمتر باشد نیروی کشش دود کاهش می‌یابد، لذا باید سطح مقطع دودکش را بزرگتر در نظر گرفت تا مقاومت در مسیر دود کمتر باشد. برای راحتی کار، سطح مقطع دودکش برحسب قدرت دیگ و ارتفاع دودکش در جدول ۸ــ۲ (آخر فصل دوم) ارائه شده است.

انواع دیگ - هرچند که در این کتاب به اقتضای موضوع آن مجال بحث گسترده پیرامون انواع دیگها و جزئیات ساختمانی آنها نیست، ولی لازم است اشارتی هرچند کوتاه به انواع دیگهای مورد استفاده در حرارت مرکزی داشته باشیم. دیگها را می‌توان در دو گروه کلی چدنی و فولادی طبقه‌بندی نمود:

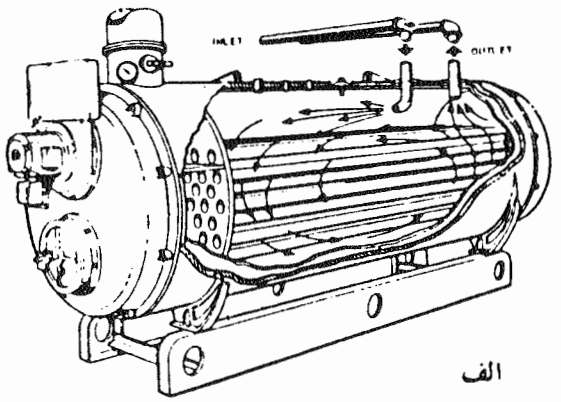
۱ ــ دیگهای چدنی - این دیگها از قطعاتی بنام پره تشکیل می‌یابند که می‌توان آنها را جداگانه به محل موتورخانه حمل نموده در آنجا توسط یک وسیلهٔ ارتباطی بنام بوشن یا مغزی رویهم جمع و آب‌بندی کرد. هر دیگ چدنی دارای قطعات جلو، عقب و تعدادی پرهٔ مشابه بین این قطعات می‌باشد که با کم و زیاد کردن تعداد این پره ها می‌توان قدرت حرارتی دیگ را کاهش یا افزایش داد. این پره‌ها بصورتی ساخته می‌شوند که وقتی کنار هم قرار گرفتند، فضای خالی جهت احتراق سوخت و عبور شعلهٔ آتش بوجود بیاید. قسمتهایی از پره ها که در معرض برخورد شعله آتش می‌باشند توسط آسترنسوز یا آجرنسوز و ملات خاک و سیمان نسوز پوشیده می‌گردند. جهت نسب مشعل و خروج دودهای حاصل از احتراق، حفره‌هایی بترتیب در جلو و عقب دیگ تعبیه شده‌اند و بدنهٔ آن نیز سوراخهایی برای اتصال لوله های رفت و برگشت آب، شیر اطمینان، فشارسنج، دماسنج و ترموستات ایجاد گردیده‌اند. بدلیل خاصیت شکنندگی چدن، هنگام حمل و نقل آن باید دقت کافی مبذول داشته مراقبت نماییم که ضمن کار از آب تهی نشوند زیرا ترک برمی‌دارند. دیگهای چدنی معمولاً برای تحمل فشار تا 5 آتمسفر با قدرت های حرارتی گوناگون حداکثر تا2,500,000بی تی یو بر ساعت ساخته می‌شوند. از این دیگها می‌توان برای سیستم های حرارت مرکزی با آب گرم، آب داغ و بخار فشار ضعیف استفاده نمود. شکل ۳ــ۲ دیگ چدنی را نشان می‌دهد.

۲ ــ دیگهای فولادی - این دیگها در دو نوع، با لوله های آتش و با لوله های آب، ساخته می‌شوند:

الف ــ دیگ فولادی با لوله های آتش: در این دیگ آتش حاصل از احتراق سوخت از میان لوله هایی که توسط آب در گردش احاطه شده‌اند، عبور می‌نماید. از این دیگها در سیستم های حرارت مرکزی با آب داغ یا بخار استفاده می‌شود. انواع جدید آنها برای تحمل فشار حداکثر تا 250 پاوند بر اینچ مربع و تولید بخار حداکثر تا 20000 پاوند بر ساعت ساخته شده‌اند. سوخت مورد استفادهٔ این دیگها ممکن است گازوئیل، گاز و یا ترکیبی از هردو باشد (شکل ٤ــ۲الف).

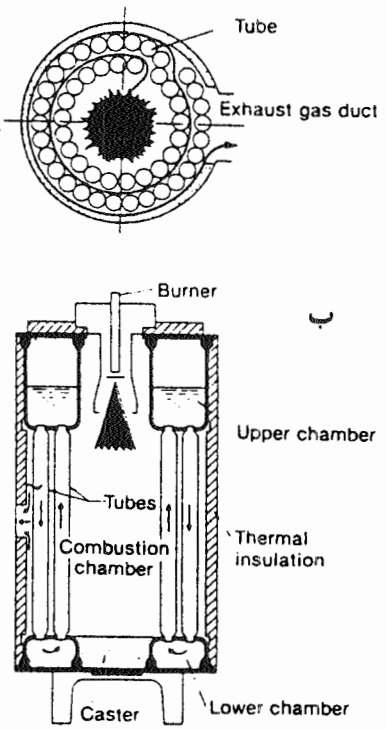


شکل ۳ــ۲: نمایش یک دیگ چدنی از جلو و پهلو



الف

Courtesy of Cleaver Brooks Co.



شکل ٤ــ٢: الف ـ دیگ فولادی با لوله‌های آتش، ب ـ دیگ فولادی با لوله‌های آب.

ب ــ دیگ فولادی با لوله های آب: در این دیگ برعکس نوع اول، آب در لوله ها گردش نموده آتش بر لوله ها محیط است (شکل ٤ــ٢ب). انوع جدید آن می‌توانند حداکثر تا60000 پاوند بر ساعت بخار تولید نموده حداکثر فشاری معادل 900 پاوند بر اینچ مربع را تحمل نمایند. عامل محدود کنندهٔ ظرفیت این دیگها مسئلهٔ حجم آنها و اشکالات حمل و نقل است. سوخت آنها نیز همانند نوع قبلی می‌تواند گازوئیل، گازیا ترکیبی از هردو باشد، همچنین می‌توان ترتیبی داد که از سوخت جامد نیز استفاده کنند. دیگهای فولادی تحت تأثیر رطوبت هوا ظرف چند سال زنگ می‌زنند و این بهمراه مشکلات حمل و نقل و قیمت بیشتر نسبت به دیگهای چدنی باعث می‌شود که در شرایط مساوی دیگهای چدنی بر فولادی مرجّح باشند. دیگهای فولادی، بیشتر در سیستم های حرارت مرکزی با آب داغ یا بخار فشار قوی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در فصل چهارم نمونهٔ کاتالوگ دیگهای آب داغ چدنی و دیگهای فولادی عرضه شده است.

۲ ــ محاسبه و انتخاب مشعل:

هر چند که تمام قسمت های سیستم حرارت مرکزی برای گرمایش مطلوب ساختمان واجد ارزش و اهمیت خاص خود می‌باشند، ولی بی تردید قلب سیستم حرارت مرکزی مشعل است، چرا که عمل احتراق و تولید آتش جهت گرم کردن یا بخار نمودن آب در دیگ توسط این عضو مهم صورت می‌گیرد. بطور خلاصه می‌توان گفت که مشعل ها از نظر نوع سوخت مصرفی بر سه نوع گازی، گازوئیلی و مازوت سوز مشتمل می‌باشند. انتخاب اندازهٔ مشعل پس از تعیین وزن سوختی که در ساعت مصرف می‌کند با استفاده از کاتالوگ انجام می‌گیرد. با وجودیکه در این کتاب از سیستم آحاد آمریکایی استفاده گردیده، چون در بیشتر کاتالوگهای مشعل موجود در ایران وزن سوخت برحسب کیلوگرم بر ساعت تعیین شده است، لذا فرمول زیر که توسط آن وزن سوخت مصرفی مشعل برحسب کیلوگرم بر ساعت بدست می‌آید ارائه می‌گردد:

$$W = \frac{Q_B}{10000 \times E}$$

که در آن: W: وزن سوخت مصرفی مشعل [kg/hr]

Q_B: قدرت حرارتی دیگ [kcal/hr]

10000: ارزش حرارتی یک کیلوگرم سوخت [kcal/kg]

E: راندمان مشعل

البته رقم دقیق ارزش حرارتی سوختها متفاوت است. این رقم برای گازوئیل[kcal/kg]10750، گاز [kcal/kg]10500و مازوت حدود[kcal/kg] 10000می‌باشد، ولی بدلیل نزدیکی این اعداد بهم، می‌توانیم برای همهٔ آنها ارزش حرارتی را برابر [kcal/kg] 10000در نظر بگیریم (هر کیلو کالری تقریباً معادل 4 بی تی یو بر ساعت است).

راندمان مشعل ها (E) برای مارک های مختلف، متفاوت بوده بین 60 تا 85 درصد می‌باشد. در فصل چهارم (کاتالوگها) نمونهٔ کاتالوگ مشعل ارائه گردیده است.

نظر به گستردگی کاربرد مشعل گازوئیلی، اجمالاً در مورد ساختمان و طرز کار این نوع مشعل توضیح داده می‌شود.

ساختمان مشعل گازوئیلی:

بدنهٔ این مشعل از آلیاژ مقاوم و سبک ساخته شده و قطعات و اجزاء

آن عبارتند از:

۱ ــ الکتروموتور ــ که بادزن و پمپ مشعل را بحرکت درمی‌آورد.

۲ ــ بادزن ــ که هم محور با الکتروموتور بوده هوای لازم برای مخلوط سوخت را تأمین می‌نماید.

۳ ــ دریچهٔ قابل تنظیم هوای ورودی جهت کنترل مقدار هوای ورودی به مشعل.

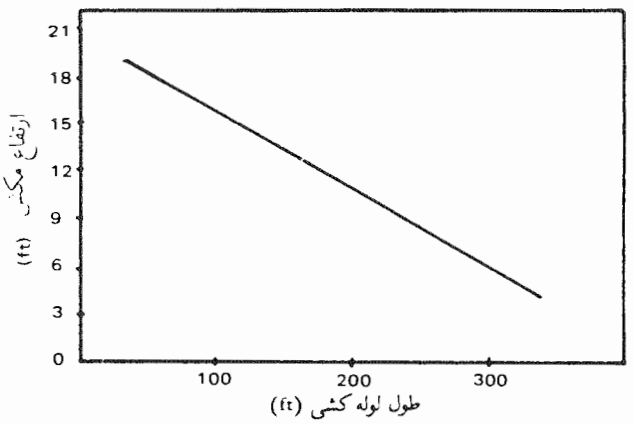
٤ ــ شعله پخش کن ــ که به هوای دمیده شده توسط بادزن حالت دورانی داده باعث تخلیط هرچه بهتر سوخت و هوا می‌شود.

۵ ــ ترانسفورماتور فشار قوی ــ که کار آن ایجاد ولتاژ زیاد (12000 ولت) برای تولید جرقه است.

٦ ــ لوله های سوخت ــ با انواع شیرهای الکترومغناطیسی جهت انتقال سوخت به پمپ سوخت.

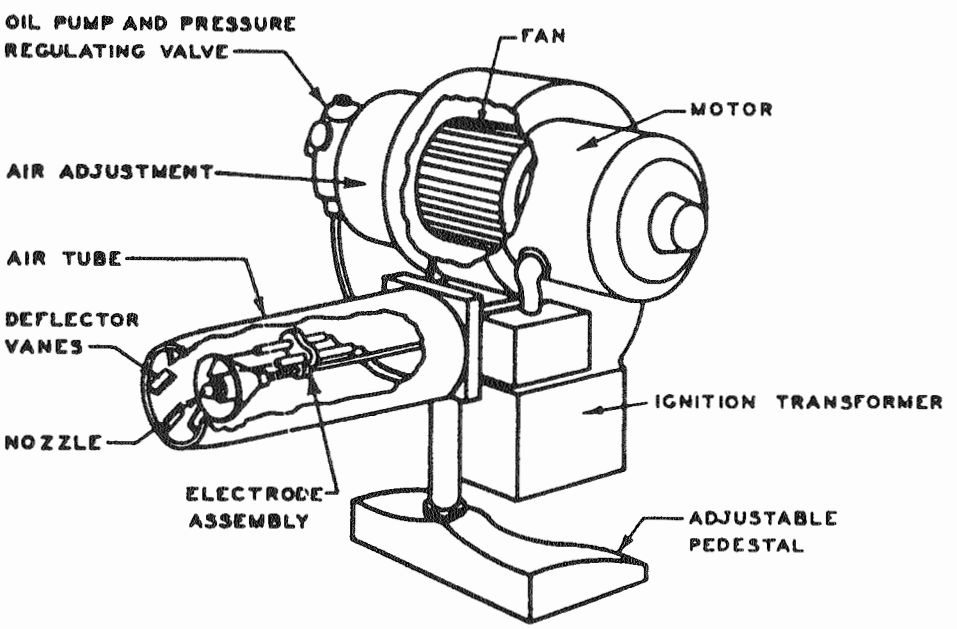
۷ ــ پمپ سوخت ــ که از نوع چرخ دنده‌ای دوار بوده سوخت را از منبع سوخت مکیده با فشار 5 تا 20 آتمسفر توسط لولهٔ ناقل به نازل می‌رساند. با توجه به فشار جو و میزان افت فشار در لوله ها، ارتفاع مکش این پمپ نمی‌تواند از حدود 18 فوت تجاوز نماید، لذا با افزایش طول لوله کشی از منبع سوخت تا مشعل، باید از میزان ارتفاع مکش کاسته شود تا از خطر ایجاد کاویتاسیون در پمپ احتراز گردد. شکل ۵ــ۲ چگونگی تغییرات ارتفاع مکش پمپ مشعل را نسبت به طول لوله کشی برای یک نوع مشعل نشان می‌دهد.

۸ ــ نازل ــ که سوخت مکیده شده توسط پمپ در گذر از آن به پودر تبدیل می‌شود تا پس از تخلیط با هوای دمیده شده بوسیلهٔ بادزن جهت احتراق آماده گردد. نازل سوخت را بصورت مخروط می‌پاشد که ممکن است بصورت مخروط کامل، مخروط توخالی (تاج مخروط) و یا تلفیقی از هر دو باشد. موضوع حائز اهمیت، زاویهٔ پاشش (زاویهٔ رأس مخروط) است. هرچه طول دیگ بیشتر باشد



شکل ۵ــ۲: تغییرات ارتفاع مکش پمپ مشعل نسبت به طول لوله کشی.

باید زاویهٔ نازل را کوچکتر در نظر گرفت تا حدی که شعله بدون برخورد به جدارهٔ انتهایی دیگ تمام طول دیگ را تحت پوشش داشته باشد. روی بسته بندی نازل زاویهٔ مخروط و نیز مقدار سوختی را که از آن خارج می‌شود می‌نویسند. در واقع مقدار واقعی سوخت محاسبه شده برای مشعل با انتخاب نازل مناسب تأمین می‌گردد، بدین ترتیب که در کاتالوگ مشعل برای هر مدل انتخابی مقدار حداکثر و حداقل مصرف سوخت تعیین شده است، مثلاً اگر مشعل انتخابی دارای مقدار سوخت مصرفی 1 تا 3 کیلوگرم برساعت باشد بدین معنی است که پمپ این مشعل قادر خواهد بود تا حداکثر 3 کیلوگرم برساعت سوخت را از منبع مکش کند و تنها با انتخاب نازل مناسب است که مقدار سوخت واقعی را که توسط مشعل مصرف می‌شود و مقدار آن را از طریق محاسبه تعیین نموده‌ایم می‌توانیم تأمین نماییم. مازاد سوخت برحسب اینکه مشعل بالاتر یا پایین‌تر از منبع قرار گرفته باشد در داخل مشعل گردش کرده یا از طریق لولهٔ برگشت به منبع باز می‌گردد.



شکل ٦ــ۲: ساختمان داخلی مشعل گازوئیلی

۹ ــ رلهٔ کنترل ــ که در حکم مغز مشعل بوده و زمان‌بندی شروع و اختتام عملیات قسمتهای مختلف مشعل توسط آن صورت می‌گیرد. این عضو همچنین فرمان خاموش یا روشن شدن مشعل را با کسب خبر از دمای آب دیگ توسط آکوستات و یا کیفیت احتراق سوخت بوسیلهٔ فتوسل، صادر می‌کند. زمان‌بندی عملیاتی برنامه‌ریزی شده برای قسمتهای مختلف مشعل که توسط رلهٔ کنترل صورت می‌گیرد به قرار زیر است:

در شروع کار مشعل، ابتدا بادزن جهت تعویض هوای آلودهٔ داخل دیگ با هوای تازه بکار افتاده پس از 2 1 ثانیه جرقه‌زن فعالیت خود را آغاز می‌کند تا ته‌ماندهٔ سوخت باقی مانده در محفظهٔ احتراق، سوخته یا بخار شود. 19 ثانیه پس از بکار افتادن جرقه‌زن، شیر مغناطیسی باز شده سوخت وارد نازل می‌شود وعمل احتراق انجام می‌گیرد. 5 تا 6 ثانیه پس از بازشدن شیر مغناطیسی، جرقه‌زن از کار می‌افتد.

۱۰ ــ فتوسل ــ که به آن سلول فتوالکتریک نیز گفته می‌شود و کارش کنترل کیفیت احتراق از طریق رنگ شعله می‌باشد.

شکل ٦ــ۲ چگونگی ساختمان داخلی یک مشعل گازوئیلی را نشان می‌دهد.

۳ ــ محاسبهٔ حجم منبع سوخت:

حجم منبع سوخت با توجه به میزان سوخت مصرفی مشعل ومدت زمانیکه مایلیم سوخت را ذخیره کنیم، از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

حجم منبع سوخت [لیتر] $= W \times 1.2 \times A \times n \times B$

که درآن:

W: مصرف سوخت مشعل [kg/hr]

A: تعداد ساعات کار سیستم درشبانه روز

n: تعداد روزهایی که مایلیم در آن مدت سوخت را ذخیره کنیم

B: درصد انقطاع کار سیستم در شبانه روز

1.2: حجم مخصوص گازوئیل $[\frac{lit}{kg}]$

حجم مخصوص مازوت تقریباً $[\frac{lit}{kg}]$ 1.1 است.

از آنجائیکه سیستم در طول مدت فعالیت در شبانه روز بدفعات خاموش و روشن می‌شود، جهت منظور کردن طول مدت خالص کار دستگاه، ضریب انقطاع (B) در فرمول وارد شده است. این ضریب معمولاً بین 50 تا 65 درصد در نظر گرفته می‌شود. معمولاً منبع سوخت را برای ذخیرهٔ سوخت حداقل یکماه ساختمان محاسبه می‌کنند.

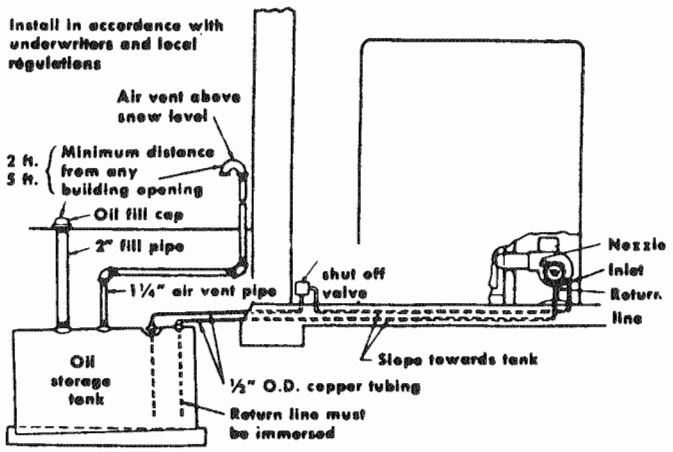
با دردست داشتن حجم منبع سوخت و مراجعه به کاتالوگ، منبع مورد نظر را انتخاب می‌کنیم. سایر مشخصات منبع از قبیل قطر بوشن‌ها، تعداد پایه‌ها، ضخامت ورق وغیره در کاتالوگ منبع منعکس است.

منبع سوخت ممکن است برحسب امکانات موجود، بالای سطح زمین در داخل اتاقک مخصوص و یا در زیر سطح زمین قرار گیرد. این منابع اگر در زیر سطح زمین دفن گردند باید روی بالشتک بتونی قرار گرفته جهت احتراز از خطر زنگ‌زدگی سه لایه قیرگونی شوند، ضمناً باید یک دریچهٔ آدم‌رو برای آن درنظر گرفته شود که امکان دسترسی به داخل منبع در مواقع مقتضی وجود داشته باشد. همچنین منابعی که روی سطح زمین در داخل اتاقک مخصوص قرار می‌گیرند باید حتماً بارنگ ضد زنگ پوشیده شوند. حداقل قطر لولهٔ پرکن منبع سوخت 2″، لولهٔ تهویه 1″، لولهٔ تغذیهٔ مشعل 1/2″ است.

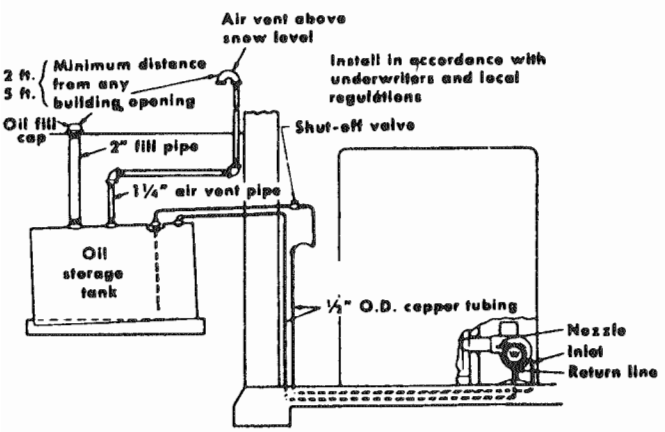
منبع سوخت باید حداقل 7 فوت بامشعل فاصله داشته باشد. شکل‌های ۷ــ۲ و ۸ــ۲ دوحالت از نحوهٔ استقرار منبع سوخت را نسبت به مشعل نشان می‌دهند.

برای کنترل سطح سوخت در داخل منبع، سه نوع سوخت نما وجود دارد:

۱ ــ نوع عقربه‌ای ـ که دارای یک شناور است که روی سطح سوخت قرار گرفته با بالا و پایین رفتن آن مقدار سوخت توسط عقربه نشانداده می‌شود.



شکل ۷ــ۲: منبع سوخت پایین‌تر از مشعل قرار گرفته است



شکل ۸ــ۲: منبع سوخت بالاتر از مشعل قرار گرفته است

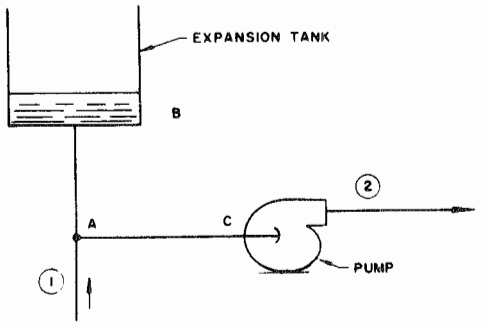
۲ ــ نوع نوماتیک یا بادی[1] ـ که سطح سوخت را از طریق تغییرات فشارهوایی که به داخل منبع می‌دمد نشان می‌دهد.

۳ ــ نوع شلنگی[2] ـ که تشکیل شده است از یک شلنگ شفاف که به بوشن تخلیهٔ منبع وصل شده تغییرات سطح سوخت را طبق قانون ظروف مرتبطه نشان می‌دهد.

٤ ــ منبع انبساط:

بمنظور تثبیت فشار سیستم و فراهم آوردن امکان انبساط حجمی آب در اثر افزایش دما در سیستم های بسته، لازم است از ظرفی بنام منبع انبساط استفاده شود. منبع انبساط ممکن است بصورت باز یا بسته باشد:

۱ ــ منبع انبساط بازـ این منبع که با هوای آزاد در ارتباط است در خط مکش پمپ و برفراز بالا ترین مبدل حرارتی ساختمان (حداقل 7 فوت بالا تر) نصب می‌شود. اتصال منبع انبساط به خط مکش پمپ سبب می‌گردد که سمت مکش تحت فشار آتمسفر قرار داشته هوا نتواند به داخل سیستم نفوذ کند. فشار استاتیکی ناشی از ارتفاع آب در منبع انبساط که روی پمپ اعمال می‌شود باید بزرگتر از افت فشار آب درلوله، از محل اتصال به لولهٔ انبساط تا سمت مکش پمپ باشد. در شکل ۹ــ۲ ارتفاع استاتیکی AB باید بزرگتر از افت فشار در خط AC باشد، بدین دلیل بهتر است وسایلی از قبیل صافی پمپ که خود موجد افت فشار هستند در محل هایی مانند 1 یا 2 نصب گردند تا از زیاد شدن افت فشار خط AC احتراز گردیده منبع انبساط دریک ارتفاع منطقی قرار گیرد. هر چند که از لحاظ تئوری می‌توان منبع انبساط را تنها با یک لوله با سیستم مرتبط نمود ولی بهتر است بمنظور شرکت دادن آب منبع انبساط در سیرکولاسیون، دو لوله یکی برای رفت و دیگری جهت برگشت آب از منبع انبساط در نظر گرفته شود. منبع انبساط باز برای سیستم های حرارت مرکزی با فشار کم و دمای حداکثر F 180 مناسب است.



شکل ۹ــ۲: چگونگی اتصال منبع انبساط باز به خط مکش پمپ

محاسبهٔ حجم منبع انبساط باز:

برای محاسبهٔ حجم منبع انبساط باز دو روش بکار می‌رود. روش اول دقیق‌تر و روش دوم ساده‌تر است:

الف ــ روش اول: دراین روش قدم به قدم مطابق دستور عمل می‌کنیم:

۱ ــ محاسبهٔ حجم آب داخل لوله ها با استفاده از جداول ۹ــ۲ و ۱۰ــ۲ (آخر فصل دوم) بدین ترتیب که وزن آب برحسب پاوند بریک فوت طول لوله با قطرهای مختلف را از جدول مذکور استخراج نموده در کل طول لوله کشی (رفت باضافهٔ برگشت) ضرب می‌کنیم تا وزن آب در لوله ها برحسب پاوند بدست آید، سپس مقدار بدست آمده را تقسیم بر 8.33 نموده حجم آب را برحسب گالن بدست می‌آوریم.

۲ ــ تعیین حجم آب داخل دیگ و سایر وسایل مبدل حرارتی به گالن، این مقدار معمولاً در کاتالوگ وسایل مذکور داده می‌شود.

۳ ــ تعیین درصد افزایش حجم آب بازاء افزایش دمای آب ورودی به سیستم از جدول C ــ۲

٤ ــ تعیین حجم منبع انبساط با استفاده از فرمول زیر:

$$\text{حجم منبع انبساط} = \text{درصد افزایش حجم آب} \times \left(\text{حجم آب داخل وسایل مبدل حرارتی} + \text{حجم آب درون لوله ها}\right)$$

جدول C ــ۲: درصد افزایش حجم آب در دماهای مختلف

دما F	افزایش حجم %	دما F	افزایش حجم %
100	0.6	275	6.8
125	1.2	300	8.3
150	1.8	325	9.8
175	2.8	350	11.5
200	3.5	375	13.0
225	4.5	400	15.0
250	5.6		

ب ــ روش دوم: این روش از دقت کمتری نسبت به روش پیشین برخوردار است:

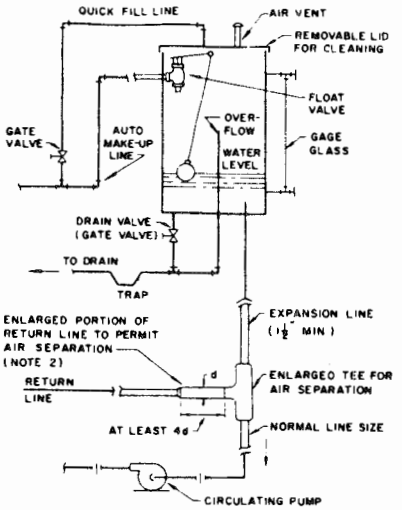
$$V = \frac{Q_B}{6400}$$

V – حجم منبع انبساط باز برحسب گالن

Q_B – قدرت حرارتی دیگ [Btu/hr]

چنانکه ذکر شد، منبع انبساط باز ممکن است با یک لوله و یا دولوله یکی برای رفت و دیگری برای برگشت آب، به سیستم مربوط شود. شکل ۱۰ــ۲ نمایش شماتیک یک منبع انبساط باز است که با یک لوله به سیستم مربوط می‌شود. اجزاء مختلف منبع انبساط باز دراین شکل نشانداده شده‌اند.

1– Pneumatic 2– Sightglass



NOTES:
1. Do not put any valve strainer or trap in the expansion line.
2. Enlarged portion of return line and enlarged tee are each two standard pipe sizes larger than return line.

شکل ۱۰ــ۲: منبع انبساط باز

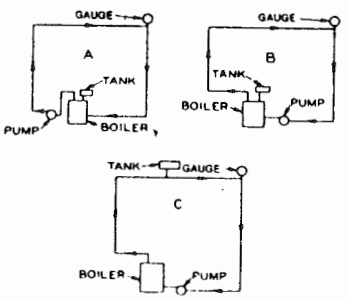
۲ ــ منبع انبساط بسته - این منبع در سیستم های گرمایش با دمای آب زیاد (بیش از دمای جوشش آب در فشار جو) و نیز در مواردیکه بعلت محدودیت ارتفاع موتورخانه یا هر دلیل دیگری نتوانیم از منبع انبساط باز استفاده نماییم، بکار می رود. این منبع که در هرجای ساختمان می تواند قرار گیرد، با هوای آزاد ارتباط ندارد و فشار سیستم توسط بالشتک هوا، بخار و یا یک گاز بی اثر مانند ازت که نیمی از حجم منبع را اشغال می‌کند تأمین می‌گردد. حداکثر فشار بستگی به مقتضیات طرح دارد و جهت کنترل آن از شیر اطمینان استفاده می‌گردد. حداقل فشار در منبع انبساط باید به اندازه‌ای باشد که موقع سرد بودن سیستم بالا ترین رادیاتور از آب پر باشد. ضمناً لازم است در تمام نقاط مرتفع سیستم شیرهای هواگیری نصب شوند. شکل های A و B و C از شکل ۱۱ــ۲، حالات مختلف نصب منبع انبساط بسته نسبت به پمپ را نشان می دهند. منبع انبساط بسته نیز بهتر است در خط مکش پمپ نصب شود (شکل A) تا سمت مکش تحت فشار تقریباً ثابتی عمل نماید و از این نظر قرار گرفتن منبع در خط دهش پمپ نتیجهٔ رضایتبخشی بدست نمی دهد (شکل B). حجم منبع نیز در حالات نصب A و B متفاوت خواهد بود که چگونگی آن در حل مثال ٤ بررسی می‌گردد. شکل ۱۲ــ۲ جزئیات نصب منبع انبساط بسته را نشان می دهد.

محاسبهٔ حجم منبع انبساط بسته:

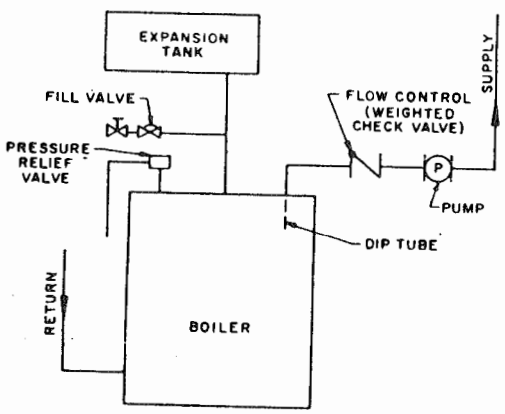
در شرایط مساوی حجم منبع انبساط بسته بیش از منبع انبساط باز خواهد بود. برای محاسبهٔ حجم این منبع یکی از روشهای زیر بکار می رود:

روش اول ــ در صورتیکه دمای آب سیستم کمتر از 160 F باشد،

و اتصالات آنرا نشان می‌دهند.



شکل ۱۱ ــ ۲: حالات نصب منبع انبساط بسته



شکل ۱۲ ــ ۲: منبع انبساط بسته و چگونگی نصب آن

حجم منبع از فرمول زیر بدست می آید:

$$V = \frac{E \times V_s}{\frac{P_a}{P_f} - \frac{P_a}{P_o}}$$

که در آن:

V: حداقل حجم منبع برحسب گالن

E: درصد افزایش حجم آب بازاءِ دمای آب سیستم از جدول C ــ ۲

V_s: حجم آب سیستم برحسب گالن

P_a: فشار مطلق در منبع انبساط در زمان شروع پرکردن سیستم برحسب فوت آب (معمولاً فشار جو)

P_f: حداقل فشار مطلق در منبع انبساط پس از پر شدن سیستم برحسب فوت آب

P_o: حداکثر فشار مطلق کار سیستم برحسب فوت آب

برای زمانیکه دمای آب بین 160 F و 280 F باشد فرمول زیر پیشنهاد می‌گردد:

$$V = \frac{(0.00041t - 0.0466)\, V_s}{\frac{P_a}{P_f} - \frac{P_a}{P_o}}$$

که در آن:

t: حداکثر دمای متوسط آب سیستم [F]

حداقل حجم منبع انبساط **دیافراگمی** نیز از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$V = \frac{(0.00041t - 0.0466)\, V_s}{1 - \frac{P_f}{P_o}}$$

روش دوم ــ می توان برحسب قدرت حرارتی دیگ، حجم منبع انبساط بسته را از جدول D ــ ۲ استخراج نمود.

جدول D ــ ۲: ظرفیت پیشنهادی منبع انبساط بسته برحسب قدرت دیگ*

قدرت حرارتی دیگ [Btu/hr]	ظرفیت منبع انبساط بسته برحسب گالن
60000 تا	8
60000 – 86000	15
86000 – 120000	18
120000 – 240000	24
240000 – 1000000	60

* این اندازه‌ها در سیستم اجباری بکار می‌رود که از لوله های نمره پایین استفاده می‌کنند، درسیستم های طبیعی که لوله های نمره بالا تر بکار می‌رود منبع انبساطی با یک نمره بزرگتر در نظر گرفته شود.

مثال ٤: اطلاعات زیر در مورد یک سیستم گرمایش دردست است:

حجم کل آب سیستم 1000 گالن، فاصلهٔ عمودی بلندترین نقطهٔ رایزر برگشت از بالای دیگ 25 فوت، هد پمپ 20 فوت، فشاری که شیر اطمینان تحت آن عمل می‌کند 30 Psi، فشار آتمسفر 34 فوت آب. مطلوبست حجم منبع انبساط بسته و همچنین نوع دیافراگمی آن:

۱ ــ در حالت نصب A (از شکل ۱۱ ــ ۲)، ۲ ــ در حالت نصب B

حل: ۱ ــ حالت نصب A: ابتدا باید فشارهای P_f و P_o را تعیین کنیم. بطوریکه در صورت مسئله ذکر گردید، فشار آتمسفر برابر 34 فوت آب می باشد و نیز فاصلهٔ عمودی بالا ترین نقطه در بالای رایزر برگشت از بالای دیگ 25 فوت است. با درنظر گرفتن 4 فوت فشار اضافی برای هواگیری خواهیم داشت:

فشار مطلق $\bar{63} = \bar{25} + \bar{4} + \bar{34}$ P_f

مقدار P_o برابر خواهد بود با مقدار فشاری که شیر اطمینان تحت آن عمل می‌کند منهای 5 Psi یا 10٪ (هرکدام بزرگتر بود و P_o کمتری را نتیجه داد)، لذا:

فشار مطلق $P_o = (30\ \text{Psi} - 5\ \text{Psi}) \times 2.31 + \bar{34} = \bar{91.8}$

حال حجم منبع از فرمول مربوطه بدست می آید:

$$V = \frac{(0.00041 \times 200 - 0.0466) \times 1000}{\frac{34}{63} - \frac{34}{91.8}} = 209.1 \text{ گالن}$$

و حجم نوع دیافراگمی آن در حالت نصب A:

$$V = \frac{(0.00041 \times 200 - 0.0466) \times 1000}{1 - \frac{63}{91.8}} = 112.8 \text{ گالن}$$

۲ ــ حالت نصب B: اگر منبع انبساط روی خط دهش پمپ نصب شود با بکار افتادن پمپ، فشار در بالای رایزر برگشت به اندازهٔ هد پمپ کاهش می یابد. لذا برای باقی ماندن یک فشار مثبت در بالای سیستم، حداقل فشار یعنی P_f باید به اندازهٔ هد پمپ (20 ft.wg) افزایش پیدا کند. لذا خواهیم داشت:

فشار مطلق $P_f = \bar{29} + \bar{20} + \bar{34} = \bar{83}$

بنابراین حجم منبع در حالت نصب B خواهد شد:

$$V = \frac{(0.00041 \times 200 - 0.0466) \times 1000}{\frac{34}{83} - \frac{34}{91.8}} = 901.5 \text{ گالن}$$

و حجم منبع دیافراگمی در حالت نصب B:

$$V = \frac{(0.00041 \times 200 - 0.0466) \times 1000}{1 - \frac{83}{91.8}} = 369.1 \text{ گالن}$$

نتیجه: بطور کلی منبع انبساط بسته را در وضعیت B (روی خط دهش پمپ) نصب نمی‌کنند مگر در ساختمانهای کوچک و کم ارتفاع که در آنها هد پمپ کوچک باشد.

۵ ــ طرح شبکه لوله کشی:

دراین مبحث ابتدا به معرفی سیستم های مختلف لوله کشی برای تأسیساتی که در آنها سیال ناقل حرارت، آب است پرداخته سپس روش محاسبهٔ شبکهٔ لوله کشی را ارائه می‌کنیم. لازم به تذکر است که روش های طرح و محاسبهٔ شبکهٔ لوله کشی که دراین مقوله مورد بحث قرار می‌گیرندهم برای آبگرم (درگرمایش) و هم آب سرد (درسرمایش) معتبر خواهند بود.

سیستم های لوله کشی آب:

۱ ــ **سیستم باز**[1] - دراین سیستم، آب به سوی یک مخزن که به هوای آزاد باز می‌شود، جریان می‌یابد. برج های خنک کن و هوا شوی ها که درفصل تهویه مطبوع در موردشان توضیح خواهیم داد، مثالهای خوبی برای سیستم باز می‌باشند.

۲ ــ **سیستم بسته**[2] - در این سیستم، جریان آب در هیچ نقطه ای در معرض هوای آزاد قرار نمی‌گیرد. چنین سیستم هایی معمولاً شامل یک منبع انبساط می‌باشند که با هوای آزاد در ارتباط است، ولی

1– Open System

2– Closed System

سطح آبی که دراین منبع در معرض هوای آزاد است زیاد قابل ملاحظه نمی‌باشد. پس با این تعریف، سیستم حرارت مرکزی آبی یک سیستم بسته خواهد بود. از نقطه نظر دیگری می‌توان سیستم های لوله کشی را به ترتیب زیر طبقه بندی نمود:

۱ ــ سیستم تک گذر[1] ــ دراین سیستم، آب یکبار از وسیله ای عبور نموده تخلیه می‌شود.

۲ ــ سیستم گردشی[2] ــ دراین سیستم، آب پس از رسیدن به وسیلهٔ مورد نظر تخلیه نمی‌گردد بلکه توسط یک مدار لوله کشی بین مبدل حرارتی و مبدأ حرکت خود که می‌تواند مثلاً یک دیگ حرارت مرکزی یا دستگاه سردکنندهٔ آب (چیلر) باشد، گردش می‌نماید. گردش آب چنانکه قبلاً ذکر گردید، می‌تواند تحت نیروی ترموسیفون ناشی از اختلاف وزن مخصوص آب گرم رفت و برگشت و یابصورت اجباری توسط پمپ صورت گیرد. هر دو سیستم فوق ممکن است باز یا بسته باشند.

ترتیبات برگشت آب:

یک سیستم گردشی بنوبهٔ خود برحسب چگونگی برگشت آب بصورت زیر طبقه بندی می‌شود:

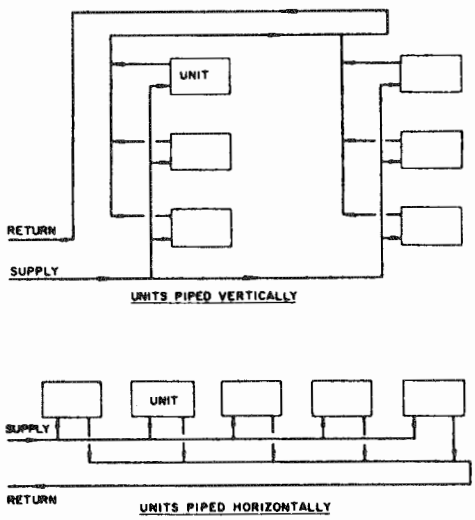
۱ ــ سیستم لوله کشی بابرگشت معکوس[3]:

هرگاه دریک سیستم بسته، مبدلهای حرارتی دارای افت فشار تقریباً یکسانی باشند، سیستم لوله کشی بابرگشت معکوس توصیه می‌گردد. این ترتیب لوله کشی را نمی‌توان برای سیستم های باز مورد استفاده قرار داد. در سیستم بابرگشت معکوس طول مسیر گردش آب در لوله های رفت و برگشت برای تمام مبدلهای حرارتی یکسان بوده لذا افت فشار برای نزدیکترین و دورترین مبدل حرارتی نسبت به دیگ برابر خواهد بود و بندرت ممکن است لازم آید که سیستم را متعادل کنیم. شکل ۱۳ــ۲، سیستم بابرگشت معکوس را بطور شماتیک نشان می‌دهد.

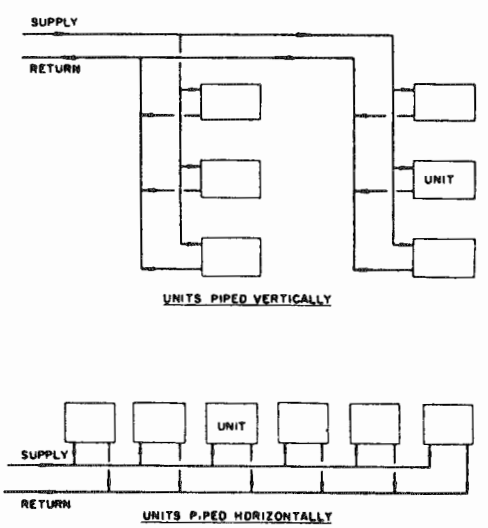
۲ ــ سیستم لوله کشی بابرگشت مستقیم[4]:

اگر افت فشار در تمام مبدلهای حرارتی یکسان نباشد، استفاده از سیستم برگشت مستقیم از نظر اقتصادی بیشتر مقرون بصرفه است. دراین روش که علاوه بر سیستم های بسته برای سیستم های باز نیز قابل استفاده است، قطر لولهٔ برگشت در تمام طول مسیر برابر قطر لولهٔ رفت متناظر خواهد بود. بطوریکه ذکر شد، سیستم برگشت مستقیم برای تأسیساتی که در آنها مبدلهای حرارتی از قبیل رادیاتور یا فن کویل دارای افت فشار داخلی و یا ظرفیت های متفاوت باشند بکار می‌رود. بلحاظ اینکه دراین سیستم افت فشار در مسیر لوله کشی به مبدلهای نزدیکتر به دیگ کمتر از افت فشار در مسیر لوله کشی به مبدلهای دورتر از دیگ بوده آب در مبدلهای حرارتی نزدیکتر با سرعت بیشتری نسبت به مبدلهای دورتر گردش می‌کند، سیستم متعادل نیست و برای متعادل کردن آن باید از شیرهای متعادل کننده موسوم به شیر زانویی قفلی[5] که در مسیر برگشت آب از مبدل حرارتی نصب می‌شود و شیر فلکه های گلویی[6] در مسیر لولهٔ برگشت آب به کلکتور برگشت در موتورخانه، استفاده نمود. بدین ترتیب می‌توان افت فشار از دیگ تا تمام مبدلهای حرارتی را یکسان کرده سرعت گردش آب را در نزدیکترین و دورترین مبدل حرارتی برابر نمود. این سیستم نسبت به سیستم برگشت معکوس از نظر مصالح لوله کشی ارزانتر تمام می‌شود ولی برای متعادل کردن آن باید وقت بیشتری صرف نمود.

شکل ۱۴ــ۲ سیستم لوله کشی بابرگشت مستقیم را بطور شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۱۳ــ۲: سیستم لوله کشی با برگشت معکوس

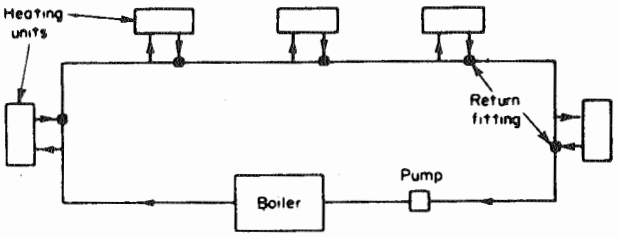


شکل ۱۴ــ۲: سیستم لوله کشی بابرگشت مستقیم

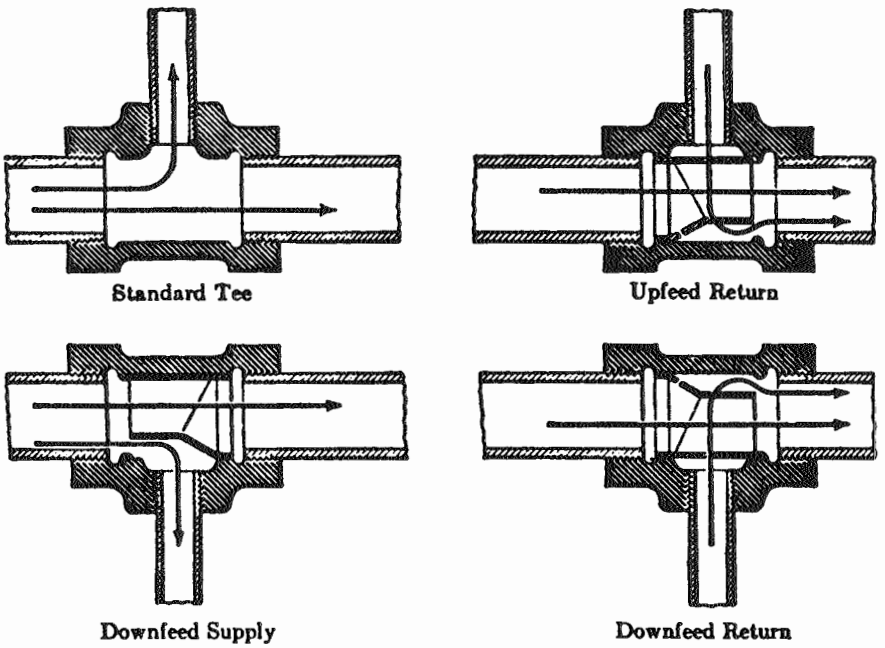
1– Once-thru System
2– Recirculating System
3– Reverse Return Piping
4– Direct Return Piping
5– Lock Shield Valve
6– Globe Valve

۳ ــ سیستم یک لوله‌ای[1]:

در این سیستم برای برگشت آب از مبدلهای حرارتی به دیگ، لولهٔ مستقلی در نظر گرفته نمی‌شود بلکه همانطور که در شکل ۱۵ــ۲ مشاهده می‌گردد، جهت رفت و برگشت آب به مبدلهای حرارتی تنها از یک لولهٔ اصلی استفاده می‌شود. برای اتصال لوله های رفت و برگشت مبدل حرارتی به لولهٔ اصلی دراین سیستم، از وصاله های مخصوصی استفاده می‌شود که در شکل ۱۶ــ۲ نشانداده شده‌اند. دراین سیستم قطر لولهٔ اصلی در تمام طول مسیر ثابت بوده دمای آب ورودی به واحدهای نزدیکتر به دیگ بیشتر و در واحدهای دورتر بیشتر باشد ما را مجبور به استفاده از لوله ها، وصاله ها وشیرهای سنگینتر و مقاومتری می‌کند.



شکل ۱۵ــ۲: سیستم یک لوله‌ای



شکل ۱۶ــ۲: چگونگی نصب و موارد استعمال وصاله‌های T شکل

بتدریج کمتر می‌شود، لذا مبدلهای حرارتی دورتر را باید بزرگتر درنظر گرفت.

افت فشار در سیستم لوله کشی:

در هرلوله‌ای که سیالی جریان داشته باشد، افت فشار نیز بوجود می‌آید. میزان این افت فشار تابع عوامل زیر است:

۱ــ سرعت ، ۲ــ قطرلوله، ۳ــ زبری سطح داخلی لوله و ویسکوزیتهٔ سیال، ٤ــ طول لوله

تمام این عوامل را می‌توان در فرمول زیر خلاصه نمود:

$$h = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

که در آن:

قطرلوله	D –	ارتفاع نظیر افت فشار	h –
سرعت جریان	V –	ضریب اصطکاک	f –
شتاب ثقل	g –	طول لوله	L –

فشار سیستم برمقدار افت فشار تأثیری ندارد ولی هرچه فشار

نمودارها:

برای انجام محاسبات لوله کشی نمودارهایی براساس رابطهٔ بین دبی جریان، سرعت، قطر لوله و افت فشار رسم شده‌اند. با معین بودن دو عامل از این عوامل می‌توان دوتای دیگر را با استفاده از نمودار بدست آورد. نمودارهای ۳ــ۲ و ٤ــ۲ (آخر فصل دوم) بترتیب برای لوله های آهنی و مسی در سیستم بسته ارائه گردیده‌اند. این نمودارها را می‌توان هم برای محاسبات لوله کشی آب گرم (درگرمایش) و هم آب سرد (درسرمایش) مورد استفاده قرار داد. مزیت عمدهٔ این نمودارها دراین است که می‌توان با دردست داشتن بار حرارتی که توسط آب در لولهٔ مورد نظر حمل می‌شود (فقط در گرمایش) بدون احتیاج به محاسبهٔ دبی آب، مستقیماً به آنها مراجعه نمود زیرا محور پایینی این نمودارها بر پایهٔ مقدار حرارتی که توسط آب حمل می‌شود مدرج گردیده است. محور بالایی آنها براساس مقدار دبی آب مدرج شده که می‌تواند

1– One-Pipe System

برای محاسبهٔ قطر لوله های حامل آبسرد (در سرمایش) مورد استفاده قرار گیرد. نمودارهای ۵ــ۲ و ٦ــ۲ (آخر فصل دوم) نیز برای سیستم های باز ارائه شده اند.

محاسبات سیستم لوله کشی:

پس از انتخاب سیستم برگشت مناسب (برگشت مستقیم یامعکوس)، برای طرح ومحاسبهٔ سیستم لوله کشی قدم به قدم مطابق دستور زیرعمل می‌کنیم:

۱ ــ تعیین مناسبترین محل نصب واحدهای مبدل حرارتی و رسم بهترین مسیر لوله کشی از دیگ به مبدلها برروی نقشهٔ ساختمان (پلان).

۲ ــ انتخاب محدودهٔ سرعت مناسب برای گردش آب، این سرعت باید به میزانی باشد که با توجه به وضع محل، از نظر تولید سرو صدا ایجاد ناراحتی نکند. سرعت مناسب حرکت آب در لوله ها بین 2 تا 4 فوت بر ثانیه و برای مکانهایی که در آنها سر وصدا اهمیت چندانی ندارد از قبیل کارخانجات، تا بیش از 10 فوت بر ثانیه است.

۳ ــ تعیین مقدار دبی آبی که توسط لولهٔ مورد نظر حمل می‌شود، از طریق فرمول زیر:

$$G = \frac{Q}{10000}$$

که درآن:

دبی آب در لولهٔ مورد نظر (در گرمایش) برحسب گالن بردقیقه $G - [GPM]$

بارحرارتی که توسط آب درون لوله حمل می‌شود $Q - [Btu/hr]$

$$10000 = 8.33\ [\frac{\text{پاوند}}{\text{گالن}}] \times 60\ [\frac{\text{دقیقه}}{\text{ساعت}}] \times$$

[اختلاف دمای آب رفت وبرگشتF] 20

لازم بتوضیح است که بهترین اختلاف دمای آب رفت و برگشت درسیستم اجباری (پمپی) برابرF 20برای گرمایش و F 10 برای سرمایش می‌باشد که در سیستم های طبیعی این اختلاف دما بیشتر است. بنابراین در سرمایش با سیستم اجباری مخرج فرمول فوق 5000 خواهد بود. محور بالایی نمودارهای ۳ــ۲ و ٤ــ۲ براساس مقادیر دبی آب و محور پایینی آنها بر پایهٔ مقدار حرارتی که توسط آب (در گرمایش) حمل می‌گردد مدرج گردیده است، لذا برای استفاده از این نمودارها (درگرمایش) احتیاجی به تعیین دبی آب از فرمول فوق نیست ومی‌توان با دردست داشتن مقدار حرارتی که توسط آب داخل لوله حمل می‌شود مستقیماً به نمودارهای مذکور مراجعه نمود. نکته قابل تذکر اینست که محور پایینی با توجه به F 20 اختلاف دمای آب رفت وبرگشت (Δt) مدرج گردیده است و برای Δt غیر از F 20 باید مقدار حرارتی را که توسط آب حمل می‌شود درضریب $\frac{20}{\Delta t}$ ضرب نموده آنگاه به نمودار مراجعه کرد.

٤ ــ تعیین نرخ افت فشار مناسب ـ از آنجائیکه بازاء افت فشار زیاد هزینهٔ پمپاژ بالا رفته و از طرف دیگر برای افت فشار کم قطر لوله ها بزرگتر و در نتیجه هزینهٔ لوله کشی افزون می‌گردد، محدوده‌ای برای نرخ افت فشار تعیین گردیده که بین 100 تا 500 میلی اینچ بر هر فوت طول لوله می‌باشد. نرخ مناسب افت فشار برابر 300 میلی اینچ آب بر فوت، معادل 2.5 فوت برصد فوت طول لوله می‌باشد.

۵ ــ تعیین قطر لوله ها ـ با معلوم بودن مقدار حرارتی که توسط آب در لولهٔ مورد نظر حمل می‌شود به نمودار ۳ــ۲ (برای لوله های آهنی) مراجعه نموده از تقاطع خطوط بار حرارتی و افت فشار مناسب (300 میلی اینچ آب برفوت) نقطه ای بدست می‌آوریم که با توجه به موقعیت آن می‌توانیم قطرلولهٔ مورد نظر و سرعت جریان را روی خطوط مورّب نمودار بخوانیم، اگر سرعتی که بدین ترتیب بدست می‌آید در محدودهٔ سرعت مناسب مذکور (در پاراگراف ۲) باشد، قطر بدست آمده قابل قبول است و در غیر اینصورت باید قطر بزرگتر را اختیار نمود. ضمناً باید توجه داشت که در این نمودار سرعت برحسب اینچ برثانیه داده شده است. اگر نقطهٔ بدست آمده از تقاطع دو خط بار حرارتی و افت فشار، بین دو قطر لوله واقع شود باید قطر بزرگتر انتخاب شود. جدول ۹ــ۲ مشخصات فیزیکی لوله های استاندارد فولادی را نشان می‌دهد. ضمناً باید توجه داشت که در مورد لوله های آهنی بکار بردن قطر کوچکتر از $1/2''$ جایز نیست.

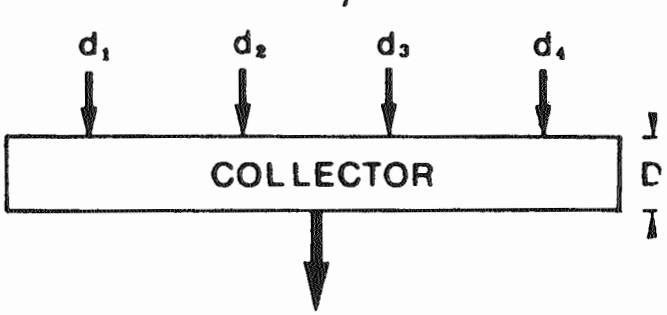
٦ ــ تعیین قطر کلکتورهای موتورخانه ـ کلکتور لولهٔ قطوری است در حکم یک مخزن کوچک و هنگامی که قرار است آب از چند مسیر مختلف به دستگاههایی مثل پمپ یا دیگ وارد یا خارج شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقش کلکتور عبارتست از ایجاد جریان صحیح آب در هریک از مسیرها. طول کلکتور به این ترتیب تعیین می‌گردد که فاصلهٔ بین لوله هایی که به کلکتور وارد یا از آن خارج می‌شوند حداقل $12''$ و از طرفین نیز حدود $8''$ در نظر گرفته می‌شود (شکل ۱۷ــ۲). قطر کلکتور نیز از فرمول تجربی زیر تعیین می‌گردد:

$$D = (d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + ...)^{1/2}$$

که در آن:

قطر کلکتور [in] $D -$

قطر لوله های ورودی به، یا خروجی از کلکتور [in] $d_1, d_2, d_3 -$

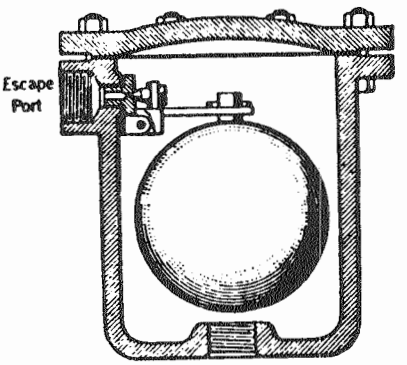


شکل ۱۷ــ۲: کلکتور

نکات کلی در طرح سیستم لوله کشی:

۱ ــ جهت سهولت تخلیهٔ آب باید تمام لوله های افقی شیب ملایمی بین 0 تا 3 درصد بطرف موتور خانه داشته باشند، این امر همچنین باعث هدایت هوا به بالا ترین نقطهٔ سیستم خواهد شد.

۲ ــ بمنظور تخلیهٔ هوای سیستم باید در مرتفع ترین قسمت لوله ها در موتورخانه، هواگیر نصب شود، شکل ۱۸ــ۲ یک نوع هواگیر اتوماتیک را نشان می‌دهد. تخلیهٔ هوای هر واحد حرارتی توسط شیرهواگیری که درقسمت بالای هریک از آنها تعبیه شده صورت می‌گیرد.



شکل ۱۸ــ۲: هواگیر اتوماتیک

۳ ــ برای جلوگیری از تغییر شکل لوله های طویل در اثر انبساط حرارتی، باید برای لوله های مستقیمی که بیش از 30 فوت طول دارند از وصالهٔ انبساطی[1] یا حلقهٔ انبساطی[2] استفاده نمود.

٤ ــ جهت افزایش طول عمر لوله ها و درصورت لزوم سهولت دستیابی به آنها، بهتر است لوله هایی که از کف ساختمان عبور می‌کنند از درون کانال مخصوص و لوله های عمودی که در داخل دیوار قرار می‌گیرند از داخل یک کانال که با درمخصوصی پوشیده می‌گردد عبور داده شوند.

۵ ــ برای اتصال لوله های از $2\frac{1}{2}''$ تا $2''$ از وصاله های رزوه‌ای ولوله های 2 به بالا از خم و جوش یا اتصال فلانجی استفاده شود.

٦ ــ از آنجائیکه در سیستم حرارت مرکزی از لوله های سیاه استفاده می‌شود باید حتماً آنها را ایزوله نمود تا ازیکطرف از تأثیر رطوبت محفوظ بمانند و از طرفی تلفات حرارتی آنها بحداقل ممکن کاهش یابد.

۷ ــ پرکردن سیستم از آب بهتر است از طریق دیگ صورت گیرد. این امر باعث می‌شود که همزمان با بالارفتن سطح آب در سیستم، هوای داخل لوله ها به طرف منبع انبساط هدایت شده تخلیه گردد. البته منبع انبساط از طریق شناور خود که با لوله کشی آب شهر ارتباط دارد، در طول فعالیت سیستم کاهش آب را جبران خواهد کرد.

۸ ــ در تأسیسات بزرگ بهتر است سیستم لوله کشی ساختمان را به قسمتهای مختلف تقسیم نموده برای هر قسمت یک پمپ جداگانه در نظر گرفته شود.

۹ ــ منبع دو جدارهٔ آبگرمکن را باید حتی المقدور تا 1.5 فوت بالا تر از دیگ نصب نمود تا در صورت خاموش بودن پمپ سیرکولا تور، آب بتواند تحت نیروی ترموسیفون گردش طبیعی در منبع داشته باشد.

٦ ــ انتخاب پمپ سیرکولا تور:

همانطور که ذکر شد، درسیستم حرارت مرکزی با جریان اجباری آب گرم یا آب داغ، انرژی لازم برای گردش آب توسط یک پمپ از نوع سانتریفوژ تأمین می‌گردد که ممکن است در مسیر رفت یا برگشت آب نصب شود. وظیفهٔ پمپ سیرکولا تور تأمین فشار سیستم نیست بلکه فقط باید افت فشار ناشی از حرکت آب در لوله ها را جبران نماید. برای انتخاب پمپ سیرکولا تور از روی کاتالوگ، باید دو عامل معلوم باشد، یکی مقدار کل آب درگردش (دبی پمپ[3]) و دیگری افت فشار در مسیر رفت و برگشت آب از دیگ تا دورترین واحد حرارتی (هد پمپ[4])، با معلوم بودن این دو عامل می‌توان قدرت پمپ را از روی منحنی مشخصه‌ای که در کاتالوگ پمپ ارائه می‌شود تعیین نمود. ذیلاً به شرح چگونگی محاسبهٔ دبی و هد پمپ می‌پردازیم:

۱ ــ هد پمپ ـ از آنجائیکه قدرت پمپ باید به اندازه‌ای باشد که آب را تا دورترین واحد حرارتی سیستم به گردش درآورد، باید افت فشار را در این مسیر تعیین نماییم. این افت فشار که هدپمپ را تشکیل خواهد داد عبارت از جمع اقلام زیر است:

الف ــ افت فشار ناشی از اصطکاک جریان با جدار لوله

ب ــ افت فشار در شیرها، زانویی ها و سه‌راهه ها که درمسیر قرار دارند. میزان این افت فشارها را می‌توان با فرمولهای هیدرولیکی تعیین نمود ولی ساده‌تر اینست که ببینیم افت فشار موجود در این وصاله ها معادل با افت فشار چند فوت لوله با همان قطر است. جداول ۱۱ــ۲ و ۱۲ــ۲ و ۱۳ــ۲ (آخر فصل دوم) طول های معادل شیرها و وصاله های مختلف را ارائه می‌دهند. درعمل می‌توان طول معادل وصاله های مختلف را تقریباً برابر 50 درصد طول مسیر رفت و برگشت درنظر گرفت. بدین ترتیب کافی است که طول معادل اتصالات مسیر را با طول لوله های رفت و برگشت جمع نموده حاصل را در مقدار نرخ افت فشار واحد طول لوله ضرب کنیم تا هد پمپ بدست آید. اگر طول مسیر رفت را با L نشان داده طول معادل وصاله ها را برابر 50 درصد طول مسیر رفت و برگشت در نظر بگیریم خواهیم داشت:

طول مسیر رفت و برگشت به دورترین واحد حرارتی $2 \times L = 2L$

طول معادل اتصالات لوله کشی مسیر $2L \times 0.5 = L$

طول معادل کل مسیر لوله کشی تا دورترین واحد حرارتی:

$2L + L = 3L$

1– Expansion Joint 2– Expansion Loop 3– Pump Discharge 4– Pump Head

بطوریکه در مبحث لوله کشی ذکر شد، مناسبترین نرخ افت فشار برای جریان آب در لوله ها معادل 300 میلی اینچ برفوت یا 2.5 فوت بر 100 فوت طول معادل لوله است، لذا خواهیم داشت:

$$\text{هد پمپ} = 3L \times \frac{2.5}{100} = 0.075L \qquad [ft]$$

البته باید متذکر شد که همیشه مسیر دورترین واحد حرارتی لزوماً دارای بیشترین افت فشار نیست بلکه باید به تعداد وصاله ها و شیرهای مسیر نیز توجه شده با درنظر گرفتن طول معادل آنها طولانی ترین مسیر را تعیین نمود.

۲ ــ دبی پمپ ـ برای بدست آوردن دبی پمپ از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$GPM = \frac{Q_t}{10000}$$

GPM ــ دبی پمپ برحسب گالن بر دقیقه

Q_t ــ بار حرارتی کل ساختمان [Btu/hr]

$$10000 = 8.33\ [\frac{\text{پاوند}}{\text{گالن}}] \times 60\ [\frac{\text{دقیقه}}{\text{ساعت}}] \times$$

[F اختلاف دمای آب رفت و برگشت] 20

ضمناً یک روش محاسبهٔ سرانگشتی برای تخمین دبی پمپ وجود دارد که به قرار زیر است:

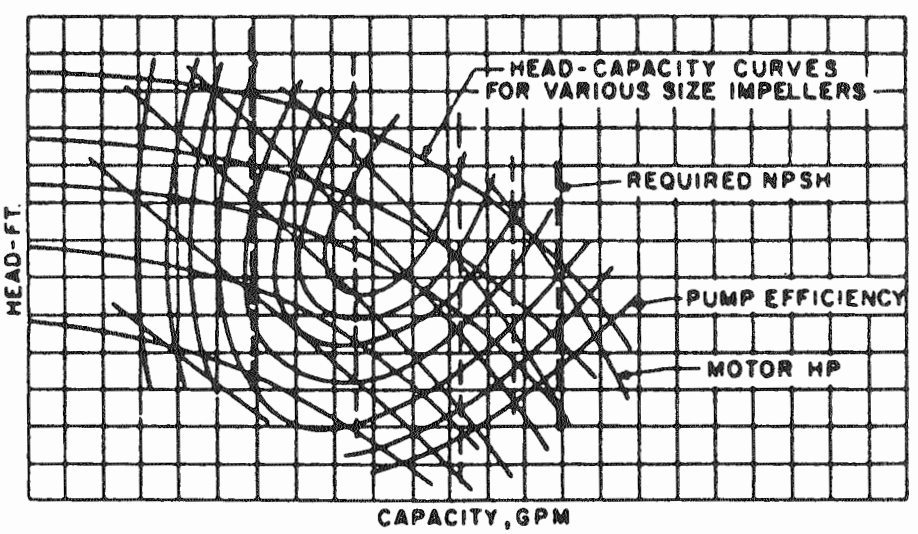
GPM = (سطح زیربنای ساختمان به متر مربع) ×0.045

حال با دردست داشتن هد و دبی پمپ و مراجعه به کاتالوگ پمپ که چند نمونهٔ آن در فصل چهارم (کاتالوگها) ارائه شده‌اند می‌توان پمپ مناسب را اختیار نمود. در کاتالوگ، نمودار مشخصهٔ پمپ ها داده شده است که روی محور عمودی آن هد پمپ و روی محور افقی دبی پمپ را جدا می‌کنیم و به این ترتیب نقطهٔ مشخصهٔ پمپ را بدست آورده با توجه به موقعیت آن، قدرت پمپ مورد نظر را تعیین می‌کنیم. اگر این نقطه بین دو منحنی مشخصه قرار داشته باشد، پمپ مربوط به منحنی بالایی که دارای قدرت بیشتری است را انتخاب می‌کنیم. شکل ۱۹ــ۲ نمودار مشخصهٔ پمپ را نشان می‌دهد.

در سیستم های پمپی فشار حاصل از اختلاف دمای آب رفت و برگشت که بهرحال وجود دارد تا حدودی باعث جریان آب می‌شود و بایستی در انتخاب پمپ مؤثر باشد ولی در محاسبات پمپ معمولاً از این فشار صرفنظر می‌شود.

نکاتی در مورد محاسبه و انتخاب پمپ:

معمولاً میزان افت فشار در اوایل کار تأسیسات، زمانی که لوله ها نو هستند کمتر از مقدار محاسبه شده است، لذا دبی آبی که توسط پمپ جریان می‌یابد بیشتر از مقدار پیش بینی شده خواهد بود و این امر باعث می‌شود که پمپ به قدرت افزونتری نیازمند باشد و نتیجتاً تحت اضافه‌بار کار کند. بدین لحاظ باید پمپ را دقیقاً براساس افت فشاری که محاسبه شده و بدون در نظر گرفتن ضریب اطمینان انتخاب نمود. همچنین اگر دبی پمپ را زیادتر از مقدار لازم درنظر بگیریم چون در عمل میزان دبی کمتر است با توجه به منحنی مشخصه، مقدار هد پمپ افزایش می‌یابد و در صورت استفاده از منبع انبساط باز احتمالاً آب از منبع سرریز می‌کند. چنانچه در سیستمی حرکت آب در لوله ها با صدای زیاد توأم است یکی از دلایل می‌تواند قدرت زیادتر از حد لزوم پمپ باشد، لذا باید پمپ را با یک پمپ دیگر با قدرت مناسب تعویض نمود و یا بنحوی افت فشار سیستم را افزایش داد. در تأسیسات بزرگ لازم است غیر از پمپ اصلی، پمپ دیگری نیز با همان قدرت بعنوان پمپ رزرو نصب گردد تا در مواقع تعمیر پمپ اصلی، کار سیستم متوقف نشود. در تأسیسات کوچکتر (مثلاً منازل مسکونی) بجای نصب پمپ رزرو می‌توان یک مسیر فرعی[1] برای گذر آب در مواقع خرابی پمپ در نظر گرفت که در این صورت آب گرم بطور طبیعی گردش نموده ساختمان را گرم نگهمیدارد. پمپ های سیرکولاتور که در حرارت مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً دارای سرعت 1000 تا 2000 دور در دقیقه (RPM) می‌باشند. راندمان پمپ های



شکل ۱۹ــ۲: نمودار مشخصهٔ پمپ

1— Bypass

کوچک بین 45 تا 70 درصد و راندمان پمپ‌های متوسط (تا1HP قدرت) حدود 50 تا 60 درصد می‌باشد و هرچه قدرت پمپ افزایش یابد راندمان بیشتر می‌شود بطوریکه در پمپ‌های بزرگ راندمان بین 75 تا 99 درصد است. کاتالوگ چند نمونه از آخرین مدلهای پمپ ساخت کمپانی ژاپنی EBARA در فصل چهارم عرضه شده‌اند.

۷ ــ انتخاب مبدل حرارتی:

در حرارت مرکزی، انتخاب نوع مبدل حرارتی که قرار است در اتاق یا فضای مورد گرمایش نصب گردد با توجه به نوع سیال ناقل گرما و مقتضیات ساختمان، از روی کاتالوگ کارخانجات سازنده صورت می‌گیرد. خیلی بندرت اتفاق می‌افتد که لازم باشد مهندس طراح سیستم حرارت مرکزی برای محل خاصی مجبور به طراحی مبدل حرارتی ویژه‌ای باشد که در این صورت باید بر دانش طراحی مبدلهای حرارتی اشراف کامل داشته باشد. از آنجائیکه در این کتاب به اقتضای موضوع آن، فرصت بحث گسترده پیرامون چگونگی طرح، محاسبه و ساخت مبدلهای حرارتی وجود ندارد، این مبحث را به معرفی انواع مبدلهای حرارتی و چگونگی انتخاب رایج‌ترین نوع آن در حرارت مرکزی یعنی رادیاتور محدود می‌کنیم. انواع مبدلهای حرارتی که در حرارت مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

۱ ــ رادیاتور[1] - رایج‌ترین مبدل حرارتی برای گرمایش اتاقها رادیاتور است که انتقال حرارت را از طریق جابجایی طبیعی انجام می‌دهد. رادیاتورها در انواع گوناگون و برای کاربردهای مختلف در دسترس می‌باشند. رادیاتورهای معمولی قطع نظر از شکل ظاهری، در سه نوع چدنی، فولادی و آلومینیمی ساخته می‌شوند و متشکل از پره‌هایی هستند که تعداد آنها با توجه به بار حرارتی اتاق تعیین می‌گردد. پره‌های مذکور بوسیلهٔ پیچ مغزی و یا با فشار بیکدیگر متصل شده توسط پایه‌هایی روی زمین قرار می‌گیرند. در اندازهٔ یکسان، رادیاتورهای چدنی تقریباً دارای دو برابر وزن رادیاتورهای فولادی می‌باشند، راندمان حرارتی آنها کمتر ولی در عوض مقاومتشان در مقابل زنگ‌زدگی و خوردگی به‌مراتب بیش از رادیاتورهای فولادی است. رادیاتورهای آلومینیمی نسبت به دونوع قبلی سبکتر، زیباتر و دارای راندمان حرارتی بیشتری می‌باشند. هر سه نوع مذکور از نظر پهنا و ارتفاع در اندازه‌های مختلفی عرضه می‌شوند. رادیاتورهای معمولی چون اغلب بدون پوشش و در ارتفاع پایین نصب می‌شوند برای گرمایش با آب داغ یا بخار مناسبت نداشته تنها برای گرمایش با آب گرم بکار می‌روند تا در اثر تماس بدن با آنها سوزش شدید ایجاد نشود. آبگرم از بالای رادیاتور وارد و از پایین آن خارج می‌شود، ضمناً در قسمت بالای هر رادیاتور یک شیر هواگیری تعبیه شده است. بهترین محل نصب رادیاتور زیر پنجره می‌باشد و در صورتیکه این امکان موجود نباشد باید حتی‌المقدور در کنار دیوارهای سردتر نصب شوند. رادیاتورها را گاهی برای زیبایی در داخل قاب قرار می‌دهند که این امر باعث کاهش راندمان حرارتی آنها می‌شود. در فصل چهارم (کاتالوگها)، نمونهٔ کاتالوگ هر سه‌نوع رادیاتور مذکور ارائه شده است.

۲ ــ فن کویل[2] - مورد مصرف فن کویل بیشتر در تأسیساتی است که دارای سیستم توأم گرمایش وسرمایش می‌باشند و بطوریکه از نامشان پیداست تشکیل شده‌اند از تعدادی لولهٔ مسی با پره‌های آلومینیومی که باقتضای فصل، آب گرم یا سرد در آنها جریان می‌یابد و یک بادزن که هوا را با شدت از روی این لوله‌ها عبور می‌دهد، بدین ترتیب انتقال حرارت در فن کویل از طریق جابجایی اجباری صورت می‌گیرد. این مبدل حرارتی برای هتل‌ها، آپارتمانها و ساختمانهای ادارای مناسب است. دمای اتاقهایی را که دارای فن کویل می‌باشند می‌توان بطور اتوماتیک با فرمان یک ترموستات اتاقی کنترل نمود. دربارهٔ فن کویل در فصل سوم (تهویه مطبوع) توضیح بیشتری داده خواهد شد. نمونهٔ کاتالوگ فن کویل در فصل چهارم عرضه شده است.

۳ ــ کنوکتور[3] - کنوکتورها از نظر ساختمانی شبیه فن کویل ولی بدون بادزن می‌باشند و تشکیل شده‌اند از تعدادی لولهٔ مسی با پره‌های آلومینیومی که داخل جعبه‌ای آهنی قرار گرفته‌اند و در انواع آویزی، ایستاده، داخل دیواری، لوله‌های پره‌دار و غیره ساخته می‌شوند. انتقال حرارت توسط کنوکتور از طریق جابجایی طبیعی صورت می‌گیرد. کنوکتورها بدلیل قرارگرفتن در داخل جعبه و عدم دسترسی به سطح لوله‌ها برای گرمایش با آب داغ و بخار مناسبند.

٤ ــ یونیت هیتر[4] - این دستگاه بیشتر برای کارگاهها و فضاهای بزرگ مناسب است و تشکیل شده از لوله‌های پره‌داری که بصورت مار پیچ در چند ردیف قرار گرفته‌اند و آب گرم، آب داغ یا بخار در آنها جریان می‌یابد، و یک بادزن که هوا را از روی لوله‌ها عبور می‌دهد. بنابراین انتقال حرارت توسط یونیت هیتر نیز بطریق جابجایی اجباری خواهد بود. در فصل چهارم نمونهٔ کاتالوگ یونیت هیتر ارائه شده است.

البته ممکن است برای گرمایش اتاق یا فضاهای ساختمان بجای استفاده از واحدهای مستقل (رادیاتور، فن کویل، کنوکتور و یونیت هیتر)، هوای گرم را در یک مرکز بنام دستگاه هواساز[5] تهیه نموده از طریق کانال به طرف اتاق یا محل موردنظر هدایت کرد، که این مورد در فصل سوم مفصلاً توضیح داده خواهد شد.

انتخاب رادیاتور از روی کاتالوگ:

در کاتالوگ رادیاتور (فصل چهارم) مقدار حرارتی که یک پره می‌تواند منتقل کند مشخص گردیده است. از تقسیم بار حرارتی اتاق (Q_R) بر مقدار گرمای منتقله توسط یک پره، تعداد پره‌های لازم برای رادیاتور بدست می‌آید. سایر مشخصات رادیاتور از قبیل

1– Radiator 2– Fan-Coil 3– Convector 4– Unit Heater 5– Air Handling Unit

ارتفاع، پهنا، وزن، سطح حرارتی و گنجایش آب در کاتالوگ داده شده است. در فصل چهارم نمونهٔ کاتالوگ انواع رادیاتورها ارائه گردیده است. رادیاتورها از نظر پهنا و ارتفاع در اندازه های مختلفی عرضه می‌شوند، بعنوان مثال در کاتالوگی که برای رادیاتور فولادی (فصل چهارم) در اختیار داریم، رادیاتورهایی با ابعاد زیر مشخص شده‌اند:

$150 \times 300 - 200 \times 300 - 150 \times 500 - 200 \times 500 - 150 \times 600 - 200 \times 600$

که عدد کوچکتر پهنا و عدد بزرگتر فاصلهٔ دوبوشن ورودی و خروجی آب رادیاتور را نشان می‌دهند که با توجه به مقتضیات محل نصب، شمارهٔ مناسب توسط طراح سیستم انتخاب می‌گردد.

مثال ۵: بار حرارتی یک اتاق (Q_R) برابر با 8000 [Btu/hr] می‌باشد. رادیاتور 150×500 برای این اتاق مناسب تشخیص داده شده است. تعداد پره‌های لازم رادیاتور را تعیین کنید.

حل: به کاتالوگ مراجعه می‌کنیم، مقدار حرارت منتقله از یک پره رادیاتور 150×500 برابر است با 349 [Btu/hr]، لذا خواهیم داشت:

$$\text{تعداد پره‌ها) } n = \frac{8000}{349} = 23$$

در مواردیکه تعداد پره‌های رادیاتور زیاد باشد، برای اتاق دو یا چند رادیاتور که در مجموع همان تعداد پره را داشته باشند درنظر گرفته می‌شوند. مشخصات رادیاتور بر روی پلان ساختمان بصورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\frac{23 - 150 \times 500 \text{ (تعداد پره)}}{1/2'' \quad \text{(قطر اتصالات)}}$$

کنترل دما در گرمایش:

بمنظور تثبیت دمای اتاق یا فضای مورد گرمایش و جلوگیری از افزایش یا کاهش آن از میزان مناسب، از وسیله‌ای بنام ترموستات استفاده می‌گردد. اهم ترموستاتهایی که در گرمایش مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

۱ ــ ترموستات اتاقی ــ این ترموستات در اتاق نصب می‌گردد و بدلیل ساختمان داخلیش که اساساً از فلز بی متال (دو فلز مختلف الجنس) تشکیل می‌شود قادر است تحت تأثیر دمای محیط، یک کنتاکت الکتریکی را قطع و وصل نموده از این طریق هر وسیلهٔ الکتریکی را خاموش یا روشن کند. این وسیلهٔ الکتریکی می‌تواند یک شیر موتوری، بادزن فن کویل و یا دمپر موتوریک دریچهٔ ورود هوا به داخل اتاق باشد. بدین ترتیب ترموستات اتاقی می‌تواند دبی سیال ناقل حرارت را برحسب دمای اتاق تغییر داده نتیجتاً دما را در محدودهٔ مورد نظر ثابت نگهدارد. برای اینکه ترموستات بدرستی انجام وظیفه نماید باید آنرا روی یکی از دیوارهای داخلی اتاق نصب نمود. قرار گرفتن ترموستات روی دیوار مشرف بخارج یا دیوارهائیکه لولهٔ آب گرم یا کانال هوای گرم از آنها عبور می‌کند و یا نصب ترموستات در محلی که تحت تابش مستقیم آفتاب یا هر منبع حرارتی دیگر قرار دارد، باعث می‌شود که ترموستات برمبنای دمای واقعی اتاق عمل ننموده نتیجهٔ مطلوبی از کار آن عاید نگردد.

۲ ــ ترموستات جداری ــ در ساختمانهایی که بهر دلیل کنترل اتوماتیک دمای اتاقها یا فضاهای مورد گرمایش بطور مستقل امکان‌پذیر نباشد، از ترموستات جداری استفاده می‌گردد. این ترموستات دارای حبابی می‌باشد که از یک گاز حساس به دما پرشده است و در اثر انقباض و انبساط این گاز در اثر تغییرات دما، تحت مکانیزم ویژه‌ای، یک کنتاکت الکتریکی قطع و وصل شده دستگاه الکتریکی موردنظر خاموش یا روشن می‌گردد. در یک سیستم گرمایش، معمولاً این حباب حساس روی لولهٔ برگشت اصلی آب در موتورخانه نصب گردیده متأثر از دمای آب برگشت، جریان برق پمپ سیرکولاتور را قطع یا وصل می‌کند. بالا بودن دمای آب برگشت حاکی از اینست که فضاهای مورد گرمایش بحد مطلوب گرم شده‌اند بطوریکه آب رفت به اندازهٔ کافی افت دما ندارد. با خاموش شدن پمپ سیرکولاتور، سرعت گردش آب کاهش یافته نتیجتاً دمای آب دیگ بالا می‌رود. وقتی دمای آب دیگ تا حد معینی بالا رفت، ترموستات دیگ یا آکوستات مستغرق فرمان قطع جریان برق مشعل را صادر نموده سیستم را خاموش می‌کند. حدودی از دمای آب برگشت که تحت آن ترموستات جداری باید جریان برق پمپ را قطع یا وصل کند، روی ترموستات تنظیم می‌گردد.

۳ ــ ترموستات دیگ یا آکوستات مستغرق ــ کار این ترموستات کنترل دمای آب دیگ بوده با افزایش یا کاهش دمای آب دیگ نسبت به حدود تنظیم شده برروی آن، فرمان خاموش یا روشن شدن مشعل را صادر می‌کند. از نظر ساختمان داخلی، آکوستات مستغرق نیز دارای یک حباب پرشده از گاز حساس به دما می‌باشد که درداخل آب دیگ غوطه‌ور است و متأثر از دمای آب با مکانیزمی شبیه ترموستات جداری، یک کنتاکت الکتریکی را قطع یا وصل نموده مشعل را خاموش یا روشن می‌کند.

حرارت مرکزی با بخار

همانطور که مختصراً در مبحث انواع سیستمهای حرارت مرکزی ذکر شد، سیستمی که در آن سیال ناقل حرارت بخار باشد، سیستم حرارت مرکزی با بخار نامیده می‌شود که خود بر دونوع می‌باشد:

۱ ــ سیستم غیرمستقیم ـ که در آن بخار تهیه شده در دیگ را وارد یک مبدل حرارتی نموده آب را تا درجهٔ حرارت مناسب برای گرمایش با آب گرم یا آب داغ، گرم می‌نمایند، بدین ترتیب، منهای دیگ و مبدل حرارتی که آب گرم را تهیه می‌کند، بقیهٔ سیستم مانند سیستم حرارت مرکزی با آب گرم یا آب داغ می‌باشد. در ساختمانهایی که بخار مصارف گوناگون دارد، قسمتی از بخار تهیه شده در دیگ به این مصارف اختصاص داده می‌شود، همچنین در آسمانخراشها می‌توان برای هر طبقه یک مبدل حرارتی در نظر گرفت و با فرستادن بخار به هریک از این مبدلها، آب گرم لازم را برای گرمایش طبقات مختلف بطور مستقل تهیه نمود.

۲ ــ سیستم مستقیم ـ که در آن بخار مستقیماً وارد واحدهای حرارتی اتاق از قبیل کنوکتور شده پس از تقطیر به دیگ باز می‌گردد.

لوله کشی در سیستم بخار:

در این مبحث از روشها و تکنیک های طرح و محاسبهٔ لوله کشی سیستم بخار صحبت می‌شود. لوله کشی سیستم بخار با سایر سیستم های حرارت مرکزی تفاوت دارد چرا که معمولاً سه سیال بخار، آب و هوا را حمل می‌کند، بدین دلیل طراحی و نصب سیستم لوله کشی بخار محتاج ملاحظاتی است.

طرح کلی سیستم ـ سیستم های بخار برحسب ترتیب لوله کشی، شرایط فشار و روش برگشت بخار تقطیر شده به دیگ طبقه بندی شده‌اند که ذیلاً مورد بحث قرار می‌گیرند:

الف ــ ترتیب لوله کشی ـ استانداردهای لوله کشی سیستم بخار عبارتند از ترتیب **یک لوله‌ای** و ترتیب **دولوله‌ای**.

در سیستم یک لوله‌ای برای رفت بخار و نیز برگشت آب حاصل از تقطیر[1]، از یک لوله استفاده می‌شود و در واحد حرارتی اتاق هم برای رفت و هم برگشت فقط یک اتصال وجود دارد. بعضی از واحدهای حرارتی دو اتصال دارند که بعنوان اتصالات رفت و برگشت به یک لولهٔ مشترک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در تهویه مطبوع و حرارت مرکزی بیشتر از سیستم دولوله‌ای استفاده می‌گردد که در آن یک لوله جهت حمل بخار و یک لوله برای برگشت آب حاصل از تقطیر بخار در واحدهای حرارتی درنظر گرفته می‌شوند. دریک سیستم دولوله‌ای، واحدهای حرارتی دارای دو اتصال جداگانه جهت رفت و برگشت آب حاصل از تقطیر می‌باشند.

ترتیب لوله کشی برحسب چگونگی اتصال لولهٔ برگشت آب حاصل از تقطیر به دیگ و جهت جریان در رایزرها[2] نیز طبقه‌بندی می‌شود.

I ـ از نظر چگونگی برگشت بخار تقطیر شده به دیگ:

۱ ــ برگشت خشک[3] ــ وقتی است که لولهٔ حامل آب حاصل از تقطیر بخار در بالای سطح آب دیگ قرار می‌گیرد.

۲ ــ برگشت مرطوب[4] ــ وقتی است که لولهٔ حامل آب حاصل از تقطیر بخار در پایین سطح آب دیگ قرار می‌گیرد.

II ــ از نظر جریان بخار در رایزرها:

۱ ــ تغذیه از پایین[5] ــ بخار به سمت بالای رایزر جریان می‌یابد.

۲ ــ تغذیه از بالا[6] ــ بخار به سمت پایین رایزر جریان می‌یابد.

ب ــ شرایط فشار ـ سیستم های لوله کشی بخار از نظر فشار کار سیستم به پنج طبقه تقسیم می‌شوند:

۱ ــ فشار قوی: 100 psig به بالا

۲ ــ فشار متوسط: 15 psig تا 100 psig

۳ ــ فشار ضعیف: 0 psig تا 15 psig

٤ ــ بخار*: خلأ تا 15 psig

۵ ــ خلأ: خلأ تا 15 psig

سیستم های بخار و خلأ یکی هستند جز آنکه سیستم بخار پمپ خلأ ندارد ولی سیستم خلأ پمپ خلأ دارد.

ج ــ برگشت آب حاصل از تقطیر:

نوع سیستم لوله کشی برگشت آب حاصل از تقطیر از واحدهای حرارتی به دیگ، بیشتر از روی سیستم لوله کشی بخار تعیین می‌شود. معمولاً دونوع ترتیب لوله کشی که عبارتند از برگشت طبیعی و برگشت مکانیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. وقتی همهٔ واحدهای حرارتی بالای سطح آب دیگ یا ظرف مایع حاصل از تقطیر قرار بگیرند، سیستم با عنوان برگشت طبیعی[7] توصیف می‌شود زیرا برگشت آب حاصل از تقطیر به دیگ در اثر وزن آب می‌باشد. اگر بخارگیرها[8] یا پمپ هایی جهت کمک به برگشت آب حاصل از تقطیر به دیگ مورد استفاده قرار گیرند، سیستم بعنوان برگشت مکانیکی[9] طبقه‌بندی می‌شود. پمپ خلأ برگشت، پمپ برگشت آب حاصل از تقطیر و بخارگیر برگشت دیگ، وسایلی هستند که برای برگشت مکانیکی آب حاصل از تقطیر به دیگ مورد استفاده قرار می‌گیرند.

---

* در بکارگیری این عنوان مفهوم خاص آن مورد نظر بوده است و منظور سیستم بخاری است که در آن واحدهای حرارتی فاقد شیر هواگیری می‌باشند.

1– Condensate 2– Risers 3– Dry-Return 4– Wet-Return 5– Up-Feed

6– Down-Feed 7– Gravity Return System 8– Traps 9– Mechanical Return System

استانداردها و مقررات:

به منظور تعیین میزان مقبولیت یک سیستم لوله کشی بخار برای کاربرد بخصوص، باید کلیهٔ استانداردها و مقررات مربوطه بررسی شوند. این استانداردها هستند که معمولاً حد فشار بخار، طرح لوله کشی یا چگونگی انتخاب وسایل را به ما دیکته می‌کنند.

شرایط آب:

تشکیل رسوب روی جداره‌های داخلی دیگ در تولید بخار ایجاد اشکال می‌نماید. بالا بودن دما در داخل دیگ بخار باعث تشدید رسوب نمک های محلول در آب می‌شود، از اینرو شرایط آب در یک سیستم تولید بخار باید همواره تحت مراقبت یک متخصص قرار داشته باشد.

نگهدارنده‌های لوله[1]:

در سیستم لوله کشی بخار به منظور تسهیل جریان آب حاصل از تقطیر، تمام لوله های افقی دارای شیب می‌باشند. این شیب غالباً در جهتی داده می‌شود که آب حاصل از تقطیر بتواند در همان سمت جریان بخار در داخل لوله حرکت نماید. جدول E—۲ فاصلهٔ بین بست ها و نگهدارنده های لوله ها را برحسب قطر لوله ها و شیب مورد نظر توصیه می‌کند. داده های این جدول برای لوله های استاندارد پر از آب با تعداد متوسطی وصاله در طول مسیر لوله کشی می‌باشند.

جدول E—۲: فاصلهٔ بین نگهدارنده ها برای لوله های فولادی

NOM. PIPE SIZE (in.)	DISTANCE BETWEEN SUPPORTS (FT) Average Gradient		
	1" in 10'	½" in 10'	¼" in 10'
¾	9	—	—
1	13	6	—
1¼	16	10	5
1½	19	14	8
2	21	17	13
2½	24	19	15
3	27	22	18
3½	29	24	19
4	32	26	20
5	37	29	23
6	40	33	25
8	—	38	30
10	—	43	33
12	—	48	37
14	—	50	40
16	—	53	42
18	—	57	44
20	—	60	47
24	—	64	50

NOTE: Data is based on standard wall pipe filled with water and average number of fittings.

Courtesy of Crane Co.

طراحی سیستم لوله کشی:

یک سیستم لوله کشی بخار که در حرارت مرکزی یا تهویه مطبوع بکار می‌رود باید بخار تولید شده در دیگ را بین کلیهٔ قسمتهایی که بار حرارتی دارند توزیع نماید. اندازه گذاری لوله های بخار برای بار حرارتی محاسبه شده، بستگی به عوامل زیر دارد:

۱ ــ فشار ابتدایی و افت فشار مجاز در سیستم.

۲ ــ طول معادل لوله در طولانی ترین مسیر.

۳ ــ اینکه آیا آب حاصل از تقطیر و بخار در یک جهت حرکت می‌کنند یا در جهات مخالف.

بیشتر سیستم هایی که در حرارت مرکزی یا تهویه مطبوع بکار می‌روند براساس ترکیبی از ترتیب لوله ها و فشار بصورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱ ــ دولوله‌ای فشار قوی[2]

۲ ــ دولوله‌ای فشار متوسط[3]

۳ ــ دولوله‌ای فشار ضعیف[4]

٤ ــ دولوله‌ای بخار[5] (یعنی سیستمی که در آن واحدهای حرارتی فاقد شیر هواگیری می‌باشند)

۵ ــ دولوله‌ای خلأ[6]

٦ ــ یک لوله‌ای فشار ضعیف[7]

سیستم یک لوله‌ای:

سیستم یک لوله‌ای عمدتاً در ساختمانهای مسکونی و تجاری کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۲۰ــ۲ یک سیستم یک لوله‌ای تغذیه از پایین طبیعی را نشان می‌دهد. لولهٔ اصلی رفت بخار از دیگ تا یک نقطهٔ مرتفع بالا می‌آید و بعد از این نقطه به طرف پایین شیب پیدا می‌کند. معمولاً قطر لولهٔ اصلی در تمام طول مسیر تا آخرین شاخه ثابت می‌ماند، سپس کاهش یافته به طرف دیگ و تا پایین سطح آب دیگ امتداد می‌یابد. همانطور که ذکر شد این ترتیب لوله کشی برگشت را برگشت مرطوب می‌گویند. در تمام نقاط مرتفع سیستم به هواگیر اتوماتیک احتیاج است تا گازهای غیرقابل تقطیر را خارج کند. در حین کار سیستم آب و بخار در لولهٔ اصلی در یک جهت و در رایزرها و شاخه ها در خلاف جهت یکدیگر حرکت می‌کنند. این سیستم نسبت به تمام سیستمهای دیگر، احتیاج به شیرها و لوله های بزرگتری دارد. نوع دیگر سیستم طبیعی یک لوله‌ای عبارتست از سیستم یک لوله‌ای تغذیه از بالا که در شکل ۲۱ــ۲ نشان داده شده است. بخار در رایزر اصلی از دیگ به اتاق زیر شیروانی ساختمان جریان یافته و از آنجا در سراسر ساختمان توزیع می‌شود. سیستم طبیعی یک لوله‌ای همچنین می‌تواند مانند شکل ۲۲ــ۲ طراحی شود که در آن هر رایزر جداگانه آبریز[8] می‌کند، این ترتیب اغلب در سیستم های وسیع اجرا می‌شود.

سیستم دو لوله‌ای:

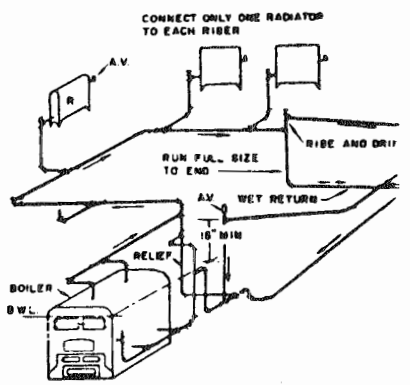
یک سیستم دو لوله‌ای طبیعی در شکل ۲۳ــ۲ نشان داده شده است. در سیستم دو لوله، جهت تطبیق هر واحد حرارتی با سیستم بخار یا

1— Piping Supports
2— Two-Pipe High Pressure System
3— Two-Pipe Medium Pressure System
4— Two-Pipe Low Pressure System
5— Two-Pipe Vapor System
6— Two-Pipe Vacuum System
7— One-Pipe Low Pressure System
8— Drip

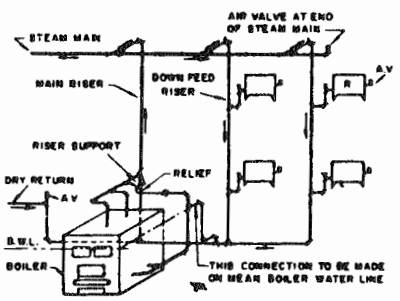
سیستم خلاء، یک بخارگیر ترموستاتیک روی آن نصب می‌شود. آب حاصل از تقطیر در هر رادیاتور در یک سیستم طبیعی با برگشت خشک، توسط حلقهٔ آبریز[1] و در سیستم طبیعی با برگشت مرطوب مستقیماً و بطور جداگانه به لولهٔ برگشت اصلی ریزش می‌کند که در شکل ۲۳ــ۲ چگونگی این امر مشاهده می‌شود. لولهٔ برگشت خشک که بالاتر از سطح آب دیگ قرار دارد در انتها توسط یک لولهٔ عمودی به لولهٔ برگشت مرطوب متصل شده آب حاصل از تقطیر از پایین سطح آب دیگ وارد آن می‌شود. جهت حصول اطمینان از کار رضایتبخش سیستم، تمام آبریزها، لوله‌های فشارشکن[2] و رایزرهای برگشت از سمت بخار به سمت برگشت سیستم، باید به بخارگیر یا سیفون‌آب[3] مجهز شوند. اگر شیر هواگیری واحد حرارتی حذف شود و هواگیری در ظرف تجمع[4] آب حاصل از تقطیر و در طول مسیر برگشت انجام گیرد، سیستم بخاری خواهیم داشت مانند آنچه در شکل ۲۴ــ۲ نشان‌داده شده است. با اضافه کردن یک پمپ خلأ به سیستم بخار، سیستم خلأ مکانیکی مانند شکل ۲۵ــ۲ حاصل می‌شود.

اندازه گذاری لوله‌ها:

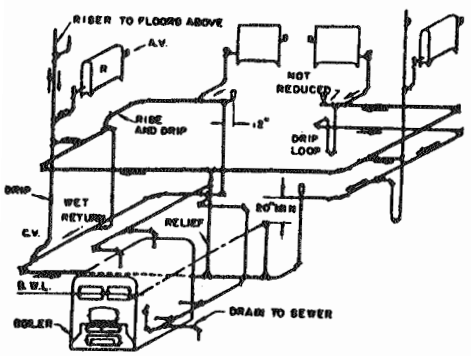
بمنظور انتخاب صحیح قطر لوله‌ها جهت انتقال دبی بخار مورد نیاز در فشارهای مختلف، نمودارها و جداولی ارائه گردیده‌اند. نمودار ۷ــ۲ (آخر فصل دوم) یک نمودار عمومی است برای فشار بخار از 0 psig تا 200 psig و دبی بخار از 5 تا 100,000 پاوند برساعت. ولی سرعتی که از نمودار مذکور خوانده می‌شود براساس فشار بخار 0 psig بوده و باید برای فشار مورد نظر توسط نمودار ۸ــ۲ تصحیح گردد. ولی بجای اینکار می‌توانیم مستقیماً از نمودارهای ۹ــ۲، ۱۰ــ۲، ۱۱ــ۲، و ۱۲ــ۲ استفاده کنیم که بترتیب براساس فشارهای 30 psig ، 50 psig ، 100 psig و 150 psig رسم شده‌اند، سرعت مستخرجه از این نمودارها دیگر احتیاجی به تصحیح ندارد. تمام نمودارهای مذکور براساس دیاگرام مودی ترسیم شده‌اند و برای وقتیکه بخار و آب حاصل از تقطیر در یک جهت حرکت کنند معتبر خواهند بود. جهت تسریع در محاسبات، جداول ۱۴ــ۲ تا ۱۹ــ۲ برای فشارهای مختلف ارائه گردیده‌اند.



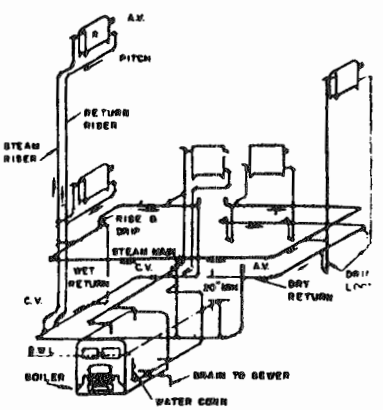
شکل ۲۰ــ۲: سیستم یک لوله‌ای
تغذیه ازپایین طبیعی



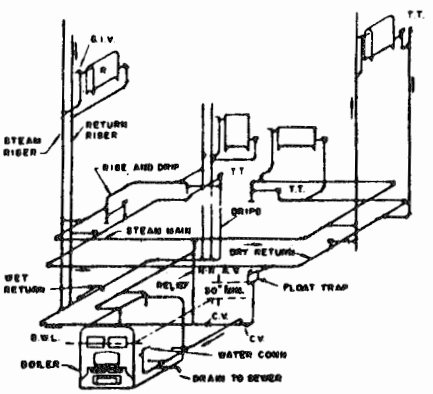
شکل ۲۱ــ۲: سیستم یک لوله‌ای
تغذیه ازبالای طبیعی



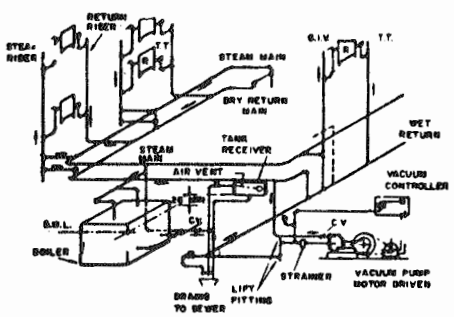
شکل ۲۲ــ۲: سیستم یک لوله‌ای
تغذیه ازبالا با رایزرهای آبریز



شکل ۲۳ــ۲: سیستم دو لوله‌ای طبیعی



شکل ۲۴ــ۲: سیستم بخار (یعنی سیستم بخاری
که فاقد شیر هواگیری روی واحدهای حرارتی است)



شکل ۲۵ــ۲: سیستم خلأ مکانیکی

1– Drip Loop
2– Relief Pipe
3– Water Loop
4– Condensate Reciever

در تنظیم جداول ۱۴ــ۲ تا ۱۶ــ۲ از نمودار ۷ــ۲ استفاده شده است و ظرفیت های پیشنهادی در جداول ۱۷ــ۲ تا ۱۹ــ۲ نتیجهٔ تحقیقات آزمایشگاههای ASHREA می‌باشند. حدود پیشنهادی برای استفاده از این جداول در هریک از آنها مشخص شده‌اند، بعلاوه جدول ۱۹ــ۲ افت فشار کلی مناسب برای سیستم دو لوله‌ای فشار ضعیف را ارائه می‌دهد.

توصیه ها:

توصیه های زیر در اندازه گذاری لوله های سیستم های بخار باید بعنوان دستور کار مورد ملاحظه قرار گیرند:

الف ــ سیستم دو لوله ای فشار قوی:

این سیستم بیشتر در ماشینها و گاهی در تأسیسات تجاری[1] مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزرهای رفت برای افت فشاری حداکثر برابر 30 psi – 25

۲ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزرهای رفت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر 10–2 psi بر صد فوت طول معادل لوله.

۳ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر برگشت برای افت فشاری حداکثر برابر 20 psi

۴ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر برگشت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر 2 psi برصد فوت طول معادل لوله.

۵ ــ شیب‌لوله های اصلی‌رفت $1/4''$ بر $10'$ به سمت خارج دیگ.

۶ ــ شیب لوله های اصلی برگشت $1/4''$ بر $10'$ به سمت دیگ.

۷ ــ تعیین قطر لوله ها از جدول ۱۴ــ۲

ب ــ سیستم دو لوله‌ای فشار متوسط:

این سیستم بیشتر در ماشین ها و گاهی در تأسیسات تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر رفت برای افت فشاری حداکثر برابر 10 psi – 5

۲ ــ تعیین قطر لوله های اصلی و رایزرهای رفت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر 2 psi بر صد فوت طول معادل لوله.

۳ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر برگشت برای افت فشاری حداکثر برابر 5 psi

۴ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر برگشت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر 1 psi بر صد فوت طول معادل لوله.

۵ ــ شیب لوله های اصلی رفت $1/4''$ بر $10'$ به سمت خارج دیگ

۶ ــ شیب لوله های اصلی برگشت $1/4''$ بر $10'$ به سمت دیگ

۷ ــ تعیین قطر لوله ها از جدول ۱۵ ــ ۲

ج ــ سیستم دو لوله‌ای فشار ضعیف:

این سیستم در تأسیسات تجاری، تهویه مطبوع و حرارت مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزرهای رفت برای افت فشاری که از جدول ۱۹ــ۲ تعیین می‌گردد و بستگی به فشار ابتدایی سیستم دارد.

۲ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر رفت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر 2 psi بر صد فوت طول معادل لوله.

۳ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر برگشت برای افت فشاری که از جدول ۱۹ــ۲ تعیین می‌گردد و بستگی به فشار ابتدایی سیستم دارد.

۴ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر برگشت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر 1/2 psi برصد فوت طول معادل لوله.

۵ ــ شیب لوله های اصلی رفت $1/4''$ بر $10'$ به سمت خارج دیگ.

۶ ــ شیب لوله های اصلی برگشت $1/4''$ بر $10'$ به سمت دیگ.

۷ ــ تعیین قطر لوله ها با استفاده از جداول ۱۶ــ۲ تا ۱۸ــ۲.

د ــ سیستم دو لوله‌ای بخار (یعنی سیستم بخاری که فاقد شیر هواگیری روی واحدهای حرارتی است):

این سیستم در تأسیسات تجاری و مسکونی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر رفت برای افت فشاری حداکثر برابر $1/8$ psi – $1/16$

۲ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر رفت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر $1/8$psi – $1/16$بر صد فوت طول معادل لوله.

۳ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی برگشت و رفت برای افت فشاری حداکثر برابر $1/8$ psi – $1/16$

۴ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی برگشت و رفت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر $1/8$psi – $1/16$بر صد فوت طول معادل لوله.

۵ ــ شیب لولهٔ رفت $1/4''$ بر $10'$ به سمت خارج دیگ.

۶ ــ شیب لوله های اصلی برگشت $1/4''$ بر $10'$ به سمت دیگ

۷ ــ تعیین قطر لوله ها از جداول ۱۶ــ۲ تا ۱۸ــ۲

هـ ــ سیستم دو لوله‌ای خلأ:

این سیستم در تأسیسات تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر رفت برای افت فشاری حداکثر برابر 1 psi – $1/8$

۲ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر رفت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر $1/2$psi – $1/8$بر صد فوت طول معادل لوله.

۳ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر برگشت برای افت فشاری حداکثر برابر 1 psi – $1/8$

۴ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر برگشت برای نرخ افت

۱ــ اصطلاح «تأسیسات تجاری (Commercial installations)» در مقابل اصطلاح «تأسیسات صنعتی» بکار می‌رود و منظور ساختمانهایی هستند که برای مقاصد مختلف قابل خرید و فروش می‌باشند، لذا نباید تصور شود که در این ساختمانها حتماً فعالیت تجاری صورت می‌گیرد.

اصطکاکی حداکثر برابر psi $1/2 - 1/8$ بر صد فوت طول معادل لوله.

۵ ــ شیب لوله های اصلی رفت $1/4''$ بر $10'$ به سمت خارج دیگ.

۶ ــ شیب لوله های اصلی برگشت $1/4''$ بر $10'$ به سمت دیگ

۷ ــ تعیین قطر لوله ها از جداول ۱۶ــ۲ تا ۱۸ــ۲.

و ــ سیستم یک لوله‌ای فشار ضعیف:

این سیستم برای تأسیسات تجاری کوچک و مسکونی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر رفت برای افت فشاری حداکثر برابر psi $1/4$

۲ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزر رفت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر psi $1/16$ بر صد فوت طول معادل لوله.

۳ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزرهای برگشت برای افت فشاری حداکثر برابر psi $1/4$

۴ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و رایزرهای برگشت برای نرخ افت اصطکاکی حداکثر برابر psi $1/16$ بر صد فوت طول معادل لوله.

۵ ــ شیب لولهٔ اصلی رفت $1/4''$ بر $10'$ به سمت خارج دیگ

۶ ــ شیب لولهٔ اصلی برگشت $1/4''$ بر $10'$ به سمت دیگ

۷ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی و لوله های آبریز رابط[1] بین لولهٔ اصلی و رایزرها از جدول ۱۶ــ۲.

۸ ــ تعیین قطر لوله های غیر آبریز رابط[2] بین لولهٔ اصلی و رایزرها از جدول ۱۸ــ۲ ستون F

۹ ــ تعیین قطر رایزرهایی که جهت بخار در آنها از پایین به بالاست از جدول ۱۸ــ۲ ستون D

۱۰ ــ تعیین قطر رایزرهای رفت که جهت جریان بخار در آنها از بالا به پایین است از جدول ۱۶ــ۲

۱۱ ــ شیب لوله های اصلی رفت $1/4''$ بر $10'$ به سمت خارج دیگ.

۱۲ ــ شیب لوله های اصلی برگشت $1/4''$ بر $10'$ به سمت دیگ.

نرخ افت اصطکاکی[3]:

مثال ۷ روشی را نشان می‌دهد که جهت تعیین نرخ افت اصطکاکی به منظور اندازه گذاری لوله ها وقتیکه افت فشار کلی سیستم (افت فشار مسیر رفت باضافهٔ افت فشار مسیر برگشت) و طول معادل تقریبی معلوم باشند، بکار می‌رود.

بخارگیر[4]:

وظیفهٔ اصلی یک بخارگیر نگهداری بخار در یک وسیلهٔ حرارتی یا سیستم لوله کشی و عبوردادن هوا و آب حاصل از تقطیر است. بخار در بخارگیر باقی می‌ماند تا زمانی که حرارت نهان تبخیرش را از دست داده تقطیر شود. اشکال ۲۶ــ۲ تا ۳۶ــ۲ انواع مختلف بخارگیر را نشان می‌دهند.

پمپ خلأ[5]:

پمپ های خلأ در سیستمی بکار می‌روند که خطوط برگشت آن تحت خلأ قرار داشته باشند. مجموعه متشکل است از مخزن تجمع آب حاصل از تقطیر، مخزن جدا کننده و کنترل کننده های مسیر رفت آب از مخزن تجمع به دیگ. به همان روشی که اندازهٔ پمپ های آب حاصل از تقطیر معین می‌شود، اندازهٔ پمپ های خلأ نیز برای تحویل 2.5 تا 3 برابر مقدار آب حاصل از تقطیر که محاسبه شده، تعیین می‌شود. اگر فشار دیگ از حدود مناسب برای پمپ سانتریفوژ یک مرحله‌ای تجاوز نکند، پمپ های خلأ قادر خواهند بود آب حاصل از تقطیر را مستقیماً به دیگ برگردانند. معمولاً اگر فشار دیگ از psig 50 بیشتر باشد، یک پمپ تغذیهٔ[6] جداگانه برای دیگ لازم خواهد بود. در هر حال پمپ باید برمبنای حداکثر فشار حاصله در دیگ انتخاب شود. پمپ های خلأ معمولاً به صورت زوج ساخته می‌شوند. یک زوج پمپ خلأ قادر خواهد بود بار اضافی موجود در سیستم را تحمل نماید زیرا هر دو پمپ در موقع راه اندازی سیستم کار می‌کنند. امتیاز دیگر این طرح آنست که اگر یکی از پمپ ها از کار بیفتد، پمپ دیگر بکار ادامه داده مانع از ایجاد اختلال در کار سیستم می‌شود. ظرفیت پمپ های خلأ معمولی از [Btu/hr] 600,000 تا [Btu/hr] 2,400,000 متغیر است.

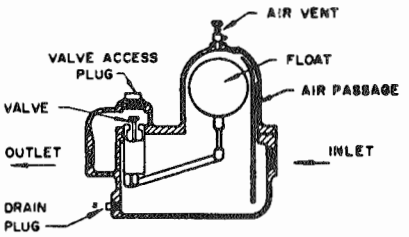
بطوری که قبلاً ذکر شد، وجود پمپ خلأ در مسیر برگشت، وجه افتراق سیستم خلأ با سیستم بخار است. پمپ خلأ آب حاصل از تقطیر و هوا را از مسیر برگشت خارج می‌کند ، آب حاصل از تقطیر را به دیگ فرستاده هوا را به بیرون سیستم هدایت می‌نماید. با خروج مؤثر هوا، بخار به سرعت به گردش درمی‌آید. از نظر کنترل، سیستم خلأ از تمام سیستمها قابلیت انعطاف بیشتری دارد، ولی هزینهٔ اولیه و مخارج نگهداری باعث می‌شود که از این سیستم تنها در ساختمانهای بزرگ استفاده گردد. فشار مکش در سیستم خلأ ممکن است به 24 اینچ جیوه برسد که تقریباً معادل 27 فوت آب است. شکل ۳۷ــ۲ طرز کار یک پمپ خلأ را به طور شماتیک نشان می‌دهد.

نکاتی در مورد لوله کشی سیستم های بخار:

طراحی لوله کشی سیستم های بخار نسبت به سایر سیستم های حرارت مرکزی از پیچیدگی بیشتری برخوردار بوده شامل دقایق و ملاحظاتی است. اشکال ۳۸ــ۲ تا ۵۵ــ۲ برخی از نکاتی را که در طرح لوله کشی سیستم بخار باید ملحوظ نظر قرار گیرند نشان می‌دهند. در زیر هر شکل توضیحات لازم داده شده‌اند.

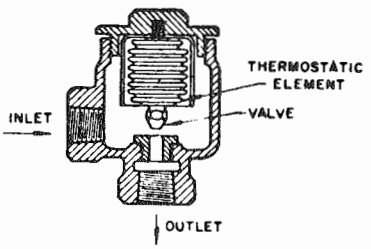
1— Dripped Runouts
2— Undripped Runouts
3— Friction Rate
4— Steam Trap
5— Vacuum Pump
6—Boiler Feed Pump

انواع بخارگیر:



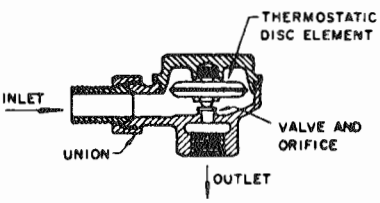
شکل ۲۶ــ۲: بخارگیر غواصکی

خروج آب حاصل از تقطیر از این بخارگیر بطور پیوسته صورت می‌گیرد. این بخارگیر در کویل های گرمایش با بخار و وسایلی نظیر آن بکار می‌رود. زمانیکه این نوع بخارگیر در سیستم فشار ضعیف بکار رود باید به یک هواگیر ترموستاتیک مجهز شود.



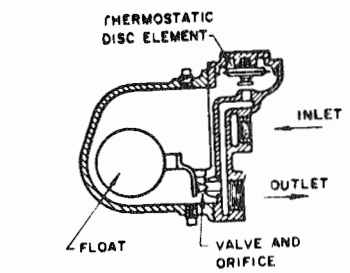
شکل ۲۷ــ۲: بخارگیر ترموستاتیک نوع فانوسه‌ای

خروج آب حاصل از تقطیر از این بخارگیر بطور متناوب صورت می‌گیرد. این بخارگیر در رادیاتورها، کنوکتورها، کویل های گرمایش با بخار، یونیت هیترها و نظایر آن بکار می‌رود. این بخارگیر برای سیستم های فشار ضعیف حداکثر تا 15 psi توصیه می‌شود.



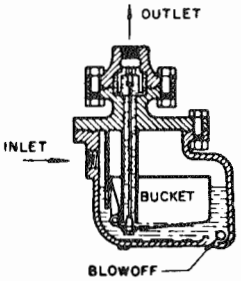
شکل ۲۸ــ۲: بخارگیر ترموستاتیک نوع دیسکی

همان توضیحات شکل ۲۷ــ۲



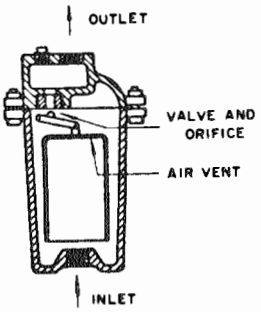
شکل ۲۹ــ۲: بخارگیر غواصکی و ترموستاتیک

این نوع بخارگیر در مواردی بکار می‌رود که حجم آب حاصل از تقطیر آنقدر زیاد باشد که بخارگیر نوع ترموستاتیک نتواند عمل نماید. مورد استفاده این بخارگیر در سیستم های فشار ضعیف حداکثر تا 15 psi می‌باشد.



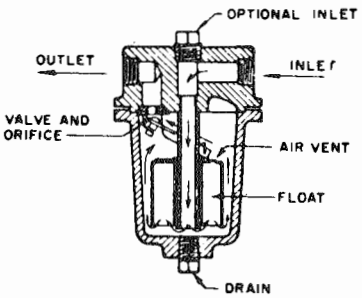
شکل ۳۰ــ۲: بخارگیر سطلی عمودی

خروج آب حاصل از تقطیر از این بخارگیر بطور متناوب صورت می‌گیرد. اختلاف فشاری برابر 1psi بین ورودی و خروجی این بخارگیر لازم است تا آب حاصل از تقطیر را از سطل بخارگیر به دهانهٔ خروجی بفرستد. این بخارگیر برای سیستم هایی که دارای فشار ضربانی هستند بسیار مناسب است.



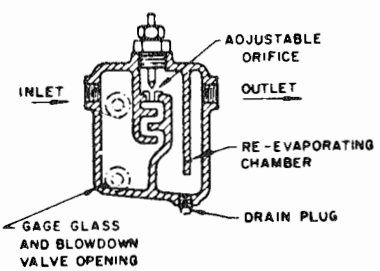
۳۱ــ۲: بخارگیر سطلی معکوس

خروج آب حاصل از تقطیر از این بخارگیر بطور متناوب صورت می‌گیرد و برای فرستادن آب از انتهای بخارگیر به دهانهٔ خروجی احتیاج به اختلاف فشار جزئی بین ورودی و خروجی خود دارد. این بخارگیرها در لوله ها یا وسایل حرارتی که با بخار کار می‌کنند و مقدار هوای آنها غیر عادی است و نیز در مواقعیکه امکان ورود کثافت به داخل بخارگیر وجود دارد بکار می‌روند.



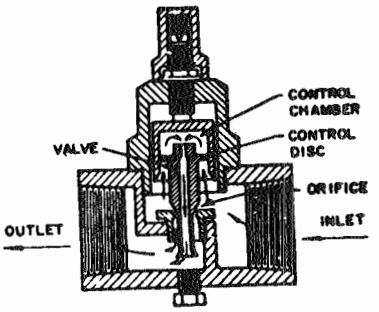
۳۲ــ۲: نوع دیگری از بخارگیر سطلی معکوس

همان توضیحات شکل ۳۱ــ۲



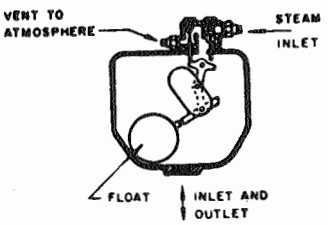
شکل ۳۳ــ۲: بخارگیر ریزشی

خروج آب حاصل از تقطیر از این بخارگیر بطور متناوب صورت می‌گیرد. این بخارگیر فقط در مواقعیکه اختلاف فشار بین ورودی و خروجی آن 5 psi یا بیشتر باشد قابل استفاده بوده می‌تواند در یونیت هیترها، کویل های گرمایش با بخار، خطوط بخار و نظایر آن بکار رود.



شکل ۳۴ــ۲: بخارگیر ضربه‌ای

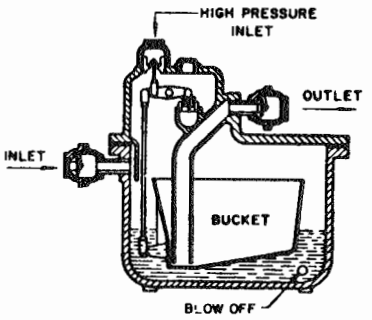
تحت بار عادی، خروج آب حاصل از تقطیر از این بخارگیر بطور متناوب بوده ولی زمانیکه بار سنگین باشد بصورت پیوسته خواهد بود اگر فشار در خروجی بخارگیر از 25% فشار در ورودی آن تجاوز نکند، این بخارگیر می‌تواند برای هر وسیلهٔ حرارتی مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۳۶ــ۲: بخارگیر برگشت دیگ یا مخزن تجمع آب حاصل از تقطیر

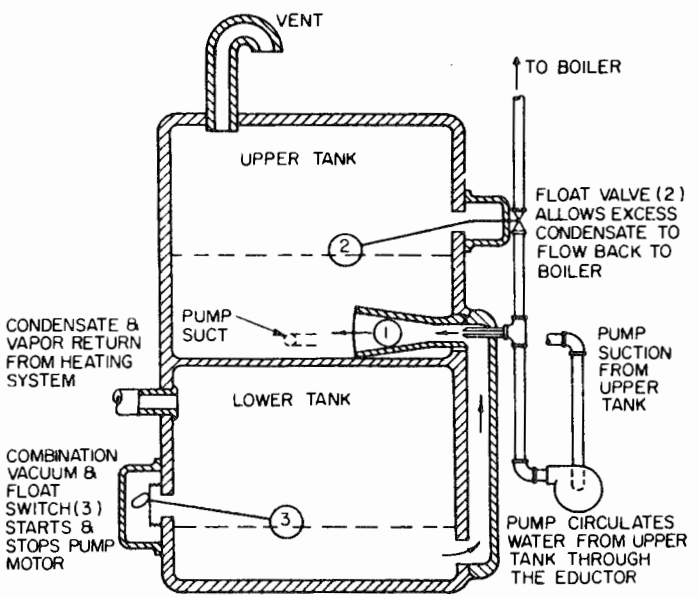
این بخارگیر در برگشت آب حاصل از تقطیر به دیگ و در سیستم های فشار ضعیف بکار می ورد.

این بخارگیر، بخار را مثل انواع دیگر در خود نگه نمی‌دارد ولی اقتباسی است از بخارگیر بالابر و کار آن ممانعت از جاری شدن آب در لوله های اصلی برگشت در زمانی است که فشار اضافی نمی‌گذارد که آب حاصل از تقطیر با نیروی وزن خود به دیگ بازگردد.



شکل ۳۵ــ۲: بخارگیر بالابر

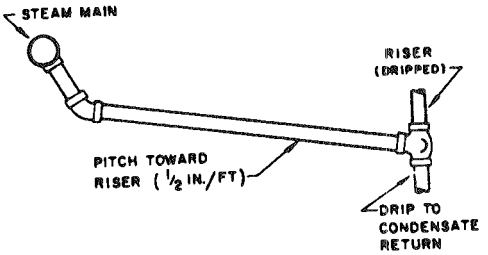
این بخارگیر اقتباسی است از بخارگیر سطلی عمودی که می‌توانند در تمام سیستم‌های گرمایش با بخار تا فشار 150 psig مورد استفاده قرار گیرد و بطوریکه در شکل ملاحظه می‌شود، برای فشارهای زیاد دارای یک ورودی کمکی است تا آب[1] حاصل از تقطیر را با زور بسمت دهانهٔ خروجی بفرستند.



۳۷ــ۲: نمایش طرز کار یک پمپ خلأ

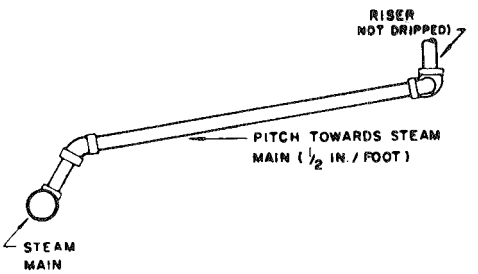
لولهٔ تخلیه کنندهٔ 1 سبب برقراری خلأ مورد نظر در مخزن پایینی می‌گردد. این خلأ باعث مکش آب حاصل از تقطیر و هوا از مسیر برگشت بداخل مخزن پایینی می‌شود. آب حاصل از تقطیر از لولهٔ دهش پمپ به دیگ ارسال گردیده و هوا از بالای مخزن دوم بخارج رانده می‌شود.

جزئیات لوله کشی سیستم های بخار:



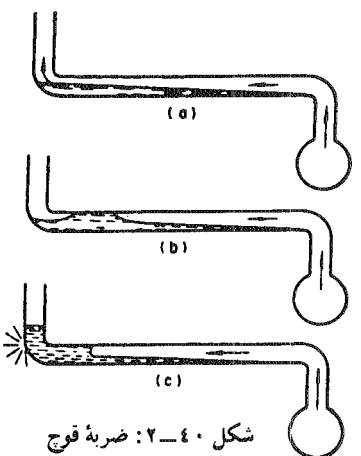
شکل ۳۸ــ۲: چگونگی اتصال رایزر آب بر به لولهٔ اصلی بخار.

لولهٔ رابط رایزر آب بر به لولهٔ اصلی دارای شیبی بطرف رایزر است تا آب حاصل از تقطیر بتواند از لولهٔ اصلی بطرف رایزر آب بر جریان یابد. این نوع اتصال تنها وقتی صورت می‌گیرد که رایزر آب بر باشد. اگر سیستم دارای برگشت خشک باشد رایزر به یک بخارگیر آبریز می‌کند و اگر سیستم دارای برگشت مرطوب باشد بخارگیر حذف می‌شود.



شکل ۳۹ــ۲: اتصال رایزر غیر آب بر به لولهٔ اصلی.

این طریقهٔ اتصال زمانی بکار می‌رود که رایزر وظیفهٔ آب بری را بعهده نداشته باشد. در این شکل لولهٔ رابط رایزر و لولهٔ اصلی با شیب خاصی از بالا به لولهٔ اصلی وصل می‌شود تا آب حاصل از تقطیر بتواند از رایزر به طرف لولهٔ اصلی جریان یابد.



شکل ۴۰ــ۲: ضربهٔ قوچ

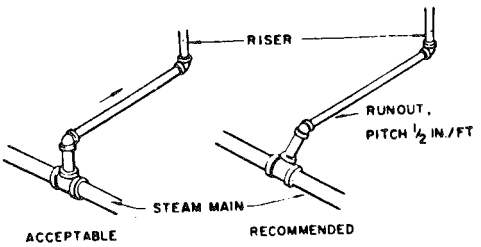
وقتی رایزر غیرآبریز باشد، اگر شیب لولهٔ اصلی صحیح نباشد، پدیدهٔ ضربهٔ قوچ اتفاق می‌افتد.

شکل (a) لولهٔ اتصالی رایزر به لولهٔ اصلی را نشان می‌دهد که از آب حاصل از تقطیر پر شده ولی هنوز فضای کافی برای عبور بخار وجود دارد. با افزایش میزان آب حاصل از تقطیر این فضا کاهش می‌یابد و یک حرکت موجی مانند آنچه در شکل (b) نشان‌داده شده صورت می‌گیرد. با حرکت این موج به سمت زانویی، ضربهٔ قوچ در محل نشان‌داده شده در شکل (c) ایجاد می‌شود. این ضربه ممکن است آنچنان نیرومند باشد که وصاله‌ها یا لوله را بشکند و به کویل‌های سیستم خسارت وارد آورد. برای جلوگیری از ایجاد ضربهٔ قوچ باید موارد زیر ملحوظ قرار گیرند:

۱ ــ شیب‌بندی صحیح لوله‌ها.

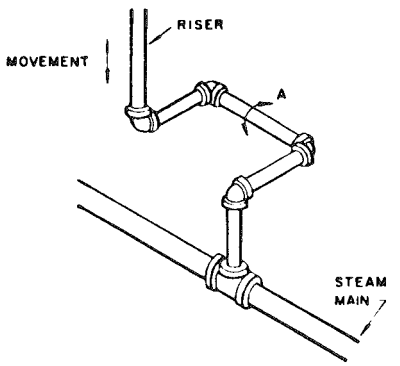
۲ ــ اجتناب از ایجاد گودی‌هایی که آب آنها تخلیه نمی‌شود.

۳ ــ انتخاب صحیح قطر لوله‌هایی که در آنها آب حاصل از تقطیر در خلاف جهت بخار حرکت می‌کند، بدین منظور که سرعت بخار بیش از حد بالا نرود.



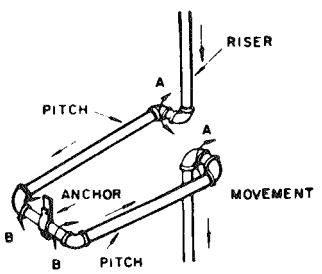
شکل ۴۱ــ۲: چگونگی اتصال رایزر به لولهٔ اصلی توسط لولهٔ متصل کننده (RUNOUT)

اتصال سمت راست بهتر بوده و مورد توصیه قرار می‌گیرد ولی اتصال سمت چپ نیز پذیرفتنی است. استفاده از زانویی 45 درجه تا حدودی بهتر است زیرا مقاومت کمتری در سر راه بخار ایجاد می‌کند.



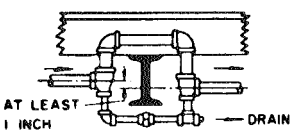
شکل ۴۲ــ۲: اتصال رایزر به لولهٔ اصلی با حلقهٔ انبساطی

این ترتیب اتصال در مواردی بکار می‌رود که طول رایزر زیاد باشد (در ساختمانهای دوطبقه یا بیشتر). بدین ترتیب انبساط طولی رایزر در اثر افزایش دما باعث تغییر شکل و صدمه دیدن لوله نمی‌شود.



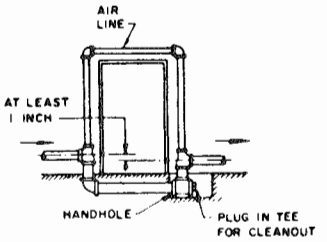
شکل ۴۳ــ۲: لنگر رایزر

بمنظور قائم نگهداشتن رایزر در مواقع انبساط یا انقباض می‌توان بترتیب فوق عمل نموده از یک لنگر (Anchor) استفاده کرد. وقتی رایزر بالا و پایین می‌رود (در اثر انقباض و انبساط) در نقاط (A) و (B) حرکت ایجاد می‌شود.



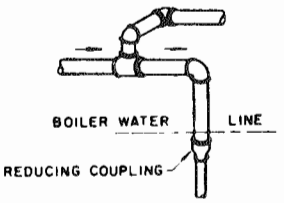
۴۴ــ۲: چگونگی عبور لولهٔ اصلی رفت هنگام برخورد به مانع ساختمانی مانند تیرآهن

بطوریکه در شکل دیده می‌شود لولهٔ اصلی از فراز مانع عبور کرده یک لولهٔ کوچک جهت تخلیهٔ آب حاصل از تقطیر که احتمالاً در لولهٔ اصلی وجود دارد در پایین آن کشیده می‌شود و به کل مجموعه حالت یک حلقه را می‌دهد.



شکل ۴۵ــ۲: چگونگی عبور لولهٔ اصلی برگشت هنگام برخورد به مانع ساختمانی

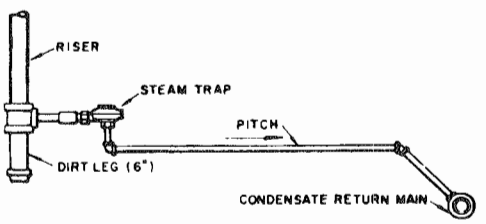
بطوریکه در شکل دیده می‌شود لولهٔ اصلی برگشت آب حاصل از تقطیر (لولهٔ قطورتر) از پایین مانع عبور می‌کند و یک لوله با قطر کمتر نیز برای عبور هوای داخل آب از بالای مانع می‌گذرد.



شکل ۴۶ــ۲: لولهٔ اصلی رفت آبریز

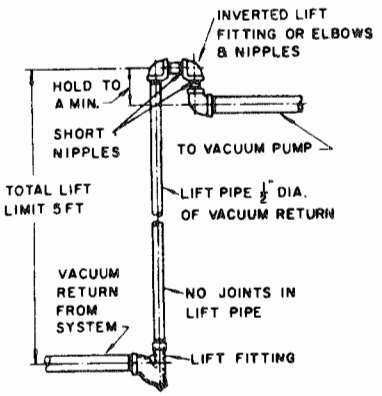
لولهٔ اصلی رفت بخار می‌تواند بطور ناگهانی به سطح پائین‌تری نزول کند بدون اینکه آبریزش داشته باشد، مشروط برآنکه دارای شیبی به سمت پایین باشد.

وقتی لولهٔ اصلی بخار به سطح بالاتری می‌رود باید آبریزشی مطابق شکل فوق داشته باشد. بطوریکه در این شکل دیده می‌شود لولهٔ اصلی بخار به خط برگشت مرطوب آبریز می‌کند.



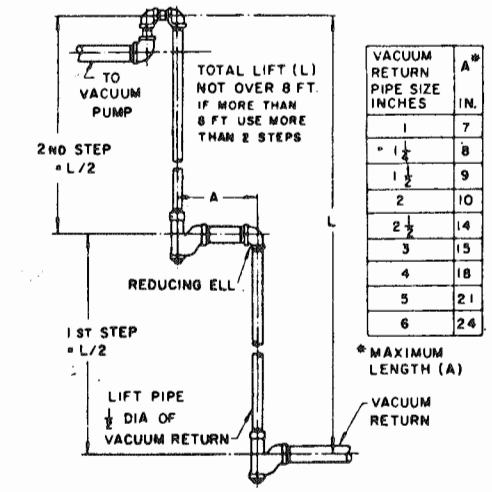
شکل ۴۷ــ۲: رایزر به لولهٔ اصلی برگشت خشک آبریز می‌کند.

بطوریکه در شکل دیده می‌شود، آبریزش رایزر به لولهٔ اصلی برگشت خشک، از طریق یک بخارگیر صورت می‌گیرد. لولهٔ اتصالی به بخارگیر به طرف لولهٔ اصلی برگشت شیب دارد.



شکل ۴۸ــ۲: لولهٔ بالابرآب حاصل از تقطیر (یک مرحله‌ای)

وظیفهٔ لولهٔ بالابر رساندن آب حاصل از تقطیر به دهانهٔ ورودی پمپ خلاء در سیستم خلاء می‌باشد. بالابر یک مرحله‌ای برای وقتی است که حداکثر ارتفاع بالابری 5 فوت باشد.

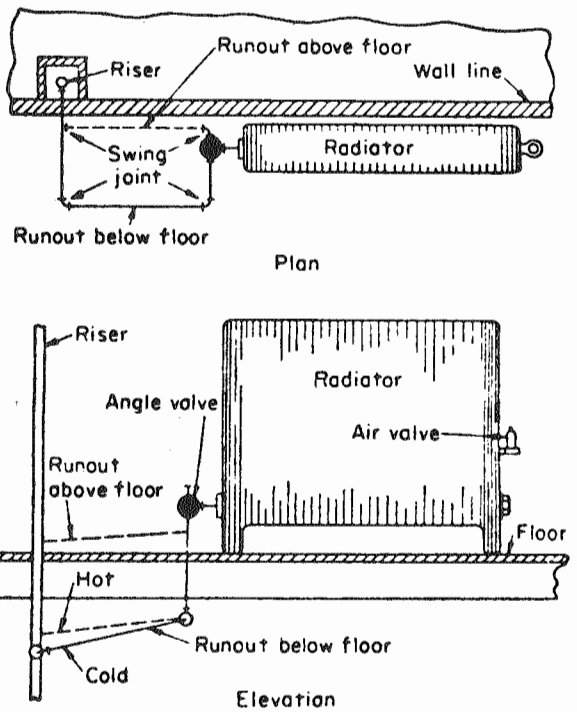


VACUUM RETURN PIPE SIZE INCHES	A* IN.
1	7
1¼	8
1½	9
2	10
2½	14
3	15
4	18
5	21
6	24

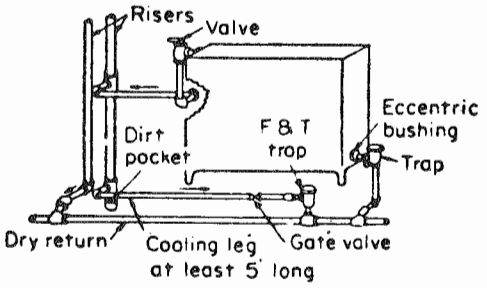
*MAXIMUM LENGTH (A)

شکل ۴۹ــ۲: لولهٔ بالابرآب حاصل از تقطیر (دو مرحله‌ای)

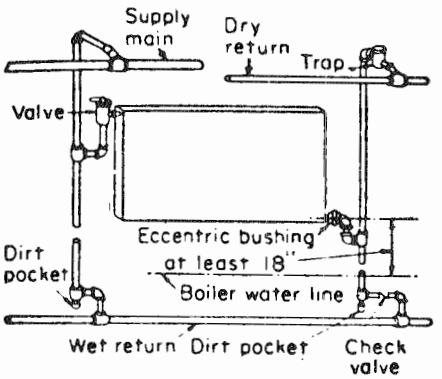
در مورد این شکل نیز توضیحات مانند شکل ۴۸ــ۲ است. بالابر دو مرحله‌ای برای وقتی است که ارتفاع بالابری بین 5 تا 8 فوت باشد.



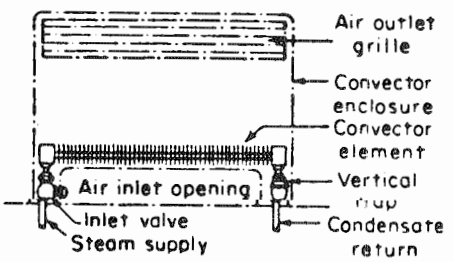
شکل ۵۰ــ۲: اتصال رادیاتور به رایزر در سیستم یک لوله‌ای



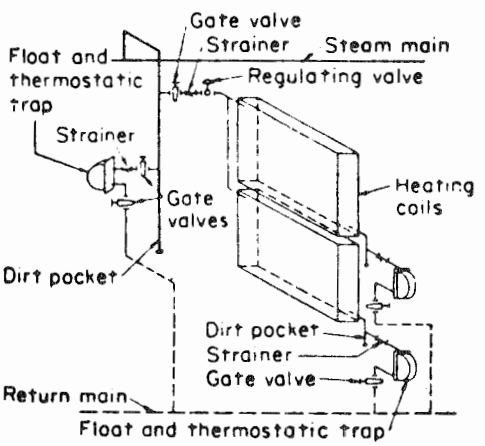
شکل ۵۱ــ۲: اتصالات رادیاتور در سیستم دو لوله‌ای



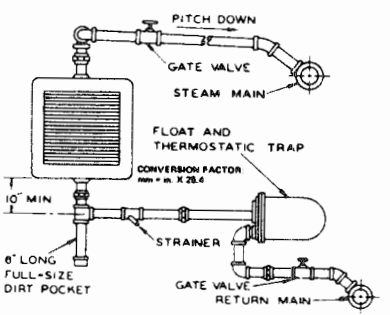
شکل ۵۲ــ۲: اتصالات رادیاتور دیواری در سیستم دو لوله‌ای



شکل ۵۳ــ۲: اتصالات کنوکتور



شکل ۵۴ــ۲: اتصالات فن کویل



شکل ۵۵ــ۲: اتصالات یونیت هیتر

مثال ۶: اطلاعات زیر در مورد یک سیستم بخار دو لوله‌ای فشار ضعیف داده شده‌اند:

فشار ابتدایی بخار 15 psig

طول معادل تقریبی لوله های رفت 500 فوت

طول معادل تقریبی لوله های برگشت 500 فوت

مطلوبست:

الف ــ افت فشاری که برای تعیین قطر لوله های رفت باید در نظر گرفته شود.

ب ــ افت فشاری که برای تعیین قطر لوله های برگشت باید درنظر گرفته شود.

حل: الف ــ با مراجعه به جدول ۱۹ــ۲ می‌بینیم که برای فشار ابتدایی 15 psig افت فشار کلی در مسیر رفت نباید از 3.75 psi تجاوز نماید. بنابراین قطر لوله های رفت باید بترتیبی تعیین گردد که افت فشار در کل مسیر رفت از 3.75 psi تجاوز نکند، پس با توجه به طول مسیر رفت، نرخ افت اصطکاکی در هر 100 فوت طول معادل لولهٔ رفت برابر است با:

$$3.75 \div \frac{500}{100} = 0.75 \qquad \left[\frac{\text{psi}}{100\ \text{ft}}\right]$$

ب ــ به همان ترتیب، جدول ۱۹ــ۲ افت فشار کل در مسیر برگشت را برابر 3.75 psi تعیین کرده است، لذا نرخ افت اصطکاکی بر 100 فوت طول معادل لولهٔ برگشت برابر است با:

$$3.75 \div \frac{500}{100} = 0.75 \qquad \left[\frac{\text{psi}}{100\ \text{ft}}\right]$$

گرچه نرخ افت اصطکاکی در هر 100 فوت طول معادل لوله های برگشت برابر 0.75 psi بدست آمد ولی طبق توصیه هایی که برای اندازه گذاری لوله های سیستم دو لوله‌ای فشار ضعیف داشتیم، نرخ افت اصطکاکی بر 100 فوت طول لولهٔ اصلی برگشت باید حداکثر برابر $1/2$ psi باشد، لذا ما هم مقدار $1/2$ psi بر 100 فوت طول معادل لولهٔ اصلی برگشت را ملاک عمل قرار می‌دهیم، بدین ترتیب خواهیم داشت:

افت فشارکل درمسیراصلی برگشت $= 0.5 \times \frac{500}{100} = 2.5$ psi

مثال ۷: اطلاعات زیر در مورد چهار سیستم لوله کشی بخار دردست است:

طول معادل برای هر سیستم 400 فوت

افت فشار کل در هر یک از سیستم ها بترتیب $1/2$ ، $3/4$ ، 1 ، 2 پاوند براینچ مربع

مطلوبست:

نرخ افت اصطکاکی بر 100 فوت طول معادل برای هریک از چهار سیستم فوق.

حل:

شمارهٔ سیستم	طول معادل (ft)	افت فشار کل (psi)	نرخ افت اصطکاکی بر 100 فوت طول معادل سیستم
1	400	1/2	(400/100) (x) = 1/2 x = 1/8
2	400	3/4	(400/100) (x) = 3/4 x = 3/16
3	400	1	(400/100) (x) = 1 x = 1/4
4	400	2	(400/100) (x) = 2 x = 1/2

مثال ۸ : این مثال برای نشاندادن چگونگی استفاده از نمودارهای ۷ــ۲ و ۸ــ۲ در تعیین قطر لوله های رفت و برگشت و سرعت نهایی بخار ارائه می‌شود.

اطلاعات زیر در مورد یک سیستم بخار در دست است:

نرخ افت اصطکاکی 2 psi برصد فوت طول معادل لوله

فشار ابتدایی بخار 100 psig

دبی بخار 6750 پاوند برساعت

مطلوبست:

الف ــ اندازهٔ قطر لوله ها در صورتیکه از افت اصطکاکی داده شده نجاوز نشود.

ب ــ سرعت بخار در لوله.

حل: الف ــ به پایین نمودار ۷ــ۲ مراجعه نموده دبی بخار 6750 [lb/hr] را روی محور پایین آن مشخص می‌کنیم، از این نقطه خطی عمود رسم می‌کنیم تا به خط افقی مربوط به فشار 100 psig برسیم (مسیر بصورت نقطه‌چین روی نمودار مشخص شده است) و از نقطهٔ بدست آمده بطور مورب بموازات خطوط مورب حرکت می‌کنیم تا خط افقی 0 psig را قطع کنیم، از این نقطه بطور عمودی به طرف بالا حرکت می‌کنیم تا خط افقی مربوط به نرخ افت اصطکاکی 2 psi بر صد فوت طول معادل را قطع کنیم، اکنون می‌توانیم قطر لوله را روی خط مورب مربوط به قطر بخوانیم که برابر است با 3½ .

ب ــ سرعت بخار در 0 psig بطوریکه از نمودار ۷ــ۲ خوانده می‌شود برابر است با 16000 fpm ، با دردست داشتن این سرعت به محور سمت چپ نمودار ۸ــ۲ مراجعه نموده نقطهٔ مزبور را مشخص می‌کنیم، از این نقطه خطی مورب بموازات خطوط مورب نمودار رسم می‌نماییم تا خط 100 psig را قطع کند، از این نقطه بطور افقی بسمت راست حرکت نموده محور سمت راست نمودار را قطع می‌نماییم (با خط چین نشانداده شده است)، اکنون می‌توانیم سرعت را در 100 psig روی این محور بخوانیم که برابر است با 6100 fpm همین نتیجه را می‌توانستیم مستقیماً با مراجعه به نمودار ۱۱ــ۲ بدست آوریم.

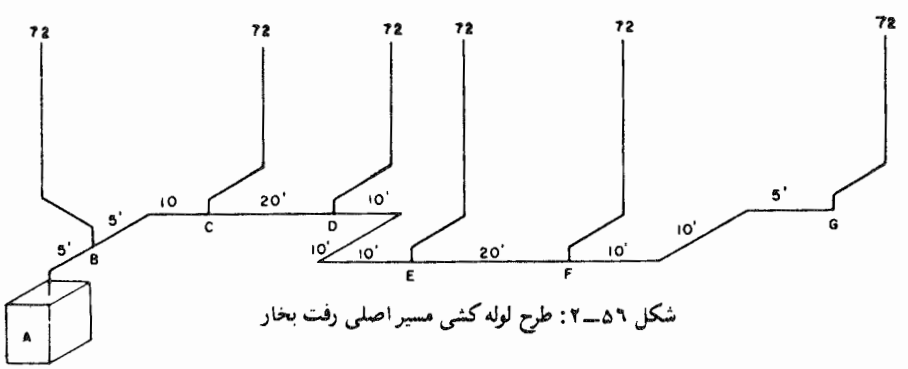
مثال ۹ : دراین مثال باچگونگی تعیین قطر لوله ها برای سیستم فشار ضعیف با برگشت خلاء آشنا می‌شویم.

اطلاعات زیر در مورد یک سیستم بخار داده شده‌اند:

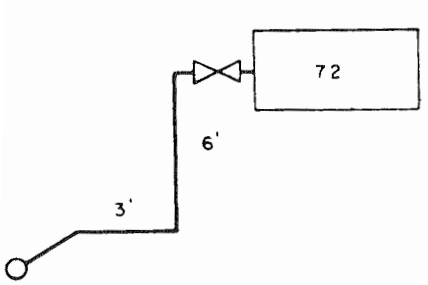
بخار مورد نیاز برای هر واحد حرارتی 72 [lb/hr]

سیستم فشار ضعیف با فشار 2 psi

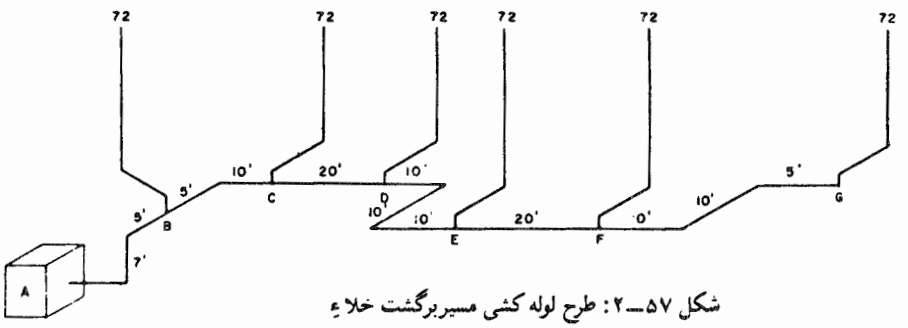
اتصال لوله ها و وصاله ها بصورت رزوه‌ای بوده طرح لوله کشی رفت و برگشت بصورت اشکال ۵۶ــ۲ تا ۵۸ــ۲ است.



شکل ۵۶ــ۲: طرح لوله کشی مسیر اصلی رفت بخار



شکل ۵۸ــ۲: شاخهٔ اتصالی به واحد حرارتی



شکل ۵۷ــ۲: طرح لوله کشی مسیربرگشت خلاء

مطلوبست:
قطر لوله ها و افت فشار کل در مسیرهای رفت و برگشت.
توجه: افت فشار کل سیستم نباید از نصف فشار ابتدایی تجاوز نماید. برای کارآرام سیستم، افت فشاری که تا حد قابل قبولی کوچک باشد مورد نیاز است.

حل: نرخ افت اصطکاک را با جمع کردن طول لوله ها باضافهٔ 50 درصد اضافه طول بعنوان طول معادل وصاله ها تعین می‌کنیم:

$115' + 11' + 133' = 259'$

$259' \times 0.50 = 130'$

$130' + 259' = 389'$ طول معادل مسیر رفت با برگشت

اکنون به توصیه هایی که برای تعیین قطر لوله ها شده است نظر می‌کنیم، برای سیستم دو لوله ای خلاء داشتیم:

$[\frac{psi}{100\ ft}]$ حداکثر نرخ افت اصطکاک $= 1/8 - 1/2$

از طرفی جدول ۱۹ــ۲ حداکثر افت فشار را برای لوله های اصلی رفت $1/2$ psi و برای لوله های اصلی برگشت نیز $1/2$ psi توصیه نموده است، لذا خواهیم داشت:

$(1/2 + 1/2) \div \frac{389}{100} = 1/4$ $[\frac{psi}{100\ ft}]$

اندازه گذاری لولهٔ اصلی رفت را از آخرین واحد حرارتی یعنی نقطهٔ G شروع نموده بتدریج که به دیگ نزدیک می‌شویم مقدار بخار شاخه های دیگر را به آن اضافه کرده اندازه گذاری لوله را براساس بار جدید ادامه می‌دهیم. برای محاسبات از جدول ۱۶ــ۲ استفاده نموده نتایج را درجدول زیر منعکس می‌کنیم:

مسیر	دبی بخار [lb/hr]	قطر لوله [in]
F–G	72	1¼
E–F	144	2
D–E	216	2
C–D	288	2½
B–C	360	3
A–B	432	3

اکنون طول مسیر رفت اصلی را با تعیین طول معادل وصاله ها از جدول ۱۳ــ۲ (آخر فصل دوم) و جمع کردن آن با طول واقعی لولهٔ اصلی رفت معین نموده نتایج را در جدول زیر منعکس می‌کنیم:

طول معادل (ft)	نوع وصاله		تعداد وصاله
7	سه راهه	1¼"	1
4.6	زانویی	1¼"	2
4.7	سه راههٔ کاهنده	2"	1
3.3	سه راهه	2"	1
6.6	زانویی	2"	2
5.6	سه راههٔ کاهنده	2½"	1
7	سه راههٔ کاهنده	3"	1
15	زانویی	3"	2
5	سه راهه	3"	1
115'	طول واقعی مسیر رفت		

جمع : 173.8'

طول کل مسیر رفت

لذا افت فشار کل مسیر رفت برابر خواهد بود با حاصلضرب طول کل مسیر رفت در نرخ افت اصطکاکی $(1/4\ \frac{psi}{100})$:

افت فشار کل مسیر رفت $\frac{173.8}{100} \times 1/4 = 0.435$ [psi]

چون مقدار فوق از حداکثر افت فشار توصیه شده برای لولهٔ اصلی رفت (1 psi) کمتر است، قابل قبول می‌باشد. تعیین قطر لوله های رفت در شاخه ها نیز با روش مشابه و با همان نرخ افت اصطکاکی صورت می‌گیرد. با استفاده از جدول ۱۸ــ۲ قطر اتصال افقی شاخه به لولهٔ اصلی برای بار 72 [lb/hr] برابر با 2 ½" وقطر لولهٔ عمودی شاخه برابر با 2" تعیین می‌گردد. اکنون برای تعیین افت فشار درمسیر این شاخه باید طول کل آنرا که حاصلجمع طول لوله ها و طول معادل وصاله هاست تعیین نماییم که نتایج حاصله در جدول زیر منعکس است:

طول معادل [ft]	نوع وصاله		تعداد
3.2	زانویی 45°	2½"	1
4.1	زانویی 90°	2½"	1
3.3	زانویی 90°	2"	1
2.3	شیر کشویی	2"	1
11	طول واقعی شاخه		

جمع : 23.9'

طول کل شاخه

لذا افت فشار کل شاخه برابر است با: $\frac{23.9}{100} \times 1/4 = 0.06$ [psi]

تعیین افت فشار مسیر برگشت:

برای تعیین قطر لوله های اصلی برگشت خلاء با استفاده از جدول ۱۷ــ۲، از آخرین واحد حرارتی یعنی G شروع نموده بتدریج که به دیگ نزدیک می‌شویم بار شاخه های دیگر را به آن اضافه کرده اندازه گذاری لوله را براساس بار جدید ادامه می‌دهیم. دبی بخار برای تمام رایزرها 72 [lb/hr] وقطر آنها $3/4$" خواهد بود.

قطرلوله [in]	دبی بخار [lb/hr]	مسیر
3/4	72	F–G
3/4	144	E–F
1	216	D–E
1	288	C–D
1¼	360	B–C
1¼	432	A–B

اکنون مانند مسیر رفت، طول معادل وصاله های مسیر برگشت را تعیین نموده با طول واقعی لوله های برگشت جمع می‌کنیم تا طول کل مسیر برگشت بدست آید. نتایج در جدول زیر منعکس است:

طول معادل (ft)	نوع وصاله	تعداد وصاله
1.4	سه راهه 3/4"	1
7	زانویی 90° 3/4"	5
2.3	سه راههٔ کاهنده 1"	1
1.7	سه راهه 1"	1
3.4	زانویی 90° 1"	2
3.1	سه راههٔ کاهنده 1¼"	1
6.9	زانویی 90° 1¼"	3
2.3	سه راهه 1¼"	1
133	طول واقعی لولهٔ برگشت	
161.1	جمع	

طول کل مسیر برگشت

افت فشار کل در مسیر برگشت اصلی:

$$\frac{161.1}{100} \times 1/4 = 0.404 \quad [psi]$$

مقدار فوق با توجه به حداکثر افت فشار توصیه شده برای مسیر برگشت($1/8$ psi – 1) رضایتبخش است. اکنون افت فشار کل سیستم را که برابر است با جمع افت فشار مسیرهای رفت و برگشت تعیین می‌کنیم:

افت فشار کل سیستم [psi] $0.435 + 0.06 + 0.404 = 0.899$

مقدار بدست آمده برای افت فشار کل سیستم کمتر از میزان توصیه شدهٔ 2 psi (1psi برای مسیر رفت و 1psi برای مسیر برگشت) بوده و بسیار رضایتبخش است.

حرارت مرکزی تشعشعی[1]

در این سیستم، گرمایش ساختمان توسط لوله‌های آب گرم، کانال هوای گرم و یا المنتهای الکتریکی تعبیه شده در سقف، کف و یا دیوار و عمدتاً از طریق تشعشع صورت می‌گیرد. در این روش گرمایش، چون سطوح حرارتی ابعاد بزرگتری دارند لذا درجهٔ حرارت سطح کمتر خواهد بود. در بیشتر تأسیساتی که دارای سیستم تشعشعی هستند سیال ناقل حرارت، آب است. جنس لوله‌ها در این سیستم ممکن است از آهن سیاه، مس یا لوله‌های چندلایه باشد. دمای آب ورودی به لوله‌ها معمولاً 100F تا 140F بوده با افت دمای بین 10F تا 20F از آنها خارج می‌شود. به دلیل این که کلیهٔ لوله‌ها در زیر نازک کاری دیوار یا سقف و کف قرار دارند، تمام اتصالات باید جوشکاری یا لحیم گردند و به منظور حداقل استفاده از وصاله‌ها، تغییر جهت لوله‌ها باید حتی‌المقدور با خم کردن آنها صورت گیرد. قبل از این که روی لوله‌ها با گچ یا سایر مصالح نازک کاری پوشیده شود، باید برای تحمل فشاری معادل 150 psig و یا سه برابر فشار کار سیستم آزمایش شده به مدت 12 تا 24 ساعت هیچگونه افت فشاری نشان ندهند. به دلیل افزون بودن قابلیت هدایت حرارتی لوله‌های مسی نسبت به فولادی، مصرف لوله‌های مسی در سیستم تشعشعی بیشتر از فولادی است. سیستم تشعشعی دارای محاسنی است از قبیل نامرئی بودن وسایل گرم‌کننده و عدم جایگیری، قابلیت استفاده در سیستم سرمایش، مطبوع و یکنواخت بودن انتقال حرارت و غیره؛ ولی به دلیل مشکلات اجرایی و دقت عمل بسیار زیادی که طلب می‌کند تا چندی پیش در ایران مقبولیت نداشت. امّا با گسترش کاربرد لوله‌های چندلایه، کم کم استفاده از سیستمهای تشعشعی کفی (کف گرماتاب) در ساختمانها رو به فزونی است. در فصل چهارم جداول و نمودارهای لوله سوپرپایپ ارائه شده‌اند.

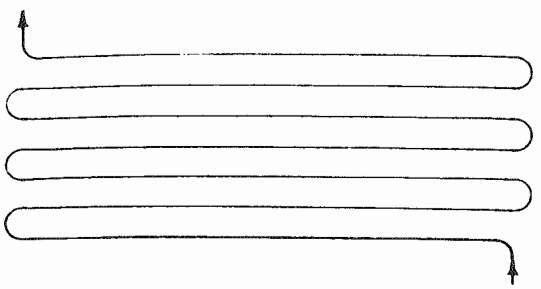
انواع طرح پانلهای حرارتی برای سیستم تشعشعی :

پانلهای حرارتی معمولاً از لوله‌های آهنی سیاه یا مسی به قطر $\frac{1}{2}$" یا $\frac{3}{4}$" با یکی از سه طرح زیر ساخته می‌شوند :

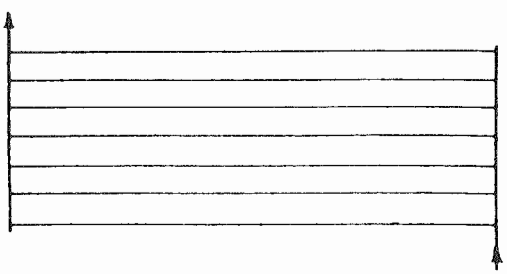
۱ - **طرح کویلی پیوسته**[2] : ساخت این طرح آسان است ولی به دلیل افت فشار زیاد در درون لوله‌ها و نتیجتاً افزونی هزینهٔ پمپاژ، فقط برای سطوح کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل ۵۹-۲ چنین طرحی را نشان می‌دهد.

۲ - **طرح شبکه‌ای**[3] : این طرح که در شکل ۶۰-۲ نشان داده است می‌تواند برای سطوح بزرگ مورد استفاده قرار گیرد. طرح شبکه‌ای شامل تعدادی لوله می‌شود که در طرفین به دو کلکتور، یکی برای رفت و دیگری برای برگشت، اتصال می‌یابند. افت فشار آب در این طرح کمتر از طرح کویلی پیوسته است.

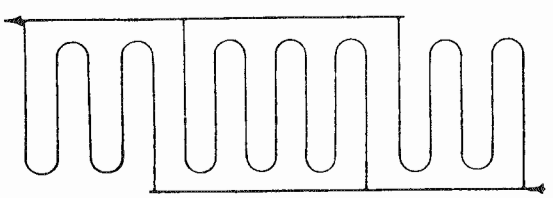
۳ - **طرح مرکب**[4] : این طرح ترکیبی از دو طرح قبلی بوده در تأسیسات نسبتاً بزرگ بکار می‌رود. تصمیم‌گیری در مورد این که در یک محل خاص کدامیک از طرحهای مذکور باید مورد استفاده قرار گیرند تنها از طریق تجزیه و تحلیل و قضاوت صحیح در مورد میزان افت فشار و چگونگی امکانات هواگیری سیستم و مسایل اجرایی، میسّر است. شکل ۶۱-۲ طرح مرکب پانل را نشان می‌دهد.



شکل ۹۵-۲ : طرح کویلی پیوسته برای پانل حرارتی



شکل ۶۰-۲ : طرح شبکه‌ای برای پانل حرارتی



شکل ۶۱-۲ : طرح مرکب برای پانل

آنچه در مورد تمام سیستمهای تشعشعی حائز اهمیت بسیار است، پیش‌بینی شیب کافی برای لوله‌ها به منظور هدایت هوای سیستم به طرف هواگیرهایی است که در محلهای مناسب نصب می‌شوند، چه در غیر این صورت هوای سیستم به خوبی تخلیه نشده مانع گردش صحیح آب در لوله‌ها می‌گردد. طراح سیستم حرارت مرکزی تشعشعی باید اطلاع کافی از دانش هیدرولیک و طراحی مبدلهای حرارتی داشته باشد.

1- Panel Heating
2- Continuous Coil Pattern
3- Grid Pattern
4- Combination Coil And Grid Pattern

محاسبات سیستم حرارت مرکزی تشعشعی:

بعد از مرحلهٔ برآورد بارحرارتی اتاقها و فضاهای ساختمان، محاسبات سیستم تشعشعی را گام به گام مطابق روش زیر انجام می‌دهیم:

۱ــ تعیین مساحت محل استقرار پانل، میزان حرارت دهی پانل ودمای سطح

۲ــ تعیین مقدار تلفات حرارتی پانل به فضای مجاور و یا خارج و اضافه کردن آن به بار حرارتی پانل

۳ــ انتخاب اندازهٔ مناسب برای لوله ها و سایر لوازم لوله کشی پانل ها.

پانل ها باید در سطوح سرد که بیشترین تلفات حرارتی را دارند نصب گردند وباید دقت شود که درجهٔ حرارت سطوح آنقدر زیاد نباشد که باعث ناراحتی ساکنین گردد. برای این منظور دمای سطح 85 F مناسب است. مقدار حرارت‌دهی از طریق تشعشع و جابجایی در نمودارهای ۱۳ــ۲ و ۱۴ــ۲ (آخر فصل دوم) بترتیب برای پانل های سقف و کف داده شده است. جداول ۲۰ــ۲ و ۲۱ــ۲ (آخر فصل دوم) مقاومت حرارتی برای پانل های سقف و پانل های کف بتونی را ارائه می‌دهند. مقدار حرارت‌دهی پانل سقف به سمت بالا از نمودار ۱۵ــ۲ تعیین می‌گردد و این مقدار گرمایی است که باید به بار حرارتی پانل سقف افزوده شود. همچنین مقدار حرارتی که توسط پانل مستقر در کف بتونی واقع بر سطح زمین بطرف پایین جریان یافته تلف می‌شود، در نمودار ۱۶ــ۲ ارائه شده است که این مقدار گرما نیز باید به بار حرارتی پانل کف اضافه گردد. مقدار حرارتی که در نمودارهای ۱۵ــ۲ و ۱۶ــ۲ ارائه شده فقط وقتی جزء تلفات محسوب می‌شود که سقف در معرض هوای خارج بوده (سقف طبقهٔ آخر) کف نیز متصل بزمین باشد، ولی اگر فضای مجاور آنها در زمرهٔ فضاهای گرم شوندهٔ ساختمان باشد، بدیهی است که مقدار حرارتی که از پانل سقف به سمت بالا و یا پانل کف به سمت پایین جریان می‌یابد باید از بار حرارتی آن فضا کسر گردد. مقدار تلفات حرارتی پانل ها به هوای خارج را باید با عایق کاری مناسب سطوح تا حد منطقی پایین آورد. در مواردیکه پانل حرارتی در کف اتاق نصب می‌شود، پوشاندن کف با هر پوششی باعث کاهش جریان حرارت به بالای کف یعنی فضای اتاق و افزایش جریان حرارت بسمت پایین کف می‌شود، بدین دلیل برای کف های مفروش واقع بر روی سطح زمین باید بار حرارتی پانل را باز هم افزایش داد. جدول ۲۲ــ۲ مقاومت حرارتی پوشش های مختلف کف را نشان می‌دهد. مثالهای ۱۰ و ۱۱ چگونگی طرح پانل حرارتی بترتیب برای سقف گچ کاری شده و کف بتونی واقع برروی سطح زمین را با استفاده از جداول و نمودارهای ارائه شده، تشریح می‌کنند.

مثال ۱۰: اتاقی است بابعاد $8' \times 12' \times 11'$ ، دمای طرح داخل و خارج بترتیب 72 F و 0 F وتلفات حرارتی اتاق 6300 [Btu/hr] می‌باشد. ضریب کلی هدایت حرارت سقف $U = 0.25$ و فضای بالای سقف نیز دارای همان دمای اتاق است. مشخصات پانل را تعیین کنید.

حل: روش تعیین اندازهٔ پانل بقرار زیر است:

۱ــ مساحت سقف محل استقرار پانل (A_p) :

$$A_p = 12' \times 11' = 132 \ [ft^2]$$

۲ــ مقدار حرارت دهی مورد نیاز پانل (q_d) :

$$q_d = \frac{6300}{132} = 47.7 \quad [Btu/hr.ft^2]$$

دمای سطح پانل (t_p) از نمودار ۱۳ــ۲ برابر است با: $t_p = 114$ F

۳ــ تلفات حرارتی پانل به فضای بالایی (q_u) از نمودار ۱۵ــ۲ بازاءِ $U = 0.25$ عبارتست از:

$$q_u = 12.5 \ [Btu/hr.\ ft^2]$$

بنابرین نسبت جریان حرارت برابر است با:

$$\frac{q_u}{q_d} = \frac{12.5}{47.7} = 0.26$$

۴ــ فاصلهٔ بین لوله ها را $41/2''$ در نظر می‌گیریم، با نسبت جریان حرارتی که بدست آوردیم(0.26) به جدول ۲۰ــ۲ مراجعه نموده مقاومت در مسیر جریان حرارت به سمت پایین (یعنی اتاق) را تعیین می‌کنیم: $r_d = 0.35 \ [hr.\ ft^2.\ F/\ Btu]$

۵ــ با مراجعه به نمودار ۱۳ــ۲ بازاءِ $q_d = 47.7$ و $r_d = 0.35$ و دمای اتاق 72 F، دمای متوسط آب درون لوله ها را تعیین می‌کنیم که می‌شود: $t_{mw} = 131$ F

۶ــ برای برآورد میزان حرارت دهی کل پانل، باید مقدار جریان حرارت بسمت بالا (یعنی q_u) را به مقدار حرارت دهی پانل (q_d) اضافه کنیم:

$$q_d + q_u = 47.7 + 12.5 = 60.2 \quad [Btu/hr.\ ft^2]$$

پس مقدار حرارت دهی کل پانل از سقف عبارت خواهد بود از:

$$60.2 \times 132 = 7946 \ [Btu/hr]$$

۷ــ مقدار افت دمای آب گرم در پانل را برابر 20 F درنظر می‌گیریم، بدین ترتیب مقدار دبی آب گرم برابر خواهد بود با:

$$GPM = \frac{7946}{10000} = 0.8$$ گالن بر دقیقه

مثال ۱۱: اتاقی است بابعاد $8' \times 12' \times 11'$ ، دمای طرح داخل و خارج بترتیب 72 F و 0 F وتلفات حرارتی اتاق 3300 [Btu/hr] بوده دو دیوار آن درمعرض هوای خارج قرار دارند. کف اتاق با فرش سنگین (از دیوار تا دیوار) پوشیده شده است. عایق کاری در لبهٔ کف تا عمق $2'$ باضریب هدایت حرارت $0.4 [Btu/hr.\ ft^2.F]$ می‌باشد. لوله های پانل را فولادی وبقطر $3/4''$ در نظر گرفته مشخصات پانل کف را تعیین کنید.

حل: قدم بقدم به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

۱ ــ مساحت کف محل استقرار پانل (A_p) :

$$A_p = 11' \times 12' = 132 \quad [ft^2]$$

۲ ــ مقدار حرارت دهی مورد نیاز پانل (q_u)

$$q_u = \frac{3300}{132} = 25 \quad [Btu/hr.\ ft^2]$$

۳ ــ برای تعیین مقدار تلفات حرارتی پانل بطرف پایین کف، لازم است اول دمای سطح کف بتونی (t_s) مشخص شود:

$$t_s = t_p + q_u \cdot r_{uc}$$

از جدول ۲۲ــ۲ مقاومت پوشش کف (r_{uc}) را تعیین می‌کنیم:

$$r_{uc} = 0.8 \ [F.\ hr.\ ft^2/Btu]$$

از نمودار ۱٤ــ۲ دمای سطح پانل را استخراج می‌کنیم: $t_p = 85$ F

بنابرین دمای سطح کف بتونی (t_s) برابر است با:

$$t_s = 85 + 25 \times 0.8 = 105 \text{ F}$$

از نمودار ۱٦ــ۲ ضریب تلفات حرارت بسمت پایین ولبهٔ کف (C_3)را تعیین می‌کنیم: $C_3 = 0.97$ [Btu/hr. ft. F]

حال می‌توانیم تلفات حرارتی پانل به سمت پایین ولبهٔ کف (q_{de}) را از معادلهٔ زیر تعیین نماییم:

$$q_{de} = \frac{PC_3(t_s - t_{oa})}{A_p}$$

که در آن:

نصف محیط کف (مربوط به دیوارهایی که در معرض هوای خارج قرار دارند) $p = 11' + 12' = 23'$

$$t_{oa} = 0 \text{ F}$$

در نتیجه خواهیم داشت:

$$q_{de} = \frac{23 \times 0.97\ (105 - 0)}{132} = 17.7 \quad [Btu/hr.\ ft^2]$$

بنابراین نسبت جریان حرارت برابراست با:

$$\frac{q_u}{q_{de}} = \frac{25}{17.7} = 1.41$$

٤ ــ فاصلهٔ بین لوله‌ها را بطور تجربی 9" درنظر می‌گیریم و با نسبت جریان حرارت تعیین شده (1.41) به جدول ۲۱ــ۲ مراجعه نموده مقاومت حرارتی برای پانل کف (r_{us}) را تعیین می‌کنیم:

$$r_{us} = 0.47 \ [F.\ hr.\ ft^2/Btu]$$

مقاومت کل پانل به طرف پایین (r_u) برابر است با حاصلجمع r_{us} و r_{uc} :

$$r_u = r_{us} + r_{uc} = 0.8 + 0.47 = 1.27 \quad [F.\ hr.\ ft^2/Btu]$$

۵ ــ با دردست داشتن $r_u = 1.27$ و $q_u = 25$ ودمای اتاق 72 F به نمودار ۱٤ــ۲ مراجعه نموده دمای متوسط آب جریانی در پانل (t_{mw}) را بدست می‌آوریم که می‌شود: $t_{mw} = 116.5$ F

٦ ــ برای تعیین مقدار کل حرارت دهی پانل باید q_{de} و q_u را با هم جمع کنیم:

$$q_u + q_{de} = 25 + 17.7 = 42.7 \quad [Btu/hr.ft^2]$$

پس مقدار کل حرارت دهی پانل عبارت خواهد بود از:

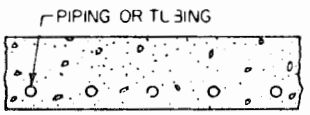
$$42.7 \times 132 = 5636 \ [Btu/hr]$$

۷ ــ مقدار افت دمای آب گرم در پانل را برابر 20F در نظر می‌گیریم. بدین ترتیب دبی آب گرم جریانی در پانل عبارت خواهد بود از:

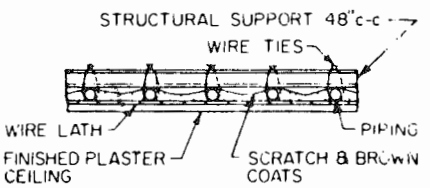
$$GPM = \frac{5636}{10000} = 0.56$$ گالن بردقیقه

شکلهای ۶۲ــ۲ تا ۶۵ــ۲ جزئیات نصب لوله‌های پانل سقفی و شکل ٦٦ــ۲ چگونگی استقرار لوله‌های پانل کف را نشان می‌دهند. طریقهٔ نصب لوله‌های پانل دیواری نیز مشابه پانل سقفی می‌باشد.

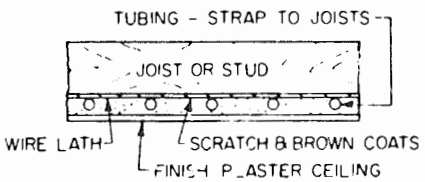
شیرهای تنظیم ـ دبی آب ورودی به پانل توسط شیرهای تنظیم کننده با توجه به دمای دلخواه اتاق کنترل می‌شود. اگر از شیرهای موتوری استفاده گردد، می‌توان دمای اتاق را بطور اتوماتیک با فرمان ترموستات اتاقی کنترل نمود.



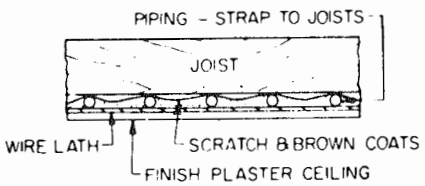
شکل ۶۲ــ۲: چگونگی استقرار لوله‌های پانل در داخل سقف بتنی



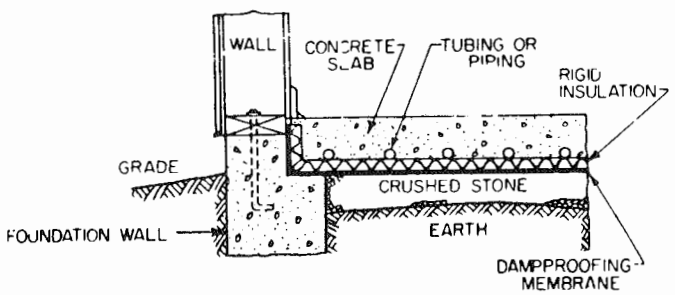
شکل ۶۳ــ۲: چگونگی نصب لوله‌های پانل در زیر پلاستر معلق سقف بکمک گره‌های سیمی



شکل ٦٤ــ۲: نحوهٔ استقرار لوله‌های پانل در توفال سقف



شکل ۶۵ــ۲: چگونگی نصب لوله‌های پانل در زیر نازک کاری سقف



شکل ٦٦ــ۲: نحوهٔ استقرار لوله‌های پانل در کف ساختمان

پروژهٔ نمونه

تلفات حرارتی و تجهیزات لازم برای گرمایش یک ساختمان مدرسه واقع در شهر همدان را که پلان آن مطابق شکل ٦٧ــ٢ می‌باشد، محاسبه و طراحی کنید. مشخصات ساختمان:

١ ــ دیوارهای مشرف بخارج ــ از آجر مجوف ″12 باروکار بیرونی از آجرنمای ″4 و نازک کاری داخلی ″5/8 از ماسه و اندود گچ با ضریب کلی انتقال حرارت

$U = 0.25\ [Btu/hr.\ ft^2.\ F]$

٢ ــ دیوارهای داخلی ــ از آجر مجوف ″8 با ″5/8 اندود ماسه و گچ روی هر دو طرف دیوار (U = 0.29)

٣ ــ پنجره‌ها ــ تک شیشه‌ای معمولی (U = 1.13) ، پنجره‌های کلاسها و دفاتر بابعاد ′4.6 × ′8.6 و پنجره‌های توالت‌ها بابعاد ′1.6 × ′2.6 ، پنجرهٔ کنار درورودی ساختمان بابعاد ′4.6 × ′10 ، پنجرهٔ آبدارخانه ′4.6 × ′9

٤ ــ درها ــ در اتاقها چوبی با کتیبهٔ شیشه‌ای (U = 0.75) بابعاد ′3.3 × ′6.6 ، درهای بزرگ کلاسهای 5 و 6 بابعاد ′5.6 × ′6.6 ، در ورودی ساختمان نصف شیشه (U = 0.45) بابعاد ′9.3 × ′7.3

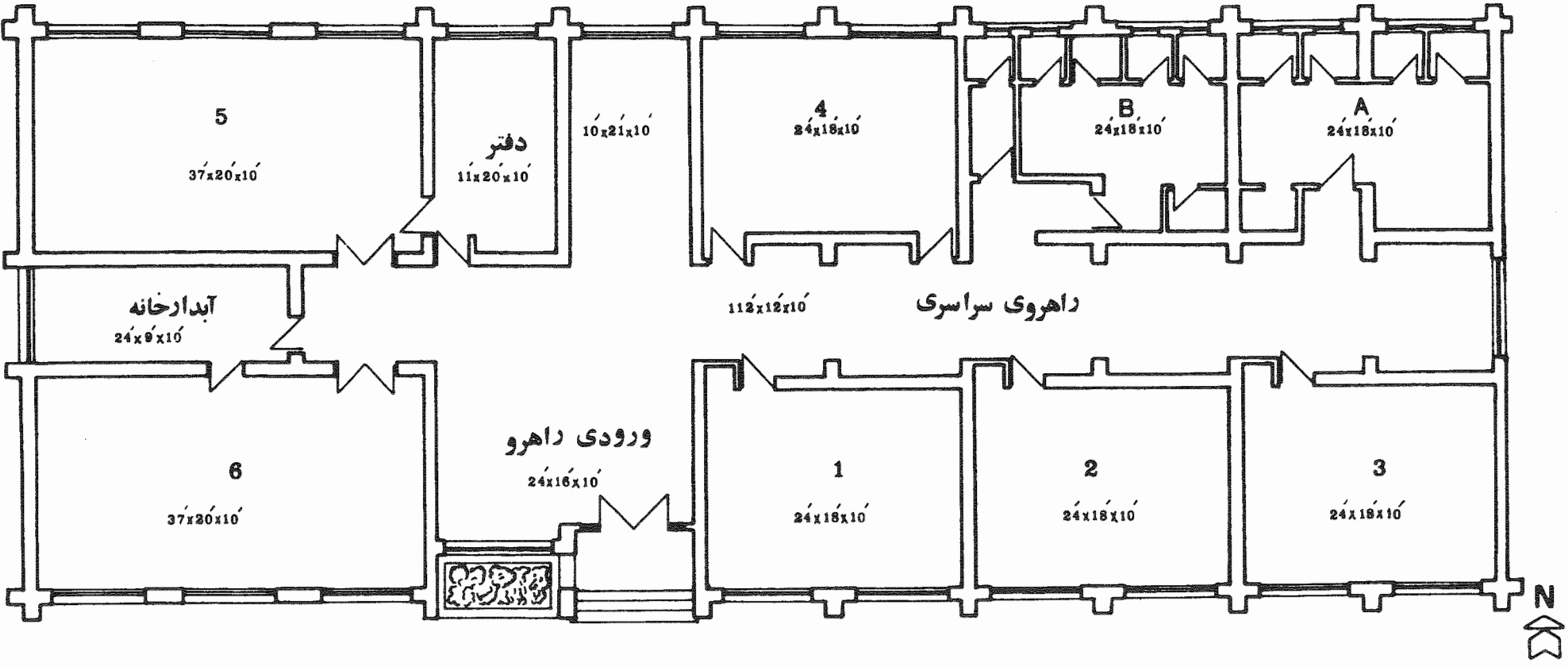
٥ ــ سقف ــ از بتن، شن و ماسه و درسمت داخل از پلاستر معلق جمعاً بضخامت کل ″8 باضافهٔ ″2 عایق روی بام

$(U = 0.12 \times 1.1 = 0.13)$

٦ ــ کف ساختمان ــ بتن و ماسه و موزائیک

دمای آب گرم رفت F 175 و دمای آب گرم برگشت F 155 درنظر گرفته شود.

بطوریکه در پلان دیده می‌شود، این ساختمان دارای شش کلاس درس، یک دفتر، یک آبدارخانه، ٩ دستشویی و توالت عمومی و یک دستشویی و توالت خصوصی می‌باشد. ابعاد اتاقها و راهرو روی پلان مشخص شده‌اند. اتاق موتورخانه در خارج ساختمان قرار گرفته است. این ساختمان فاقد زیرزمین بوده کف آن روی سطح زمین قرار دارد. طول لوله از دیگ تا در ورودی ساختمان برابر 50 فوت در نظر گرفته شود.


5
37x20x10
دفتر
11x20x10
10x21x10
4
24x18x10
B
24x18x10
A
24x18x10
آبدارخانه
24x9x10
112x12x10
راهروی سراسری
6
37x20x10
ورودی راهرو
24x16x10
1
24x18x10
2
24x18x10
3
24x18x10
N

شکل ٦٧ــ٢

حل: ۱ ــ ابتدا با استفاده از جداول ۱۹ــ۱ و ۲۲ــ۱ (آخر فصل اول)، دمای طرح زمستانی داخل و خارج ساختمان را مشخص می‌کنیم:

دمای طرح خارج		14 F
دمای طرح داخل	کلاس ها	74 F
	دفتر	74 F
	توالت	70 F
	راهرو	66 F
	آبدارخانه	66 F

۲ ــ تعداد دفعات تعویض هوا در ساعت با استفاده از جدول A ــ ۲ بدست می‌آید. چون تمام اتاقها از یک دیوار پنجرهٔ رو به خارج دارند، تعداد دفعات تعویض هوا برای همهٔ اتاقها یکبار درساعت و برای راهرو دوبار درساعت درنظر گرفته می‌شود. در مورد تهویهٔ توالت ها، جریان طبیعی هوا برای دفع بو و تعفن کافی نبوده باید هوای آنها را بکمک و انتیلا تور بطور اجباری تخلیه نمود، این وانتیلا تورها روی پنجرهٔ توالت ها نصب خواهند شد. میزان تخلیهٔ هوا برای توالت ها چهار بار درساعت در نظر گرفته می‌شود که معادل این هوای تخلیه شده، از هوای راهرو به داخل توالت ها مکیده خواهد شد، لذا در محاسبات بار حرارتی هوای نفوذی باید اختلاف دمای توالت و راهرو منظور گردد نه اختلاف دمای توالت وهوای خارج. از طرفی به همان میزان هوایی که توسط وانتیلا تورها بداخل توالت مکیده می‌شود باید هوای تازه وارد راهرو شود، لذا بار حرارتی هوای نفوذی به راهرو افزایش می‌یابد.

بااین مقدمات، محاسبات تلفات حرارتی ساختمان را قدم بقدم مطابق دستوراتی که در مباحث مربوطه ارائه شد آغاز نموده خلاصهٔ محاسبات را دربرگه های محاسباتی ثبت می‌کنیم. جهت یادآوری، فرمولهای مورد استفاده در محاسبات تلفات حرارتی ساختمان، ذکر می‌گردند:

الف ــ تلفات حرارتی از جداره های اتاق ها، از فرمول اساسی زیر (از فصل اول) محاسبه می‌شود:

$$Q_1 = AU\,(t_i - t_o)$$

باجایگزین کردن مقادیر t_i , t_o , A, U در فرمول فوق، تلفات حرارتی از جداره ها شامل دیوارهای داخلی و خارجی، درها و پنجره ها و سقف تعیین می‌شود. محاسبهٔ تلفات حرارتی از کف اتاقها نیز با توجه به آن قسمت از لبهٔ کف آنها که در معرض هوای خارج است، از فرمول ارائه شده در فصل اول صورت می‌گیرد:

$$0.6\,P\,(t_i - t_o) + 0.05\,A\,(t_i - t_g) = \text{تلفات حرارتی از کف اتاق}$$

دمای زمین (t_g) برای شهر همدان با دمای خارج 14F از جدول A ــ ۱ (فصل اول) بدست می‌آید: $t_g = 63\ F$

بنابراین خواهیم داشت:

① تلفات حرارتی از کف کلاس = $0.6 \times 24' \times 60 + 0.05 \times 432 \times 11 = 1102$ [Btu/hr]

② تلفات حرارتی از کف کلاس = $0.6 \times 24' \times 60 + 0.05 \times 432 \times 11 = 1102$ [Btu/hr]

③ تلفات حرارتی از کف کلاس = $0.6 \times 42' \times 60 + 0.05 \times 432 \times 11 = 1750$ [Btu/hr]

Ⓐ تلفات حرارتی از کف توالت = $0.6 \times 42' \times 56 + 0.05 \times 432 \times 7 = 1562$ [Btu/hr]

Ⓑ تلفات حرارتی از کف توالت = $0.6 \times 24' \times 56 + 0.05 \times 377 \times 7 = 938$ [Btu/hr]

④ تلفات حرارتی از کف کلاس = $0.6 \times 24' \times 60 + 0.05 \times 432 \times 11 = 1102$ [Btu/hr]

تلفات حرارتی از کف دفتر = $0.6 \times 11' \times 60 + 0.05 \times 220 \times 11 = 517$ [Btu/hr]

⑤ تلفات حرارتی از کف کلاس = $0.6 \times 57' \times 60 + 0.05 \times 740 \times 11 = 2459$ [Btu/hr]

تلفات حرارتی از کف آبدارخانه = $0.6 \times 9' \times 52 + 0.05 \times 216 \times 3 = 313$ [Btu/hr]

⑥ تلفات حرارتی از کف کلاس = $0.6 \times 57' \times 60 + 0.05 \times 740 \times 11 = 2459$ [Btu/hr]

تلفات حرارتی از کف راهرو = $0.6 \times 46' \times 52 + 0.05 \times 1993 \times 3 = 1734$ [Btu/hr]

ارقام فوق را در برگهٔ خلاصه محاسبات وارد می‌کنیم.

ب ــ تلفات حرارتی ناشی از نفوذ هوا:

بامقدماتی که درمورد مقدار هوای نفوذی به هریک از اتاقهای ساختمان ذکر گردید، بار حرارتی هوای نفوذی را از فرمول زیر محاسبه می‌کنیم:

$$Q_2 = n \times V \times 0.0749 \times 0.241 \times (t_i - t_o)$$

= ضریب تصحیح چگالی هوا

برای شهر همدان با ارتفاع 5500 فوت از سطح دریا ودمای طرح خارج 14 F، ضریب تصحیح چگالی هوا از نمودار ۱ــ۲ (آخر فصل دوم) برابر 0.92 استخراج می‌شود. درفرمول فوق:

n = تعداد دفعات تعویض حجم هوای اتاق درساعت

V = حجم اتاق $[ft^3]$

ضرایب اضافی ــ چنانکه در مبحث مربوطه ذکر گردید، برای دیوارهای شمالی و شرقی 10% و دیوارهای غربی 5% ضریب اضافی در نظر گرفته می‌شود، بعلاوه جهت تصحیح اشتباهات احتمالی در محاسبات، برای هر اتاق 10% ضریب اطمینان منظور می‌گردد که در برگهٔ محاسباتی منعکس است. مضاف بر تمام این ضرایب، چون ساختمان مدرسه معمولاً شش روز در هفته مورد استفاده قرار می‌گیرد با مراجعه به جدول ٤ــ۲ (آخر فصل دوم) یک ضریب 20% برای پیش راه‌اندازی سیستم در نظر می‌گیریم

که در آخر محاسبات منظور گردیده به بار حرارتی دیگ اضافه می‌شود.

ج ــ محاسبهٔ بارحرارتی آبگرم مصرفی:

در این مدرسه تعداد 9 دستشویی و توالت عمومی، یک دستشویی و توالت خصوصی و یک سینک آبدارخانه وجود دارد که با استفاده از جدول ۵-۲ (آخر فصل دوم) مصرف آبگرم آنها را تعیین می‌نماییم:

حداکثر آبگرم مصرفی دستشویی و توالت های عمومی = $9 \times 15 = 135$ [GPH]

حداکثر آبگرم مصرفی دستشویی و توالت خصوصی = $1 \times 3 = 3$ [GPH]

حداکثر آبگرم مصرفی سینک آبدارخانه = $1 \times 20 = 20$ [GPH]

جمع کل حداکثر آبگرم مصرفی = $135 + 3 + 20 = 158$ [GPH]

مقدار واقعی آبگرم مصرفی = $158 \times 0.6 = 94.8$ [GPH]

حجم منبع آبگرم مصرفی = $94.8 \times 1 = 94.8$ گالن

اکنون می‌توانیم بار حرارتی آبگرم مصرفی را با استفاده از فرمول ارائه شده در مبحث مربوطه محاسبه کنیم. دمای آب ورودی به منبع (آب شهر) را برابر 60 F و دمای آبگرم خروجی از منبع را 140 F در نظر می‌گیریم، با احتساب 10% ضریب اطمینان خواهیم داشت:

$$Q_3 = 94.8 \times 8.33 \times (140 - 60) \times 1.1 = 69500 \quad [Btu/hr]$$

انتخاب دیگ:

بار حرارتی کل ساختمان (Q_t) عبارتست از مجموع تلفات حرارتی اتاقها (ΣQ_R) و بار حرارتی آبگرم مصرفی (Q_3)، لذا خواهیم داشت:

از برگه های محاسباتی: $\Sigma Q_R = 282835$ [Btu/hr]

$Q_3 = 69500$ [Btu/hr]

$Q_t = 282835 + 69500 = 352335$ [Btu/hr]

با احتساب 20% ضریب اضافی بابت پیش راه‌اندازی سیستم باضافهٔ 15% ضریب اضافی بابت تلفات حرارتی از دیگ و لوله ها که به کیفیت عایق کاری آنها بستگی دارد، جمعاً 35% ضریب اضافی خواهیم داشت که در محاسبهٔ قدرت حرارتی دیگ (Q_B) منظور می‌گردد:

$$Q_B = 352335 \ (1 + 0.35) = 475652 \quad [Btu/hr]$$

حال به کاتالوگ دیگ کارخانهٔ شوفاژکار (فصل چهارم) مراجعه نموده دو دیگ چدنی مدل7-300 هریک با ظرفیت 61000 کیلو کالری بر ساعت معادل 244000 بی تی یو بر ساعت انتخاب می‌کنیم. تمام مشخصات دیگ در کاتالوگ مزبور ارائه گردیده‌اند.

انتخاب مشعل:

برای انتخاب مشعل به کاتالوگ B. PALM & CO. AB (فصل چهارم) مراجعه می‌نماییم. راندمان مشعلهای این کمپانی حدود 91% می‌باشد، لذا وزن سوخت مورد نیاز مشعل را بر حسب کیلوگرم بر ساعت با استفاده از فرمول مربوطه محاسبه می‌کنیم:

$$W = \frac{Q_B}{10000 \times E} = \frac{61000}{10000 \times 0.91} = 6.7 \quad [kg/hr]$$

بنابر این دو مشعل مدل شمارهٔ 13 انتخاب می‌شود.

حجم منبع گازوئیل:

مدت کار سیستم را در شبانه روز16 ساعت و درصد انقطاع کار مشعل را 50% در نظر گرفته حجم منبع گازوئیل را برای ذخیرهٔ دو ماه مصرف سوخت محاسبه می‌کنیم، با استفاده از فرمول ارائه شده در مبحث مربوطه خواهیم داشت:

حجم منبع گازوئیل [لیتر] $= W \times 1.2 \times 16 \times 60 \times 0.5$

$= 6.7 \times 1.2 \times 16 \times 60 \times 0.5 = 3860$

حجم منبع انبساط:

برای این ساختمان یک منبع انبساط بسته در نظر گرفته حجم آنرا با استفاده از جدول D-۲ با توجه به قدرت دیگ یعنی 475652 [Btu/hr] ، تعیین می‌کنیم، که می‌شود:

حجم منبع انبساط بسته = 60 گالن

انتخاب رادیاتور:

با معلوم بودن بار حرارتی هر اتاق (Q_R) می‌توانیم تعداد پره های لازم رادیاتور را محاسبه کنیم. برای این ساختمان رادیاتور600×200 مناسب تشخیص داده می‌شود که حرارت منتقله از یک پرهٔ آن در کاتالوگ رادیاتور (فصل چهارم) برابر 516 [Btu/hr] تعیین شده است:

① تعداد پرهٔ لازم برای کلاس = $\frac{19975}{516} = 39$

② تعداد پرهٔ لازم برای کلاس = $\frac{18789}{516} = 37$

③ تعداد پرهٔ لازم برای کلاس = $\frac{22769}{516} = 44$

Ⓐ تعداد پرهٔ لازم برای توالت = $\frac{14702}{516} = 28$

Ⓑ تعداد پرهٔ لازم برای توالت = $\frac{10309}{516} = 20$

④ تعداد پرهٔ لازم برای کلاس = $\frac{20793}{516} = 40$

تعداد پرهٔ لازم برای دفتر = $\frac{9913}{516} = 19$

⑤ تعداد پرهٔ لازم برای کلاس = $\frac{34920}{516} = 68$

تعداد پرهٔ لازم برای آبدارخانه = $\frac{5938}{516} = 11$

⑥ تعداد پرهٔ لازم برای کلاس = $\frac{35664}{516} = 69$

تعداد پرهٔ لازم برای راهرو = $\frac{89063}{516} = 173$

تعداد پره‌های رادیاتور هر اتاق را در برگهٔ محاسباتی منعکس می‌کنیم. محل نصب رادیاتورها روی پلان ساختمان مشخص شده است.

محاسبات سیستم لوله کشی:

برای این ساختمان سیستم لوله کشی با برگشت مستقیم در نظر گرفته محاسبهٔ قطر لوله ها را گام بگام مطابق آنچه در مبحث مربوطه ذکر گردید، انجام می‌دهیم. بدین ترتیب که با در نظر گرفتن نرخ افت فشار 2.5 فوت بر صد فوت طول معادل لوله و محدودهٔ سرعت 2 تا 4 فوت بر ثانیه و با در دست داشتن بار حرارتی که توسط آب در لولهٔ مورد نظر حمل می‌شود به نمودار ۳-۲ (آخر فصل دوم) مراجعه نموده قطر لوله ها را تعیین می‌نماییم و نتایج حاصله را در جدول مربوطه درج می‌کنیم، با این توضیح که حداقل قطر انتخابی نباید از $1/2''$ کمتر باشد، لذا لوله های اتصالی به تمام رادیاتورها را $1/2''$ خواهند بود.

در موتورخانه:

قطر لوله ها در موتورخانه به همان روش مذکور تعیین می‌شود:

قطر لوله [in]	بار حرارتی [Btu/hr]	لولهٔ مورد نظر
1½	352335/2	رفت از دیگها به کلکتور
1¼	69500	رفت از کلکتور به منبع دوجداره آبگرمکن

قطر کلکتورها:

قطر کلکتورها با استفاده از فرمول ارائه شده در مبحث مربوطه به ترتیب زیر تعیین می‌گردد:

$$D = (d_1^2 + d_2^2 + \dots)^{1/2} = (2 \times 1\ ½^2 + 2^2 + 1^2 + 1\ ½^2)^{1/2}$$

قطر کلکتور رفت $= 3\ ½''$

بهمین ترتیب قطر کلکتور برگشت برابر $3''$ تعیین می‌شود.

توجه: چون در این پروژه از سیستم لوله کشی با برگشت مستقیم استفاده شده، قطر لوله های برگشت نیز برابر قطر لوله های رفت متناظر خواهد بود.

محاسبه وانتخاب پمپ سیرکولاتور:

دبی پمپ از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$\text{دبی پمپ} \quad GPM = \frac{Q_t}{10000} = \frac{352335}{10000} = 35.3$$

رادیاتور واقع در توالت A از تمام رادیاتورها نسبت به دیگ دورتر است. با توجه به اینکه طول لوله از دیگ تا در ورودی ساختمان طبق صورت پروژه برابر 50 فوت بوده از در ورودی تا رادیاتور توالت A برابر 112 فوت می‌باشد، لذا خواهیم داشت:

$L = 162'$

حال طبق فرمول ارائه شده در مبحث مربوطه، هد پمپ را بدست می‌آوریم:

$$\text{هدپمپ} = 0.075\ L = 0.075 \times 162' = 12.15 \quad \text{فوت آب}$$

اکنون با در دست داشتن دبی وهد پمپ به کاتالوگ کمپانی EBARA (فصل چهارم) مراجعه نموده دو پمپ هم قدرت مدل FSD انتخاب می‌کنیم که یکی بعنوان رزرو خواهد بود. مدل و قدرت پمپ های انتخابی به قرار زیر است:

مدل انتخابی : FSFD 5.25

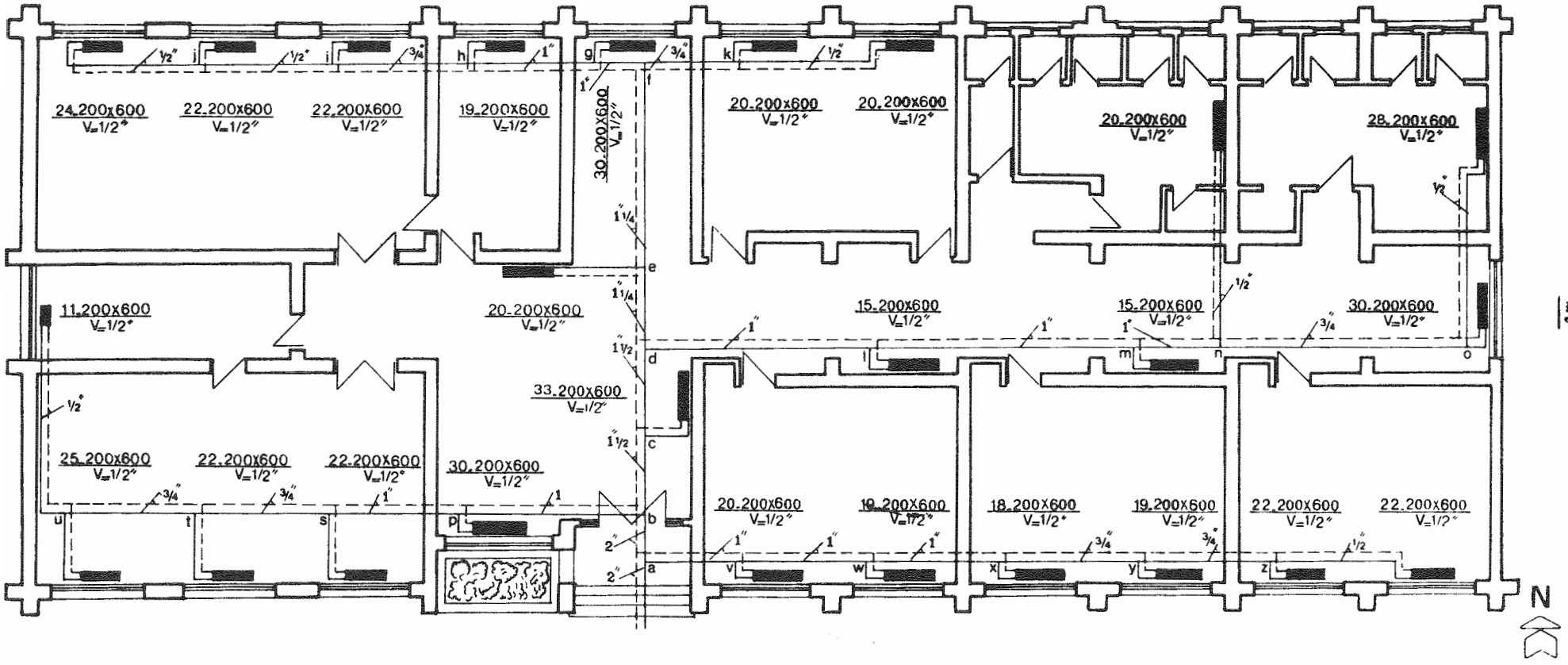
قدرت = 0.25 kw

سایر مشخصات پمپ از کاتالوگ مزبور بدست می‌آید.

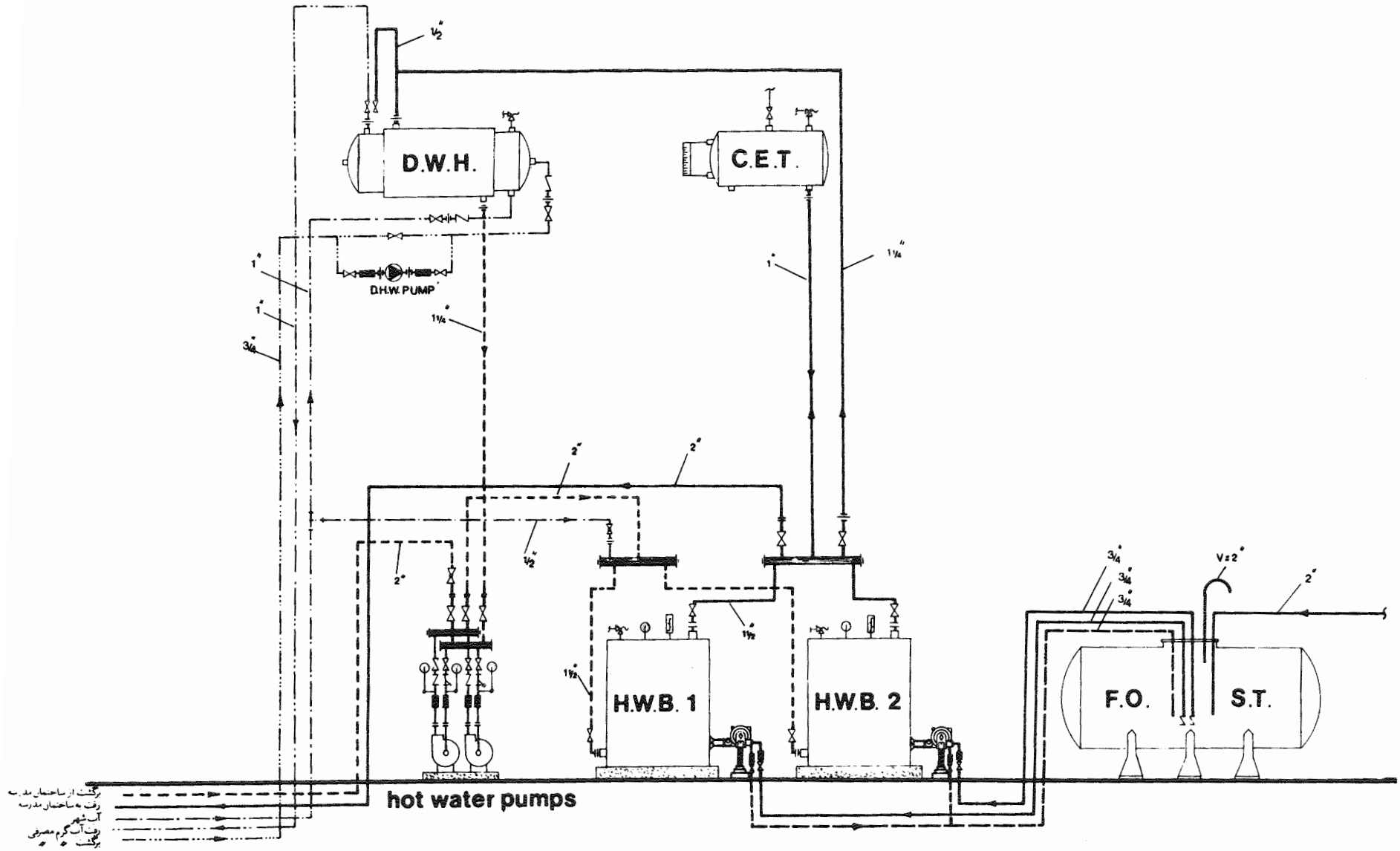
اندازهٔ قطر لوله ها براساس نرخ افت فشار 300 میلی اینچ برفوت و محدودهٔ سرعت 2 تا 4 فوت برثانیه

قطر لوله [in]	بار حرارتی [Btu/hr]	لولهٔ مورد نظر	قطر لوله [in]	بار حرارتی [Btu/hr]	لولهٔ مورد نظر	قطر لوله [in]	بار حرارتی [Btu/hr]	لولهٔ مورد نظر
1	51600	v–w	3/4	35088	h–i	2	282835	از دیگ تا a
1	41796	w–x	3/4	23736	i–j	2	220915	a–b
3/4	32508	x–y	3/4	20640	f–k	1½	164155	b–c
3/4	22704	y–z	1	56760	b–p	1½	147127	c–d
1	55795	d–l	1	41280	p–s	1¼	91332	d–e
1	48055	l–m	3/4	29928	s–t	1¼	81012	e–f
1	40315	m–n	3/4	18576	t–u	1	60372	f–g
3/4	29995	n–o	1	61920	a–v	1	44892	g–h

قطر لوله های اتصالی به تمام رادیاتورها $½''$ خواهد بود.



نقشه لوله کشی رادیاتورها



نقشه لوله کشی موتورخانهٔ پروژهٔ نمونه

برگهٔ محاسباتی:

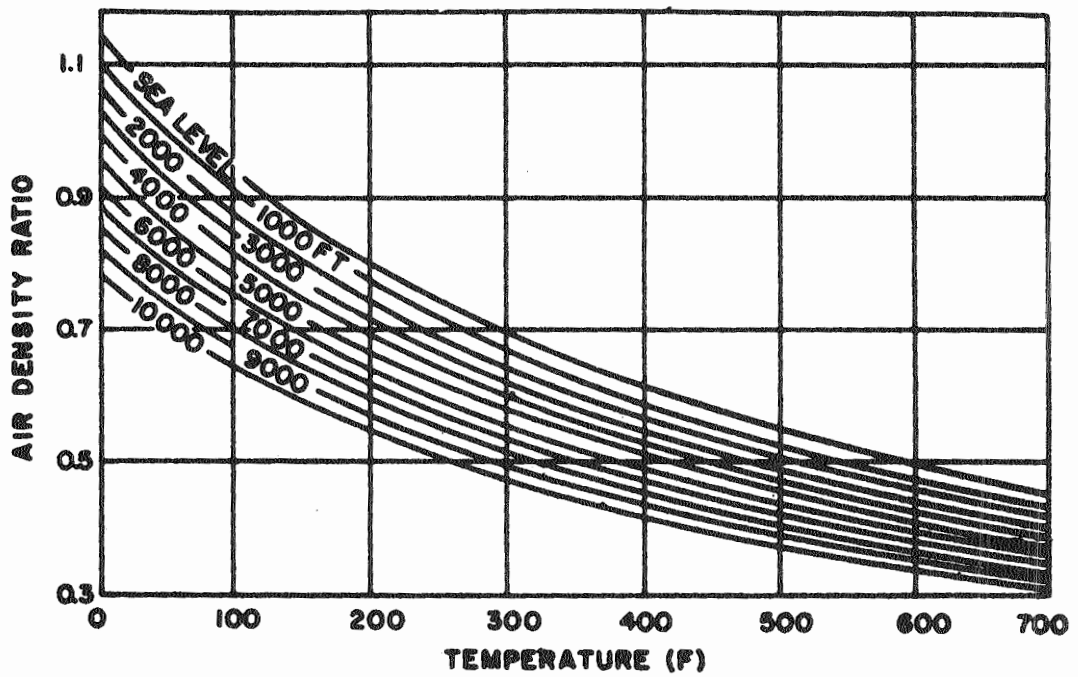
اتاق یا فضا	جدار مورد محاسبه و دفعات تعویض هوا در ساعت (عدد داخل پرانتز)	مساحت جدار و حجم هوای نفوذی	ضریب	$t_i - t_o$ [F]	ضریب جهت	تلفات حرارتی [Btu/hr]	ضریب اطمینان	تلفات حرارتی کل [Btu/hr]	اندازهٔ رادیاتور و تعداد پره‌ها
کلاس ①	دیوار بیرونی	213 ft^2	0.25	60	–	3195			20 – 200 × 600
	دیوار مشرف به راهرو	340 ft^2	0.29	8	–	789			
	دیوار مشترک با کلاس 2	180 ft^2	0.29	0	–	0			19 – 200 × 600
	سقف	432 ft^2	0.13	60	–	3370			
	پنجره‌ها	80 ft^2	1.13	60	–	5424			
	در	22 ft^2	0.75	8	–	132			
	کف	–	–	–	–	1102			
	هوای نفوذی (1)	4320 CFH	0.016	60	–	4147	1.1	19975	
کلاس ②	دیوار بیرونی	160 ft^2	0.25	60	–	2400			18 – 200 × 600
	دیوار مشرف به راهرو	218 ft^2	0.29	8	–	506			
	دیوار مشترک با کلاس مجاور	360 ft^2	0.29	0	–	0			19 – 200 × 600
	سقف	432 ft^2	0.13	60	–	3370			
	پنجره‌ها	80 ft^2	1.13	60	–	5424			
	در	22 ft^2	0.75	8	–	132			
	کف	–	–	–	–	1102			
	هوای نفوذی (1)	4320 CFH	0.016	60	–	4147	1.1	18789	
کلاس ③	دیوار بیرونی جنوبی	160 ft^2	0.25	60	–	2400			22 – 200 × 600
	دیوار بیرونی شرقی	180 ft^2	0.25	60	1.1	2970			
	دیوار مشرف به راهرو	218 ft^2	0.29	8	–	506			22 – 200 × 600
	دیوار مشترک با کلاس 2	180 ft^2	0.29	0	–	0			
	سقف	432 ft^2	0.13	60	–	3370			
	پنجره‌ها	80 ft^2	1.13	60	–	5424			
	در	22 ft^2	0.75	8	–	132			
	کف	–	–	–	–	1750			
	هوای نفوذی (1)	4320 CFH	0.016	60	–	4147	1.1	22769	
توالت Ⓐ	دیوار بیرونی	404 ft^2	0.25	56	1.1	6222			28 – 200 × 600
	دیوار مشرف به راهرو	218 ft^2	0.29	4	–	253			
	دیوار مشترک با توالت B	180 ft^2	0.29	0	–	0			
	سقف	432 ft^2	0.13	56	–	3145			
	پنجره‌ها	16 ft^2	1.13	56	–	1012			
	در	22 ft^2	0.75	4	–	66			
	کف	–	–	–	–	1562			
	هوای نفوذی (4)	17280 CFH	0.016	4	–	1106	1.1	14702	

اتاق یا فضا	جدار مورد محاسبه دفعات تعویض هوا در ساعت (عدد داخل پرانتز)	مساحت جدار و حجم هوای نفوذی	ضریب	$t_i - t_o$ [F]	ضریب جهت	تلفات حرارتی [Btu/hr]	ضریب اطمینان	تلفات حرارتی کل [Btu/hr]	اندازهٔ رادیاتور و تعداد پره‌ها
توالت (B)	دیوار بیرونی	224 ft^2	0.25	56	1.1	3450			20 – 200 × 600
	دیوار مشرف به راهرو	242 ft^2	0.29	4	–	281			
	دیوار مشترک با توالت A	180 ft^2	0.29	0	–	0			
	دیوار مشترک با کلاس 4	130 ft^2	0.29	– 4	–	–151			
	سقف	377 ft^2	0.13	56	–	2745			
	پنجره‌ها	16 ft^2	1.13	56	–	1012			
	در	44 ft^2	0.75	4	–	132			
	کف	–	–	–		938			
	هوای نفوذی (4)	15080 CFH	0.016	4	–	965	1.1	10309	
دفتر	دیوار بیرونی	70 ft^2	0.25	60	1.1	1155			19 – 200 × 600
	دیوار مشرف به راهرو	288 ft^2	0.29	8	–	668			
	دیوار مشترک با کلاس 5	178 ft^2	0.29	0	–	0			
	سقف	220 ft^2	0.13	60	–	1716			
	پنجره‌ها	40 ft^2	1.13	60	–	2712			
	در	22 ft^2	0.75	8	–	132			
	کف	–	–	–	–	517			
	هوای نفوذی (1)	2200 CFH	0.016	60	–	2112	1.1	9913	
کلاس (4)	دیوار بیرونی	213 ft^2	0.25	60	1.1	3515			20 – 200 × 600 ، 20 – 200 × 600
	دیوار مشرف به راهرو	376 ft^2	0.29	8	–	872			
	دیوار مشترک با توالت B	130 ft^2	0.29	4	–	151			
	سقف	432 ft^2	0.13	60	–	3370			
	پنجره‌ها	80 ft^2	1.13	60	–	5424			
	درها	44 ft^2	0.75	8	–	264			
	کف	–	–	–	–	1102			
	هوای نفوذی (1)	4320 CFH	0.016	60	–	4147	1.1	20793	
کلاس (5)	دیوار بیرونی شمالی	250 ft^2	0.25	60	1.1	4125			22 – 200 × 600 ، 22 – 200 × 600 ، 24 – 200 × 600
	دیوار بیرونی غربی	200 ft^2	0.25	60	1.05	3150			
	دیوار مشترک با راهرو و آبدارخانه	335 ft^2	0.29	8	–	777			
	دیوار مشترک با دفتر	178 ft^2	0.29	0	–	0			
	سقف	740 ft^2	0.13	60	–	5772			
	پنجره‌ها	120 ft^2	1.13	60	–	8136			
	در روبه راهرو	37 ft^2	0.75	8	–	222			
	کف	–	–	–	–	2459			
	هوای نفوذی (1)	7400 CFH	0.016	60	–	7104	1.1	34920	

اتاق یا فضا	جدار مورد محاسبه و دفعات تعویض هوا (عدد داخل پرانتز)	مساحت جدار و حجم هوای نفوذی	ضریب	$t_i - t_o$ [F]	ضریب جهت	تلفات حرارتی [Btu/hr]	ضریب اطمینان	تلفات حرارتی کل [Btu/hr]	اندازهٔ رادیاتور وتعداد پره‌ها
آبدارخانه	دیوار بیرونی	49 ft^2	0.25	52	1.05	669			11 – 200 × 600
	دیوار مشترک با کلاس 5 و 6	478 ft^2	0.29	–8	–	–1109			
	دیوار مشرف به راهرو	68 ft^2	0.29	0	–	0			
	سقف	216 ft^2	0.13	52	–	1460			
	پنجره	41 ft^2	1.13	52	–	2409			
	دری که به کلاس 6 باز می‌شود	22 ft^2	0.75	–8	–	–132			
	دری که به راهرو باز می‌شود	22 ft^2	0.75	0	–	0			
	کف	–	–	–	–	313			
	هوای نفوذی (1)	2160 CFH	0.016	52	–	1797	1.1	5938	
کلاس (6)	دیوار بیرونی جنوبی	290 ft^2	0.25	60	–	4350			22 – 200 × 600 ,
	دیوار بیرونی غربی	200 ft^2	0.25	60	1.05	3150			
	دیوار مشترک با راهرو و آبدارخانه	473 ft^2	0.29	8	–	1097			22 – 200 × 600 ,
	سقف	740 ft^2	0.13	60	–	5772			
	پنجره‌ها	120 ft^2	1.13	60	–	8136			25 – 200 × 600
	درها	59 ft^2	0.75	8	–	354			
	کف	–	–	–	–	2459			
	هوای نفوذی (1)	7400 CFH	0.016	60	–	7104	1.1	35664	
راهرو	دیوار بیرونی شمالی	100 ft^2	0.25	60	1.1	1430			33 – 200 × 600 ,
	دیوار بیرونی شرقی	120 ft^2	0.25	60	1.1	1638			
	دیوار بیرونی جنوبی	46 ft^2	0.25	60	–	598			30 – 200 × 600 ,
	دیوار مشترک با کلاسها و دفتر	1770 ft^2	0.29	–8	–	–4106			
	دیوار مشترک با توالت‌ها	460 ft^2	0.29	–4	–	–534			30 – 200 × 600 ,
	دیوار مشترک با آبدارخانه	68 ft^2	0.29	0	–	0			
	سقف	1993 ft^2	0.13	52	–	13473			30 – 200 × 600 ,
	پنجره‌ها	126 ft^2	1.13	52	–	7404			
	در ورودی ساختمان	68 ft^2	0.45	52	–	1591			20 – 200 × 600 ,
	درهای کلاسها و دفتر	206 ft^2	0.75	–8	–	–1236			
	درهای توالت‌ها	66 ft^2	0.75	–4	–	–198			15 – 200 × 600 ,
	در آبدارخانه	22 ft^2	0.75	0	–	0			
	کف	–	–	–	–	1734			15 – 200 × 600
	هوای نفوذی (2)	38760 CFH	0.016	52	–	32248			
	هوای نفوذی ناشی از تهویهٔ توالت‌ها	32360 CFH	0.016	52	–	26924	1.1	89063	

$$\Sigma Q_R = 282835 \text{ [Btu/hr]}$$

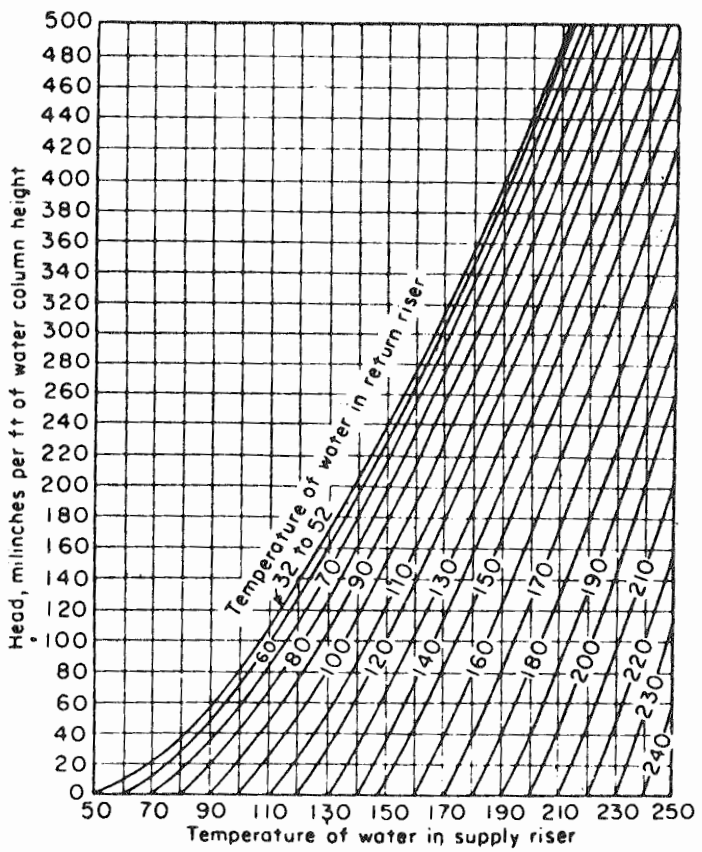
نمودار ۱ــ۲: تصحیح چگالی هوا در شرایط غیر استاندارد*



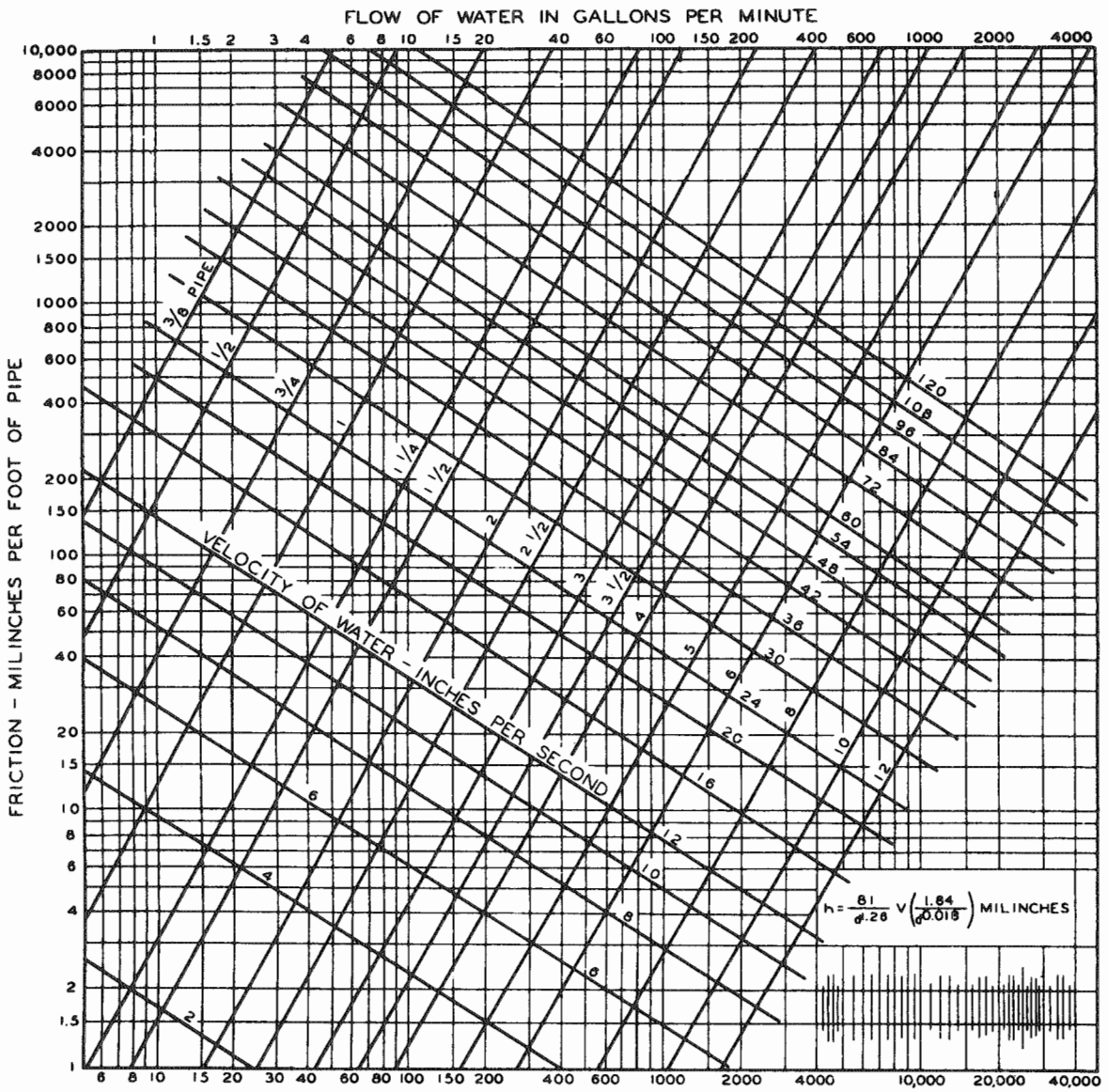
$$\text{NOTE: Air density ratio} = \frac{\text{density at new condition}}{\text{density of standard air}}$$

* برای تعیین چگالی هوا در ارتفاع و دمای مورد نظر باید ضریب تصحیح مستخرجه از این نمودار در چگالی هوا در شرایط استاندارد (کنار سطح دریا و دمای70F) که برابر $0.0749\ [lb/ft^3]$ می‌باشد ضرب شود.

نمودار ۲ــ۲: فشار جریان برای هر فوت ارتفاع گردش آب بازاء دماهای مختلف آب رفت و برگشت در جریان طبیعی



نمودار ۳ــ۲ : نرخ افت فشار ناشی از جریان آب در لوله های آهنی



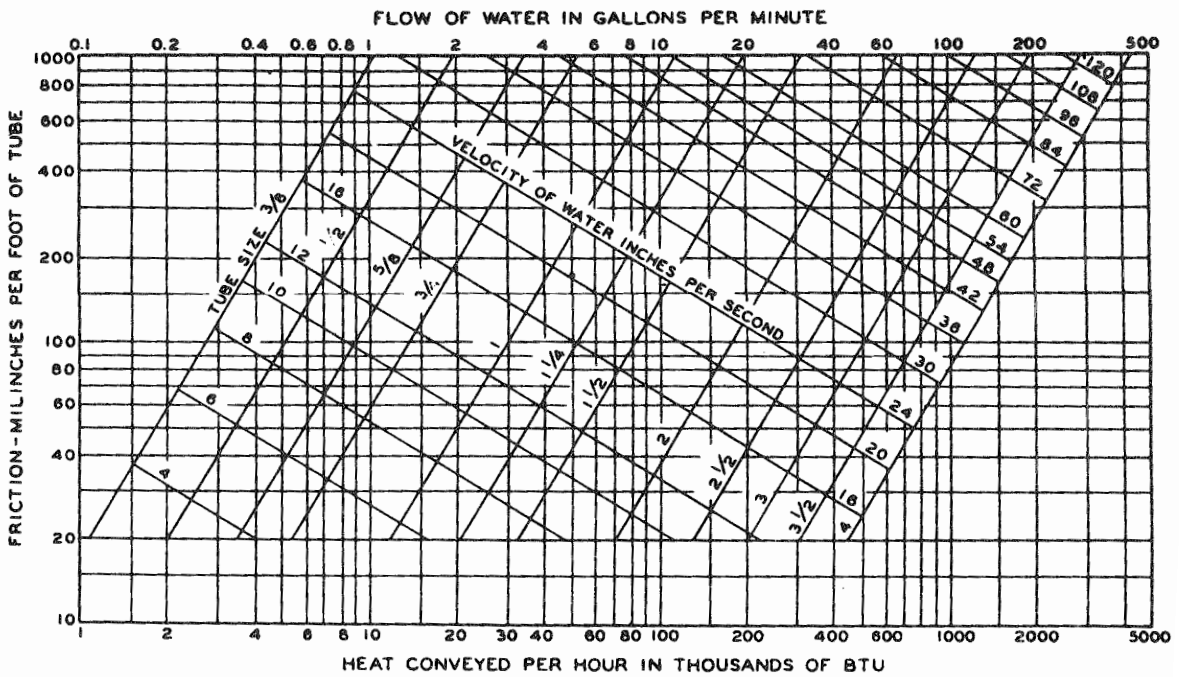
Lower scale of chart is based on 20-deg temperature difference between flow and return risers. To find friction when temperature drop is other than 20 deg, multiply the actual heat conveyed by (20 ÷ actual temp. drop) and read the corresponding friction.

Conversion Ft/(100Ft) to Milinches/Ft

Ft per 100 ft	0.5	1	2	3	4	5
Milinches per ft	60	120	240	360	480	600

Fig. 1 .... Friction Loss due to Flow of Water in Iron Pipe

نمودار ٤ــ٢: نرخ افت فشار ناشی از جریان آب در لوله های مسی



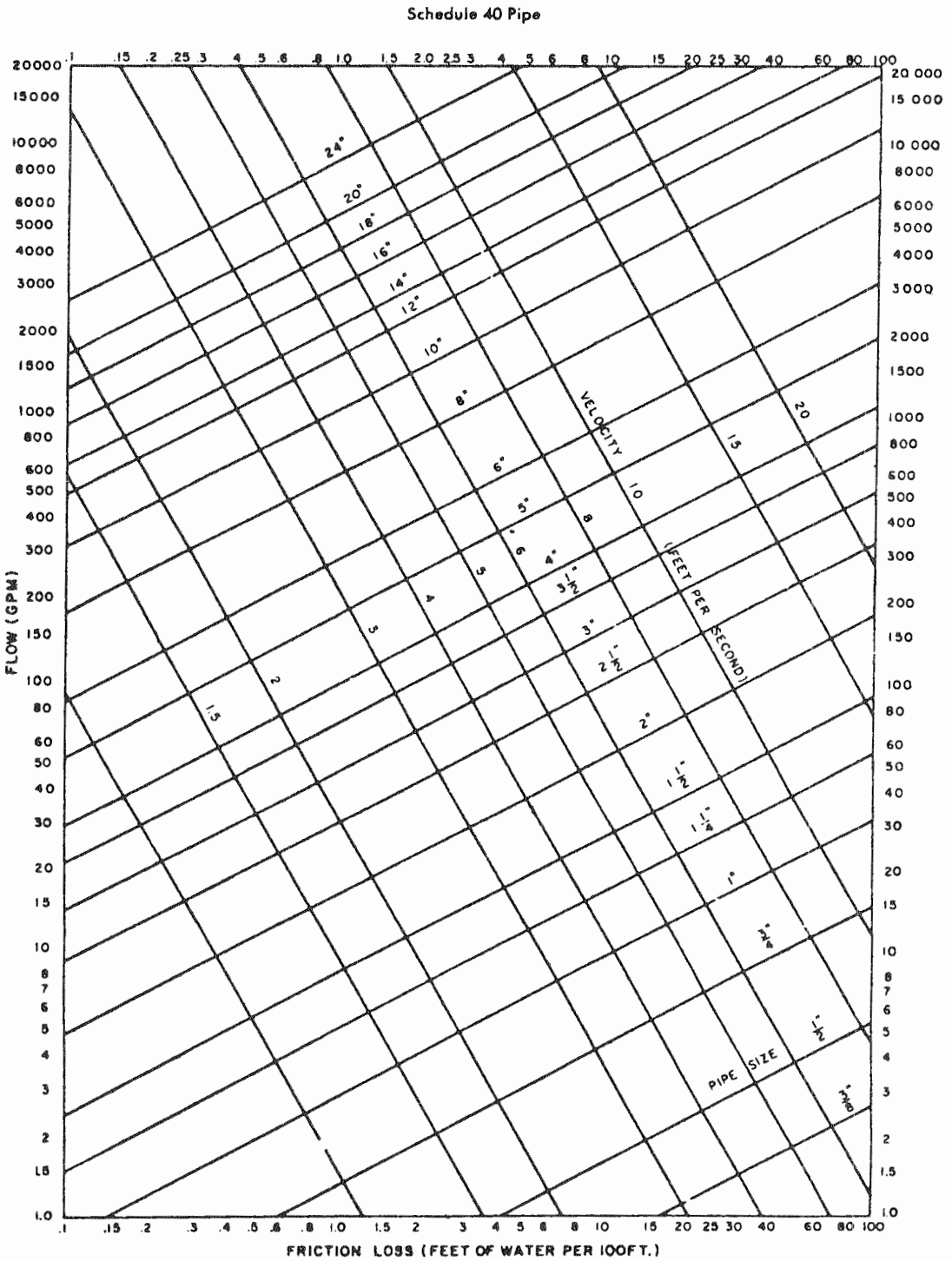
Lower scale of chart is based on 20-deg temperature difference between flow and return risers. To find friction when temperature drop is other than 20 deg, multiply the actual heat conveyed by (20 ÷ actual temp. drop) and read the corresponding friction.

Conversion Ft/(100 Ft) to Milinches/Ft

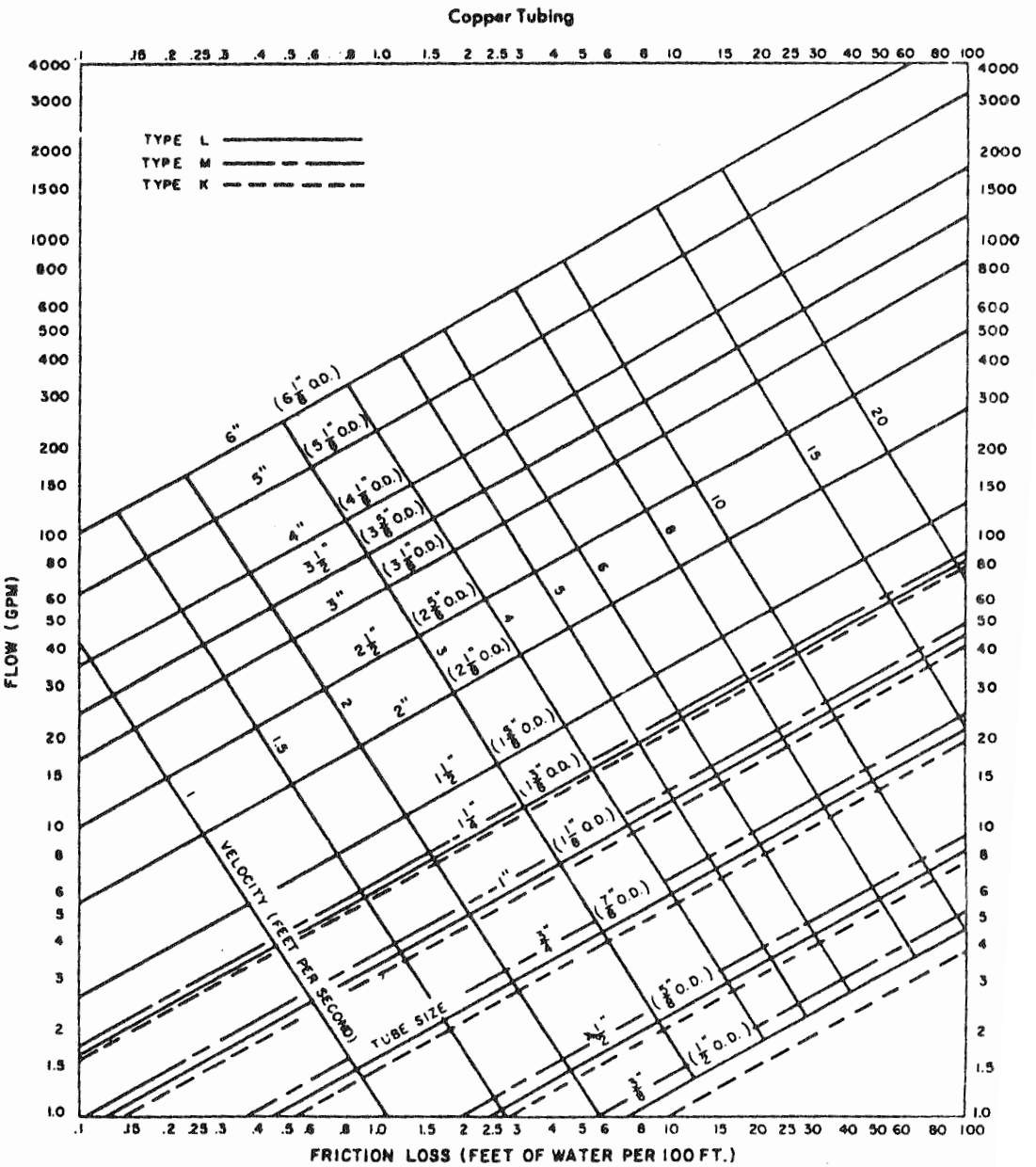
Ft per 100 ft	0.5	1	2	3	4	5
Milinches per ft	60	120	240	360	480	600

Fig. 2 .... Friction Loss due to Flow of Water in Type L Copper Tube

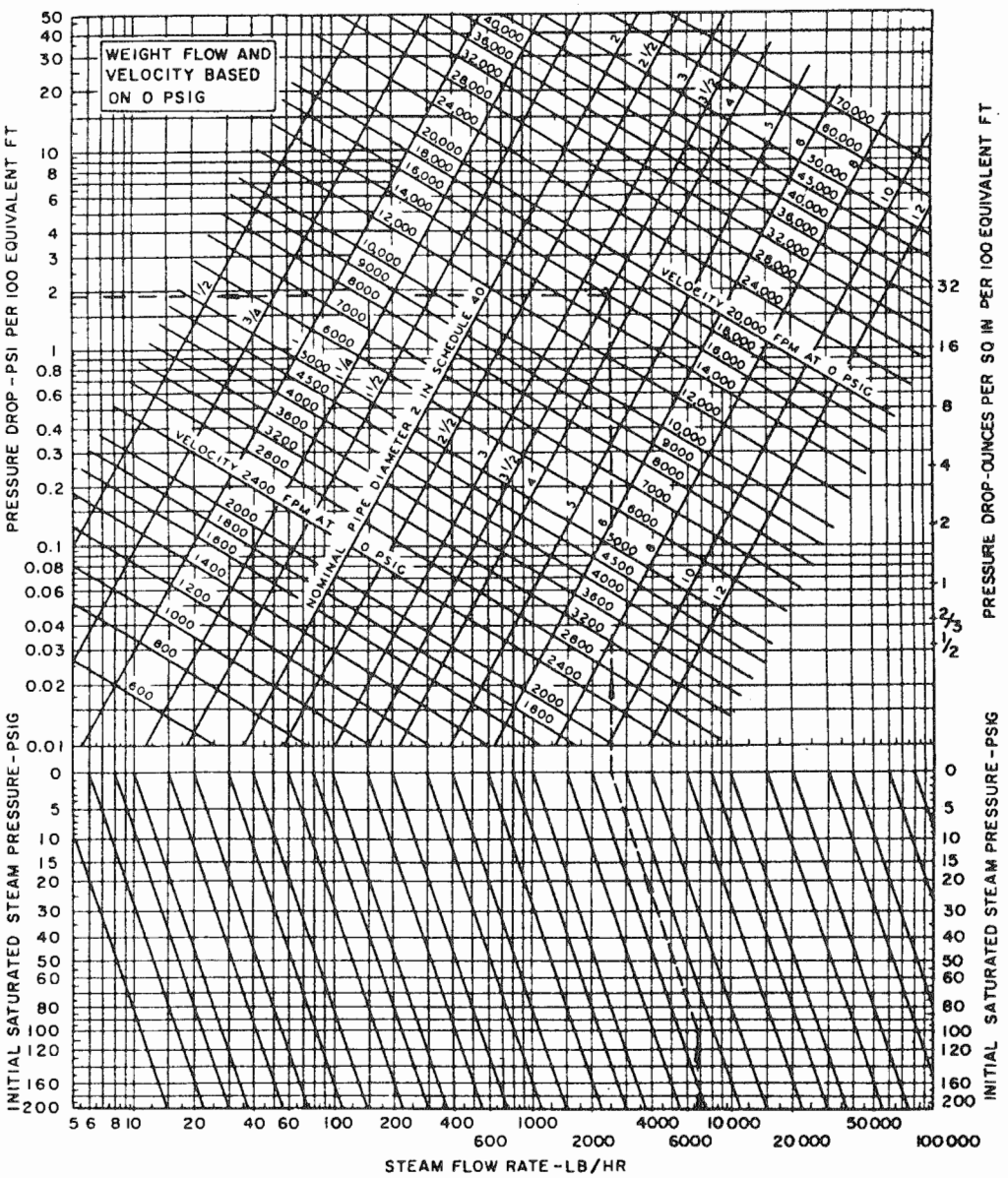
نمودار ۵ــ۲ : نرخ افت فشار برای لوله های آهنی در سیستم لوله کشی باز



نمودار ۶ــ۲: نرخ افت فشاربرای لوله‌های مسی در سیستم لوله کشی باز



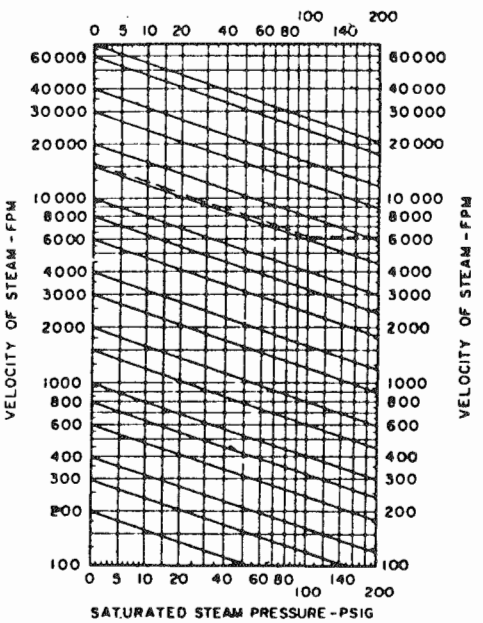
نمودار ۷ــ۲:
برای تعیین دبی، قطر، سرعت و افت فشار در سیستم بخار با فشار ابتدایی 0 psig *



*Use *Chart 27* to determine steam velocity at initial saturated steam pressures other than 0 psig.

* در فشارهای ابتدایی غیر از 0 psig باید سرعت بدست آمده از این نمودار با استفاده از نمودار ۸ــ۲ تصحیح شود.

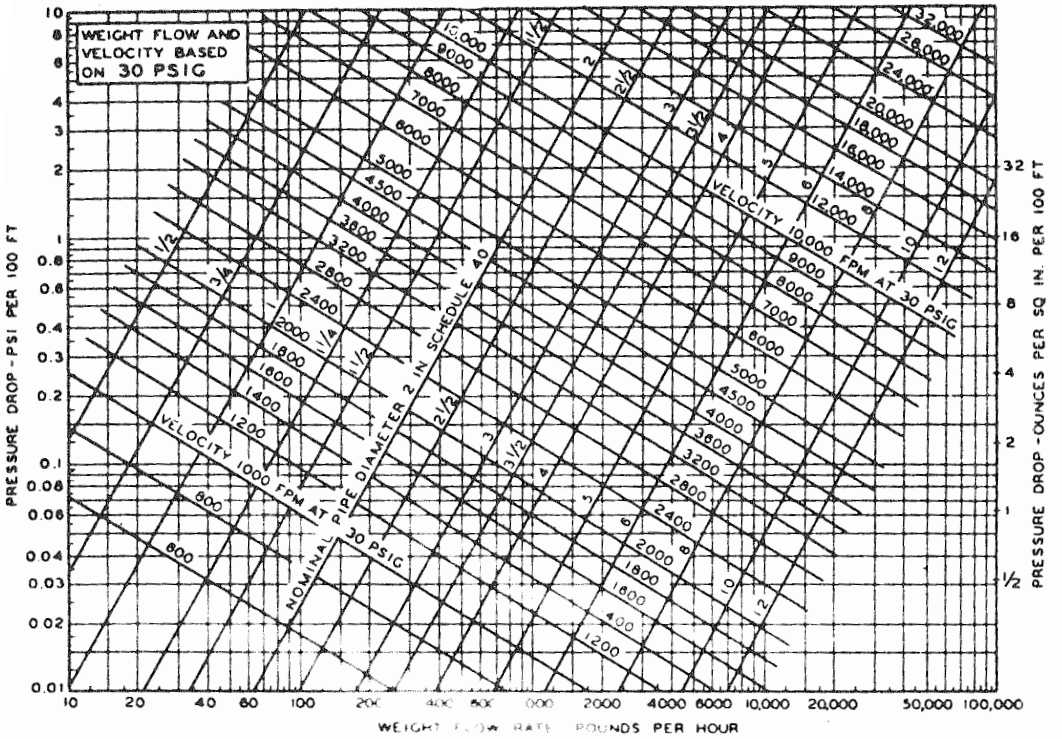
نمودار ۸ــ۲:
تبدیل سرعت *



* مثال ۸ را ملاحظه کنید.

نمودار ۹ــ۲: برای تعیین دبی، قطر، سرعت و افت فشار در سیستم بخار با فشار 30 psig

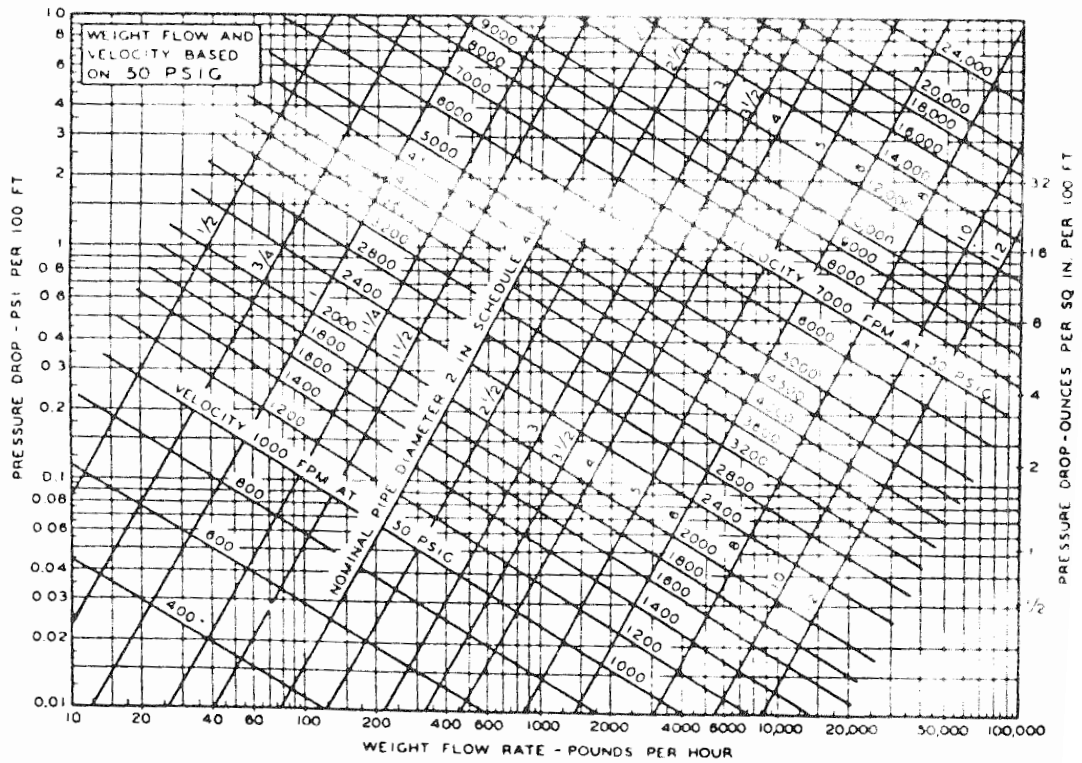
(برای سیستم های بخار با فشار از23 تا 37 psig میزان خطا از 9% تجاوز نمی‌کند)



Based on Moody Friction Factor where flow of condensate does not inhibit the flow of steam.

نمودار ۱۰ ــ ۲: برای تعیین دبی، قطر، سرعت و افت فشار در سیستم بخار با فشار 50 Psig

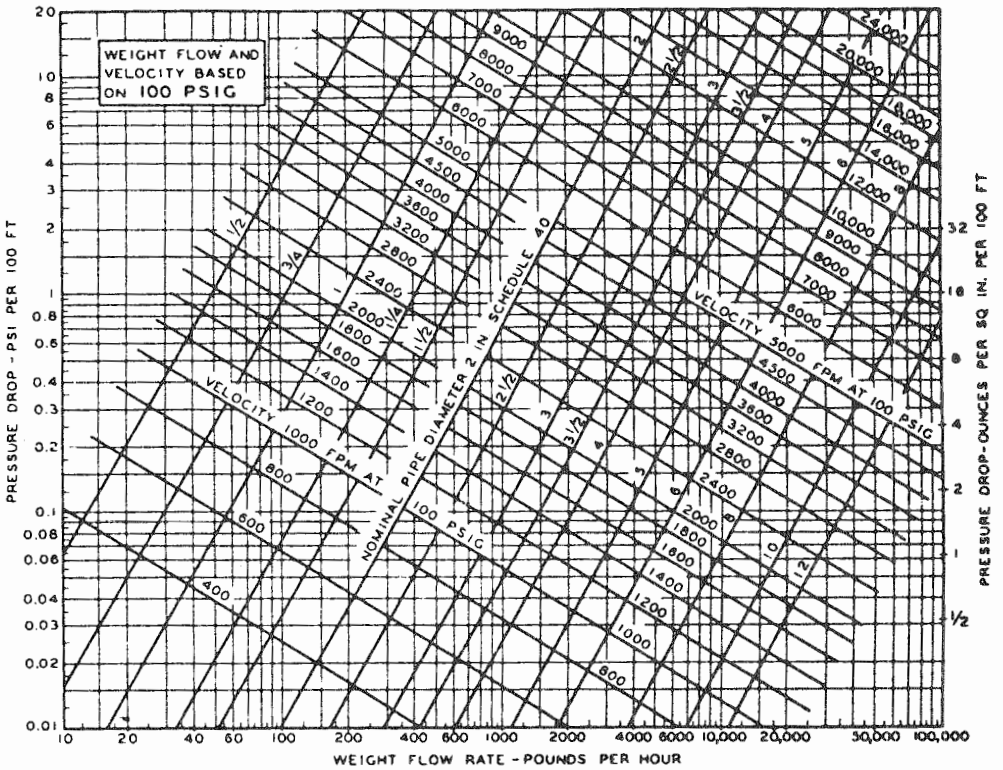
(برای سیستم های بخار با فشار 40 تا psig [illegible] تجاوز نمی‌کند)



Based on Moody Friction Factor where flow of condensate does not inhibit the flow of steam.

نمودار ۱۱ــ۲: برای تعیین دبی، قطر، سرعت و افت فشار در سیستم بخار با فشار 100 psig

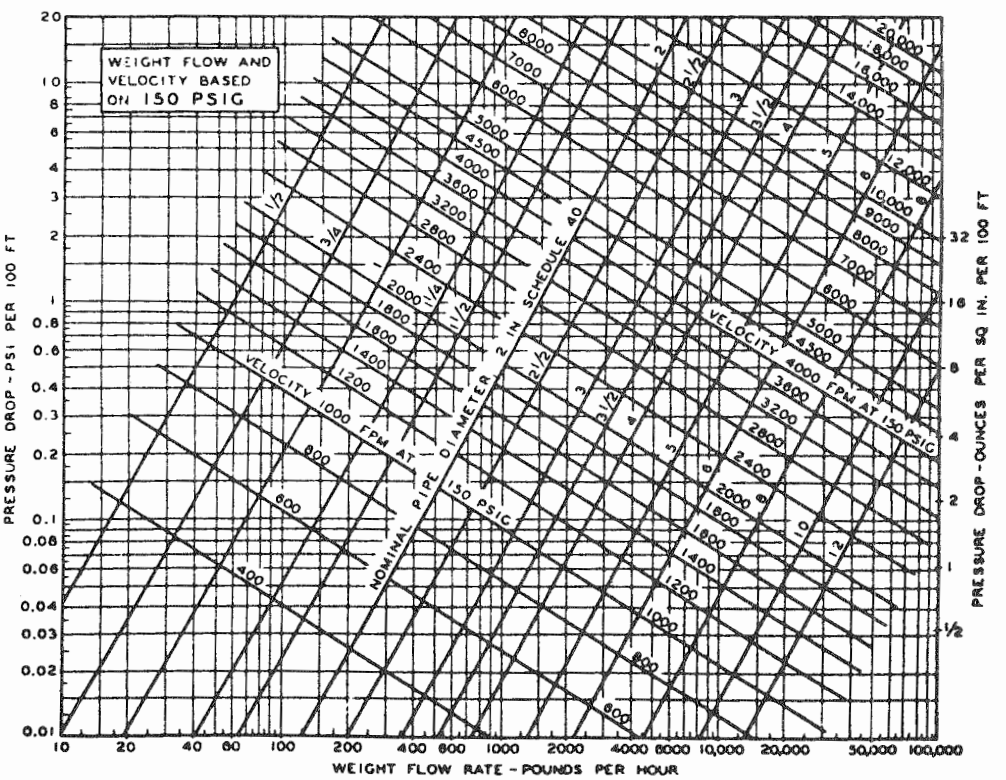
(برای سیستم های بخار با فشار از 85 تا 120 psig میزان خطا از 8% تجاوز نمی‌کند)



Based on Moody Friction Factor where flow of condensate does not inhibit the flow of steam.

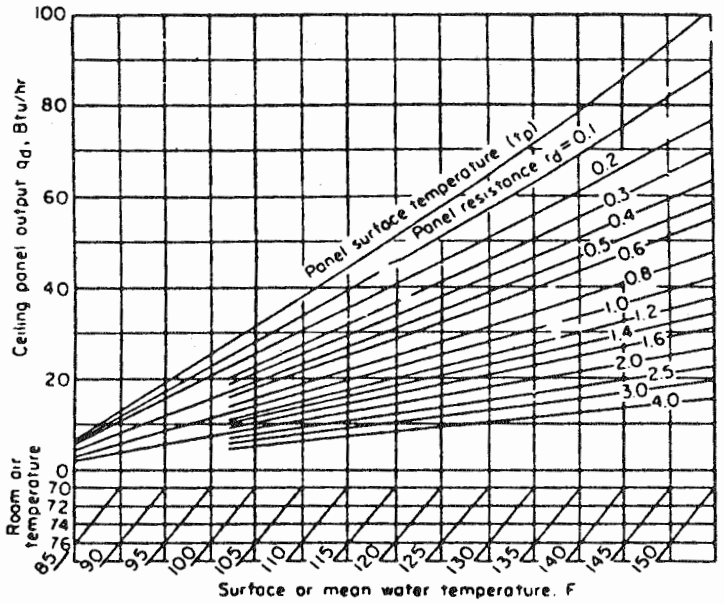
نمودار ۱۲ــ۲: برای تعیین دبی، قطر، سرعت و افت فشار در سیستم بخار با فشار 150 psig

(برای سیستم های بخار با فشار از 127 تا 180 psig میزان خطا از 8% تجاوز نمی‌کند)

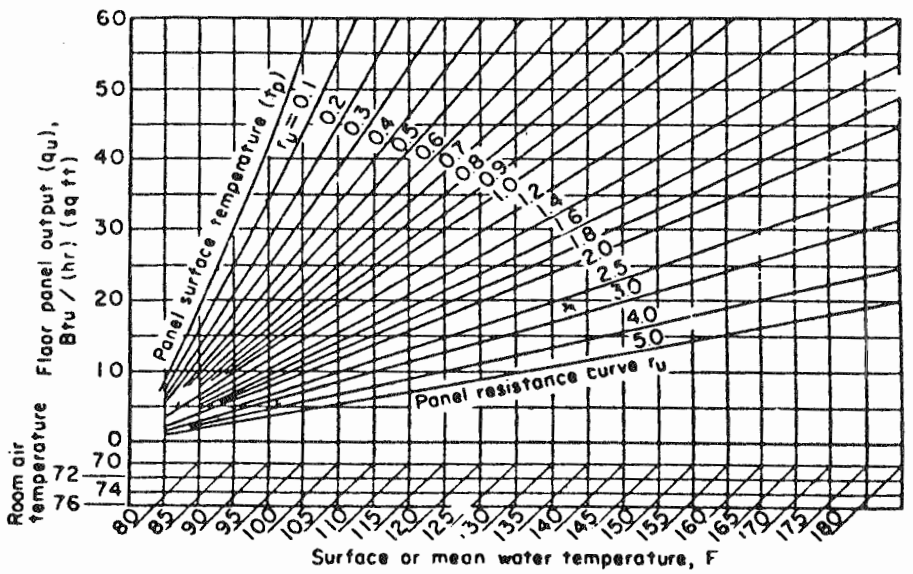


Based on Moody Friction Factor where flow of condensate does not inhibit the flow of steam.

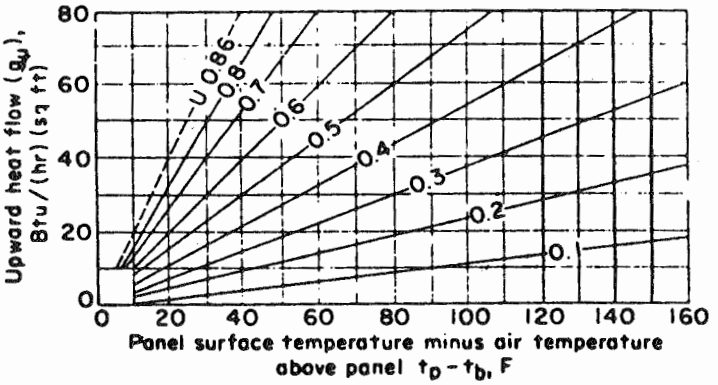
نمودار ۱۳ـ۲: دمای سطح پانل سقف (جریان گرمایی بسمت پایین سقف)



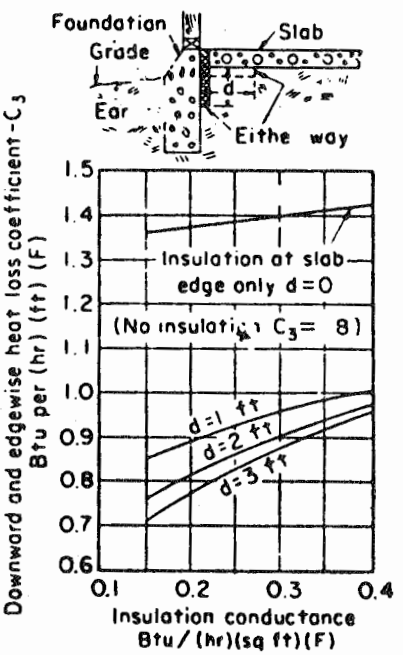
نمودار ۱۴ـ۲: دمای سطح پانل کف (جریان گرمایی به سمت بالای کف)



نمودار ۱۵ــ۲: اتلاف حرارت ازپانل سقف (جریان گرمایی بسمت بالای سقف)



نمودار ۱۶ــ۲: جریان گرمایی بسمت پایین ولبهٔ کف (اتلاف حرارت) و ضریب هدایت حرارت کف بتونی واقع برروی سطح زمین



جدول ۱ــ۲: مقدار هوای نفوذی از هرفوت طول درز درها و پنجره‌ها برحسب فوت مکعب بر ساعت [CFH]

نوع پنجره یا در	توضیح	سرعت باد برحسب مایل بر ساعت				
		5	10	15	20	25
پنجره‌های دوبل چوبی (چفت نشده)	معمولی، بدون نوار*	7	21.4	39	59	80
	معمولی، با نوار	4	13	24	36	49
	خوب سوارنشده، بدون نوار	27	69	111	154	199
	خوب سوارنشده، با نوار	6	19	34	51	71
	اطراف قاب پنجره از مصالح بنّایی، بتونه نشده	3	8	14	20	27
	اطراف قاب پنجره از مصالح بنّایی، بتونه شده	1	2	3	4	5
	اطراف قاب پنجره از مصالح چوبی	2	6	11	17	23
پنجره‌های دوبل فلزی	بدون نوار، چفت نشده	20	47	74	104	137
	بدون نوار، چفت شده	20	45	70	96	125
	با نوار، چفت نشده	6	19	32	46	60
پنجره‌های سادهٔ فلزی	صنعتی، با لولای افقی	52	108	176	244	304
	قاب پنجرهٔ خانه‌های مسکونی	14	32	52	76	100
	با لولای عمودی	30	88	145	186	221
درها	خوب سوار شده	27	69	110	154	199
	خوب سوار نشده	54	138	220	308	398

* نواری که برای جلوگیری از نفوذ هوا روی درزهای پنجره می‌چسبانند.

جدول ۲ــ۲: ضرایب جهت*

جهت جدار	ضریب
شمال و شرق	10%
مغرب	5%

* مقادیر مندرج در این جدول فقط به‌بار حرارتی جدار مربوطه اضافه می‌شوند.

جدول ۳ــ۲: ضرایب ارتفاع*

طبقه	ضریب
دوم	2.5%
سوم	7.5%
چهارم	10%
پنجم	15%
ششم	20%
هفتم به‌بالا	25%

* مقادیر مندرج در این جدول به‌بار حرارتی اتاق اضافه می‌شوند.

جدول ۴ــ۲: ضرایب اضافی برای پیش راه‌اندازی سیستم حرارت مرکزی*

نوع مبدل حرارتی اتاق	مدت پیش راه اندازی	مدت زمان استفاده از محل در هفته		
		یکروز	5.5 روز	7 روز
رادیاتور یا کویل با آب گرم کم‌فشار	3	توصیه نشده**	25%	15%
	6	توصیه نشده	15%	10%
	24	60%	10%	5%
واحدهای تهویهٔ گرم	3	توصیه نشده	60%	45%
	6	توصیه نشده	35%	30%
	24	90%	20%	10%
رادیاتور یا کویل با بخار کم‌فشار	3	توصیه نشده	50%	35%
	6	توصیه نشده	35%	20%
	24	75%	15%	10%

* مقادیر مندرج در این جدول باید به‌بار حرارتی دیگ اضافه شود.

** منظور از عبارت «توصیه نشده» اینست که وقتی قرار است سیستمی فقط یکروز در هفته کار کند نباید آنرا تنها سه یا شش ساعت قبل از استفاده از محل روشن نمود.

جدول ۵ــ۲: میزان مصرف آبگرم برحسب نوع ساختمان و نوع وسایل بهداشتی

وسیلهٔ بهداشتی / نوع ساختمان	حداکثر مصرف آبگرم برحسب گالن برساعت [GPH]										ضریب تقاضا	ضریب ذخیرهٔ منبع *
	دستشویی وتوالت خصوصی	دستشویی و توالت عمومی	وان حمام	دوش	سینک آبدارخانه	سینک ظرفشویی	ماشین ظرفشویی	سینک رختشویی	ماشین رخت شویی	لگن پاشویی		
آپارتمان	3	5	20	100	10	15	20	25	75	3	0.35	1.25
منازل مسکونی	3	—	20	100	10	15	20	25	75	3	0.35	1.25
هتل	3	10	20	100	20	30	50-150	35	150	3	0.35	0.8
ورزشگاه	3	10	30	300	—	—	—	—	—	12	0.40	1
بیمارستان	3	8	20	100	20	20	50-150	35	150	3	0.50	0.6
کلوب	3	8	20	200	20	20	50-150	35	150	3	0.30	0.9
کارخانجات	3	15		300	—	20	20-100	—	—	12	0.60	1
ادارات	3	8	—	—	20	20	—	—	—	—	0.30	2
مدارس	3	15	—	300	20	20	20-100	—	—	—	0.60	1
خوابگاه دانشجویی	3	10	30	200	20	20	50-150	30	100	12	0.4	1
رستورانها:	شستشو با دست				شستشو با ماشین ظرفشویی							
برای هرپرس غذا	1.5				2.5						0.3	1.25

فرمولهای محاسباتی:

۱ ــ ضریب تقاضا × حداکثر مصرف آبگرم [GPH] = مقدار واقعی مصرف آبگرم

۲ ــ ضریب ذخیرهٔ منبع × ضریب تقاضا × حداکثر مصرف آبگرم [GPH] = ظرفیت منبع آبگرم

* بدلیل اینکه پس از مصرف 0.7 تا 0.75 آبگرم منبع، بقیه آب موجود در آن سرد می‌شود، بعنوان یک قاعدهٔ کلی، حجم منبع ذخیرهٔ آبگرم را باید بین 0.25 تا 0.3 بیش از مقدار واقعی مصرف آبگرم ساختمان درنظر گرفت، ولی این خود بستگی به یکنواخت یا غیریکنواخت بودن مصرف آبگرم در ساختمان دارد. بعنوان مثال، در ساختمانهایی همچون هتل و بیمارستان که تقاضای آبگرم آنها تقریباً یکنواخت است، ضرایب ذخیرهٔ منبع را می‌توان بترتیب تا 0.8 و 0.6 تقلیل داده در عوض ظرفیت حرارتی آبگرمکن را افزایش داد. برای کسب توضیحات بیشتر به مبحث محاسبهٔ مقدار آبگرم مصرفی مراجعه شود.

جدول ۶ــ۲: حداکثر آبگرم مصرفی برای هرنفر برحسب نوع ساختمان[GPH]

نوع ساختمان		حداکثر آبگرم لازم برای هرنفر [GPH]	ضریب تقاضا	ضریب ذخیرهٔ منبع
منازل مسکونی		10	0.60	1.4
آپارتمان	با مخزن اختصاصی	10	0.60	1.4
	با مخزن مشترک	7	0.60	1.4
هتل		10	0.50	1.4
ادارات		3	0.30	2
کارخانجات		5	0.40	1
مدارس**		4	0.40	1
بیمارستان		15	0.50	0.6

فرمولهای محاسباتی:

۱ ــ ضریب تقاضا×حداکثر آبگرم لازم = مقدار واقعی مصرف آبگرم

۲ ــ ضریب ذخیرهٔ منبع × ضریب تقاضا × حداکثر آبگرم لازم = حجم منبع آبگرم

• مقادیر مندرج در جدول بر پایهٔ میزان آبگرم لازم برای مصارف بهداشتی عرضه شده‌اند، بدیهی است که مقدار آبگرم لازم برای لباسشویی و غیره باید به آن اضافه شود.

•• مقدار ارائه شده برای مدارس در صورتی مقرون به واقعیت خواهد بود که مصرف دوش را هم درنظر بگیریم، ولی چون اغلب مدارس ایران فاقد دوش برای دانش‌آموزان هستند بهتر است برای تعیین مقدار واقعی مصرف مدارس از جدول ۵ــ۲ استفاده شود.

جدول ۷ــ۲: حجم منبع آبگرم مصرفی برای محاسبات سریع و سرانگشتی

نوع ساختمان	حجم منبع به گالن
منازل مسکونی تا پنج نفر سکنه	50–75
منازل مسکونی تا ده نفر سکنه	125
مجموع ساختمانهای آپارتمانی با مخزن مشترک	50 برای‌هر واحدآپارتمانی
بیمارستان برای هر تخت	12
مدارس، بازاء هر دانش‌آموز	0.25–0.5
ادارات بازاء هر کارمند	1.25
کارخانجات در صورت داشتن دوش، بازاء هر کارگر	7.5

جدول ۸ــ۲: سطح مقطع دودکش برحسب قدرت دیگ و ارتفاع دودکش

قدرت دیگ [Btu/hr]	ارتفاع دودکش برحسب فوت					
	16.5	33	49.5	66	99	132
	سطح مقطع دودکش برحسب اینچ مربع					
تا 80000	62					
120000	70					
160000	93	65				
200000		81	65			
280000		113	91.5	77.5	62	
360000		146	118	101	81	73
440000		178	143	122.5	99	84
520000			155	139.5	108.5	93
600000			186	155	124	108.5
700000			217	186	155	139.5
800000			263.5	217	170.5	155
900000			279	248	201.5	170.5
1000000			310	279	217	201.5
1100000			356.5	294.5	248	217
1200000			387.5	325.5	263.5	232.5
1300000			418.5	356.5	279	263.5
1400000			449.5	387.5	310	279
1500000			480.5	418.5	325.5	294.5
1600000			511.5	434	356.5	325.5

جدول ۹ــ۲: مشخصات فیزیکی لوله‌های فولادی استاندارد

NOM. PIPE SIZE (in.)	SCHEDULE NO.	OUTSIDE DIAM (in.)	INSIDE DIAM (in.)	WALL THICK-NESS (in.)	WEIGHT OF PIPE (lb/ft)	WT OF WATER IN PIPE* (lb/ft)	OUTSIDE SURFACE (sq ft/ft)	INSIDE SURFACE (sq ft/ft)	TRANS-VERSE AREA (sq in.)
⅛	40(S)	.405	.269	.068	.244	.0246	.106	.0705	.0568
	80(X)	.405	.215	.095	.314	.0157	.106	.0563	.0364
¼	40(S)	.540	.364	.088	.424	.0451	.141	.0955	.1041
	80(X)	.540	.302	.119	.535	.0310	.141	.0794	.0716
⅜	40(S)	.675	.493	.091	.567	.0827	.177	.1295	.1910
	80(X)	.675	.423	.126	.738	.0609	.177	.1106	.1405
½	40(S)	.840	.622	.109	.850	.1316	.220	.1637	.3040
	80(X)	.840	.546	.147	1.087	.1013	.220	.1433	.2340
¾	40(S)	1.050	.824	.113	1.130	.2301	.275	.2168	.5330
	80(X)	1.050	.742	.154	1.473	.1875	.275	.1948	.4330
1	40(S)	1.315	1.049	.133	1.678	.3740	.344	.2740	.8640
	80(X)	1.315	.957	.179	2.171	.3112	.344	.2520	.7190
1¼	40(S)	1.660	1.380	.140	2.272	.6471	.434	.3620	1.495
	80(X)	1.660	1.278	.191	2.996	.5553	.434	.3356	1.283
1½	40(S)	1.900	1.610	.145	2.717	.8820	.497	.4213	2.036
	80(X)	1.900	1.500	.200	3.631	.7648	.497	.3927	1.767
2	40(S)	2.375	2.067	.154	3.652	1.452	.622	.5401	3.355
	80(X)	2.375	1.939	.218	5.022	1.279	.622	.5074	2.953
2½	40(S)	2.875	2.469	.203	5.79	2.072	.753	.6462	4.788
	80(X)	2.875	2.323	.276	7.66	1.834	.753	.6095	4.238
3	40(S)	3.500	3.068	.216	7.57	3.20	.916	.802	7.393
	80(X)	3.500	2.900	.300	10.25	2.86	.916	.761	6.605
3½	40(S)	4.000	3.548	.226	9.11	4.28	1.047	.929	9.89
	80(X)	4.000	3.364	.318	12.51	3.85	1.047	880	8.89
4	40(S)	4.500	4.026	.237	10.79	5.51	1.178	1.055	12.73
	80(X)	4.500	3.826	.337	14.98	4.98	1.178	1.002	11.50
5	40(S)	5.563	5.047	.258	14.62	8.66	1.456	1.321	20.01
	80(X)	5.563	4.813	.375	20.78	7.87	1.456	1.260	18.19
6	40(S)	6.625	6.065	.280	18.97	12.51	1.735	1.587	28.99
	80(X)	6.625	5.761	.432	28.57	11.29	1.735	1.510	26.07
8	40(S)	8.625	7.981	.322	28.55	21.6	2.26	2.090	50.0
	80(X)	8.625	7.625	.500	43.39	19.8	2.26	2.006	45.6
10	40(S)	10.750	10.020	.365	40.48	34.1	2.81	2.62	78.9
	60(X)	10.750	9.750	.500	54.70	32.4	2.81	2.55	74.7
	80	10.750	9.564	.593	64.33	31.1	2.81	2.50	71.8
12	30(S)	12.750	12.090	.330	43.80	49.6	3.34	3.17	115.0
	40	12.750	11.938	.406	53.53	48.5	3.34	3.13	111.9
	(X)	12.750	11.750	.500	65.40	46.9	3.34	3.08	108.0
	80	12.750	11.376	.687	88.51	44.0	3.34	2.98	101.6
14	30(S)	14.000	13.250	.375	54.60	59.8	3.67	3.46	138.0
	40	14.000	13.125	.438	63.37	58.5	3.67	3.44	135.3
	(X)	14.000	13.000	.500	72.10	55.8	3.67	3.40	133.0
	80	14.000	12.500	.750	106.31	51.2	3.67	3.27	122.7
16	30(S)	16.000	15.250	375	62.40	79.1	4.18	3.99	183.0
	40(X)	16.000	15.000	.500	82.77	76.5	4.18	3.93	176.7
	80	16.000	14.314	.843	136.46	69.7	4.18	3.75	160.9
18	(S)	18.000	17.250	.375	70.60	100.8	4.71	4.52	234.0
	(X)	18.000	17.000	.500	93.50	98.3	4.71	4.45	227.0
	40	18.000	16.874	.562	104.75	97.2	4.71	4.42	224.0
	80	18.000	16.126	.937	170.75	88.5	4.71	4.22	204.2
20	20(S)	20.000	19.250	.375	78.60	126.7	5.24	5.04	291.0
	30(X)	20.000	19.000	.500	104.20	122.5	5.24	4.97	284.0
	40	20.000	18.814	.593	122.91	120.4	5.24	4.93	278.0
	80	20.000	17.938	1.031	208.87	109.4	5.24	4.70	252.7
24	20(S)	24.000	23.250	.375	94.60	184.6	6.28	6.08	426.0
	(X)	24.000	23.000	.500	125.50	179.0	6.28	6.03	415.0
	40	24.000	22.626	.687	171.17	174.2	6.28	5.92	402.1
	80	24.000	21.564	1.218	296.36	158.2	6.28	5.65	365.2

*To change "Wt of Water in Pipe (lb/ft)" to "Gallons of Water in Pipe (gal/ft)," divide values in table by 8.34.

†S is designation of standard wall pipe.
X is designation of extra strong wall pipe.

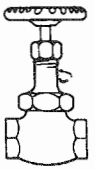
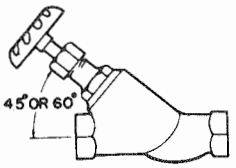
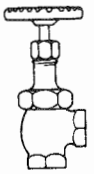
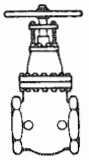
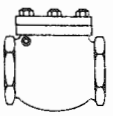
جدول ۱۰ــ۲: مشخصات فیزیکی لوله‌های مسی استاندارد

CLASSIFICATION	NOM. TUBE SIZE (in.)	OUTSIDE DIAM (in.)	STUBBS GAGE	WALL THICK-NESS (in.)	INSIDE DIAM (in.)	TRANS-VERSE AREA (sq in.)	MINIMUM TEST PRESSURE (psi)	WEIGHT OF TUBE (lb/ft)	WT OF WATER IN TUBE* (lb/ft)	OUTSIDE SURFACE (sq ft/ft)
HARD	¼	⅜	23	.025	.325	.083	1000	.106	.036	.098
	⅜	½	23	.025	.450	.159	1000	.144	.069	.131
	½	⅝	22	.028	.569	.254	890	.203	.110	.164
	¾	⅞	21	.032	.811	.516	710	.328	.224	.229
	1	1⅛	20	.035	1.055	.874	600	.464	.379	.295
	1¼	1⅜	19	.042	1.291	1.309	590	.681	.566	.360
Govt. Type "M" 250 Lb Working Pressure	1½	1⅝	18	.049	1.527	1.831	580	.94	.793	.425
	2	2⅛	17	.058	2.009	3.17	520	1.46	1.372	.556
	2½	2⅝	16	.065	2.495	4.89	470	2.03	2.120	.687
	3	3⅛	15	.072	2.981	6.98	440	2.68	3.020	.818
	3½	3⅝	14	.083	3.459	9.40	430	3.58	4.060	.949
	4	4⅛	13	.095	3.935	12.16	430	4.66	5.262	1.08
	5	5⅛	12	.109	4.907	18.91	400	6.66	8.180	1.34
	6	6⅛		.122	5.881	27.16	375	8.91	11.750	1.60
	8	8⅛		.170	7.785	47.6	375	16.46	20.60	2.13
HARD	⅜	½	19	.035	.430	.146	1000	.198	.063	.131
	½	⅝		.040	.545	.233	1000	.284	.101	.164
	¾	⅞		.045	.785	.484	1000	.454	.209	.229
	1	1⅛		.050	1.025	.825	880	.653	.358	.295
	1¼	1⅜		.055	1.265	1.256	780	.882	.554	.360
Govt. Type "L" 250 Lb Working Pressure	1½	1⅝		.060	1.505	1.78	720	1.14	.770	.425
	2	2⅛		.070	1.985	3.094	640	1.75	1.338	.556
	2½	2⅝		.080	2.465	4.77	580	2.48	2.070	.687
	3	3⅛		.090	2.945	6.812	550	3.33	2.975	.818
	3½	3⅝		.100	3.425	9.213	530	4.29	4.000	.949
	4	4⅛		.110	3.905	11.97	510	5.38	5.180	1.08
	5	5⅛		.125	4.875	18.67	460	7.61	8.090	1.34
	6	6⅛		.140	5.845	26.83	430	10.20	11.610	1.60
HARD	¼	⅜	21	.032	.311	.076	1000	.133	.033	.098
	⅜	½	18	.049	.402	.127	1000	.269	.055	.131
	½	⅝	18	.049	.527	.218	1000	.344	.094	.164
	¾	⅞	16	.065	.745	.436	1000	.641	.189	.229
	1	1⅛	16	.065	.995	.778	780	.839	.336	.295
	1¼	1⅜	16	.065	1.245	1.217	630	1.04	.526	.360
Govt. Type "K" 400 Lb Working Pressure	1½	1⅝	15	.072	1.481	1.722	580	1.36	.745	.425
	2	2⅛	14	.083	1.959	3.014	510	2.06	1.300	.556
	2½	2⅝	13	.095	2.435	4.656	470	2.92	2.015	.687
	3	3⅛	12	.109	2.907	6.637	450	4.00	2.870	8.18
	3½	3⅝	11	.120	3.385	8.999	430	5.12	3.890	.949
	4	4⅛	10	.134	3.857	11.68	420	6.51	5.05	1.08
	5	5⅛		.160	4.805	18.13	400	9.67	7.80	1.34
	6	6⅛		.192	5.741	25.88	400	13.87	11.20	1.60
SOFT	¼	⅜	21	.032	.311	.076	1000	.133	.033	.098
	⅜	½	18	.049	.402	.127	1000	.269	.055	.131
	½	⅝	18	.049	.527	.218	1000	.344	.094	.164
	¾	⅞	16	.065	.745	.436	1000	.641	.189	.229
	1	1⅛	16	.065	.995	.778	780	.839	.336	.295
	1¼	1⅜	16	.065	1.245	1.217	630	1.04	.526	.360
Govt. Type "K" 250 Lb Working Pressure	1½	1⅝	15	.072	1.481	1.722	580	1.36	.745	.425
	2	2⅛	14	.083	1.959	3.014	510	2.06	1.300	.556
	2½	2⅝	13	.095	2.435	4.656	470	2.92	2.015	.687
	3	3⅛	12	.109	2.907	6.637	450	4.00	2.870	.818
	3½	3⅝	11	.120	3.385	8.999	430	5.12	3.89	.949
	4	4⅛	10	.134	3.857	11.68	420	6.51	5.05	1.08
	5	5⅛		.160	4.805	18.13	400	9.67	7.80	1.34
	6	6⅛		.192	5.741	25.88	400	13.87	11.2	1.60

*To change "Wt of Water in Tube (lb/ft)" to "Gallons of Water in Tube (gal/ft)," divide values in table by 8.34.

جدول ۱۱ــ۲: افت فشار در شیرهای مختلف برحسب فوت طول معادل لوله

Screwed, Welded, Flanged, and Flared Connections

NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in.)	GLOBE†	60° - Y	45° - Y	ANGLE†	GATE††	SWING CHECK‡	LIFT CHECK
							
⅜	17	8	6	6	0.6	5	Globe & Vertical Lift Same as Globe Valve**
½	18	9	7	7	0.7	6	
¾	22	11	9	9	0.9	8	
1	29	15	12	12	1.0	10	
1¼	38	20	15	15	1.5	14	
1½	43	24	18	18	1.8	16	
2	55	30	24	24	2.3	20	
2½	69	35	29	29	2.8	25	
3	84	43	35	35	3.2	30	
3½	100	50	41	41	4.0	35	
4	120	58	47	47	4.5	40	
5	140	71	58	58	6	50	
6	170	88	70	70	7	60	
8	220	115	85	85	9	80	
10	280	145	105	105	12	100	
12	320	165	130	130	13	120	Angle Lift Same as Angle Valve
14	360	185	155	155	15	135	
16	410	210	180	180	17	150	
18	460	240	200	200	19	165	
20	520	275	235	235	22	200	
24	610	320	265	265	25	240	

*Losses are for all valves in fully open position.

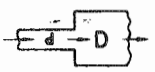
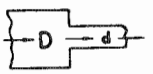
†These losses do not apply to valves with needle point type seats.

‡Losses also apply to the in-line, ball type check valve.

**For "Y" pattern globe lift check valve with seat approximately equal to the nominal pipe diameter, use values of 60° "Y" valve for loss.

††Regular and short pattern plug cock valves, when fully open, have same loss as gate valve. For valve losses of short pattern plug cocks above 6 ins. check manufacturer.

جدول ۱۲ــ۲: افت فشار در وصاله های مخصوص برحسب فوت طول معادل لوله

NOM. PIPE OR TUBE SIZE (in.)	SUDDEN ENLARGEMENT* d/D			SUDDEN CONTRACTION* d/D			SHARP EDGE*		PIPE PROJECTION*	
	¼	½	¾	⅛	½	¾	Entrance	Exit	Entrance	Exit
										
⅜	1.4	0.8	0.3	0.7	0.5	0.3	1.5	.8	1.5	1.1
½	1.8	1.1	0.4	0.9	0.7	0.4	1.8	1.0	1.8	1.5
¾	2.5	1.5	0.5	1.2	1.0	0.5	2.8	1.4	2.8	2.2
1	3.2	2.0	0.7	1.6	1.2	0.7	3.7	1.8	3.7	2.7
1¼	4.7	3.0	1.0	2.3	1.8	1.0	5.3	2.6	5.3	4.2
1½	5.8	3.6	1.2	2.9	2.2	1.2	6.6	3.3	6.6	5.0
2	8.0	4.8	1.6	4.0	3.0	1.6	9.0	4.4	9.0	6.8
2½	10	6.1	2.0	5.0	3.8	2.0	12	5.6	12	8.7
3	13	8.0	2.6	6.5	4.9	2.6	14	7.2	14	11
3½	15	9.2	3.0	7.7	6.0	3.0	17	8.5	17	13
4	17	11	3.8	9.0	6.8	3.8	20	10	20	16
5	24	15	5.0	12	9.0	5.0	27	14	27	20
6	29	22	6.0	15	11	6.0	33	19	33	25
8	—	25	8.5	—	15	8.5	47	24	47	35
10	—	32	11	—	20	11	60	29	60	46
12	—	41	13	—	25	13	73	37	73	57
14	—	—	16	—	—	16	86	45	86	66
16	—	—	18	—	—	18	96	50	96	77
18	—	—	20	—	—	20	115	58	115	90
20	—	—	—	—	—	—	142	70	142	108
24	—	—	—	—	—	—	163	83	163	130

*Enter table for losses at smallest diameter "d."

جدول ۱۳ــ۲: افت فشار وصاله‌های مختلف برحسب فوت طول معادل لوله

Screwed, Welded, Flanged, Flared, and Brazed Connections

NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in.)	SMOOTH BEND ELBOWS						SMOOTH BEND TEES			
	90° Std.*	90° Long Rad.†	90° Street*	45° Std.*	45° Street*	180° Std.*	Flow-Thru Branch	Straight-Thru Flow		
								No Reduction	Reduced ¼	Reduced ½
⅜	1.4	0.9	2.3	0.7	1.1	2.3	2.7	0.9	1.2	1.4
½	1.6	1.0	2.5	0.8	1.3	2.5	3.0	1.0	1.4	1.6
¾	2.0	1.4	3.2	0.9	1.6	3.2	4.0	1.4	1.9	2.0
1	2.6	1.7	4.1	1.3	2.1	4.1	5.0	1.7	2.3	2.6
1¼	3.3	2.3	5.6	1.7	3.0	5.6	7.0	2.3	3.1	3.3
1½	4.0	2.6	6.3	2.1	3.4	6.3	8.0	2.6	3.7	4.0
2	5.0	3.3	8.2	2.6	4.5	8.2	10	3.3	4.7	5.0
2½	6.0	4.1	10	3.2	5.2	10	12	4.1	5.6	6.0
3	7.5	5.0	12	4.0	6.4	12	15	5.0	7.0	7.5
3½	9.0	5.9	15	4.7	7.3	15	18	5.9	8.0	9.0
4	10	6.7	17	5.2	8.5	17	21	6.7	9.0	10
5	13	8.2	21	6.5	11	21	25	8.2	12	13
6	16	10	25	7.9	13	25	30	10	14	16
8	20	13	—	10	—	33	40	13	18	20
10	25	16	—	13	—	42	50	16	23	25
12	30	19	—	16	—	50	60	19	26	30
14	34	23	—	18	—	55	68	23	30	34
16	38	26	—	20	—	62	78	26	35	38
18	42	29	—	23	—	70	85	29	40	42
20	50	33	—	26	—	81	100	33	44	50
24	60	40	—	30	—	94	115	40	50	60

NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in.)	MITRE ELBOWS			
	90° Ell	60° Ell	45° Ell	30° Ell
⅜	2.7	1.1	0.6	0.3
½	3.0	1.3	0.7	0.4
¾	4.0	1.6	0.9	0.5
1	5.0	2.1	1.0	0.7
1¼	7.0	3.0	1.5	0.9
1½	8.0	3.4	1.8	1.1
2	10	4.5	2.3	1.3
2½	12	5.2	2.8	1.7
3	15	6.4	3.2	2.0
3½	18	7.3	4.0	2.4
4	21	8.5	4.5	2.7
5	25	11	6.0	3.2
6	30	13	7.0	4.0
8	40	17	9.0	5.1
10	50	21	12	7.2
12	60	25	13	8.0
14	68	29	15	9.0
16	78	31	17	10
18	85	37	19	11
20	100	41	22	13
24	115	49	25	16

*R/D approximately equal to 1. †R/D approximately equal to 1.5.

جدول ۱۴ــ۲: ظرفیت‌های سیستم لوله کشی فشارقوی (150 psig) برحسب پاوند بر ساعت

Pounds Per Hour

PIPE SIZE (in.)	PRESSURE DROP PER 100 FT							
	⅛ psi (2 oz)	¼ psi (4 oz)	½ psi (8 oz)	¾ psi (12 oz)	1 psi (16 oz)	2 psi (32 oz)	5 psi	10 psi
	SUPPLY MAINS AND RISERS — 130 - 180 psig — Max Error 8%							
¾	29	41	58	82	116	184	300	420
1	58	82	117	165	233	369	550	790
1¼	130	185	262	370	523	827	1,230	1,720
1½	203	287	407	575	813	1,230	1,730	2,600
2	412	583	825	1,167	1,650	2,000	3,410	4,820
2½	683	959	1,359	1,920	2,430	3,300	5,200	7,600
3	1,237	1,750	2,476	3,500	4,210	6,000	9,400	13,500
3½	1,855	2,626	3,715	5,250	6,020	8,500	13,100	20,000
4	2,625	3,718	5,260	7,430	8,400	12,300	19,200	28,000
5	4,858	6,875	9,725	13,750	15,000	21,200	33,100	47,500
6	7,960	11,275	15,950	22,550	25,200	36,500	56,500	80,000
8	16,590	23,475	33,200	46,950	50,000	70,200	120,000	170,000
10	30,820	43,430	61,700	77,250	90,000	130,000	210,000	300,000
12	48,600	68,750	97,250	123,000	155,000	200,000	320,000	470,000
	RETURN MAINS AND RISERS — 1 - 20 psig - Max Return Pressure							
¾	156	232	360	465	560	890		
1	313	462	690	910	1,120	1,780		
1¼	650	960	1,500	1,950	2,330	3,700		
1½	1,070	1,580	2,460	3,160	3,800	6,100		
2	2,160	3,300	4,950	6,400	7,700	12,300		
2½	3,600	5,350	8,200	10,700	12,800	20,400		
3	6,500	9,600	15,000	19,500	23,300	37,200		
3½	9,600	14,400	22,300	28,700	34,500	55,000		
4	13,700	20,500	31,600	40,500	49,200	78,500		
5	25,600	38,100	58,500	76,000	91,500	146,000		
6	42,000	62,500	96,000	125,000	150,000	238,000		

جدول ۱۵ــ۲: ظرفیت‌های سیستم لوله کشی فشار متوسط (30 psig) برحسب پاوند بر ساعت

Pounds Per Hour

PIPE SIZE (in.)	PRESSURE DROP PER 100 FT					
	⅛ psi (2 oz)	¼ psi (4 oz)	½ psi (8 oz)	¾ psi (12 oz)	1 psi (16 oz)	2 psi (32 oz)
	SUPPLY MAINS AND RISERS — 25 - 35 psig - Max Error 8%					
¾	15	22	31	38	45	63
1	31	46	63	77	89	125
1¼	69	100	141	172	199	281
1½	107	154	219	267	309	437
2	217	313	444	543	627	886
2½	358	516	730	924	1,033	1,460
3	651	940	1,330	1,628	1,880	2,660
3½	979	1,414	2,000	2,447	2,825	4,000
4	1,386	2,000	2,830	3,464	4,000	5,660
5	2,560	3,642	5,225	6,402	7,390	10,460
6	4,210	6,030	8,590	10,240	12,140	17,180
8	8,750	12,640	17,860	21,865	25,250	35,100
10	16,250	23,450	33,260	40,625	46,900	66,350
12	25,640	36,930	52,320	64,050	74,000	104,500
	RETURN MAINS AND RISERS — 0 - 4 psig - Max Return Pressure					
¾	115	170	245	308	365	
1	230	340	490	615	730	
1¼	485	710	1,025	1,285	1,530	
1½	790	1,155	1,670	2,100	2,500	
2	1,575	2,355	3,400	4,300	5,050	
2½	2,650	3,900	5,600	7,100	8,400	
3	4,850	7,100	10,250	12,850	15,300	
3½	7,200	10,550	15,250	19,150	22,750	
4	10,200	15,000	21,600	27,000	32,250	
5	19,000	27,750	40,250	55,500	60,000	
6	31,000	45,500	65,500	83,000	98,000	

جدول ۱۶ــ۲: ظرفیت‌های سیستم لوله کشی فشار ضعیف برحسب پاوند بر ساعت

Pounds Per Hour

CONDENSATE FLOWING WITH THE STEAM FLOW

NOM. PIPE SIZE (in.)	PRESSURE DROP PER 100 FT													
	⅛ psi (1 oz)		¼ psi (2 oz)		½ psi (4 oz)		½ psi (8 oz)		¾ psi (12 oz)		1 psi		2 psi	
	SATURATED PRESSURE (PSIG)													
	3.5	12	3.5	12	3.5	12	3.5	12	3.5	12	3.5	12	3.5	12
¾	9	11	14	16	20	24	29	35	36	43	42	50	60	73
1	17	21	26	31	37	46	54	66	68	82	81	95	114	137
1¼	36	45	53	66	78	96	111	138	140	170	162	200	232	280
1½	56	70	84	100	120	147	174	210	218	260	246	304	360	430
2	108	134	162	194	234	285	336	410	420	510	480	590	710	850
2½	174	215	258	310	378	460	540	660	680	820	780	950	1,150	1,370
3	318	380	465	550	660	810	960	1,160	1,190	1,430	1,380	1,670	1,950	2,400
3½	462	550	670	800	990	1,218	1,410	1,700	1,740	2,100	2,000	2,420	2,950	3,450
4	726	800	950	1,160	1,410	1,690	1,980	2,400	2,450	3,000	2,880	3,460	4,200	4,900
5	1,200	1,430	1,680	2,100	2,440	3,000	3,570	4,250	4,380	5,250	5,100	6,100	7,500	8,600
6	1,920	2,300	2,820	3,350	3,960	4,850	5,700	7,000	7,200	8,600	8,400	10,000	11,900	14,200
8	3,900	4,800	5,570	7,000	8,100	10,000	11,400	14,300	14,500	17,700	16,500	20,500	24,000	29,500
10	7,200	8,800	10,200	12,600	15,000	18,200	21,000	26,000	26,200	32,000	30,000	37,000	42,700	52,000
12	11,400	13,700	16,500	19,500	23,400	28,400	33,000	40,000	41,000	49,500	48,000	57,500	67,800	81,000

The weight-flow rates at 3.5 psig can be used to cover sat. press. from 1 to 6 psig, and the rates at 12 psig can be used to cover sat. press. from 8 to 16 psig with an error not exceeding 8 percent.

جدول ۱۷ــ۲: ظرفیت لوله‌های اصلی و رایزرهای برگشت برای سیستم بخار فشار ضعیف

PIPE SIZE (in.)	PRESSURE DROP PER 100 FT																	
	½ psi (½ oz)			1/24 psi (⅔ oz)			⅛ psi (1 oz)			⅛ psi (2 oz)			¼ psi (4 oz)			½ psi (8 oz)		
	Wet*	Dry	Vac	Wet*	Dry	Vac	Wet*	Dry	Vac	Wet*	Dry	Vac	Wet*	Dry	Vac	Wet*	Dry	Vac
RETURN MAINS																		
¾						42			100			142			200			283
1	125	62		145	71	143	175	80	175	250	103	249	350	115	350			494
1¼	213	130		248	149	244	300	168	300	425	217	426	600	241	600			848
1½	338	206		393	236	388	475	265	475	675	340	674	950	378	950			1,340
2	700	470		810	535	815	1,000	575	1,000	1,400	740	1,420	2,000	825	2,000			2,830
2½	1,180	760		1,580	868	1,360	1,680	950	1,680	2,350	1,230	2,380	3,350	1,360	3,350			4,730
3	1,880	1,460		2,130	1,560	2,180	2,680	1,750	2,680	3,750	2,250	3,800	5,350	2,500	5,350			7,560
3½	2,750	1,970		3,300	2,200	3,250	4,000	2,500	4,000	5,500	3,230	5,680	8,000	3,580	8,000			11,300
4	3,880	2,930		4,580	3,350	4,500	5,500	3,750	5,500	7,750	4,830	7,810	11,000	5,380	11,000			15,500
5						7,880			9,680			13,700			19,400			27,300
6						12,600			15,500			22,000			31,000			43,800
RETURN RISERS																		
¾		48			48	143		48	175		48	249		48	350			494
1		113			113	244		113	300		113	426		113	600			848
1¼		248			248	388		248	475		248	674		248	950			1,340
1½		375			375	815		375	1,000		375	1,420		375	2,000			2,830
2		750			750	1,360		750	1,680		750	2,380		750	3,350			4,730
2½						2,180			2,680			3,800			5,350			7,560
3						3,250			4,000			5,680			8,000			11,300
3½						4,480			5,500			7,810			11,000			15,500
4						7,880			9,680			13,700			19,400			27,300
5						12,600			15,500			22,000			31,000			43,800

*Vac values may be used for wet return risers and mains.

From Heating Ventilating Air Conditioning Guide, 1959. Used by permission.

جدول ۱۸ــ۲: ظرفیت های سیستم لوله کشی فشار ضعیف برحسب پاوند بر ساعت

Pounds Per Hour

CONDENSATE FLOWING AGAINST STEAM FLOW

PIPE SIZE (in.)	TWO-PIPE SYSTEM		ONE-PIPE SYSTEM		
	Vertical	Horizontal	Up-feed Supply Risers	Vertical Connectors	Riser Runouts
A	B*	C†	D‡	E	F
¾	8	—	6	—	7
1	14	9	11	7	7
1¼	31	19	20	16	16
1½	48	27	38	23	16
2	97	49	72	42	23
2½	159	99	116	—	42
3	282	175	200	—	65
3½	387	288	286	—	119
4	511	425	380	—	186
5	1,050	788	—	—	278
6	1,800	1,400	—	—	545
8	3,750	3,000	—	—	—
10	7,000	5,700	—	—	—
12	11,500	9,500	—	—	—
16	22,000	19,000	—	—	—

*Do not use Column B for pressure drops less than ⅛ psi/100 ft of equivalent length. Use *Chart 26, page 84.*

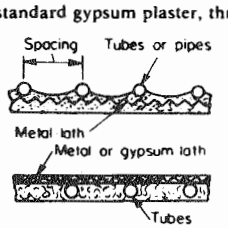
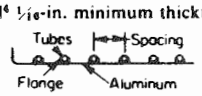
†Pitch of horizontal runouts to riser should be not less than ½ in./ft. Where this pitch cannot be obtained, runouts over 8 ft in length should be one pipe size larger than called for in this table.

‡Do not use Column D for pressure drops less than 1/24 psi/100 ft of equivalent run except on sizes 3 in. and larger. Use *Chart 26, page 84.*

جدول ۱۹ــ۲: افت فشار کلی پیشنهادی برای سیستم دو لوله‌ای فشار ضعیف

INITIAL STEAM PRESSURE (psig)	TOTAL PRESSURE DROP IN SUPPLY PIPING (psi)	TOTAL PRESSURE DROP IN RETURN PIPING (psi)
2	½	½
5	1¼	1¼
10	2½	2½
15	3¾	3¾
20	5	5

جدول ۲۰ــ۲: مقاومت حرارتی پانل واقع در سقف نازک کاری شده

	Spacing, in.	Thermal resistance to downward heat flow (r_d), (deg F hr sq ft)/Btu					
		Heat-flow ratio, q_u/q_d					
		0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0[2]
Plaster panels[3] standard gypsum plaster, three coats	4½	0.30	0.34	0.38	0.42	0.46	0.50
							
⅜-in. (nom.) nonferrous tube or ½-in. (nom.) ferrous pipe *above* metal lath tied at 8-in. intervals with good tube embedment, or ⅜-in. (nom.) nonferrous tube *below* metal or gypsum lath	6	0.45	0.51	0.57	0.63	0.69	0.75
	9	0.75	0.85	0.95	1.05	1.15	1.25
	12	1.15	1.29	1.43	1.57	1.71	1.85
Aluminum panel[4] ⅛-in. minimum thickness  pipe or tube installed so that excellent heat conduction to ceiling surface is obtained	3	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

[1] From "Heating, Ventilating, Air Conditioning Guide," 1960. Used by permission.

[2] Any ceiling panel also acts as a floor panel to the extent of its upward heat flow. If the upward heat flow is high and the space above is occupied, check floor surface temperature for possible foot discomfort (see Ref. 7). Also check effect on heating requirements of the space above. It is not good practice to have the major portion of the upper room's heating requirements supplied by the upward heat flow of a ceiling panel below.

[3] Recommended maximum inlet water temperature (t_{max}) 140 F.

[4] Recommended maximum inlet water temperature (t_{max}) 220 F.

جدول ۲۱ــ۲: مقاومت حرارتی پانل واقع در کف بتونی

Panel construction	Spacing, in.	Thermal resistance, (F sq ft hr)/Btu							
		Heat-flow ratio, q_u/q_d or q_u/q_{do}							
		1		3		5		10	
		Up r_{uo}	Down r_{do}	Up r_{uo}	Down r_{do}	Up r_{uo}	Down r_{do}	Up r_{uo}	Down r_{do}
4-in. concrete slab—2-in. cover									
½-in. (nom.) nonferrous tube	9	0.57	0.52	0.46	0.84	0.43	1.17	0.42	1.97
	12	0.73	0.68	0.58	1.16	0.54	1.65	0.51	2.86
¼-in. (nom.) ferrous pipe or ¾-in. (nom.) nonferrous tube	9	0.49	0.42	0.41	0.66	0.39	0.90	0.38	1.80
	12	0.63	0.55	0.50	0.93	0.48	1.30	0.46	2.35
6-in. concrete slab—2-in. cover									
½-in. (nom.) nonferrous tube	9	0.59	0.70	0.47	1.05	0.45	1.39	0.43	2.25
	12	0.78	0.90	0.60	1.40	0.56	1.97	0.54	3.21
¾-in. (nom.) nonferrous tube	9	0.51	0.61	0.43	0.87	0.41	1.13	0.40	1.78
	12	0.68	0.78	0.54	1.23	0.51	1.63	0.49	2.61
¾-in. (nom.) ferrous pipe	9	0.47	0.55	0.40	0.77	0.39	0.98	0.38	1.50
	12	0.63	0.71	0.50	1.07	0.48	1.44	0.46	2.36
1-in. (nom.) nonferrous tube or 1-in. (nom.) ferrous pipe	12	0.59	0.66	0.48	0.98	0.46	1.30	0.45	2.11
	15	0.73	0.83	0.57	1.21	0.54	1.73	0.51	2.74

[1] From "Heating, Ventilating, Air Conditioning Guide," 1960. Used by permission.

جدول ۲۲ــ۲: مقاومت حرارتی پوشش های مختلف کف های مفروش

Description	Resistance, r_{uc}, (F hr sq ft)/Btu
Bare concrete, no covering	0.00
Asphalt tile	0.05
Rubber tile	0.05
Light carpet	0.6
Light carpet with rubber pad	1.0
Light carpet with light pad	1.4
Light carpet with heavy pad	1.7
Heavy carpet	0.8
Heavy carpet with rubber pad	1.2
Heavy carpet with light pad	1.6
Heavy carpet with heavy pad	1.9

[1] From "Heating, Ventilating, Air Conditioning Guide," 1960. Used by permission.

فصل سوم

تهویه مطبوع

شرایط محیط زیست انسان تأثیر مستقیمی برچگونگی حالات روانی، وضعیت فیزیکی، نحوهٔ انجام کار و بطور کلی تمام شئون زندگی او دارد. از آنجائیکه بخش عمدهٔ زندگی بشر امروزی درداخل ساختمان می‌گذرد، ایجاد شرایط مطلوب زیست محیطی در ساختمان، خواه محل کار باشد یا منزل و غیره، واجد اهمیت بسیاری است که مهمترین بخش آن تهیهٔ هوای مطبوع برای ساکنین ساختمان با توجّه به‌نوع فعالیت آنهاست. زیباترین و گرانبهاترین ساختمانها در صورتیکه فاقد سیستم تهویه مطبوع مناسب باشند قابل سکونت نخواهند بود. اهم وظایف یک سیستم تهویه مطبوع عبارتند از کنترل دما، رطوبت و سرعت وزش هوا، زدودن گرد و غبار، تعفن و سایر آلودگیهای هوا و در صورت لزوم از بین بردن میکربها و باکتریهای معلق در هوا. گرمایش و سرمایش هوا متناسب با فصل، عمده‌ترین وظیفهٔ یک سیستم تهویه مطبوع بوده بقیهٔ وظایف در مراتب بعدی اهمیت قرار می‌گیرند. آنچه مربوط به محاسبات سیستم گرمایش ساختمان می‌شود در فصل دوم عرضه شد، امّا محاسبات سیستم سرمایش شامل دقایق و نکاتی است که باعث پیچیدگی آن نسبت به گرمایش می‌شوند. پرداختن به تمامی این نکات و تشریح جزئیات انواع سیستم های تهویه مطبوع که در سطح جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند، امری است که از مجال این کتاب خارج بوده نیازمند نگارش یک کتاب قطور جداگانه است. آنچه باتوجه به حجم کتاب حاضر می‌توان ارائه نمود تنها آن قسمت از محاسبات تهویه مطبوع را دربر می‌گیرد که در تمام سیستمها مشترک بوده و عمدتاً در ارتباط با روش های غالب تهویه مطبوع در ایران است.

سیستم‌ها و کاربردها:

گزینش صحیح نوع سیستم تهویه مطبوع برای یک فضا یا ساختمان بخصوص، تصمیم بسیار حساسی است که توسط مهندس طراح سیستم اخذ می‌شود. در این انتخاب علاوه بر دانش مهندس طراح، نظر کارفرما و یا ساکنین و امکانات و شرایط ساختمان نیز دخالت دارند. عوامل زیادی باید مورد تجزیه و تحلیل و قضاوت قرار گیرند که از اهم آنها، ایده‌های شخص یا سازمان سرمایه گذار و جنبه های اقتصادی طرح می‌باشند. عمده‌ترین مسائلی را که باید ملحوظ نظر طراح سیستم تهویه مطبوع قرار گیرند می‌توان بترتیب زیر برشمرد:

۱ ــ امکانات مالی شخص یا سازمان سرمایه گذار

۲ ــ فضا یا ساختمان ــ هدف، موقعیت مکانی

۳ ــ مشخصات خارج ساختمان ــ دما، رطوبت، باد، تابش آفتاب، سایه

٤ ــ تغییرات بار حرارتی داخل ساختمان ــ ساکنین، چراغها، سایر مولّد های حرارت

۵ ــ قابلیت ساختمان در ذخیره کردن حرارت اکتسابی

٦ ــ لزوم و ظرفیت پیش سرمایش جهت کاستن از اندازهٔ دستگاههای تهویه مطبوع و یا سرمایش جزئی ساختمان.

۷ ــ جنبه های فیزیکی فضا یا ساختمان از نظر تطبیق با سیستم تهویه مطبوع، تجهیزات و تنظیم عملکرد سیستم تحت بار حرارتی جزئی

۸ ــ انتظارات و ایده‌های شخص کارفرما در مورد کیفیت هوای محیط.

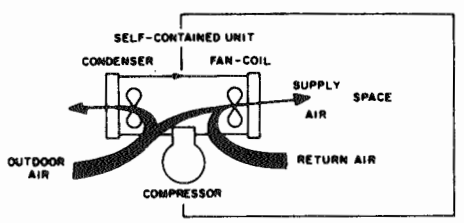
فضای مورد نیاز جهت نصب تجهیزات سیستم تهویه مطبوع:

وسایل و تجهیزات یک سیستم تهویه مطبوع احتیاج به فضای کافی برای نصب دارند. این مهم باید اکیداً مورد توجه مهندس طراح سیستم قرار گرفته قبل از طرح سیستم امکانات ساختمان را در تخصیص فضای مناسب برای تجهیزات سیستم تهویه مطبوع مورد بررسی قرار دهد. وسعت فضای مورد نیاز وسیلهٔ تهویهٔ مطبوع ممکن است آنقدر کم باشد که بتوان آنرا حتیٰ در داخل فضای مورد تهویه نصب نمود، مانند فن کویل[1] یا واحد تهویه کنندهٔ خودکفا[2] که در سیستم تهویه مطبوع انفرادی بکار می‌روند. ولی تجهیزات یک سیستم تهوّیه مطبوع مرکزی که هوای مطبوع مورد نیاز چندین اتاق یا فضای ساختمان را تأمین می‌کنند، احتیاج به فضای موسعتری برای نصب دارند. بعلاوه امکانات ساختمان از نظر نصب وسایلی از قبیل برج خنک کن نیز باید ملحوظ نظر قرار گیرند.

انواع سیستم های تهویه مطبوع:

سیستم های تهویه مطبوع اساساً به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

۱ ــ سیستم انبساط مستقیم[3] (DX): این سیستم شامل یک واحد تهویه کنندهٔ خودکفاست که می‌تواند در داخل فضای مورد تهویه یا در مجاورت آن نصب شود. مایع مبرد مستقیماً درداخل کویلهای این واحد تبخیر گردیده هوای عبوری از روی کویلها و نتیجتاً فضای اتاق را خنک می‌کند. گرمایش فضای مورد تهویه می‌تواند توسط همین واحد و یا بطور جداگانه صورت پذیرد. شکل ۱ــ۳ سیستم DX را بطور شماتیک نشان می‌دهد.



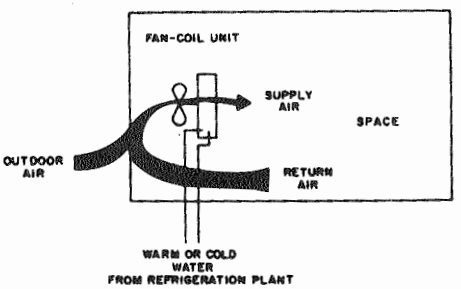
شکل ۱ــ۳: DX سیستم

1– Fan Coil

2– Self-Contained

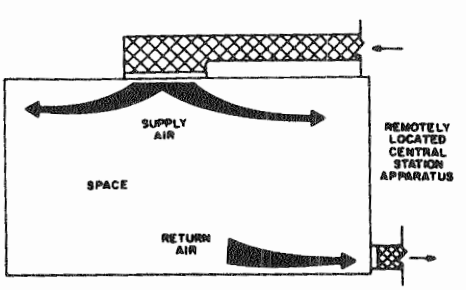
3– Direct Expansion

۲ ــ سیستم تمام آب[1]: در این سیستم سیال ناقل حرارت (آب سرد یا آب گرم) در محل جداگانه‌ای تهیه شده به داخل کویل های مبدل حرارتی اتاق (مثلاً فن کویل) ارسال می‌گردد و در آنجا هوایی را که توسط بادزن با سرعت از روی کویل عبور می‌کند، سرد یا گرم می‌نماید. شکل ۲ــ۳ سیستم تمام آب را بطور شماتیک نشان می‌دهد.



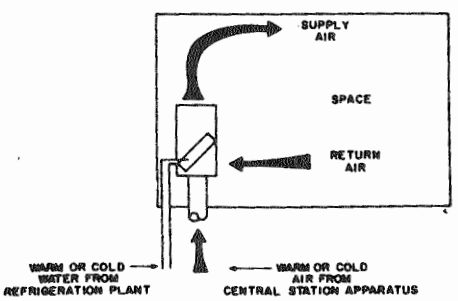
شکل ۲ــ۳: سیستم تمام آب

۳ ــ سیستم تمام هوا[2]: در این سیستم دستگاه تهیه کنندهٔ هوای مطبوع در محلی دور از فضای مورد تهویه قرار می‌گیرد. سیال ناقل حرارت (آب سرد، آب گرم یا بخار) به داخل کویلهای دستگاه تهویه مطبوع مرکزی (هواساز[3]) ارسال شده هوایی را که توسط بادزن بسرعت از روی این کویلها عبور داده می‌شود سرد یا گرم می‌کند. این هوا پس از انجام یک سلسله تحولات دیگر (از قبیل رطوبت‌زنی و غیره) از طریق سیستم کانال به فضای مورد تهویه فرستاده می‌شود. شکل ۳ــ۳ یک سیستم تمام هوا را بطور شماتیک نشان می‌دهد.



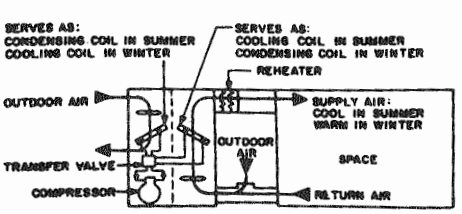
شکل ۳ــ۳: سیستم تمام هوا

۴ ــ سیستم هوا-آب[4]: در این سیستم که بطور شماتیک در شکل ۴ــ۳ نشانداده شده است، آب گرم و یا آب سرد تهیه شده در دستگاههایی که دور از فضای مورد تهویه قرار دارند، به داخل مبدل حرارتی اتاق ارسال گردیده بخش اعظم بار حرارتی اتاق را جبران می‌کنند. از طرف دیگر مقداری هوای گرم یا سرد که آن نیز دریک دستگاه هواساز مرکزی تهیه شده، به اتاق فرستاده می‌شود که وظیفهٔ تأمین تنها اندکی از بار حرارتی اتاق را بردوش دارد ولی در عوض نیاز اتاق را به هوای تازه برآورده می‌کند. مبدل حرارتی اتاق می‌تواند یک واحد القایی[5] یا یک پانل تشعشعی باشد (به فصل دوم رجوع شود).



شکل ۴ــ۳: سیستم هوا-آب

۵ ــ سیستم پمپ حرارتی[6]: سیستمی است که قابلیت‌سرمایش یا گرمایش ساختمان را باقتضای فصل دارد. این سیستم اساساً یک واحد تبرید است که می‌توان از طریق یک شیر مخصوص، مسیر سیال مبرد را در آن تغییر داده اواپراتور آنرا به کندانسور یا بالعکس تبدیل نمود. بدین ترتیب هوا در عبور از روی کویلی که در تابستان نقش اواپراتور را بازی می‌کند، خنک شده و در زمستان با گذر از روی همین کویل که توسط شیر مخصوص تبدیل به کندانسور شده است، گرم می‌گردد. شکل ۵ــ۳ سیستم پمپ حرارتی را نشان می‌دهد.



Note: Air to air version shown. Other versions are air to water, water to air, and water to water.

شکل ۵ــ۳: سیستم پمپ حرارتی

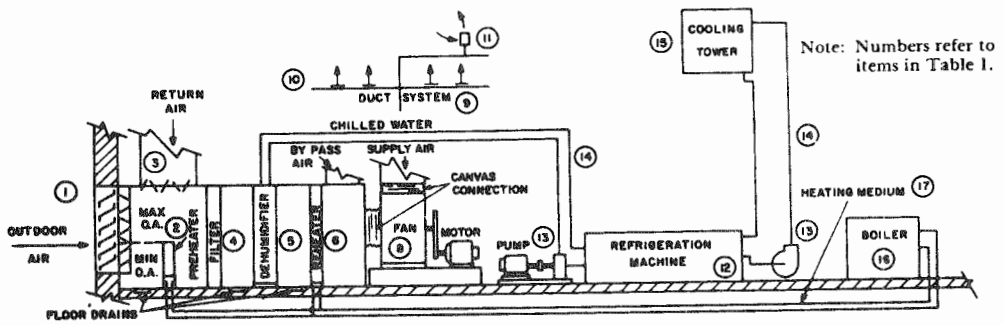
1— All-Water
2— All-Air
3— Air Handling Unit
4— Air-Water
5— Induction Unit
6— Heat Pump System

اجزاءِ سیستم تهویه مطبوع:

تجهیزات لازم برای تهیهٔ هوای مطبوع در شکل ٦ــ٣ نشان داده شده عناصر اساسی و اجزاء اختیاری سیستم همراه با شرح وظایف هریک از آنها، در جدول A ــ٣ درج گردیده‌اند.

کاربردها:

١ ــ سیستم انبساط مستقیم (DX): استفاده از یک واحد تهویهٔ خودکفای کوچک با سیستم DX، ساده‌ترین روش تهویهٔ مطبوع تابستانی اتاق است. این دستگاه شامل قسمت‌های 1، 3، 4، 8،

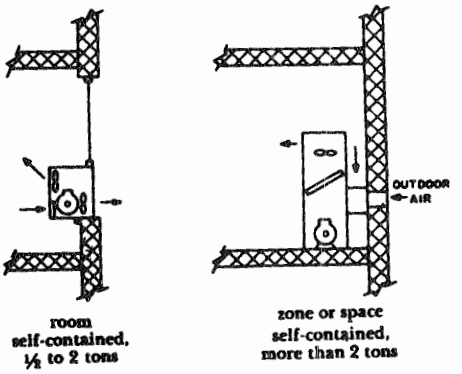


شکل ٦ــ٣: اجزاءِ دستگاه تهیهٔ هوای مطبوع، شرح وظایف هریک از قسمت‌هایی را که با شماره مشخص شده‌اند در جدول A ــ٣ بیابید.

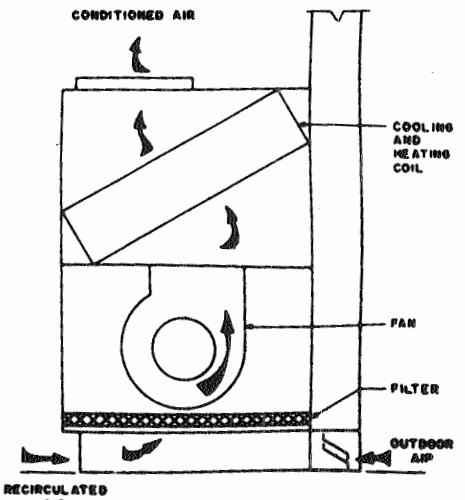
جدول A ــ٣: تشریح وظایف اجزاءِ سیستم تهویه مطبوع (در ارتباط با شکل ٦ــ٣)

وظیفه	اجزاءِ سیستم	
1 ــ مجرای ورود هوای خارج بمنظور تهویه	1ــ ورودی هوای خارج شامل پنجرهٔ مشبک، کرکره‌ها، دمپرها	سمت هوا
2 ــ پیش گرمایش هوا	2ــ پیش گرمکن	
3 ــ مجرای بازگشت هوای جریان یافته در اتاقها به دستگاه	3ــ ورودی هوای برگشتی (دمپرها)	
4 ــ پالایش هوا از آلودگیها	4ــ فیلتر	
5 ــ سرمایش و رطوبت گیری هوا (شستشوی هوا)	5ــ رطوبت گیر (هوا شوی یا کویل سردی که توسط آب سرد یا محلول نمکهای مبرد و یا انبساط مستقیم مایع مبرد، با یا بدون پاشش ... می‌کند)	
6 ــ گرمایش در زمستان یا گرمایش مجدد در تابستان بمنظور دست یافتن به دمای دلخواه، کنترل رطوبت	6ــ کویل گرمایی	
7 ــ رطوبت زنی	7ــ رطوبت زن	
8 ــ رانش هوا	8ــ بادزن	
9 ــ مجرای جریان هوا به‌سوی فضاهای مورد تهویه	9ــ سیستم کانال	
10 ــ توزیع هوا در فضاهای مورد تهویه	10ــ خروجی هوا	
11 ــ ضمیمه‌ای برای دستگاه هواساز، که ممکن است دارای محفظه تخلیط هوا، کویل گرمایی، کویل سرمایی و خروجی با عملکرد بی‌صدا باشد.	11ــ ترمینال هوا (با خروجی)	
12 ــ تهیهٔ سیال سرد کننده برای قسمت 5	12 ــ ماشین تبرید شامل کمپرسور، کندانسور، اواپراتور و لوله کشی مایع مبرد	سمت تبرید
13 ــ رانش آب یا محلول نمک مبرد	13ــ پمپ	سمت آب
14 ــ مجرای انتقال آب یا محلول نمک مبرد بین مبدلهای حرارتی	14ــ لوله کشی آب یا محلول نمک مبرد	
15 ــ خنک کردن آب کندانسور	15ــ برج خنک کن	
16 ــ تهیهٔ بخار یا آب گرم	16ــ دیگ و متعلقات	سمت گرمایش
17 ــ مجرای انتقال بخار یا آب گرم از دیگ به قسمت‌های 2 و 6	17ــ لوله کشی	

10 و 12 از جدول A ــ ۳ می‌باشد. با اضافه کردن قسمت 6 یا تطبیق‌دادن دستگاه با یک پمپ حرارتی، این واحد تهویه می‌تواند در تمام طول سال، چه در فصل سرما و چه در فصل گرما، عمل تهویهٔ اتاق را انجام دهد. یک واحد تهویهٔ خودکفای بزرگ علاوه بر قسمت‌های مذکور شامل عناصر 2 و 9 (از جدول A ــ ۳) نیز می‌باشد و می‌تواند تهویهٔ یک فضای بزرگ را برعهده بگیرد. از واحد تهویهٔ خودکفا می‌توان برای تهویهٔ مطبوع انفرادی اتاقها یا فضاهای ساختمانهای مسکونی، ادارات، تأسیسات تجاری یا یک گروه از اتاقها یا دفاتر استفاده نمود. شکل ۷ــ۳ دو نمونه از کاربرد این سیستم را، یکی برای وقتی که بارسرمایی اتاق بین $1/2$ تا 2 تن تبرید می‌باشد و دیگری برای زمانیکه بارسرمایی اتاق بیش از 2 تن تبرید است، نشان می‌دهد.

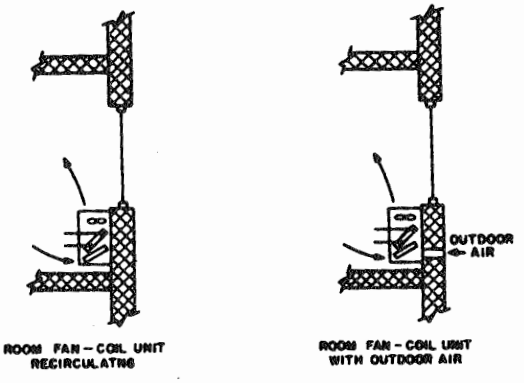


شکل ۷ــ۳: سیستم DX در اتاق یا فضای مورد تهویه

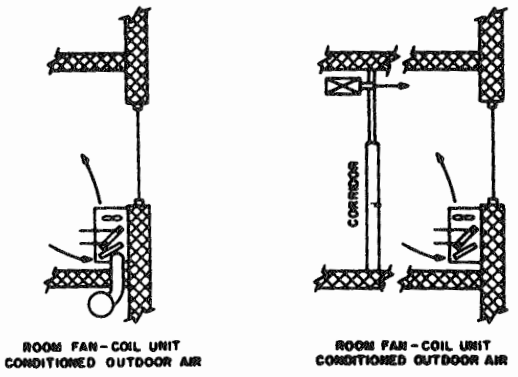


شکل ۸ــ۳: واحد فن کویل اتاق

۲ ــ سیستم تمام آب: این سیستم که برای تهویهٔ انفرادی اتاقها یا فضاهای ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل دستگاه فن کویل است که درداخل اتاق یا فضای مورد نظر نصب می‌شود. یک دستگاه فن کویل متشکل از قسمت‌های 1، 3، 4، 5، 8 و 10 (از جدول A ــ ۳) می‌باشد. هوای تازهٔ مورد لزوم برای تهویه

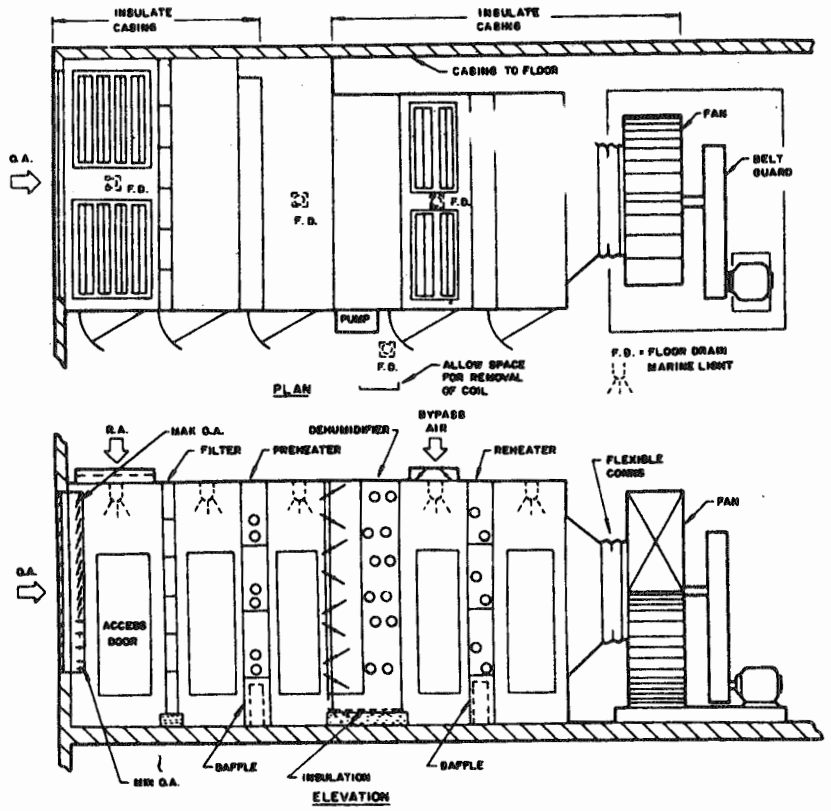


شکل ۹ ــ ۳: واحد فن کویل اتاقی، بدون هوای تازه و با هوای تازه که مستقیماً از خارج وارد دستگاه می‌شود.



شکل ۱۰ــ۳: واحد فن کویل، زمانیکه هوای تازهٔ اتاق توسط مرکز جداگانه‌ای تهیه می‌شود (سیستم هوا-آب)

می‌تواند از طریق سوراخی که روی دیوار تعبیه می‌شود مستقیماً از خارج تأمین گردد. بطوریکه قبلاً ذکر گردید آب سرد یا گرم مورد نیاز جهت سرمایش یا گرمایش اتاق، در مرکز جداگانه‌ای تهیه شده از طریق لوله کشی به کویل این دستگاه ارسال می‌گردد. دمای اتاق مورد تهویه را می‌توان از طریق کنترل دبی آب گرم یا سرد ورودی به کویل توسط یک شیر موتوری و یا با تغییر سرعت بادزن، با فرمان یک ترموستات اتاقی تثبیت نمود. هوای تازهٔ مورد لزوم جهت تهویه را می‌توان در یک مرکز جداگانه تهیه نموده به دستگاه فن کویل ارسال کرد که در اینصورت یک سیستم **هوا-آب** خواهیم داشت، بدین ترتیب احتیاجی به تعبیهٔ سوراخ روی دیوار جهت ورود هوای خارج به دستگاه نخواهد بود. البته می‌توان بجای ارسال هوای تازه به دستگاه فن کویل، آنرا از طریق دریچه هایی که در راهروها تعبیه می‌شوند مستقیماً توسط سیستم کانال، از مرکز تهیهٔ هوای تازه به راهروها و از آنجا به اتاقها وارد نمود. مرکز تهیهٔ هوای تازه شامل قسمت‌های 1، 2، 4، (6، و 7، بطور اختیاری) می‌باشد. دستگاه فن کویل برای ساختمانهایی که دارای اتاقهای

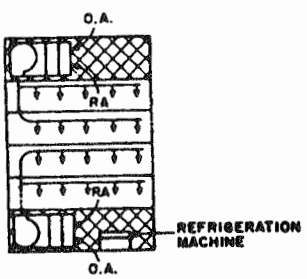


شکل ۱۱ــ۳: نمای بالا و روبروی یک واحد هواساز

متعدد و نسبتاً کوچک می‌باشند از قبیل هتل‌ها، ادارات و ساختمانهای پزشکی کوچک قابل استفاده است. سیستم هوا–آب برای ساختمانهایی که بدلایل معماری مجاز به تعبیه سوراخ‌های ورودی هوای خارج روی دیوارهای آن نیستیم، مناسب خواهد بود. شکل‌های ۸ــ۳ تا ۱۰ــ۳ واحد فن کویل و حالات مشروحهٔ فوق را نشان می‌دهند.

۳ ــ سیستم تمام هوا: بطوریکه قبلاً ذکر شد، در این سیستم هوای مطبوع در مرکز جداگانه‌ای تهیه و توسط سیستم کانال به اتاقها یا فضاهای مورد نظر ارسال می‌گردد. دستگاهی که وظیفهٔ تهیهٔ هوای مطبوع را برعهده دارد به هواساز موسوم است که درداخل اتاق مخصوصی نصب می‌گردد. این دستگاه شامل قسمت‌های 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10، 11 و 17 (از جدول A ــ۳) می‌باشد. قسمت‌های 12، 13، 14، و16 در داخل اتاقی جداگانه (موتورخانه) قرار می‌گیرند و قسمت 15 در فضای آزاد نصب می‌شود. شکل ۱۱ــ۳ یک واحد هواساز را بطور شماتیک نشان می‌دهد.

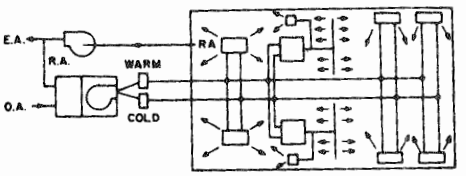
برای استفاده از هوای تهیه شده در واحد هواساز امکانات مختلفی وجود دارد که در شکل‌های ۱۲ــ۳ تا ۱۶ــ۳ نشانداده شده‌اند. توضیح لازم مختصراً در زیر هرشکل ارائه گردیده است.



variable volume, constant temperature

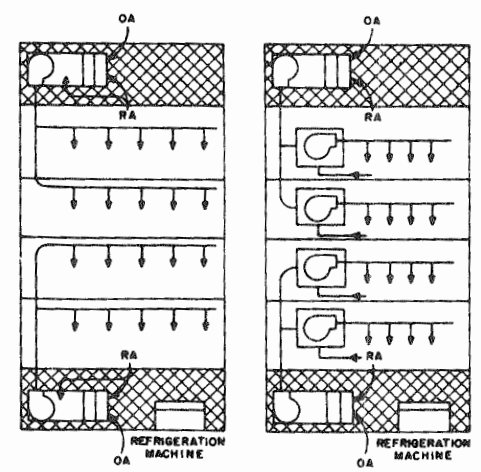
شکل ۱۲ــ۳: سیستم تمام هوا با کنترل دبی هوا.
(دبی هوا متغیر و دمای اتاق ثابت است)

در این سیستم بمنظور تثبیت دمای اتاق در شرایطی که بار سرمایی تغییر می‌کند، دبی هوای ورودی به اتاق یا فضای مورد تهویه متغیر خواهد بود. دستگاه هواساز را می‌توان به کویل گرمایی نیز جهت گرمایش در زمستان مجهز نمود. دریچه‌های خروج هوا در این سیستم باید قادر باشند که دبی هوا را بدون ایجاد سروصدا تغییر دهند. این سیستم در ساختمانهایی که قسمت‌های مختلف آن دارای بار حرارتی متغیر می‌باشند از قبیل ادارات، مدارس، بیمارستانها و آپارتمانها، قابل استفاده است.



شکل ۱۳ــ۳: سیستم تمام هوای دو کاناله.

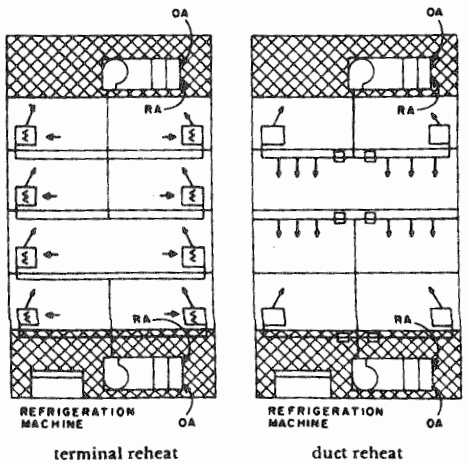
در این سیستم ارسال هوا از مرکز به فضاهای مورد تهویه از طریق دو کانال صورت می‌گیرد که یکی هوای سرد و دیگری هوای گرم را منتقل می‌کنند. هوا از این دوکانال، جهت اختلاط و کنترل دبی وارد محفظه‌ای می‌شود و عمل تخلیط هوای گرم و هوای سرد تحت فرمان یک ترموستات که در فضای مورد تهویه نصب گردیده به نسبت‌های مختلف و مناسب در این محفظه انجام می‌گیرد. سیستم دو کاناله از این امتیاز ویژه برخوردار است که علاوه بر فصول سرد و گرم می‌تواند در فصول میانی نیز مورد استفاده قرار گیرد و نیز قادر است گرمایش و سرمایش یک ساختمان را بطور همزمان بنحو مطلوبی انجام دهد، مثلاً در ساختمانی که اتاقهای مشرف بخارج آن احتیاج به گرمایش و اتاقهای میانی آن احتیاج به سرمایش دارند، می‌توان با استفاده از این سیستم هردو نظر را تأمین نمود.



شکل ۱۴ــ۳: سیستم تمام هوا با مسیر فرعی هوای برگشت.

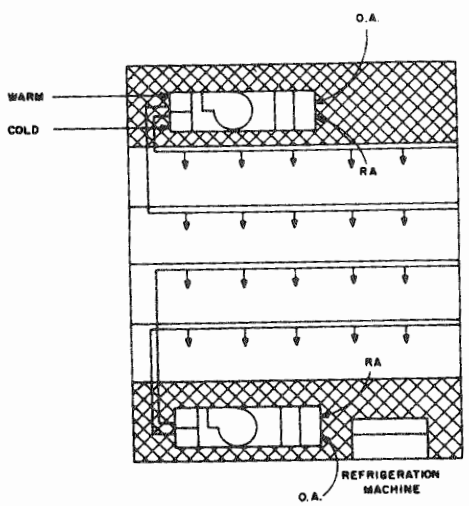
یکی دیگر از طرق جبران تغییرات بارسرمایی ساختمان عبارت است از کاهش مقدار هوایی که از روی کویل سرمایی دستگاه هواساز عبور می‌کند بدون آنکه نهایتاً در مقدار هوای ورودی به اتاق تغییری ایجاد شود.

طریق برآوردن این خواسته، ایجاد یک میان‌بر (بای‌پاس) در سرراه هوای برگشتی از اتاقها به دستگاه هواساز است بطوریکه بخشی از هوای برگشتی (بدلخواه) از روی کویل سرمایی عبور نکند. این مقدار هوا پس از اختلاط با هوایی که از روی کویل سرمایی عبور کرده است به اتاقها ارسال می‌شود (شکل سمت چپ). در این فرآیند مقدار هوایی که مشمول عمل میان‌بر شده است بدلیل عبور نکردن از روی کویل سرمایی، فقط سرد نمی‌شود ولی اعمال دیگر برای ایجاد طراوت و مطبوعیت روی آن انجام می‌گیرد. یک راه دیگر برای نیل بدین مقصود، استفاده از بادزن‌های کمکی در اتاق یا فضای مورد تهویه است (شکل سمت راست). در این روش، هوای رطوبت گیری شده و با طراوت در هواساز تهیه شده به بادزن‌های کمکی مستقر در فضاهای مورد تهویه ارسال می‌گردد و در آنجا پس از اختلاط با هوای اتاق از دهانهٔ خروجی بادزن کمکی وارد فضای اتاق می‌گردد.



شکل ۱۵ــ۳: سیستم تمام هوا با گرمایش مجدد.

در این سیستم هوای مطبوع تهیه شده توسط هواساز قبل از ورود به فضاهای مورد تهویه، بوسیلهٔ دستگاههای گرمکنی که در خروجی هوا و یا در داخل کانال تعبیه شده‌اند، بازگرمایش می‌شود. دستگاهی که بازگرمایش هوا را انجام می‌دهد می‌تواند یک واحد القایی باشد.

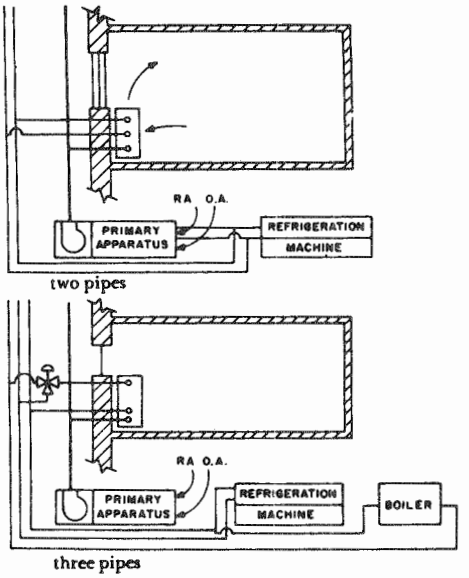


شکل ۱۶ــ۳: سیستم چند ناحیه‌ای تمام هوا.

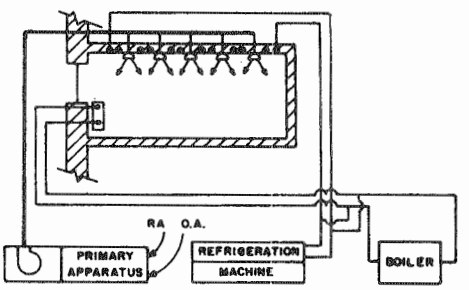
در این سیستم هوای مطبوع قسمت‌های مختلف ساختمان که دارای شرایط داخلی متفاوتی می‌باشند درداخل یک دستگاه هواساز تهیه شده از طریق کانالهای جداگانه به این قسمت‌ها ارسال می‌گردد. دستگاه هواسازی که در این سیستم بکار می‌رود دارای دهانه‌های خروجی متعدد بوده اصطلاحاً بنام **Multi-Zone** خوانده می‌شود.

۴ ــ سیستم هوا ــ آب: همانطور که قبلاً ذکر شد، در این سیستم بخش اعظم بار حرارتی اتاق (سرمایی یا گرمایی) توسط مبدل حرارتی اتاق (واحد القایی و یا پانل تشعشعی) جبران گشته هوای ارسالی از واحد هواساز ضمن تأمین هوای تازهٔ اتاق، بخش کوچکی از بار حرارتی آنرا نیز تأمین می‌کند، در نتیجه قطر لوله‌های حامل آب گرم یا سرد بطرف مبدل حرارتی اتاق کوچکتر از سیستم تمام آب بوده کانالهای ارسال هوا از واحد هواساز به اتاق مورد نظر نیز کوچکتر از سیستم تمام هوا خواهند بود که این امر در

ساختمانهای بزرگ با طبقات و اتاقهای متعدد، می‌توانند باعث کاهش هزینهٔ اولیهٔ سیستم تهویهٔ مطبوع گردد. شکلهای α ــ۳ و β ــ۳ بترتیب سیستم هوا-آب را با واحد القایی و پانل تشعشعی نشان می‌دهند.



شکل α ــ۳: سیستم هوا-آب با واحد القایی



شکل β ــ۳: سیستم هوا-آب با پانل تشعشعی

۵ ــ سیستم پمپ حرارتی: بطوریکه قبلاً اشاره شد، سیستم پمپ حرارتی درواقع یک سیکل تبرید می‌باشد که قادر است توسط کنترل ویژه‌ای، حرارت را بسمت دلخواه منتقل کند. بدین ترتیب اواپراتور و کندانسور این سیکل تبرید باقتضای فصل، متناوباً نقش یکدیگر را ایفا خواهند کرد. این سیستم برای کشورهایی که در آنها قیمت برق ارزانتر از سوختهای فسیلی است، مقرون بصرفه بوده از این نظر دارای جذابیت خاصی است. تمام سیستمهای تهویه مطبوع را می‌توان به سیستم پمپ حرارتی تبدیل نموده با استفاده از مکانیزم مذکور آب گرم، آب سرد و یا هوای گرم و سرد را باقتضای فصل بوسیلهٔ ماشین برودتی و بدون نیاز به دیگ تهیه کرد. استفاده از این سیستم باعث می‌شود که هزینهٔ اولیه تأسیسات و نیز فضای مورد نیاز در موتورخانه کاهش یابد. همچنین بدلیل عدم استفاده از سوختهای فسیلی، آلودگی هوا کاهش یافته سیستم در مقابل خطر آتش سوزی از ایمنی بیشتری برخوردار خواهد بود.

چند تعریف مهم در ارتباط با محاسبات تهویه مطبوع:

قبل از ورود در مبحث محاسبات بار سرمائی ساختمان، بهتر است با چند تعریف مهم که در حین محاسبات کراراً با آنها برخورد خواهیم داشت، آشنا شویم:

۱ ــ ضریب میان‌بر (BF)[1] - گرچه با تعبیهٔ پره‌هایی روی کویلهای حرارتی دستگاههای تهویه مطبوع از قبیل هواساز و فن کویل سعی شده است که سطح تماس بین هوا و کویلها افزایش پیدا کند، ولی بعلت سرعتی که هوا دارد و فاصله‌ای که بین پره‌ها موجود است، همواره تعدادی از مولکولهای هوا فرصت کافی برای تبادل حرارت با کویلها را نیافته بدون کوچکترین تغییری از کویل خارج می‌شوند. ضریب میان‌بر نشاندهندهٔ بخشی از هواست که بدون تغییر از میان کویل یک دستگاه تهویه مطبوع عبور و یا درواقع فرار می‌کند. افزایش سطح مفید انتقال حرارت دستگاه و نیز کاستن از سرعت عبور هوا از دستگاه منجر به کاهش ضریب میان‌بر می‌شود. البته افزایش یا کاهش سطح انتقال حرارت تأثیر بیشتری روی ضریب میان‌بر دارد تا افزایش یا کاهش سرعت عبور هوا. تأثیر تغییرات ضریب میان‌بر روی تجهیزات دستگاه تهویه به‌قرار زیر است:

الف ــ ضریب میان‌بر کوچک نتیجه می‌دهد:

۱ ــ نقطهٔ شبنم دستگاه (adp)* بزرگتر: محتملاً ماشین تبرید کوچکتر

۲ ــ هوای کمتر: بادزن و موتور کوچکتر

۳ ــ سطح تبادل حرارتی بیشتر: تعداد ردیف یا سطح مفید کویل بیشتر

ب ــ ضریب میان‌بر بزرگ نتیجه می‌دهد:

۱ ــ نقطهٔ شبنم دستگاه (adp) کوچکتر: محتملاً ماشین تبرید بزرگتر

۲ ــ هوای بیشتر: بادزن و موتور بزرگتر

۳ ــ سطح تبادل حرارتی کمتر: تعداد ردیف یا سطح مفید کویل کمتر

جدول ۱ــ۳ (آخر فصل سوم) مقدار مناسب ضریب میان‌بر را برای کاربردهای مختلف و نمودار ۱ــ۳ (آخر فصل سوم) و جدول ۲ــ۳ مقدار ضریب میان‌بر را برحسب تعداد ردیف کویلها و سرعت عبور هوا (سطح سرعت کویل) برای کویلهایی با تعداد پره‌های مختلف در هر اینچ طول کویل، ارائه می‌دهند. ضریب میان بر و یا ضریب عبور (BF – 1) از مختصاتی است که توسط کارخانهٔ سازندهٔ کویل در کاتالوگ مربوطه ارائه می‌شود و چنانچه کاتالوگ در دسترس نباشد از جداول و نمودار مذکور استفاده می‌گردد.

---

* به فصل اول (مشخصات هوا) مراجعه شود.

1– Bypass Factor

۲ ــ سطح حرارتی کویل[1] - عبارتست از سطحی که با هوا در تماس بوده انتقال حرارت از آن صورت می‌گیرد.

۳ ــ سطح ظاهری کویل - عبارتست از مقطع عمودی سطحی که هوا قبل از برخورد با کویل با آن درتماس است.

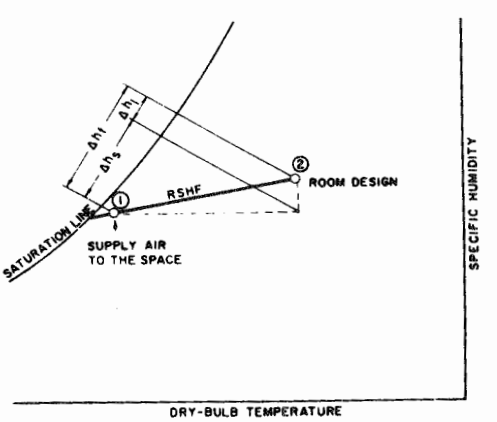
٤ ــ سطح سرعت کویل[2] - عبارتست از نسبت حجم هوای جریانی برسطح ظاهری کویل بطوریکه بعداً خواهیم دید، تعیین این سرعت برای انتخاب کویل و دستگاه تهویهٔ مطبوع ضروری است. سطح سرعت برحسب فوت بر دقیقه (fpm) بیان می‌شود.

۵ ــ فاکتور گرمای محسوس اتاق[3] - این فاکتور عبارتست از نسبت بار گرمایی محسوس اتاق (RSH) به حاصلجمع بارگرمایی محسوس و بارگرمایی نهان اتاق (RLH) :

$$RSHF = \frac{RSH}{RSH + RLH} = \frac{RSH}{RTH}$$

نکته قابل توجه این است که RSH، بار سرمایی ناشی از هوایی که بدون تغییر از دستگاه تهویه عبور کرده وارد اتاق می‌شود را شامل نمی‌گردد. در فرمول فوق RTH بارگرمایی کل اتاق است.

هوایی که بارحرارتی اتاق را حمل می‌کند باید آنقدر ظرفیت داشته باشد که بتواند همزمان بار حرارتی محسوس و نهان اتاق را جبران نماید. برای تجسم چگونگی تحول سایکرومتریک هوای ورودی به اتاق می‌توان برروی نمودار مشخصهٔ هوا نقطهٔ 1 (شرایط هوای رفت به اتاق)[4] را به نقطهٔ 2 (شرایط طرح اتاق)[5] با یک خط مستقیم وصل نمود (شکل ۷ ــ۳). این خط به خط فاکتور گرمای محسوس موسوم است. شیب این خط نشاندهندهٔ نسبت بین بارگرمایی محسوس اتاق (Δh_s) وبارگرمایی نهان اتاق (Δh_l) باشد.

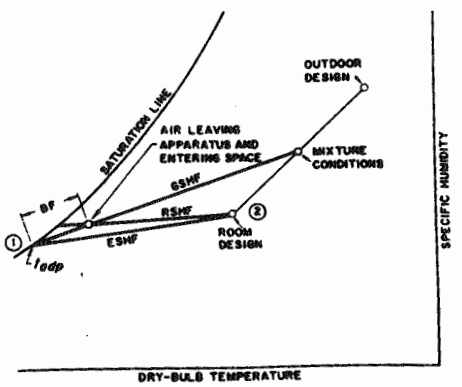


شکل ۷ ــ۳: خط RSHF نشاندهندهٔ تحول سایکرومتریک هوای ورودی به اتاق

٦ ــ فاکتور گرمای محسوس کل[6] - این فاکتور عبارتست از نسبت گرمای محسوس کل به بار حرارتی کلی که باید توسط دستگاه تهویه مطبوع تأمین گردد و شامل بار حرارتی هوای خارج نیز می‌شود:

$$GSHF = \frac{\text{بار حرارتی محسوس کل TSH}}{\text{GTH بار حرارتی کل}}$$

حال اگر روی نمودار هوا، نقطهٔ مشخصهٔ هوای مخلوط (حاصل از اختلاط هوای برگشتی از اتاق و هوای خارج) را به نقطهٔ مشخصهٔ هوایی که دستگاه را به مقصد اتاق ترک می‌کند بوسیلهٔ یک خط مستقیم وصل کنیم، خط GSHF حاصل می‌آید که از تقاطع آن با منحنی هوای اشباع، دمای نقطهٔ شبنم دستگاه (t_{adp}) بدست خواهد آمد. این خط که در شکل ۱۷ــ۳ نشانداده شده است، تصویرگر تحول سایکرومتریک هوای مخلوط در دستگاه تهویهٔ مطبوع می‌باشد. بانگرش به شکل مذکور، تأثیر ضریب میان‌بر (BF) را درکل تحول بهتر درک خواهیم نمود.



شکل ۱۷ــ۳: نمایش ESHF, GSHF, RSHF روی نمودار مشخصهٔ هوا

۷ ــ فاکتور گرمای محسوس مؤثر اتاق[7] **(ESHF):** بطوریکه در تعریف فاکتور گرمای محسوس اتاق ذکر گردید، RSH بارگرمایی ناشی از هوایی که بدون تغییر از دستگاه عبور کرده وارد اتاق می‌شود و شاخص آن ضریب میان‌بر (BF) می‌باشد را شامل نمی‌گردد. بمنظور وارد کردن ضریب میان‌بر (BF) و نقطهٔ شبنم دستگاه تهویهٔ مطبوع (adp) در محاسبات، عبارت دیگری تحت عنوان فاکتور گرمای محسوس مؤثر (ESHF) بکار گرفته می‌شود که مفهوم آن با BF و adp درآمیخته است. این فاکتور بصورت زیر تعریف می‌گردد:

$$ESHF = \frac{ERSH}{ERSH + ERLH}$$

که در آن:

ERSH (بارگرمایی محسوس مؤثر اتاق) ــ عبارتست از مجموع بار گرمایی محسوس اتاق (RSH) باضافهٔ بارگرمایی محسوس قسمتی

1– Coil Surface Area
2– Coil Face Velocity
3– Room Sensible Heat Factor
4– Supply Air To The Space
5– Room Design
6– Grand Total Sensible Heat Factor
7– Effective Sensible Heat Factor

از هوا که بدون تغییر از دستگاه تهویه مطبوع عبور کرده وارد اتاق می‌شود.

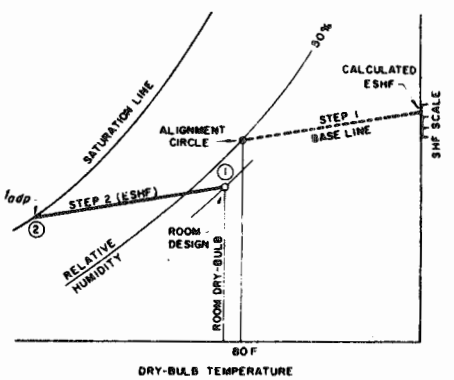
ERLH (بارگرمایی نهان مؤثر اتاق) ــ عبارتست از مجموع بارگرمایی نهان اتاق (RLH) باضافهٔ بارگرمایی نهان قسمتی از هوا که بدون تغییر از دستگاه تهویه مطبوع عبور کرده وارد اتاق می‌شود.

برای ترسیم فاکتور بارگرمایی محسوس مؤثر (ESHF) روی نمودار مشخصهٔ هوا، می‌توانیم بدون نیاز به شناخت شرایط هوای ارسالی به اتاق (هوایی که دستگاه تهویه مطبوع را به مقصد اتاق ترک می‌کند)، بترتیب زیر عمل نماییم (شکل ۱۸ــ۳):

۱ ــ نقطهٔ شرایط اتاق را از تقاطع دو مشخصه از هوای اتاق (مثلاً دمای خشک و رطوبت نسبی) روی نمودار هوا تعیین می‌کنیم.

۲ ــ ESHF محاسبه شده را روی مقیاس مدرج SHF واقع در سمت راست نمودار مشخصهٔ هوا (شکل ۱۹ ـ ۳) مشخص نموده از آن نقطه به‌دایره مسیر (واقع در نقطهٔ t_d=80°F و RH=50%) وصل می‌کنیم.

۳ ــ از نقطهٔ شرایط اتاق (بدست آمده در بند ۱) به موازات خط بدست آمده در بند ۲ رسم می‌کنیم، خط اخیر ESHF یا خط بار محسوس مؤثر اتاق می‌باشد که از تقاطع آن با منحنی هوای اشباع، نقطهٔ شبنم دستگاه (adp) بدست خواهد آمد.



شکل ۱۸ــ۳: چگونگی ترسیم خط ESHF روی نمودار مشخصهٔ هوا

بطوریکه متعاقباً خواهیم دید، دبی هوای حامل بارسرمایی اتاق با استفاده از ERSH و t_{adp} براحتی محاسبه خواهد شد. بمنظور تسریع در تعیین نقطهٔ شبنم دستگاه (adp)، جدول ۳ــ۳ (آخر فصل سوم) ارائه گردیده است که با استفاده از آن می‌توان بدون نیاز به ترسیم خط ESHF روی نمودار و تنها با دردست داشتن شرایط طرح اتاق یعنی دمای خشک (t_d)، دمای مرطوب (t_w)، رطوبت نسبی (RH) و نسبت رطوبت (W)، برحسب ESHF محاسبه شده، t_{adp} دستگاه را بدست آورد.

محاسبهٔ دبی هوای حامل بارحرارتی ساختمان:

الف ــ دبی هوای حامل بارسرمایی ـ محاسبهٔ دبی هوای حامل بارسرمایی هر اتاق با استفاده از فرمول زیر صورت می‌گیرد:

$$RCFM = \frac{ERSH}{1.08\ (t_r - t_{adp})\ (1 - BF)}$$

که در آن:

RCFM ــ دبی هوای لازم برای حمل بارسرمایی اتاق برحسب فوت مکعب بر دقیقه

ERSH ــ گرمای محسوس مؤثر اتاق [Btu/hr]

t_r ــ دمای خشک طرح تابستانی اتاق [F]

t_{adp} ــ دمای نقطهٔ شبنم دستگاه [F] بدست آمده از جدول ۳ــ۳ یا روش ترسیمی

BF ــ ضریب میان‌بر مستخرجه از جداول ۱ــ۳، ۲ــ۳، نمودار ۱ــ۳ و یا کاتالوگ کارخانهٔ سازنده

1.08 = 0.0749 (lb/ft^3*) ×(جرم مخصوص‌هوا در شرایط استاندارد

60 × (گرمای ویژهٔ هوا 0.24 (Btu/lb.F $\frac{\text{دقیقه}}{\text{ساعت}}$

در شرایط غیراستاندارد باید جرم مخصوص هوای استاندارد (0.0749) را در ضریب تصحیح چگالی هوا که برحسب دما و ارتفاع محل مورد نظر از نمودار ۱ــ۲ (آخر فصل دوم) استخراج می‌شود ضرب نمود.

دبی هوای بدست آمده از فرمول فوق، همزمان بارسرمایی محسوس و نهان اتاق را حمل می‌کند.

ب ــ دبی هوای حامل بارگرمایی ـ در صورتیکه گرمایش اتاق توسط هوای گرم صورت گیرد، دبی هوای لازم برای حمل بارگرمایی اتاق از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$RCFM = \frac{Q_R}{1.08\ (t_h - t_r)}$$

که در آن:

RCFM ــ دبی هوای لازم برای حمل بارگرمایی اتاق برحسب فوت مکعب بر دقیقه

Q_R ــ بار حرارتی اتاق [Btu/hr] مذکور در فصل دوم (حرارت مرکزی)

t_h ــ دمای هوای گرم ورودی به اتاق حداکثر برابر 105 F

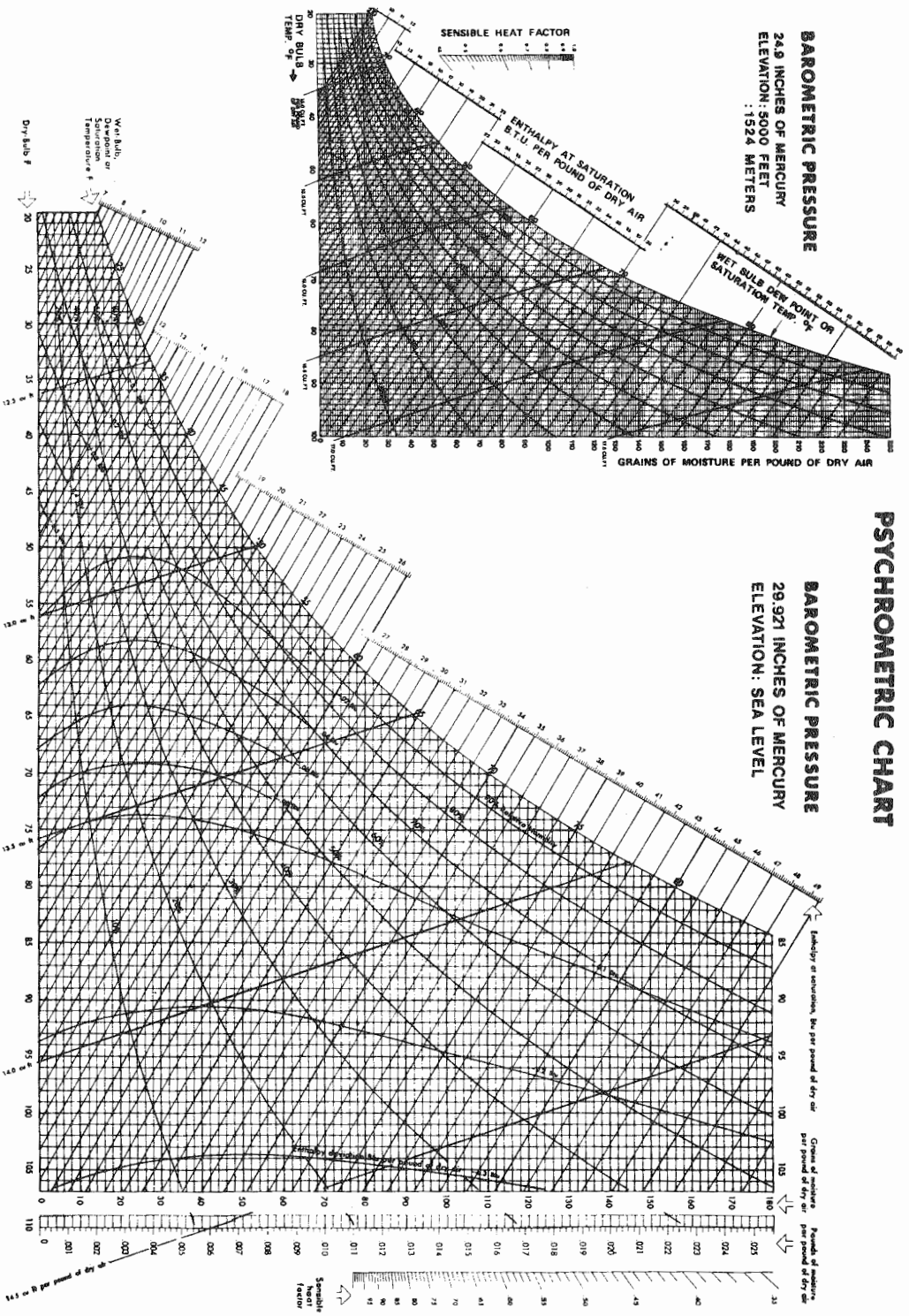
t_r ــ دمای طرح زمستانی اتاق [F]

1.08 ــ قبلاً توضیح داده شده است.

باید توجه نمود که دمای هوای ورودی از دریچهٔ توزیع هوای اتاق از حداکثر 105 F تجاوز ننماید چرا که در غیر اینصورت باعث ناراحتی ساکنین خواهد شد.

---

* شرایط استاندارد یعنی در سطح دریا و دمای 70 F



شکل ۱۹ــ۳: نمودار مشخصهٔ هوا

محاسبات بارسرمایی ساختمان

مراحل عملیات گام بگام مطابق دستور زیر است:

الف ــ تعیین شرایط طرح داخل و خارج ساختمان ـ

۱ ــ تعیین شرایط طرح داخل (دمای خشک، رطوبت نسبی، دمای مرطوب، نسبت رطوبت) با استفاده از جدول ۲۱ــ۱ (آخر فصل اول) و نمودار مشخصهٔ هوا.

۲ ــ تعیین شرایط طرح خارج با استفاده از جدول ۱۹ــ۱ (آخر فصل اول). باید درنظر داشت که دماهای مندرج در این جدول برای گرمترین روز سال یعنی اول مرداد ماه (مطابق با ۲۳ جولای) در ساعت ۳ بعدازظهر ارائه شده‌اند، برای ساعات دیگر روز با دردست داشتن دامنهٔ تغییرات روزانهٔ دما[1] مستخرجه از همان جدول به جدول ۲۰ــ۱ (آخر فصل اول) مراجعه نموده مقدار تصحیحی را برداشت می‌کنیم. بنابراین خواهیم داشت:

مقدار تصحیحی + دمای طرح خارج = دمای طرح خارج
(از جدول ۲۰ــ۱) (از جدول ۱۹ــ۱) در ساعت مورد نظر

ضمناً سایر مشخصات هوای خارج و داخل را از تقاطع دو مشخصهٔ معلوم هوا روی نمودار هوا بدست می‌آوریم.

ب ــ برآورد بارسرمایی ساختمان ـ

۱ ــ محاسبهٔ بارسرمایی تابشی از پنجره‌ها و شیشه‌های خارجی (Q_1):

Q_1 = حرارت اکتسابی از × ضریب × ضریب × مساحت پنجره
یا شیشه [ft^2] ذخیره تصحیح خورشید [$Btu/hr.ft^2$]

ذیلاً به شرح جزئیات فرمول فوق می‌پردازیم:

الف ــ حرارت اکتسابی از خورشید:

در جدول ٤ــ۳ (آخر فصل سوم)، حرارت اکتسابی خورشیدی از میان شیشه‌های معمولی برحسب عرض جغرافیایی محل برای هریک از ماههای سال و در ساعات مختلف روز ارائه گردیده است و فقط شامل حرارت تشعشعی خورشیدی است که توسط شیشه به فضای داخلی ساختمان منتقل می‌گردد. این جدول بر پایهٔ شرایط زیر تدوین شده است:

ــ سطح شیشه در پنجره‌های چوبی معادل 85% و در پنجره‌های فلزی معادل 100% سطح پنجره فرض شده است.

ــ گرد و غبار یا مه در هوا وجود ندارد.

ــ محل طرح در سطح دریا واقع شده است.

ــ نقطهٔ شبنم هوا در سطح دریا 66.8F می‌باشد
(t_w = 75 F , t_d = 95 F)

البته شرایط فوق خیلی بندرت ممکن است اتفاق افتد، لذا در پایین همین جدول ضرایب تصحیحی برای پنجره‌های با قاب فلزی یا بدون قاب[2]، گرد و غبار و مه[3]، ارتفاع محل از سطح دریا[4]، نقطهٔ شبنم و عرض جغرافیایی جنوبی[5] (در مورد ایران مصداق ندارد) داده شده‌اند. یک ضریب تصحیح دیگر نیز در جدول ۵ــ۳ برحسب نوع شیشه و رنگ کرکره‌هایی که از داخل یا خارج پنجره را می‌پوشانند ارائه گردیده است. ضریب تصحیحی که در فرمول فوق وارد می‌شود حاصلضرب تمام این ضرایب خواهد بود.

ب ــ ضریب ذخیره:

حرارت اکتسابی از خورشید تماماً به بار حرارتی اتاق اضافه نمی‌شود بلکه فقط درصدی ازآن که توسط مواد ساختمانی اتاق جذب و ذخیره می‌شود بحساب خواهد آمد. این درصد که ضریب ذخیره نامیده می‌شود، از طریق آزمایشاتی در ساختمانهای مختلف محاسبه گردیده نتایج آن در جداول ٦ــ۳ تا ۱۰ــ۳ (آخر فصل سوم) ارائه شده‌اند. ضریب ذخیره بستگی به ظرفیت حرارتی مواد ساختمانی اتاق دارد و عبارتست از حاصلضرب وزن و گرمای ویژهٔ آنها. از آنجائیکه ظرفیت حرارتی ویژهٔ بیشتر مواد ساختمانی تقریباً برابر 0.2Btu/lb. F است، ضریب ذخیره مستقیماً با وزن مواد ساختمانی متناسب خواهد بود. برای استخراج ضریب ذخیره از جداول مذکور، ابتدا باید وزن مواد ساختمانی برفوت مربع سطح کف ساختمان را با استفاده از فرمولهای ارائه شده در پایین آنها تعیین نموده با توجه به جهت قرار گرفتن پنجره (**شمال شرقی**، شرق، جنوب شرقی، جنوب، جنوب غربی، غرب، شمال غربی، شمال و سایه) به جستجوی ضریب ذخیره در ساعت مورد نظر بپردازیم. جداول ٦ــ۳ و ۷ــ۳ برای کار ۲٤ ساعته و جداول ۸ــ۳ و ۹ــ۳ برای کار ۱٦ ساعته و جدول ۱۰ــ۳ برای کار ۱۲ ساعتهٔ سیستم تهویه مطبوع تنظیم شده‌اند. وزن مواد ساختمانی مختلف را نیز می‌توان از جداول ۵ــ۱ تا ۱۸ــ۱ (آخر فصل اول) استخراج نمود.

مثال ۱: تعیین کنید حرارت اکتسابی خورشیدی از پنجرهٔ دیوار غربی اتاق یک ساختمان را که در 40 درجه عرض شمالی قرار گرفته است، در ساعت 4 بعدازظهر روز اول مرداد (مطابق با 23 جولای) برای کار شبانه‌روزی سیستم.

این پنجره از داخل دارای کرکره‌ای به‌رنگ سفید می‌باشد، ضمناً ابعاد اتاق 8′ ×20′×20′ بوده کف اتاق از ماسه سیمان و آجر کف بضخامت 6″ ، دیوارهای داخلی از سنگ گچ تو پر با اندود جمعاً بضخامت 2 1/2″، دیوار خارجی از آجر 12″ معمولی با 5/8″ روکش شن و گچ از سمت داخل و سقف غیرکاذب از ماسه سیمان با آجر کف بضخامت 6″ می‌باشند. پنجره با قاب آهنی بابعاد 5′ × 16′ است. فرض کنید محل ساختمان 5000 فوت بالا تر از سطح دریا قرار گرفته و نقطهٔ شبنم هوای محل 67 F می‌باشد.

1– Daily Range
2– Steel Sash Or No Sash
3– Haze
4– Altitude
5– South Latitude.

حل: ابتدا وزن مواد ساختمانی برفوت مربع سطح کف را با استفاده از فرمولهای ارائه شده در پایین جدول ٦ــ٣ بدست می‌آوریم.

(از جدول ٥ــ١ فصل اول)

دیوار خارجی $= \frac{(20 \times 8)-(16 \times 5)}{20 \times 20} \times 126$

پاوند بر فوت مربع سطح کف $= 25.2$

(از جدول ١٠ــ١ فصل اول)

دیوارهای داخلی $= 1/2 \times \frac{20 \times 8 \times 3}{20 \times 20} \times 22$

پاوند بر فوت مربع سطح کف $= 13.2$

(از جدول ١٣ــ١ فصل اول) کف $= 1/2 \times \frac{20 \times 20}{20 \times 20} \times 59$

پاوند بر فوت مربع سطح کف $= 29.5$

(از جدول ١٣ــ١ فصل اول) سقف $= 1/2 \times \frac{20 \times 20}{20 \times 20} \times 59$

پاوند بر فوت مربع سطح کف $= 29.5$

= وزن کل مواد ساختمانی برفوت مربع سطح کف

$25.2 + 13.2 + 29.5 + 29.5 = 97.4 \quad [lb/ft^2]$

توجه: با فرض اینکه اتاقهای بالایی، پایینی و کناری این اتاق نیز مورد تهویهٔ مطبوع قرار می‌گیرند، در محاسبات فوق تنها نیمی از ضخامت دیوارهای داخلی و کف و سقف منظور گردیده است و نیم دیگر آنها حرارت اتاقهای مجاور را ذخیره خواهند نمود.

اکنون با دردست داشتن وزن کل مواد بر فوت مربع سطح کف به جدول ٦ــ٣ مراجعه نموده ضریب ذخیره را برای ساعت 4 بعدازظهر برداشت می‌کنیم:

ضریب ذخیره = 0.66

از جدول ٤ــ٣ حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه در ساعت 4 بعدازظهر را تعیین می‌کنیم:

حرارت اکتسابی خورشیدی $= 164 \quad [Btu/hr.ft^2]$

ضرایب تصحیح از پایین همین جدول بقرار زیرند:

برای قاب فلزی = 1.17

برای گرد و غبار و مه $= 1 - 0.15 = 0.85$

(برای گرد و غبار و مه حداکثر مقدار تصحیحی یعنی 15% را فرض کرده‌ایم)

برای ارتفاع از سطح دریا $= 1 + \frac{5000}{1000} \times 0.007 = 1.035$

برای نقطهٔ شبنم $= 1 + \frac{(67 - 40)}{10} \times 0.07 = 1.19$

ضریب تصحیح بابت کرکره‌های داخلی سفیدرنگ از جدول ٥ــ٣ برابر 0.56 می‌باشد، لذا ضریب تصحیح کل عبارت خواهد بود از:

ضریب تصحیح کل $= 1.17 \times 0.85 \times 1.035 \times 1.19 \times 0.56$

$= 0.69$

سطح پنجره $= 5 \times 16 = 80 \quad [ft^2]$

بدین ترتیب حرارت اکتسابی خورشیدی از این پنجره برابر است با:

$Q_1 = 164 \times 0.69 \times 0.66 \times 80 = 5975 \quad [Btu/hr]$

٢ ــ محاسبهٔ بارسرمایی هدایتی ازپنجره‌ها و شیشه‌های خارجی (Q_2):

$$Q_2 = AU\,(t_o - t_i)$$

که در آن:

Q_2 – بار سرمایی هدایتی پنجره‌ها و شیشه‌های خارجی [Btu/hr]

A – مساحت پنجره $[ft^2]$

U – ضریب کلی هدایت حرارت پنجره $[Btu/hr.\,ft^2.\,F]$ از جدول ١٧ــ١ فصل اول

t_o – دمای طرح خارج [F]

t_i – دمای طرح داخل [F]

٣ ــ محاسبهٔ بارسرمایی تشعشعی و هدایتی جداره‌های خارجی (Q_3):

بمنظور تعیین همزمان بارسرمایی ناشی از تشعشع آفتاب و نیز هدایت حرارت در اثر اختلاف دمای طرفین دیوار یا سقف خارجی، از فرمول زیر استفاده می‌گردد:

$$Q_3 = AU\Delta t_e$$

که در آن:

Q_3 – بار سرمایی تشعشعی و هدایتی جداره‌های خارجی [Btu/hr]

A – مساحت جدارهٔ خارجی $[ft^2]$

U – ضریب کلی هدایت حرارت جداره $[Btu/hr.\,ft^2.\,F]$ از جداول ٥ــ١ تا ١٥ــ١ فصل اول

Δt_e – اختلاف دمای معادل [F]

اختلاف دمای معادل، عددی است که مفهوم تشعشع و هدایت را دربر دارد و مقدار آن از جداول ١١ــ٣ و ١٢ــ٣ (آخر فصل سوم) بدست می‌آید. برای استفاده از این جدول ابتدا باید وزن واحد سطح جداره را از جداول ٥ــ١ تا ١٨ــ١ فصل اول تعیین کنیم تا براساس آن بتوانیم اختلاف دمای معادل را برحسب جهت قرارگرفتن جداره و ساعت مورد نظر از جداول مذکور استخراج نماییم. از آنجائیکه این جداول بر پایهٔ دمای طرح خارج 95F و دمای طرح داخل 80F و دامنهٔ تغییرات روزانهٔ دمای 20F، کار شبانه‌روزی سیستم، ماه جولای، عرض جغرافیایی 40 درجه و رنگ تیرهٔ جداره تدوین شده‌اند، باید برحسب شرایط مورد نظر

تصحیحاتی روی اختلاف دمای معادل مستخرجه از این جداول صورت گیرد:

الف ــ تصحیح مقدماتی اختلاف دمای معادل:

برای انجام این تصحیح، ابتدا باید با دردست داشتن دامنهٔ تغییرات روزانهٔ دمای طرح خارج (Daily Range) و نیز اختلاف دمای طرح داخل و خارج به جدول ۱۳ــ۳ مراجعه نموده مقدار تصحیحی را برداشت نماییم. اگر این مقدار تصحیحی را X بنامیم خواهیم داشت:

Δt_{em} = (اختلاف دمای معادل پس از تصحیح مقدماتی)

X + اختلاف دمای معادل مستخرجه از جداول ۱۱ــ۳ و ۱۲ــ۳

ب ــ تصحیح Δt_{em} برحسب عرض جغرافیایی محل طرح، رنگ دیوارها و ماههای مختلف:

برای این منظور از فرمول زیر استفاده می‌کنیم که حاصل آن اختلاف دمای معادل نهایی خواهد بود:

برای رنگ روشن جداره:

$$\Delta t_e = 0.55 \frac{R_s}{R_m} \Delta t_{em} + (1 - 0.55 \frac{R_s}{R_m}) \Delta t_{es}$$

برای رنگ نیمه روشن جداره:

$$\Delta t_e = 0.78 \frac{R_s}{R_m} \Delta t_{em} + (1 - 0.78 \frac{R_s}{R_m}) \Delta t_{es}$$

که در آنها:

Δt_e – اختلاف دمای معادل نهایی [F]

Δt_{em} – اختلاف دمای معادل برای جدارهٔ مورد نظر تحت تابش آفتاب پس از تصحیح مقدماتی [F]

Δt_{es} – اختلاف دمای معادل برای همان جداره تحت سایه و پس از تصحیح مقدماتی

R_s – حداکثر ماهیانهٔ حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه در عرض جغرافیایی محل طرح در ماه مورد نظر از جدول ۴ــ۳

R_m – حداکثر ماهیانهٔ حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه در عرض جغرافیایی 40 درجه و ماه جولای از جدول ۴ــ۳

مثال ۲: مطلوبست اختلاف دمای معادل در ساعت 12 ظهر ماه نوامبر برای دیوار غربی یک ساختمان که از آجر معمولی به ضخامت 12" ساخته شده است. محل ساختمان در شهری واقع در 30 عرض جغرافیایی بوده دمای طرح خشک خارج آن F 90 با دامنهٔ تغییرات روزانهٔ F 13 می‌باشد. دمای طرح داخل ساختمان F 80 و رنگ دیوارها نیمه روشن است.

حل:

F 10 = 90 – 80 = اختلاف دمای طرح خارج و داخل ساختمان

F 1.5– (از جدول ۱۳ــ۳) = مقدار تصحیحی اختلاف دمای معادل

120 = وزن واحد سطح دیوار [lb/ft^2] (از جدول ۵ــ۱ فصل اول)

F 7 = اختلاف دمای معادل قبل از تصحیح (دیوار تحت تابش) (از جدول ۱۱ــ۳ با میانیابی)

$\Delta t_{em} = 7 - 1.5 = 5.5$ F

F 0 = اختلاف دمای معادل قبل از تصحیح (دیوار تحت سایه) (از پایین جدول ۱۱ــ۳)

$\Delta t_{es} = 0 - 1.5 = -1.5$ F

$R_s = 116$ (از جدول ۴ــ۳)

$R_m = 164$ (از جدول ۴ــ۳)

در نتیجه خواهیم داشت:

$$\Delta t_e = 0.78 \frac{116}{164} \times 5.5 + (1 - 0.78 \frac{116}{164}) \times (-1.5) = 2.4 \text{ F}$$

۴ ــ محاسبهٔ بارسرمایی هدایتی جداره‌ها، پنجره‌ها و درهای داخلی (Q_4):

$$Q_4 = AU\Delta t$$

که در آن:

Q_4 – بارسرمایی هدایتی جداره‌ها، پنجره‌ها و درهای داخلی [Btu/hr]

A – مساحت جداره، پنجره، درداخلی [ft^2]

U – ضریب کلی انتقال حرارت [$Btu/hr.ft^2.F$] جداول ۵ــ۱ تا ۱۷ــ۱ فصل اول

Δt – اختلاف دمای خشک طرفین جدار داخلی [F]

توجه: در محاسبات بارسرمایی می‌توان از عبور گرما از کف متصل بزمین صرفنظر نموده آنرا برابر صفر درنظر گرفت.

۵ ــ محاسبهٔ بارسرمایی محسوس ناشی از تهویهٔ اتاقها (Q_5):

چنانکه در مبحث حرارت مرکزی ذکر گردید، ورود هوا به داخل ساختمان یا از طریق نفوذ طبیعی از در و پنجره و غیره صورت می‌گیرد و یا بطور اجباری توسط بادزن بمنظور تهویهٔ داخل ساختمان. از آنجائیکه سرمایش فضاهای داخل ساختمان بیشتر توسط سیستم‌های وزشی و از طریق جابجایی اجباری هوا انجام می‌شود و معمولاً مقداری هوای خارج جهت تهویه وارد اتاقها می‌شود، اتاقها تحت فشار بوده هوای خارج نمی‌تواند بطور طبیعی بداخل نفوذ کند، لذا محاسبهٔ مقدار هوای ورودی به فضاهای داخل ساختمان از طریق تعیین میزان هوای نفوذی صورت نمی‌گیرد. برای محاسبهٔ حجم هوای لازم جهت تهویهٔ اجباری فضاهای داخل ساختمان، یکی از روشهای زیر بکار می‌رود:

الف ــ محاسبهٔ حجم هوای لازم برای تهویه نسبت به تعداد ساکنین اتاق:

$$V = v \times p$$

که در آن:

V – مقدار هوای لازم برای تهویهٔ اتاق برحسب فوت مکعب بر دقیقه [CFM]

مقدار هوای لازم برای هر نفر[CFM] — v
از جدول ۱۴ــ۳ (آخر فصل سوم)
تعداد نفرات ساکن در اتاق — p

ب ــ محاسبهٔ حجم هوای لازم برای تهویه نسبت به مساحت کف اتاق:

این روش برای فضاها یا ساختمانهایی بکار می‌رود که تعداد ساکنین آنها را نمی‌توان دقیقاً مشخص نمود. $V = v \times A$

که در آن:

مقدار هوای لازم برای تهویهٔ اتاق بر حسب فوت‌مکعب بر دقیقه[CFM] — V
مقدار هوای لازم بازاء یک فوت مربع کف اتاق [CFM/ft^2] از جدول ۱۴ــ۳ — v
مساحت کف اتاق برحسب فوت مربع [ft^2] — A

ج ــ محاسبهٔ حجم هوای لازم برای تهویه برحسب تعداد دفعات تعویض اجباری هوای اتاق در ساعت:

این روش نظیر روش تعویض حجمی است که در محاسبات حرارت مرکزی به آن اشاره شد، با این تفاوت که در اینجا تعداد دفعات تعویض حجم اتاق در ساعت، نسبت به نوع ساختمان و اتاق بوده تهویه بصورت اجباری انجام می‌گیرد. $V = \frac{v \times n}{60}$

که در آن:

مقدار هوای لازم برای تهویهٔ اتاق[CFM] — V
حجم اتاق برحسب فوت مکعب — v
تعداد دفعات تعویض اجباری هوای اتاق در ساعت از جدول ۱۴ــ۳ — n

د ــ محاسبهٔ حجم هوای لازم برای تهویه نسبت به حجم هوای برگشتی از اتاقها:

برای جلوگیری از افزایش غیر ضروری ظرفیت دستگاههای مختلف تهویه مطبوع، خیلی بندرت اتفاق می‌افتد که جهت حمل بار سرمایی (یا گرمایی) اتاقها از صد درصد هوای تازه استفاده گردد. در اغلب ساختمانها هوای حامل بار حرارتی را مجدداً از اتاقها به دستگاه تهویه مطبوع برگشت داده معادل $1/3$ تا $1/5$ حجم هوای برگشتی، هوای تازهٔ خارج بمنظور تأمین اکسیژن از دست رفته به آن اضافه نموده بار دیگر جهت حمل بارحرارتی اتاقها از آن استفاده می‌کنند. بنابرین خواهیم داشت: $V = (1/5 \text{ تا } 1/3) \times RCFM$

که در آن:

مقدار هوای لازم برای تهویه[CFM] — V
حجم هوای حامل بار حرارتی اتاقها برحسب فوت مکعب بر دقیقه — RCFM

لازم بتوضیح است که معادل حجم هوای تازه‌ای که به هوای برگشتی اضافه می‌شود، از هوای برگشتی به خارج ساختمان هدایت می‌گردد. پس کل عملیات بدین صورت است که هوای حامل بار حرارتی پس از تبادل حرارت در اتاقها به دستگاه تهویه مطبوع برگشت داده شده $1/3$ تا $1/5$ حجم آن بخارج ساختمان هدایت گردیده بجای آن هوای تازه از خارج وارد می‌شود و پروسهٔ تهویهٔ مطبوع اتاقها بار دیگر تکرار می‌گردد.

یک نکتهٔ مهم در مورد تهویه:

بمنظور پرهیز از پراکندن بوی تعفن و دود و گاز در فضای ساختمان، هرگز نباید هوای مکانهایی مثل مستراح و آشپزخانه را به دستگاه تهویه مطبوع برگشت داد بلکه برای این محل‌ها باید بادزن‌های تخلیهٔ هوای جداگانه‌ای تعبیه نمود. جداول B ــ ۳ و C ــ ۳ قدرت بادزن‌های تخلیهٔ هوای سانتریفوژ و جریان محوری را نشان می‌دهند.

جدول B ــ ۳: ظرفیت بادزن‌های تخلیهٔ هوای سانتریفوژ

Inlet Diameter (in.)	Capacity* (cfm)	Motor Horsepower Range	Outlet Velocity Range (fpm)
4	50- 250	1/70-1/20	800-2000
6	100- 550	1/20-1/6	500-2500
8	300-1000	1/20-½	850-2900
10	600-2800	1/5-2	950-4300
12†	800-1600	⅛-½	1000-2000
15†	1200-2500	¼-1	1000-2000
18†	1700-3600	¼-1¼	1000-2000
21†	2300-5000	⅓-1½	1000-2000

*These typical air capacities were obtained from published ratings of several manufacturers of nationally known exhaust fans, single width, single inlet. Ronge of static pressures ¼ to 1¼ inches. Fans with inlet diameter 10 inches and smaller are direct connected.

†The copacity of these fans has been arbitrarily taken at 1000 fpm minimum ond 2000 fpm maximum outlet velocity. For these fans the usuol selection probably is approximately 1500 fpm outlet velocity for ventilation.

جدول C ــ ۳: ظرفیت بادزن‌های تخلیهٔ هوا با جریان محوری

Fan Diameter (in.)	Speed (rpm)	Capacity* (cfm)
8	1500	500
12	1140	825
12	1725	1100
16	855	1000
16	1140	1500
18	850	1800
18	1140	2350
20	850	2400
20	1140	2750
20	1620	3300

*The capacities of fans of varlous manufocturers may vary ±10% from the values given abave.

بارسرمایی هوای لازم برای تهویه:

پس از تعیین مقدار هوای لازم برای تهویهٔ اتاق باید بارسرمایی آنرا محاسبه کنیم، ولی لازم است پیشاپیش نکته‌ای را تذکر دهیم؛ بطوریکه قبلاً ذکر گردید، همواره مقداری هوا بدون هیچگونه تغییری در دما، از لابلای کویل دستگاه تهویه مطبوع فرار کرده بداخل اتاق وارد می‌شود که شاخص آن ضریب میان‌بر (BF) است. این همان مقدار هوایی است که بارسرمایی آن جزو بارسرمایی اتاق منظور می‌گردد و بار سرمایی بقیهٔ هوا به دستگاه تهویه تحمیل خواهد شد. بنظر می‌رسد که نتیجهٔ کار در نهایت فرقی نمی‌کند، این در مورد جمع کل بارسرمایی اتاق صحیح است

زیرا بهرحال بارسرمایی هوای فراری به اتاق نیز نهایتاً به دستگاه تهویه مطبوع تحمیل خواهد شد، ولی بطوریکه در مبحث تعیین دبی هوای حامل بارسرمایی اتاق ذکر شد، برای محاسبهٔ بارسرمایی محسوس مؤثر اتاق (ERSH) ناگزیریم آن قسمت از بارسرمایی هوای لازم برای تهویه را که بدون هیچگونه تغییری از دستگاه فرار کرده وارد اتاق می‌شود، جداگانه در اختیار داشته باشیم و بارسرمایی بقیهٔ هوای خارج را بعداً حساب کنیم. لذا خواهیم داشت:

$$Q_5 = 1.08 \times V \times (t_o - t_i) \times BF$$

که در آن:

Q_5 – بارسرمایی محسوس هوای خارج فراری به اتاق [Btu/hr]

V – حجم هوای لازم برای تهویهٔ اتاق [CFM]

t_o – دمای خشک طرح خارج [F]

t_i – دمای خشک طرح داخل [F]

BF – ضریب میان‌بر از جداول ۱ــ۳ و ۲ــ۳ و یا کاتالوگ کارخانه قبلاً توضیح داده شده است.

1.08 –

۶ ــ محاسبهٔ بارسرمایی محسوس ناشی از ساکنین و وسایل گرمازای داخل اتاق (Q_6):

این بارسرمایی برابر است با حاصلجمع اقلام زیر:

الف ــ بارسرمایی محسوس ساکنین ــ بدن انسان قادر است دمای خود را که حدود 98.6F می‌باشد از طرق مختلف تثبیت کند. این مهم در هوای سرد با سوخت و ساز ذخیره‌های داخلی حاصل می‌گردد و در هوای گرم، حرارت متابولیک بدن از طریق تشعشع، جابجایی و تعریق به محیط اطراف دفع می‌شود که میزان آن بستگی به نوع کار و فعالیت شخص دارد. نتیجهٔ این فرآیند، اضافه شدن مقداری گرمای محسوس و نهان به هوای اتاق است که مقدار آن برای هرنفر برحسب شدت فعالیت در ساختمانهای مختلف و دمای خشک اتاق در جدول ۱۵ــ۳ (آخر فصل سوم) ارائه گردیده است. با این توضیح، بارسرمایی محسوس ساکنین اتاق از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$Q_{sp} = \text{تعداد ساکنین اتاق} \times q_{sp}$$

که در آن:

Q_{sp} — بارسرمایی محسوس کل ساکنین اتاق [Btu/hr]

q_{sp} — بارسرمایی محسوس هر نفر مستخرجه از جدول ۱۵ــ۳

ب ــ بارسرمایی اکتسابی از لامپ‌ها ــ لامپها از طریق تبدیل انرژی الکتریکی به روشنایی و حرارت، تولید حرارت محسوس می‌نمایند. این حرارت توسط تشعشع به سطوح اطراف، هدایت به مواد مجاور و جابجایی، در فضای اتاق پراکنده می‌شود. لامپهای معمولی[1] تقریباً ده درصد قدرت الکتریکی ورودی را به روشنایی تبدیل می‌کنند و بقیهٔ این قدرت در داخل حباب لامپ تبدیل به حرارت شده توسط تشعشع، هدایت و جابجایی تلف می‌گردد.

حدود هشتاد درصد قدرت ورودی از طریق تشعشع و فقط ده درصد آن بوسیلهٔ هدایت و جابجایی بهدر می‌رود. لامپهای فلورسنت[2] حدود 25% قدرت ورودی را به روشنایی تبدیل نموده 25% آنرا از راه تشعشع به سطوح اطراف و بقیه را توسط هدایت و جابجائی تلف می‌کنند، بعلاوه حدود 25% حرارت اضافی در بالست فلورسنت تولید می‌گردد. جدول D ــ۳ فرمولهای محاسباتی حرارت اکتسابی از لامپ معمولی و فلورسنت را ارائه می‌دهد.

جدول D ــ۳: فرمولهای محاسباتی حرارت اکتسابی از لامپها

نوع لامپ	حرارت اکتسابی از لامپ [Btu/hr]
فلورسنت	3.4 x 1.25 x قدرت الکتریکی ورودی به لامپ [وات]
لامپ معمولی	3.4 x قدرت الکتریکی ورودی به لامپ [وات]

به این ترتیب، کافی است واتاژ[3] لامپهای اتاق را جمع نموده برحسب نوع لامپ دریکی از فرمولهای فوق قرار دهیم. در صورتیکه واتاژ لامپهای اتاق را در اختیار نداشته باشیم، می‌توانیم از جدول ۱۶ــ۳ (آخر فصل سوم) که واتاژ لامپهای اتاق را بازاء واحد سطح کف اتاق برای ساختمانهای مختلف ارائه داده است، استفاده نماییم.

بمنظور دست یافتن به بارسرمایی واقعی حاصل از لامپها، باید توجه داشته باشیم که اصولاً محاسبات بارسرمایی برای روز انجام می‌گیرد و در طی روز معمولاً نصف چراغها روشن می‌باشند، بنابراین باید حرارت اکتسابی از لامپها را در ضریب مصرف که معمولاً بین 0.4 تا 0.55 است ضرب نمود. برای ساختمانهایی که در تمام مدت کار سیستم تهویه مطبوع، لامپهای آنها روشن می‌باشند مقدار این ضریب برابر یک در نظر گرفته می‌شود.

ج ــ بارسرمایی ناشی از موتورها و وسایل گرمازای داخل اتاق:

۱ ــ بارسرمایی موتورها ـ موتورهایی که در اتاق قرار دارند (از قبیل موتور فن کویل) از طریق اتلاف انرژی ورودی خود مقداری گرمای محسوس به اتاق اضافه می‌کنند. مقدار این گرما برحسب قدرت و راندمان موتور و ترتیب قرار گرفتن موتور و دستگاه گردنده نسبت به اتاق (موتور و دستگاه گردنده هردو در داخل اتاق، موتور داخل و دستگاه گردنده خارج اتاق، موتور خارج و دستگاه گردنده داخل اتاق) در جدول ۱۷ــ۳ (آخر فصل سوم) ارائه شده است. در صورتیکه از دستگاه تهویهٔ مطبوع مرکزی (هواساز) استفاده کنیم، باید بابت حرارت اکتسابی از موتورهای دستگاه هواساز چند درصد به بارسرمایی محسوس اتاق اضافه نماییم که این مقدار با توجه به فشار کلی بادزن هواساز و اختلاف دمای داخل اتاق و هوای ورودی به اتاق از طریق کانال، در جدول ۱۸ــ۳ (آخر فصل سوم)

1– Incandescent 2– Fluorescent 3– Wattage قدرت مصرفی برحسب وات

ارائه گردیده است. ولی چون در این مرحله از محاسبات هنوز از فشار کلی بادزن هواساز و نیز اختلاف دمای مذکور اطلاعی نداریم، می‌توانیم این اختلاف دما را بین 15F تا 25 F درنظر گرفته فشار تقریبی بادزن هواساز را نیز با توجه به اینکه برای ساختمانهای مسکونی و تجاری سیستم‌های با سرعت پایین و برای کارخانجات سیستم‌های با سرعت بالا بکار می‌روند، بترتیب زیر تخمین بزنیم:

ـ برای دستگاههای تهویه مطبوع خودکفا (یکپارچه)، بدون کانال کشی، فشار کلی بادزن بین 0.5 تا 1 اینچ آب

ـ برای دستگاه هواساز، طول کانال کشی متوسط، سیستم با سرعت کم (تا 2500 فوت بر دقیقه)، فشار کلی بادزن بین 0.75 تا 1.5 اینچ آب

ـ برای دستگاه هواساز، طول کانال کشی زیاد، سیستم‌های با سرعت کم، فشار کلی بادزن بین 1.25 تا 2 اینچ آب

ـ برای دستگاه هواساز، طول کانال کشی متوسط، سیستم با فشار بالا (سرعت هوا 2500 تا 5000 فوت بر دقیقه)، فشار کلی بادزن بین 2 تا 4 اینچ آب

ـ برای دستگاه هواساز، طول کانال کشی زیاد، سیستم با فشار بالا، فشار کلی بادزن بین 3 تا 6 اینچ آب

۲ ـ بارسرمایی محسوس ناشی از وسایل گرمازای داخل اتاق ـ اگر وسایلی مانند قهوه‌جوش و کتری و غیره درداخل اتاق وجود داشته باشند، مقداری بارسرمایی محسوس و نهان به اتاق اضافه می‌کنند که برحسب نوع وسایل و انرژی مصرفی آنها در جدول ۱۹ـ۳ (آخر فصل سوم) ارائه شده‌اند. در این مرحله باید بار محسوس این وسایل را محاسبه کنیم که برای این منظور کافی است نوع و تعداد آنها را مشخص نموده به جدول مذکور مراجعه نماییم. از حاصلضرب عدد مربوط به گرمای محسوس وسایل گرمازا در تعداد آنها، بارسرمایی محسوسی که به اتاق تحمیل می‌شود بدست خواهد آمد.

بارسرمایی محسوس مؤثر اتاق ERSH :

در این مرحله می‌توانیم بارسرمایی محسوس مؤثر اتاق را که در محاسبهٔ دبی هوای حامل بارسرمایی بکار خواهد رفت، محاسبه نماییم. با احتساب ده درصد ضریب اطمینان خواهیم داشت:

$$ERSH = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6) \times 1.1$$

۷ ـ محاسبهٔ بار سرمایی نهان مؤثر اتاق ERLH (Q_7):

بارسرمایی نهان اتاق برابر است با حاصلجمع اقلام زیر:

الف ـ بارسرمایی نهان هوای خارج فراری از دستگاه تهویه مطبوع به اتاق:

$$Q_{lv} = V \times \Delta W \times BF \times \frac{60 \times h_{fg}}{7000 \times v}$$

که در آن:

Q_{lv} ـ بارسرمایی نهان هوای خارج فراری به اتاق [Btu/hr]

V ـ مقدار هوای لازم برای تهویهٔ اتاق [CFM]

ΔW ـ اختلاف نسبت رطوبت هوای داخل و خارج [Grain/lb]

BF ـ ضریب میان‌بر از جداول ۱ـ۳ و ۲ـ۳ یا کاتالوگ کارخانه

60 ـ [min./hr]

h_{fg} ـ گرمای نهان بخار آب از جدول ۱ـ۱ (آخر فصل اول) [Btu/lb]

7000 ـ ضریب تبدیل پاوند به گرین

v ـ حجم مخصوص هوای خارج از نمودار مشخصات هوا [ft^3/lb]

ب ـ بارسرمایی نهان ساکنین اتاق:

$$Q_{lp} = \text{تعداد ساکنین اتاق} \times q_{lp}$$

که در آن:

Q_{lp} ـ بارسرمایی نهان کل ساکنین اتاق [Btu/hr]

q_{lp} ـ بارسرمایی نهان هرنفر مستخرجه از جدول ۱۵ـ۳

ج ـ بارسرمایی نهان ناشی از وسایل گرمازای داخل اتاق:

این بارسرمایی از حاصلضرب عدد مربوط به گرمای نهان وسایل گرمازای داخل اتاق مستخرجه از جدول ۱۹ـ۳ در تعداد این وسایل حاصل می‌شود.

۸ ـ محاسبهٔ بارسرمایی محسوس بقیهٔ هوای خارج (Q_8):

بطوریکه قبلاً ذکر شد، این بار سرمایی مربوط به آن مقدار از هوای لازم برای تهویه است که ضمن عبور از روی کویل دستگاه تهویه مطبوع دمایش تغییر می‌کند.

$$Q_8 = V \times (t_o - t_i) \times (1 - BF) \times 1.08$$

که در آن:

Q_8 ـ بارسرمایی محسوس بقیهٔ هوای خارج [Btu/hr]

V ـ مقدار هوای لازم برای تهویهٔ اتاق [CFM]

t_o ـ دمای خشک طرح خارج [F]

t_i ـ دمای خشک طرح داخل [F]

BF ـ ضریب میان‌بر از جداول ۱ـ۳ و ۲ـ۳ یا کاتالوگ

1.08 ـ قبلاً توضیح داده شده است

۹ ـ محاسبهٔ بارسرمایی نهان بقیهٔ هوای خارج (Q_9):

$$Q_9 = V \times \Delta W \times (1 - BF) \times \frac{60 \times h_{fg}}{7000 \times v}$$

در مورد اجزاء فرمول فوق قبلاً توضیح داده شده است.

بارسرمایی کل اتاق (Q_{TR}):

بارسرمایی کل اتاق عبارت خواهد بود از حاصلجمع Q_1 تا Q_9 با احتساب ده درصد ضریب اطمینان برای محاسبات:

$$Q_{TR} = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9) \times 1.1$$

بارسرمایی کل ساختمان (Q_T):

بارسرمایی کل ساختمان عبارت خواهد بود از حاصلجمع بارسرمایی کل اتاقها و فضاهای داخل ساختمان: $Q_T = \Sigma Q_{TR}$

کلیاتی در مورد محاسبات بارسرمایی:

۱ ـ بطور کلی انتقال حرارت از یک طرف جسمی به طرف دیگر آن، فرآیندی است که به زمان نیاز دارد، این مدت زمان را تأخیر

حرارت[1] می‌نامند که در مورد ساختمان بستگی به ضخامت جداره‌ها و نوع عایق کاری آنها دارد. لذا جداری که در معرض تابش آفتاب قرار دارد، ممکن است گرمای خورشید را ساعتها بعد یا حتی پس از غروب آفتاب به داخل ساختمان منتقل نماید. به دلیل همین تأخیر حرارت، مشکل می‌توان ساعتی را که درآن بارسرمایی اتاق حداکثر است از قبل تعیین نمود و باز به همان دلیل، ساعت وقوع بارسرمایی حداکثر در اتاقهای مختلف یک ساختمان برحسب موقعیت آنها نسبت به ساختمان (شرق، غرب، شمال، جنوب) متفاوت می‌باشد. بنابراین در شروع محاسبات که نمی‌دانیم بارسرمایی اتاق در چه ساعتی حداکثر است، ناگزیریم با توجه به موقعیت اتاق نسبت به ساختمان، محاسبهٔ بارسرمایی جداره‌های خارجی اتاق را برای چند ساعت مختلف که احتمال دارد بارسرمایی اتاق در آن ساعات حداکثر باشد، تکرار کنیم و هرساعتی که درآن بارسرمایی جداره‌های خارجی اتاق (سقف، دیوار، در و پنجرهٔ مشرف بخارج) بیشتر باشد، مراحل بعدی محاسبات را برای آن ساعت ادامه دهیم. ساعتهای احتمالی وقوع بار سرمایی حداکثر اتاق براساس موقعیت آن نسبت به ساختمان، در جدول E ــ ۳ ارائه شده‌اند.

جدول E ــ ۳: ساعات احتمالی وقوع بارسرمایی حداکثر اتاق

موقعیت اتاق نسبت به ساختمان	ساعت
شرقی	11 صبح تا 2 بعدازظهر
جنوبی	1 تا 5 بعدازظهر
غربی	4 تا 7 بعدازظهر
شمالی	8 تا 9 صبح یا 6 تا 8 بعدازظهر

۲ ــ قسمت‌هایی از دیوارها و پنجره‌ها، همواره تحت سایهٔ ناشی از طاقچه‌های بالای پنجره، برآمدگیهای لبهٔ دیوار، ساختمانهای مجاور و غیره قرار دارند. بدیهی است که بارسرمایی این قسمت از دیوارها بمیزان قابل ملاحظه‌ای کمتر از قسمت‌هایی است که تحت تابش آفتاب قرار دارند، لذا بهتر است در محاسبات بارسرمایی، فرمولهای محاسباتی Q_1 و Q_2 را برای سطوح آفتابگیر و سطوح تحت سایه بطور جداگانه حساب کنیم.

انواع سایه‌ها[2] ــ سایه‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف ــ سایه‌های عرضی که دیوارها می‌اندازند.

ب ــ سایه‌های ارتفاعی که سایبانها و طاقچه‌ها می‌اندازند.

مساحت هریک از سایه‌های فوق در هر ساعت بستگی به زاویهٔ تابش خورشید دارد. برای محاسبهٔ مساحت سایه‌های عرضی و ارتفاعی، از جدول ۲۰ــ۳ و نمودار ضمیمهٔ آن (آخر فصل سوم) استفاده می‌گردد. جدول ۲۰ــ۳ زوایای تابش ارتفاعی[3] (Alt) و عرضی[4] (Az) را نسبت به عرض جغرافیایی محل طرح در ماهها و ساعتهای مختلف ارائه می‌دهد. با تعیین این زوایا به نمودار ضمیمهٔ جدول ۲۰ــ۳ مراجعه نموده ضرایب سایه‌های عرضی و ارتفاعی را تعیین می‌کنیم. اکنون می‌توانیم مساحت سایه‌ها را بترتیب زیر تعیین نماییم:

۱ ــ عرض سایهٔ عرضی = ضریب سایهٔ عرضی × پهنای دیواری که سایه می‌اندازد

مساحت سایهٔ عرضی = عرض سایهٔ عرضی × ارتفاع جداره

۲ ــ ارتفاع سایهٔ ارتفاعی = ضریب سایهٔ ارتفاعی × پهنای سایبان

مساحت سایهٔ ارتفاعی = ارتفاع سایهٔ ارتفاعی × طول جداره

برای محاسبهٔ Q_1 و Q_2 ، باید اجزاء فرمولها را برای سطوح تحت‌سایه مشخص نماییم. بعنوان مثال، اگر می‌خواهیم مقدار Q_1 را برای آنقسمت از پنجرهٔ غربی که تحت سایه است در یک ساعت بخصوص محاسبه کنیم، باید ضریب ذخیره و مقدار حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه را بترتیب از سطر مربوط به سایه در جداول ٦ــ۳ تا ۱۰ــ۳ و سطر مربوط به جهت مخالف جداره مورد محاسبه یعنی شرق از جدول ٤ــ۳ برداشت نماییم. همچنین در تعیین Q_2 برای دیوار غربی تحت سایه، باید اختلاف دمای معادل سطوح تحت سایه را در سطر مربوط به سایه از جداول ۱۱ــ۳ و ۱۲ــ۳ پیدا نموده در فرمول مربوطه قرار دهیم.

مثال ۳: سایه‌های ناشی از ساختمان مجاور:

ساختمانهایی در موقعیت نشانداده شده در شکل ۱۸ــ۳ مفروضند. مساحت سایه را درساعت 4 بعدازظهر 23 جولای برای ساختمانی که قرار است تهویهٔ مطبوع شود (با علامت A. C. BLDG. مشخص شده) محاسبه نمایید.

حل: توصیه می‌شود که در این قبیل موارد نقشهٔ پلان و مقطع عمودی ساختمانها رسم گردیده موقعیت تقریبی اشعهٔ خورشید روی آنها مشخص گردد (در شکل ۱۸ــ۳ بصورت خط چین نمایش داده شده)، اینکار مهندس طراح را قادر می‌سازد که شرایط سایه‌ها را مشاهده کند.

زاویهٔ عرضی (Az): از جدول ۲۰ــ۳ = 267°

زاویهٔ ارتفاعی (Alt) = 35°

ضریب سایهٔ عرضی: از نمودار ضمیمهٔ جدول ۲۰ــ۳ = 0.1 ft/ft

ضریب سایهٔ ارتفاعی = 0.7 ft/ft

طول سایهٔ عرضی (L) : $85 - 15 - (0.1 \times 75) = 62.5$ ft

ارتفاع سایهٔ ارتفاعی : $100 - (75 \times 0.7) = 47.5$ ft

مساحت سایه : $62.5 \times 47.5 = 2968.75$ ft^2

مثال ٤: سایهٔ ناشی از طاقچهٔ بالای پنجره و لبه‌های دیوار محیط بر پنجره:

ابعاد سایه را برای پنجره‌ای با قاب فلزی واقع در سمت غربی یک

1– Heat Lag 2– Shades 3– Altitude Angle 4– Azimuth Angle

ساختمان که در شکل ۱۹ــ۳ نشانداده شده، محاسبه نمایید. ساعت محاسبه 2 بعدازظهر روز 23 جولای (اول مرداد) و عرض جغرافیایی محل 40° شمالی است.

حل: 242° = زاویهٔ عرضی (Az): از جدول ۲۰ــ۳

57° = زاویهٔ ارتفاعی (Alt)

: از نمودار ضمیمهٔ جدول ۲۰ــ۳

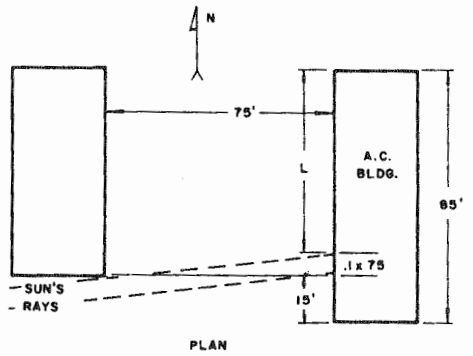
0.6 in./in. = ضریب سایهٔ عرضی

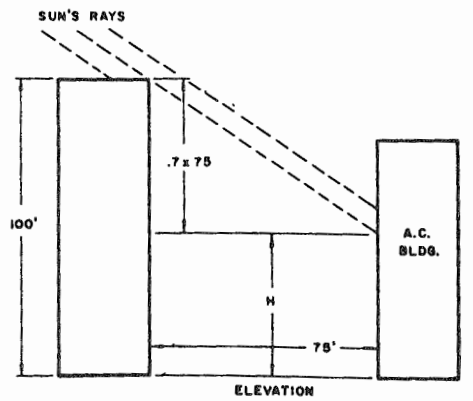
1.8 in./in. = ضریب سایهٔ ارتفاعی

$0.6 \times 8' = 4.8'$ = طول سایهٔ عرضی

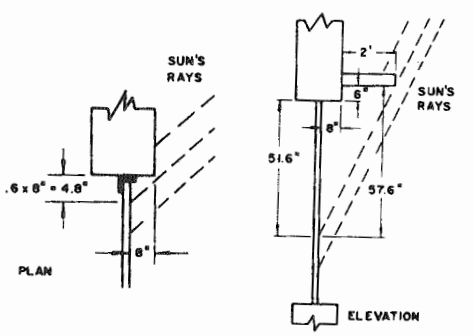
$1.8 \times (24' + 8') = 57.6'$ = طول سایهٔ ارتفاعی ناشی از طاقچهٔ بالای پنجره

امّا طاقچه 6" بالای پنجره قرار دارد، لذا ارتفاع سایهٔ ارتفاعی که روی پنجره می افتد برابر است با: $57.6' - 6' = 51.6'$





شکل ۱۸ــ۳: سایهٔ ساختمان مجاور



شکل ۱۹ــ۳: مربوط به مثال ٤

طراحی سیستم کانال

وظیفهٔ یک سیستم کانال عبارتست از انتقال هوای حامل سرما یا گرما، از دستگاه تهیه کنندهٔ هوای مطبوع به فضای مورد نظر. جهت حسن انجام این وظیفه، طرح سیستم باید در چهارچوب امکانات موجود و دستورالعملهایی که برای حدود افت فشار، سرعت، سطح صدا و غیره در این مبحث ارائه می‌گردند،انجام گیرد.

کلیات در مورد سیستم کانال ـ

سیستم‌های کانال رفت و برگشت برحسب سرعت و فشار جریان هوا درداخل کانال، بترتیب زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱ ــ سرعت ـ سیستم‌های انتقال هوا را می‌توان براساس سرعت ابتدایی در کانال رفت بترتیب زیر تقسیم‌بندی نمود:

در تهویهٔ مطبوع ساختمانهای معمولی:

الف ــ سرعت کم ـ حداکثر تا2500fpm، معمولاً بین 1200 تا 2200 fpm

ب ــ سرعت زیاد ـ بیش از 2500 fpm

در تهویهٔ مطبوع ساختمانهای صنعتی:

الف ــ سرعت کم ـ حداکثر تا 2500 fpm ، معمولاً بین 2200 تا 2500 fpm

ب ــ سرعت زیاد ـ 2500 تا 5000 fpm

معمولاً برای کانال برگشت، هم برای ساختمانهای معمولی و هم صنعتی، سرعت کم درنظر گرفته می‌شود که حدود آن بقرار زیر است:

الف ــ در تهویه مطبوع ساختمانهای معمولی ـ سرعت کم حداکثر تا2000fpm، معمولاً بین 1500 تا 1800 fpm

ب ــ در تهویهٔ مطبوع ساختمانهای صنعتی ـ سرعت کم حداکثر تا 2500 fpm، معمولاً بین 1800 تا2200 fpm

۲ ــ فشار ـ سیستم‌های انتقال هوا براساس فشار کلی به سه طبقه تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف ــ فشار پایین ـ حداکثر تا ¾ 3 اینچ آب

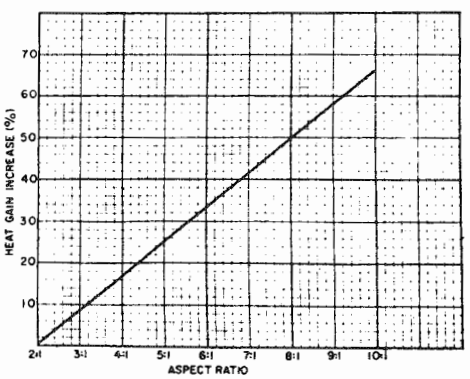
ب ــ فشار متوسط ـ ¾ 3 تا ¾ 6 اینچ آب

ج ــ فشار بالا ـ ¾ 6 تا ¼ 12 اینچ آب

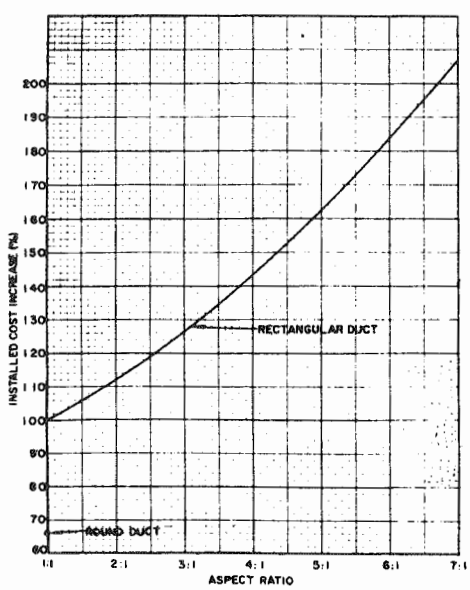
فشار کلی سیستم عبارتست از حاصلجمع افت فشار در طول کانال، افت فشار در دستگاه تهویهٔ مطبوع، افت فشار در دریچهٔ ورود هوا به فضای مورد نظر و فشار استاتیکی لازم در انتهای کانال که در مورد هریک توضیح داده خواهد شد.

اصطلاحات و تعاریف:

۱ ــ نسبت ظرافت[1] ـ این اصطلاح که در مورد کانالهای با مقطع مربع مستطیل بکار می‌رود عبارتست از نسبت ضلع بزرگ به ضلع کوچک مقطع کانال. در مراحل اولیهٔ طرح سیستم کانال باید نسبت ظرافت را مشخص نمود، این امر از این نظر واجد اهمیت است که با افزایش نسبت ظرافت، از طرفی میزان جذب یا دفع حرارت در طول سیستم کانال بالا می‌رود و از طرف دیگر هزینهٔ تمام شدهٔ تأسیسات و مخارج راه‌اندازی سیستم تهویه مطبوع افزون می‌گردد. نمودارهای B ــ۳ و C ــ۳ و D ــ۳ بترتیب تأثیر افزایش نسبت ظرافت را روی میزان جذب حرارت در سیستم کانال و مخارج نصب و هزینهٔ عملیاتی سیستم تهویه مطبوع نشان می‌دهند. بهترین نسبت ظرافت 1:1 می‌باشد و باید سعی کنیم که این نسبت از 6:1 بیشتر نشود. البته از نقطه‌نظرهای مذکور، کانال مدور بر کانال چهارگوش برتری دارد، ولی بدلیل محدودیتهای ساختمانی بندرت می‌توان از کانال مدور استفاده نمود.

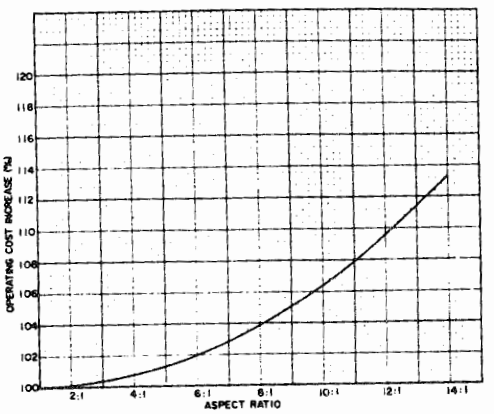


نمودار B ــ۳: تأثیر نسبت ظرافت روی میزان جذب حرارت در سیستم کانال



نمودار C ــ۳: تأثیر نسبت ظرافت در مخارج نصب سیستم

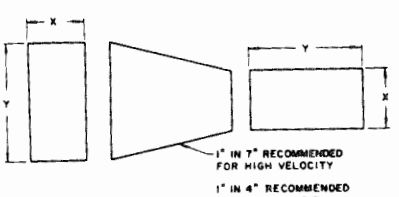
1– Aspect Ratio



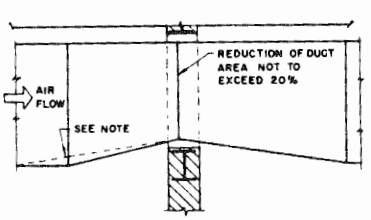
نمودار D-۳: تأثیر نسبت ظرافت در هزینهٔ عملیاتی سیستم تهویه

۲ ــ وصاله‌ها[1] - مهمترین وصاله‌هایی که در سیستم کانال مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

الف ــ تبدیل‌ها[2] - که برای تبدیل تدریجی سطح مقطع کانال از بزرگ به کوچک و بالعکس بکار می‌روند (شکل ۲۰ــ۳). همچنین هنگام برخورد به موانع ساختمانی از قبیل تیرآهن و غیره از تبدیل استفاده می‌شود (شکل ۲۱ــ۳). در بعضی سیستم‌های تهویهٔ مطبوع، درداخل کانال کویل گرم یا سرد تعبیه می‌شود که اینکار نیز بکمک تبدیلها صورت می‌گیرد (شکل ۲۲ــ۳).

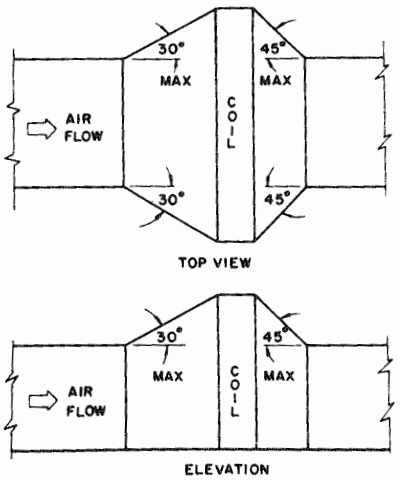


شکل ۲۰ــ۳: تبدیل



NOTE: 1:7 slope is recommended for high velocity, 1:4 slope for low velocity.

شکل ۲۱ــ۳: استفاده از تبدیل هنگام برخورد کانال به مانع مزاحم ساختمانی



NOTE: Angles shown are for low velocities. 1:7 slope is recommended for high velocities.

شکل ۲۲ــ۳: استفاده از تبدیل برای نصب کویل حرارتی درداخل سیستم کانال

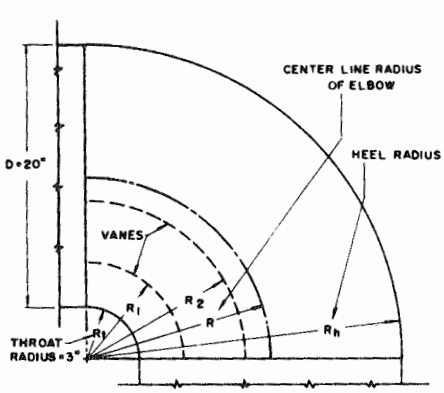
ب ــ زانویی‌ها[3] - که برای تغییر جهت و یا انشعاب گیری از کانال مورد استفاده قرار می‌گیرند. شعاعهای زانویی بطوریکه در شکل ۲۳ــ۳ ملاحظه می‌شود، عبارتند از شعاع گلویی[4] (R_t)، شعاع مرکزی (R)[5] و شعاع پاشنه (R_h)[6].

انواع معمولی زانویی ها عبارتند از:

۱ ــ زانویی های چهارگوش:

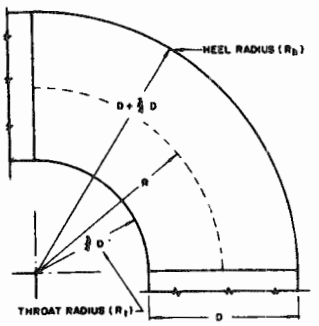
الف ــ زانویی شعاع بلند[7] (شکل ۲۴ــ۳) - در این زانویی، شعاع گلویی (R_t) معادل 3/4 پهنای کانال بوده نسبت شعاع مرکزی زانویی به پهنای کانال ($\frac{R}{D}$) برابر 1.25 می‌باشد که بهترین نسبت است.

ب ــ زانویی شعاع کوتاه[8] (شکل ۲۵ــ۳) - این زانویی می‌تواند یک، دو یا سه پره داشته باشد. وجود این پره‌ها باعث نظم و ممانعت از آشفتگی[9] جریان هوا و نهایتاً کاهش افت فشار در زانویی می‌گردد. محل قرارگرفتن این پره‌ها برحسب تعداد آنها و با

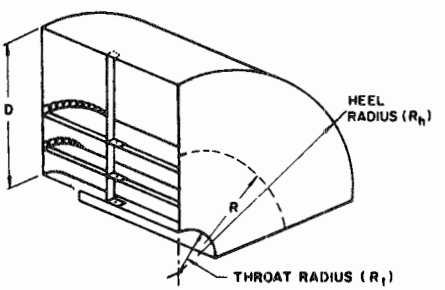


شکل ۲۳ــ۳: شعاعهای زانویی

1– Fittings
2– Transformations
3– Elbows
4– Throat Radius
5– Central Line Radius.
6– Heel Radius
7– Full Radius Elbow
8– Short Radius Elbow
9– Turbulance



شکل ۲۴ــ۳: زانویی شعاع بلند



شکل ۲۵ــ۳: زانویی شعاع کوتاه

استفاده از نمودار A ــ ۳ مشخص می‌شود. مثال های ۵ و ۶ چگونگی استفاده از این نمودار را نشان می‌دهند.

۲ ــ زانویی های مدور:

این زانویی ها در انواع صاف، سه قطعه‌ای و پنج قطعه‌ای ساخته می‌شوند. شکل ۲۶ــ۳ یک زانویی 45° سه قطعه‌ای و شکل ۲۷ــ۳ چگونگی عبور کانال مدور را از یک مانع مزاحم ساختمانی نشان می‌دهند.

مثال ۵: تعیین محل استقرار پره ها در یک زانویی چهارگوش:

می‌خواهیم یک زانویی (شکل ۲۳ــ۳) با مشخصات زیر طرح کنیم:

2 = تعداد پره، $2\frac{3}{4}''$ = شعاع پاشنه (R_h)، $20''$ = پهنای کانال (D)، $3''$ = شعاع گلویی (R_t)

مطلوبست: ۱ ــ محل استقرار پره ها، ۲ ــ نسبت $\frac{R}{D}$ برای زانویی

حل: ۱ ــ به نمودار A ــ ۳ مراجعه نموده $R_t = 3''$ را به $R_h = 23''$ وصل می‌کنیم (با خط نقطه مشخص شده)، اکنون قادریم محل استقرار پره ها را روی نمودار بخوانیم: $R_2=12''$ و $R_1=6''$

۲ ــ تعیین نسبت $\frac{R}{D}$:

$$R = 3'' + 20''/2 = 13''$$

$$\frac{R}{D} = \frac{13''}{20''} = 0.65$$

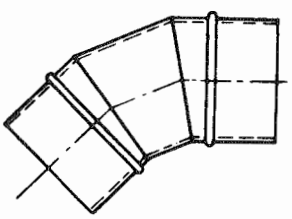
گرچه توصیه می‌شود که حتی المقدور R_t برابر صفر نباشد، ولی گاه بدلیل محدودیت فضا ناچاریم این شعاع را صفر درنظر بگیریم. مثال ۶ چگونگی تعیین محل استقرار پره ها در زانویی با شعاع گلویی صفر را نشان می‌دهد.

مثال ۶: می‌خواهیم یک زانویی (شکل ۲۸ــ۳) با مشخصات زیر طرح کنیم:

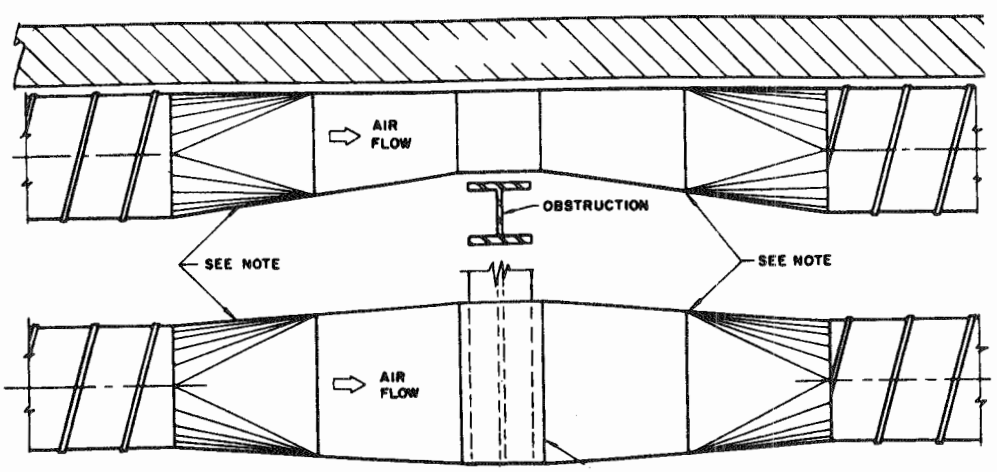
$20''$ = پهنای کانال (D)، $20''$ = شعاع پاشنه (R_h)،

0 = شعاع گلویی (R_t)

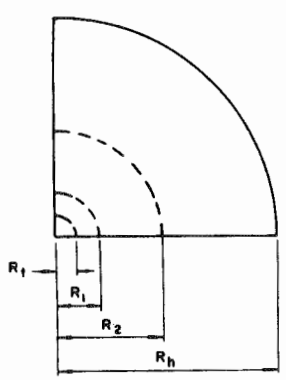
مطلوبست محل استقرار پره ها.



شکل ۲۶ــ۳: زانویی سه قطعه‌ای

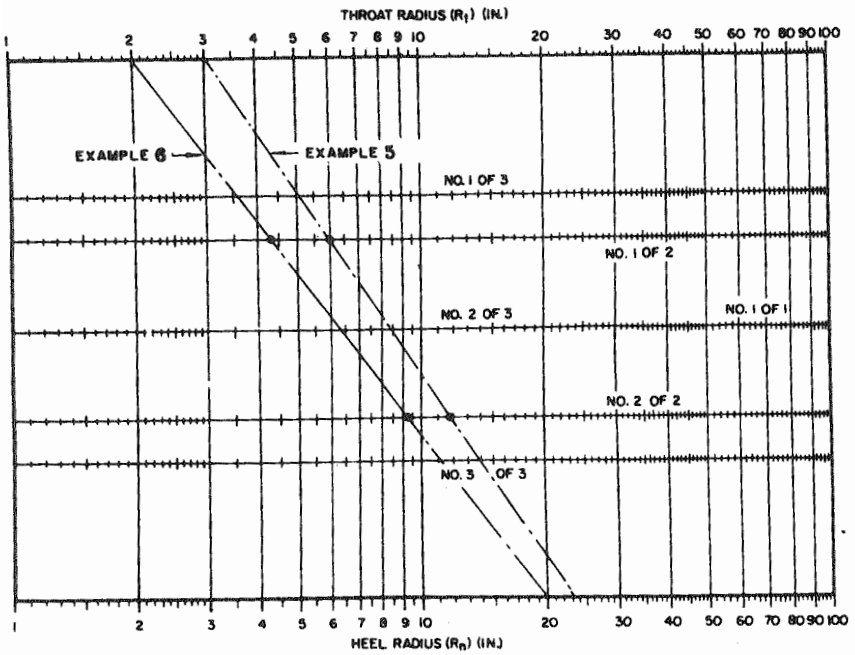


شکل ۲۷ــ۳: چگونگی عبور کانال مدور از مانع مزاحم ساختمانی



شکل ۲۸ــ۳: زانویی بدون شعاع گلویی

نمودار A–۳: تعیین محل استقرار پره‌ها درداخل زانویی



From *Fan Engineering*, Buffalo Forge Co.

محل استقرار پرهٔ اول وقتی سه پره داشته باشیم

محل استقرار پرهٔ اول وقتی دو پره داشته باشیم

محل استقرار پرهٔ دوم وقتی سه پره داشته باشیم

محل استقرار پرهٔ دوم وقتی دو پره داشته باشیم

محل استقرار پرهٔ سوم وقتی سه پره داشته باشیم

حل: در این قبیل موارد برای اینکه بتوانیم از نمودار A–۳ استفاده کنیم، فرض می‌نماییم که شعاع گلویی (R_t) برابر 0.1 شعاع پاشنه (R_h) می‌باشد (این تنها برای استفاده از نمودار است و در عمل شعاع گلویی را صفر درنظر می‌گیریم): $R_t = 0.1 \times 20'' = 2''$

اکنون به نمودار A–۳ مراجعه نموده $R_t = 2''$ را به $R_h = 20''$ وصل می‌کنیم (با خط نقطه مشخص شده). اکنون می‌توانیم شعاعی را که پره‌ها در آن مستقر خواهند شد از نمودار بخوانیم:

$R_1 = 4.5''$ $R_2 = 9.5''$

در این موارد پرهٔ سوم را حتماً در شعاعی که برای R_t فرض کرده بودیم (در این مثال $2''$) مستقر می‌کنیم.

۳ – دمپرها[1]

دمپرها برای کنترل دبی و تنظیم فشار هوا در نقاط مختلف سیستم کانال مورد استفاده قرار می‌گیرند. انواع دمپرها بقرار زیرند:

دمپرهای کرکره‌ای[2] – این دمپرها برای انجام سه وظیفهٔ مهم بکار می‌روند:

۱ – برای کنترل و تخلیط هوای خارج و هوای برگشتی از اتاقها.

۲ – برای کنترل دبی هوایی که توسط بادزن بجریان می‌افتد.

۳ – برای میان‌بر کردن هوا.

شکل ۲۹–۳ اجزاء دمپر کرکره‌ای را نشان می‌دهد. این دمپرها بردو نوعند، یکی دمپر **تک عملی**[3] که فقط می‌تواند کاملاً باز یا کاملاً بسته باشد و دیگری دمپر **دوعملی**[4] که برای کنترل جریان هوا بکار می‌رود. تغییر حالت کرکره‌ها یا توسط دست و یا بوسیلهٔ دمپرموتور صورت می‌گیرد. جدول F–۳ موارد استفادهٔ انواع مختلف دمپرهای کرکره‌ای را شرح می‌دهد.

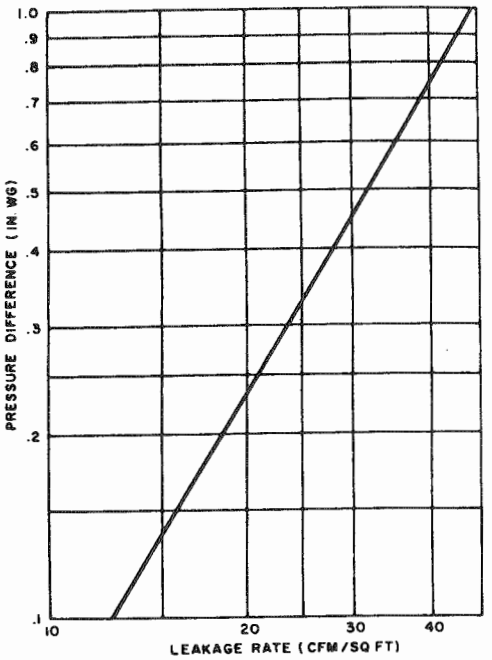
دمپر رها کننده[5] – این نوع دمپر که در شکل ۳۰–۳ نشانداده شده است، برای رها کردن فشار اضافی در ساختمان و نیز بعنوان دمپر یکطرفه در سیستم‌های تخلیهٔ هوا بکار می‌رود.

دریچه ورود هوا به اتاق – که خود نوعی دمپر است و تنظیم نهایی جریان هوا توسط آن صورت می‌گیرد.

دمپرهای کرکره‌ای حتی در حالت بسته نیز مقداری هوا از خود عبور می‌دهند که میزان آن نسبت به اختلاف فشار طرفین دمپر در نمودار E – ۳ ارائه شده است.

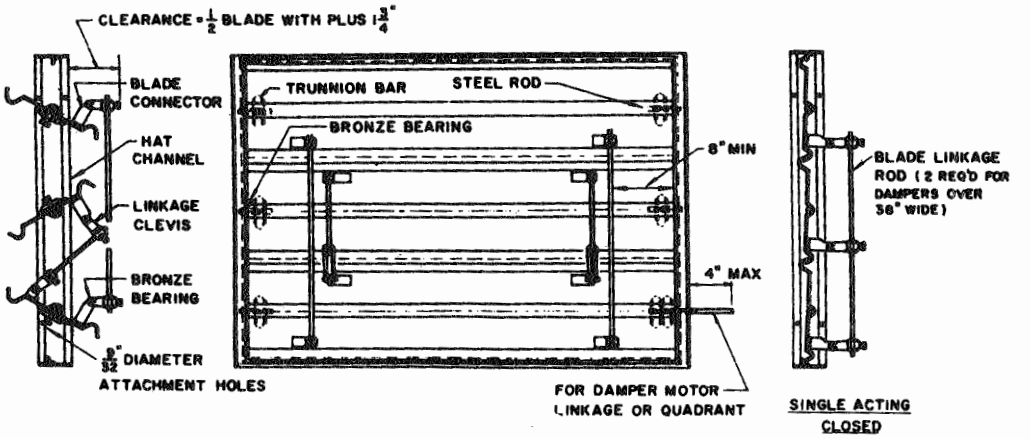
1– Dampers
2– Louver Dampers
3– Single Action Damper
4– Double Action Damper
5– Relife Damper

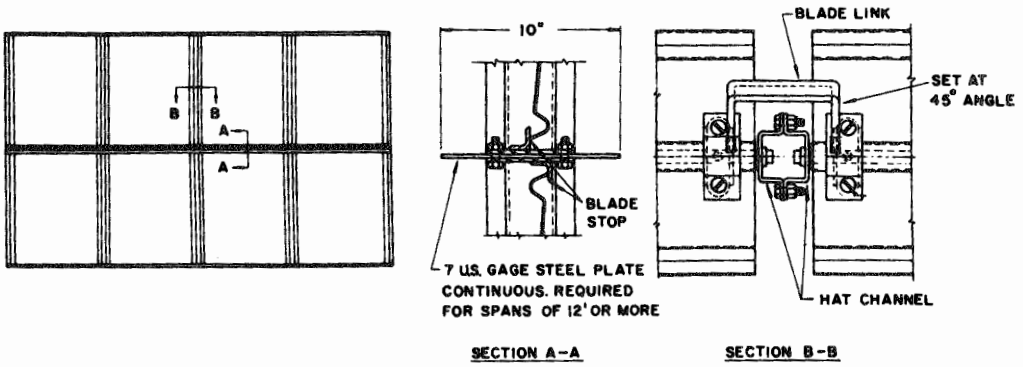
نمودار E ـ۳: نشت هوا از دمپر کرکره‌ای بسته



جدول F ـ۳: شرح موارد استفادهٔ دمپرهای کرکره‌ای

توضیح و نوع دمپر پیشنهادی	سرعت پیشنهادی برای هوا در عبور از دمپر کاملاً باز	کاربرد	محل استقرار یا وظیفه
حد بالایی سرعت برای وقتی است که طول کانال اتصالی برای هوای خارج، کوتاه و طول کانال هوای برگشتی زیاد باشد. در این مورد می‌توان از دمپر کرکره‌ای تک عملی استفاده نمود.	500 – 800 (fpm)	تهویه	حداکثر هوای خارج
وقتی که منظور ایجاد خفقان است باید از دمپر دوعملی استفاده شود.	500 – 800 (fpm)	ایجاد مقاومت مجاز و متعادل کردن سیستم	حداقل هوای خارج
می‌توان از دمپر تک عملی استفاده کرد.	500 – 800 (fpm)	ایجاد مقاومت مجاز و متعادل کردن سیستم	صد درصد هوای خارج
حد بالایی سرعت برای وقتی است که طول کانال برگشت هوا کوتاه بوده و طول کانال هوای خارج زیاد باشد. در این مورد بایداز دمپر دوعملی استفاده شود.	800 – 1200 (fpm)	ایجاد مقاومت مجاز و متعادل کردن سیستم	هوای برگشتی
دمپر باید برابر سطح مقطع رطوبت گیر و از نوع دوعملی باشد.	400 – 800 (fpm)	کنترل شرایط فضای مورد تهویه	در سطح مقطع رطوبت گیر
دمپر باید مقاومت رطوبت گیر باضافهٔ دمپر واقع در سطح مقطع رطوبت زن را متعادل کند. دمپر باید از نوع دوعملی باشد.	1500–2500 (fpm)	متعادل کردن سیستم	در قسمت میان بر رطوبت گیر
دمپر باید از نوع دوعملی بوده مقاومت در گرمکن را متعادل کند.	1000–1500	متعادل کردن	در میان بر گرم کن
از دمپر دوعملی استفاده شود.	همان سرعت هوا در کانال	سطح مفید کانال	در قسمت مکش یا دهش بادزن و یا داخل کانال



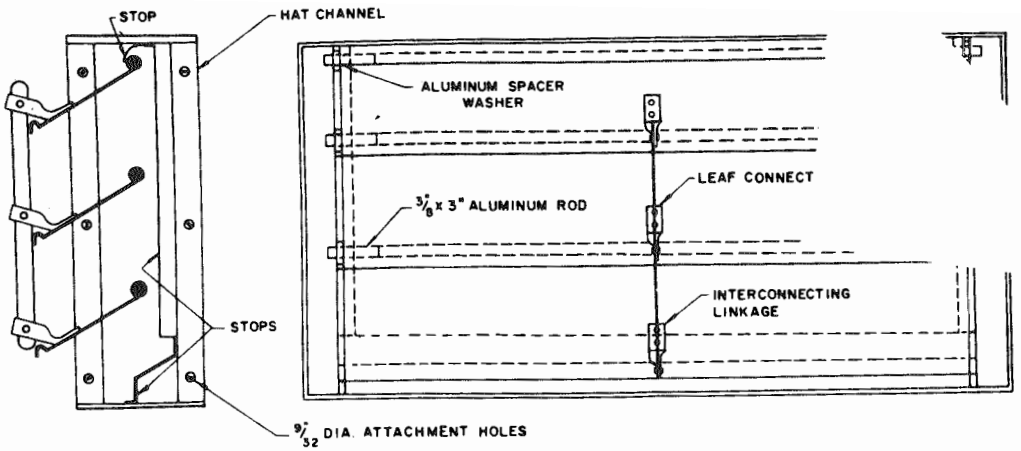


Maximum Over-all Height	91½"
Maximum Over-all Width	50"
Maximum Blade Width	12"
Frame – Top and Bottom	3" x ⅛" flat bar
– Sides	3" x ⅞" x ⅛" hat channel
Blades	16 U.S. gage steel
Bearing	Oil-retaining porous bronze
Blade Linkage Rod	5/16" dia. CRS
Trunnion	Die-formed steel
Blade Link (Multi-section)	Stainless steel bar

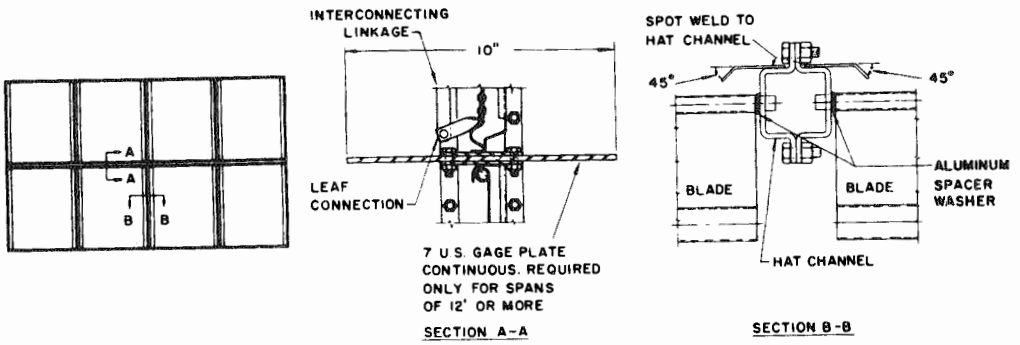
BLADES

DAMPER HEIGHT (in.)	NUMBER OF BLADES
To and incl. 12-11/16	1
12¾ thru 21½	2
21⁹⁄₁₆ thru 31½	3
31⁹⁄₁₆ thru 41½	4
41⁹⁄₁₆ thru 51½	5
51⁹⁄₁₆ thru 61½	6
61⁹⁄₁₆ thru 71½	7
71⁹⁄₁₆ thru 81½	8
81⁹⁄₁₆ thru 91½	9

شکل ۲۹ــ۳: اجزاء دمپرهای کرکره‌ای همراه با مشخصات فنی آنها



SINGLE RELIEF DAMPER



MULTIPLE RELIEF DAMPER ASSEMBLY
(FOR ASSEMBLY EXCEEDING MAXIMUM DIMENSION)

MATERIAL SPECIFICATIONS

Maximum Over-all Height	91½"
Maximum Over-all Width	40"
Maximum Blade Width	3½"
Frame — Top and Bottom	3" wide, 11 gage black iron
— Sides	3" x ⅞" x ⅛" hat channel
Blades	22 B & S gage aluminum
Blade Linkage Rod	½" wide, 0.050" aluminum
Spacer Washer	⅜" ID x ½" OD aluminum

PRESSURE DROP

FACE VELOCITY (fpm)	PRESSURE DROP (in. wg)
400	.067
500	.084
600	.120
700	.160
800	.200
900	.256

شکل ۳۰ــ۳: دمپر رها کننده همراه با مشخصات فنی آن

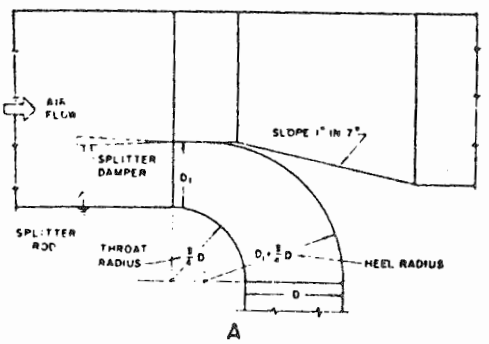
٤ ــ انشعاب ها[1] ـ

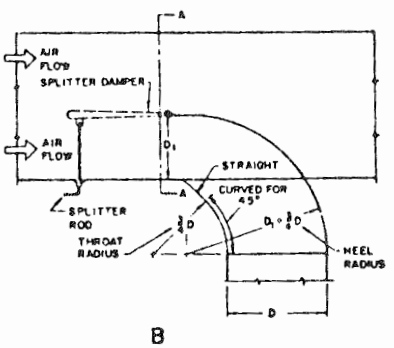
برای انشعاب گیری از کانال اصلی طرحهای مختلفی وجود دارد. شکل ۳۱ــ۳ معمولترین انواع انشعاب گیری را نشان می‌دهد. در انشعاب شکل ۳۱A ــ۳ از زانویی شعاع بلند استفاده گردیده است. در شکل های ۳۱A ــ۳ و ۳۱B ــ۳ قوسهای گلویی و پاشنهٔ زانویی متحدالمرکز نیستند زیرا D_1 از D کوچکتر است. فرق اساسی بین شکلهای ۳۱A ــ۳ و ۳۱B ــ۳ اینست که در شکل ۳۱B ــ۳ انشعاب تا داخل کانال امتداد می‌یابد، لذا مقطع کانال اصلی در محل انشعاب کوچکتر نشده احتیاجی به تعبیهٔ وصالهٔ تبدیلی (دیفیوزر) نیست. برای هدایت دبی هوای محاسبه شده برای یک شاخهٔ معین، بطوریکه در شکل های مزبور دیده می‌شود، یک دمپر **جداکننده**[2] در مبدأ انشعاب تعبیه می‌گردد. شکل ۳۱C ــ۳ یک نوع دیگر انشعاب گیری از کانال اصلی را نشان می‌دهد که درآن انشعاب از لبهٔ کناری کانال اصلی گرفته شده هیچ قسمت انشعاب بداخل کانال اصلی امتداد نمی‌یابد. این طرح معمولاً وقتی بکار می‌رود که دبی هوایی که قرار است وارد شاخهٔ مورد نظر گردد، کم باشد. شکل ۳۱D ــ۳ یک انشعاب با زانویی چهارگوش را نشان می‌دهد که بخاطر افت فشار تولیدی و هزینهٔ زیاد، مناسب نیست. شکل

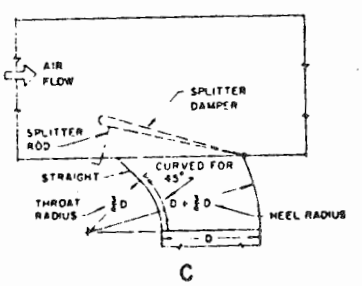
1— Take-Offs

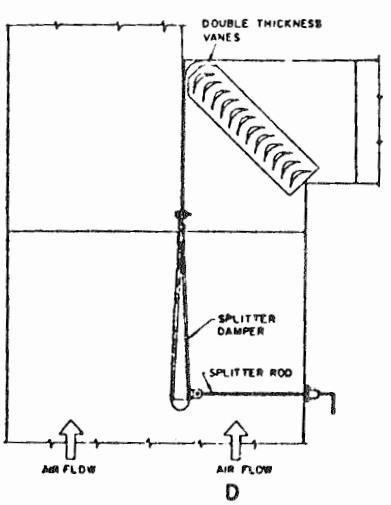
2— Splitter Damper

۳۲ــ۳ نوع دیگری از انشعاب گیری را بنام **انشعاب مستقیم** نشان می‌دهد. این انشعاب گیری در مواردی بکار می‌رود که شاخهٔ مورد نظر فقط یک خروجی داشته باشد. بمنظور کنترل بهتر دبی هوای خروجی، در این طرح نیز استفاده از یک دمپر جداکننده توصیه می‌شود.

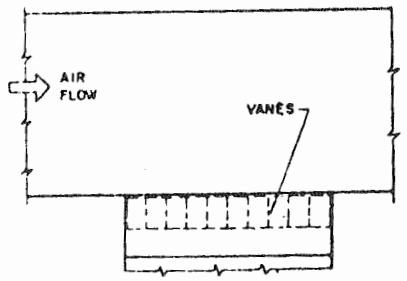








شکل ۳۱ــ۳: انواع متداول انشعاب گیری از کانال اصلی



شکل ۳۲ــ۳: انشعاب مستقیم

طرح و محاسبهٔ سیستم کانال:

جریان هوا در کانال ـ وقتی قرار است هوا درداخل کانالی جریان یابد، مانند جریان هر سیال دیگری، فشاری لازم است تا جریان را بطور ثابت و دائمی برقرار بدارد. فشار هوا که ارتفاع فشار نیز نامیده می‌شود، دارای دو مؤلفه است:

۱ ــ فشار استاتیک[1] **(h_s)** ـ که برای مقابله با مقاومت ناشی از اصطکاک مولکولهای هوا با جدار کانال مصرف می‌شود.

۲ ــ فشار سرعتی[2] **(h_v)** ـ که صرف ایجاد سرعت هوا در کانال می‌گردد و درهر مقطع از کانال در شرایط استاندارد (70F و سطح دریا) عبارتست از:

$$h_v = (\frac{V}{4005})^2$$

در شرایط غیر استاندارد باید فشار سرعتی بدست آمده از فرمول فوق را در ضریب تصحیح چگالی هوا مستخرجه از نمودار ۱ــ۲ (فصل دوم) ضرب نمود. برای تعیین ارتفاع فشار سرعتی در شرایط استاندارد، بجای استفاده از فرمول فوق می‌توان با دردست داشتن سرعت در هر مقطع از کانال به جدول ۲۱ــ۳ (آخر فصل سوم) که برمبنای همین فرمول تدوین شده است، مراجعه نمود.

فشار کل[3] **هوا (h_t)** بطوریکه ذکر شد، برابر است با حاصلجمع فشارهای استاتیک و سرعتی:

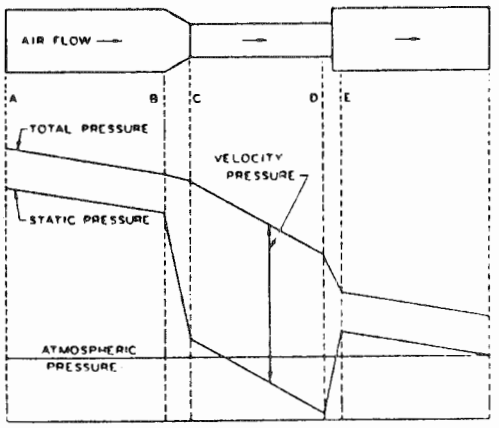
$$h_t = h_s + h_v$$

در یک سیستم کانال، فشار کل هوا در جهت حرکت جریان هوا در کانال بتدریج نقصان می‌یابد. با طرح مناسب سیستم کانال، باید ترتیبی داد که این کاهش فشار کل هوا، از بادزن تا انتهای هر شاخه، یکسان باشد.

فشار استاتیک و فشار سرعتی قابل تبدیل بیکدیگرند و می‌توانند در جهت حرکت جریان هوا در کانال، کاهش یا افزایش یابند. مثلاً در یک مسیر مستقیم با سطح مقطع ثابت، فشار استاتیک کاهش یافته ولی فشار سرعتی تغییر نمی‌کند، بنابراین فشار کل (یعنی حاصلجمع آنها) کاهش خواهد یافت. حال اگر در مسیری افزایش تدریجی سطح مقطع داشته باشیم، فشار سرعتی کاهش یافته فشار استاتیک افزایش می‌یابد و فشار کل تقریباً ثابت می‌ماند (با صرفنظر کردن از افت فشار ناچیز اصطکاکی).

1– Static Pressure 2– Velocity Pressure 3– Total Pressure

شکل ۳۳ــ۳ چگونگی تغییرات فشارهای استاتیک، سرعتی و کل را در طول کانال بصورت ترسیمی نشان می‌دهد.



شکل ۳۳ــ۳: چگونگی تغییرات فشار هوا در طول کانال

محاسبهٔ سیستم کانال ـ برای محاسبهٔ سیستم کانال به چهار عامل احتیاج است:

۱ ــ نرخ افت فشار اصطکاکی (استاتیک) ۲ ــ دبی هوا
۳ ــ سرعت هوا ٤ ــ قطر کانال

با دردست داشتن دو عامل از عوامل فوق، می‌توان دوتای دیگر را از نمودارهای ۲ــ۳ و ۳ــ۳ (آخر فصل سوم) معین نمود. این نمودارها برای کانال گالوانیزهٔ مدور و در شرایط استاندارد (70F و فشار 29.92 اینچ جیوه) تدوین شده‌اند. برای شرایط غیراستاندارد باید میزان نرخ افت فشار مستخرجه از این نمودارها را در ضریب تصحیح چگالی هوا که برحسب ارتفاع محل از سطح دریا و دمای هوای جریانی در کانال از نمودار ٤ــ۳ (آخر فصل سوم) استخراج می‌شود ضرب نمود. ضریب تصحیح مذکور عبارت خواهد بود از حاصلضرب ضرایب تصحیحی که برای ارتفاع و دما از نمودار ٤ــ۳ بدست می‌آیند. البته نمودارهای ۲ــ۳ و ۳ــ۳ را می‌توان برای ارتفاعات تا 2000 فوت از سطح دریا و دماهای 30 F تا 120 F بدون نیاز به تصحیح چگالی هوا بکاربرد.

اکنون به شرح چهار عامل نرخ افت اصطکاکی، دبی هوا، سرعت هوا و قطر کانال می‌پردازیم:

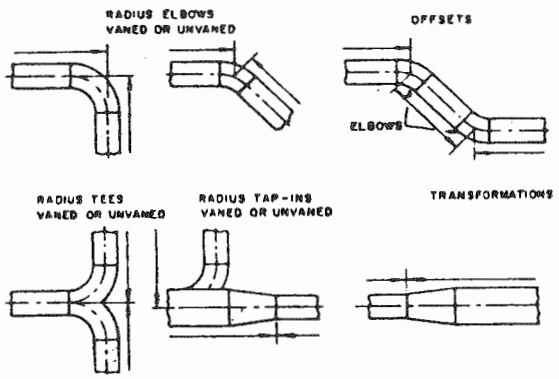
۱ ــ نرخ افت اصطکاکی ـ نرخ افت اصطکاکی از معادلهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$h_f = f(\frac{L}{D})h_v$$

که در آن:

h_f — افت فشار اصطکاکی برحسب اینچ آب
f — ضریب اصطکاک سطح داخلی کانال از دیاگرام مودی
L — طول کانال برحسب فوت
D — قطر داخلی کانال مدور برحسب فوت
h_v — فشار سرعتی برمبنای سرعت متوسط هوا درداخل کانال برحسب اینچ آب

معادلهٔ فوق زیربنای نمودارهای ۲ــ۳ و ۳ــ۳ می‌باشد. در این نمودارها نرخ افت اصطکاکی برحسب اینچ آب برصد فوت طول معادل کانال، روی محورهای افقی پایینی و بالایی داده شده است. برای تعیین افت فشار اصطکاکی تا هر قسمت از کانال، باید طول معادل کانال تا آن قسمت را درنرخ افت اصطکاکی که از نمودار قرائت می‌شود، ضرب نمود. طول معادل کانال عبارتست از حاصلجمع طول کانال و طول معادل وصاله‌ها که از جداول ۲۳ــ۳ تا ۲۷ــ۳ (آخر فصل سوم) استخراج می‌گردد. طول کانال بترتیبی که در شکل ۳٤ــ۳ نشانداده شده براساس طول خط مرکزی کانال اندازه گیری می‌شود.



NOTE: All measurements are center line. Fittings are measured as part of the duct having largest single dimension.

شکل ۳٤ــ۳: چگونگی اندازه گیری طول کانال

۲ ــ دبی هوا ـ چگونگی محاسبهٔ دبی هوای حامل بارحرارتی (تابستانی و زمستانی) در مبحث مربوطه ارائه گردید. اگر برای گرمایش و سرمایش در سیستم تهویه مطبوع، از کانالهای جداگانه استفاده شود، اندازه گذاری هریک از این کانالها برمبنای دبی مربوطه صورت خواهد گرفت. ولی در صورتیکه قرار باشد تنها از یک سیستم کانال هم برای گرمایش و هم سرمایش استفاده شود، باید مقایسه‌ای بین دبی هوای گرم و دبی هوای سرد صورت پذیرد و هرکدام بیشتر باشد مبنای محاسبات سیستم کانال قرار گیرد. در اینجا جهت یادآوری فرمولهای مربوط به محاسبهٔ دبی هوای حامل بارحرارتی بار دیگر ذکر می‌گردند:

$(RCFM)_c$ = دبی هوای حامل بار سرمایی اتاق

$$= \frac{ERSH}{1.08\,(t_r - t_{adp})\,(1 - BF)}$$

$(RCFM)_h$ = دبی هوای حامل بار گرمایی اتاق

$$= \frac{Q_R}{1.08\,(t_h - t_r)}$$

در مورد اجزاء فرمولهای فوق قبلاً توضیح داده شده است. دبی هوا در هرشاخهٔ کانال عبارت خواهد بود از حاصلجمع دبی هوای لازم برای حمل بارحرارتی اتاقها یا فضاهایی که توسط شاخهٔ مورد نظر تغذیه می‌شوند و دبی هوا در کانال اصلی نیز بهمین ترتیب از

جمع دبی هوا در شاخه های مختلف حاصل می‌آید.

۳ ــ سرعت هوا ـ تعیین سرعت هوا برای طراحی قسمت های مختلف یک سیستم توزیع هوا، بستگی به محدویت های سطح صدای تولیدی و هزینهٔ تأسیسات دارد. جدول ۲۸ــ۳ سرعتهای مناسب هوا در کانالهای رفت و برگشت برای سیستم های با سرعت کم را توصیه می‌کند. این جدول که حاوی سرعتهای مناسب در کانالهای رفت وبرگشت اصلی و شاخه ها می‌باشد، براساس تجربه تدوین گردیده است. در سیستم های با سرعت زیاد می‌توان سرعت هوا را تا5000fpmافزایش داد که این منجر به کمتر شدن سطح مقطع کانال و نتیجتاً کاهش هزینهٔ سیستم کانال خواهد شد. سیستم کانال با سرعت هوای زیاد، برای ساختمانهای صنعتی که در آنها سروصدا اهمیت چندانی ندارد، قابل استفاده است. در سیستم با سرعت زیاد، برای کانال برگشت از همان سرعت های پیشنهادی برای سیستم باسرعت کم(جدول ۲۸ــ۳)استفاده می‌گردد.

٤ ــ قطر یا ابعاد مقطع کانال ـ جدول ۲۲ــ۳ ابعاد کانالهای چهارگوش معادل کانالهای مدور که قطر آنها از نمودارهای ۲ــ۳ و ۳ــ۳ بدست می‌آید را ارائه می‌دهد. در این جدول سطح مقطع کانال نیز در مجاورت قطر آن با خطوط پررنگتر داده شده است. برای انتخاب ابعاد کانال چهارگوش معادل، باید با دردست داشتن قطر کانال مدور مستخرجه از نمودارهای ۲ــ۳ و ۳ــ۳ و یا سطح مقطع کانال مدور که از تقسیم دبی هوا برسرعت بدست آورده‌ایم، به جدول ۲۲ــ۳ مراجعه نماییم. کانال چهارگوش معادل که به این ترتیب ابعادش تعیین می‌شود، دبی هوای معینی را باهمان افت فشاری که در کانال مدور دارد، از خود عبور می‌دهد. در تعیین ابعاد کانال چهارگوش باید نسبت ظرافت مناسب را که قبلاً توصیف شد، در مدنظر داشت.

اصول طراحی سیستم کانال:

۱ ــ مطالعهٔ نقشهٔ ساختمان و تعیین بهترین محل نصب دریچه های هوای اتاق، بنحوی که توزیع هوا در اتاق بطور صحیح صورت گیرد.

۲ ــ ترسیم کروکی آسانترین مسیر سیستم کانال، از دستگاه هواساز تا دریچه های ورودی و خروجی هوای اتاق، بطوریکه با اسکلت فلزی ساختمان یا سایر موانع مزاحم فلزی ساختمان تماس حاصل نکند.

۳ ــ محاسبهٔ ابعاد کانال برای تمام مسیرهای اصلی و شاخه ها بیکی از سه روشی که متعاقباً ذکر خواهد شد.

٤ ــ محاسبهٔ افت فشار استاتیک کل در پرمقاومت‌ترین مسیر بمنظور تعیین فشار استاتیک بادزن جهت ارسال و بازگرداندن هوا.

روش های طراحی سیستم کانال:

طراحی یک سیستم کانال هوا با سرعت کم، توسط یکی از سه روش زیر صورت می‌گیرد:

۱ ــ روش کاهش سرعت در طول مسیر[1]

۲ ــ روش نرخ افت اصطکاکی یکسان در طول مسیر[2]

۳ ــ روش بازیافت فشار استاتیک[3]

اینک بشرح چگونگی انجام محاسبات به هریک از سه روش فوق می‌پردازیم:

۱ ــ روش کاهش سرعت در طول مسیر:

در این روش، طراحی سیستم کانال برمبنای انتخاب یک سرعت مناسب در ابتدای کانال اصلی و کاهش تدریجی آن همزمان با پیشرفت کانال می‌باشد. این سرعت ابتدایی نباید از سرعتهای مندرج در جدول ۲۸ــ۳ تجاوز کند. فشار استاتیک بادزن هواساز از طریق محاسبهٔ افت فشار اصطکاکی در طولانیترین مسیر با احتساب طول معادل وصاله ها تعیین می‌شود. طولانیترین مسیر لزوماً دارای بیشترین افت فشار نیست، زیرا ممکن است در مسیر کوتاهتر تعداد بیشتری وصاله بکار رفته باشند. این روش، از آنجائیکه نیاز به پیش زمینهٔ تجربی وسیع در طراحی کانال بمنظور قضاوت صحیح در انتخاب سرعتهای مناسب دارد، زیاد معمول نبوده بندرت در طرح شبکه های ساده و کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲ ــ روش نرخ افت اصطکاکی یکسان در طول مسیر:

در این روش که برای اندازه گذاری کانالهای رفت، برگشت و تخلیهٔ هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد، یک نرخ افت اصطکاکی یکسان برای سراسر سیستم کانال درنظر گرفته می‌شود. اگر طرح شامل مسیرهای کوتاه و طولانی باشد، مسیرهای کوتاه به دمپرینگ قابل ملاحظه‌ای احتیاج خواهند داشت. از آنجائیکه در این روش هیچگونه پیش‌بینی برای متعادل کردن افت فشار در شاخه ها و یا تأمین فشار استاتیک یکسان در پشت هریک از دریچه های خروج هوا نشده است، متعادل کردن سیستم دشوار می‌باشد، لذا جهت کسب مقدار دبی صحیح در شاخه ها و تنظیم جریان هوا لازم است در ابتدای هر شاخه یک دمپر جداکننده تعبیه گردد و همچنین مقتضی است برای تنظیم و متعادل کردن جریان هوا برای هر دریچهٔ خروج هوا، وسایل کنترل از قبیل پره‌ها[4]، دمپرهای حجمی[5] و دمپرهای قابل تنظیم روی دریچه کار گذاشته شوند تا افت فشار استاتیک از بادزن تا تمام دریچه ها یکسان گردد. حسن این روش طراحی در اینست که خود بخود سرعت را در طول مسیر کاهش داده مشکل سروصدا را تخفیف می‌دهد. متعادل کردن سیستم در این روش به وقت بیشتری نیاز دارد.

مراحل محاسبهٔ سیستم کانال بروش نرخ افت اصطکاکی یکسان:

۱ ــ انتخاب سرعت مجاز در ابتدای کانال اصلی از جدول ۲۸ــ۳.

---

1 – Velocity Reduction Method 2– Equal Friction Method 3– Static Regain Method 4– Vanes 5– Volume Dampers

۲ ــ تعیین نرخ افت اصطکاکی از نمودارهای ۲ــ۳ یا ۳ــ۳، با دردست داشتن سرعت (ازبند ۱) و دبی کل هوا. این نرخ افت اصطکاکی برای سراسر سیستم کانال یکسان خواهد بود.

۳ ــ تعیین قطر کانال مدور با دردست داشتن دبی کل هوا و سرعت انتخابی از نمودارهای ۲ــ۳ یا ۳ــ۳ و انتخاب ابعاد مناسب برای کانال چهارگوش معادل از جدول ۲۲ــ۳. باید سعی کنیم که نسبت ظرافت از 6:1 بیشتر نشود.

٤ ــ با معلوم بودن دبی هوا در هرقسمت مورد نظر از سیستم کانال و نرخ افت اصطکاکی بدست آمده دربند ۲ به نمودارهای ۲ــ۳ یا ۳ــ۳ مراجعه نموده قطر کانال مدور در قسمت مورد نظر را بدست می‌آوریم و با مراجعه به جدول ۲۲ــ۳، ابعاد کانال چهارگوش معادل را تعیین می‌کنیم.

۵ ــ تعیین مسیری که بیشترین مقاومت را دارد، با احتساب طول معادل وصاله ها از جداول ۲۳ــ۳ تا ۲۷ــ۳.

٦ ــ تعیین افت فشار پرمقاومت‌ترین مسیر از طریق ضرب نمودن نرخ افت اصطکاکی بدست آمده دربند ۲ در طول بدست آمده در بند ۵.

۷ ــ تعیین افت فشار در دریچهٔ ورود هوا به اتاق از فرمول زیر:

ضریب تصحیح چگالی $\times \left(\frac{V}{4005}\right)^2 \times 1.25$ = افت فشار دردریچه هوا از نمودار (۱ــ۲) برحسب اینچ آب

که در آن، V سرعت خروج هوا از دریچه برحسب فوت بر دقیقه (fpm) است.

۸ ــ تعیین ارتفاع فشار استاتیک مناسب برای هوای خروجی از دریچه، تا خروج هوا از دریچه بنحو مطلوب صورت گیرد. این ارتفاع فشار که در کاتالوگ دریچه ها مشخص می‌شود، در سیستم های با سرعت کم معمولاً بین 0.01 تا 0.15 اینچ آب می‌باشد.

۹ ــ بالاخره تعیین ارتفاع فشار استاتیک کل که باید توسط بادزن هواساز تأمین شود، از طریق جمع اعداد بدست آمده در بندهای ٦ و ۷ و ۸ باضافهٔ افت فشار در فیلترها و کویل ها و قسمتهای مختلف دستگاه هواساز که در کاتالوگ دستگاه داده می‌شود و احتساب 5 تا 10% ضریب اطمینان برای جبران عدم دقت در ساخت کانالها.

مثال ۷: چگونگی طرح سیستم کانال بروش نرخ افت اصطکاکی یکسان در طول مسیر:

می‌خواهیم سیستم کانالی برای یک دفتر کار عمومی مطابق شکل ۳۵ــ۳ با مشخصات زیر طراحی کنیم:

دبی کل هوا: 5400 cfm

تعداد 18 دریچهٔ خروج هوا هرکدام با دبی 300 cfm

فشار استاتیک خروجی برای تمام دریچه ها: 0.15 in . wg (اینچ آب)

نسب شعاع مرکزی زانویی ها به پهنای کانال: $\frac{R}{D} = 1.25$ مطلوبست:

۱ ــ سرعت در کانال ابتدایی، سطح مقطع، ابعاد کانال و نرخ افت اصطکاکی از بادزن تا اولین شاخه.

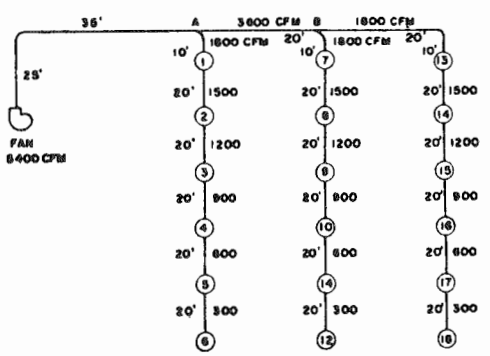
۲ ــ تعیین ابعاد کانال برای شاخه ها.

۳ ــ تعیین طول معادل مسیری که بیشترین مقاومت را دارد.

٤ ــ تعیین فشار استاتیک کل که باید توسط بادزن هواساز تأمین شود.

حل: ۱ــ از جدول ۲۸ــ۳ سرعت ابتدایی 1700fpm را انتخاب می‌کنیم:

$$\text{سطح مقطع کانال} = \frac{5400 \text{ cfm}}{1700 \text{ fpm}} = 3.18 \ [\text{ft}^2]$$



شکل ۳۵ــ۳: طرح سیستم کانال یک دفتر عمومی (مثالهای ۷ و ۸)

با دردست داشتن سطح مقطع کانال به جدول ۲۲ــ۳ مراجعه نموده ابعاد کانال چهارگوش را انتخاب می‌کنیم: 22″ × 22″

قطر کانال مدور معادل را از همین جدول تعیین می‌کنیم: 24.1″

نرخ افت اصطکاکی را از نمودار ۳ــ۳ با استفاده از دبی هوای کل (5400cfm) و قطر کانال مدور معادل (24.1″) تعیین می‌کنیم:

اینچ آب برصد فوت طول معادل کانال 0.145 = نرخ افت اصطکاکی

۲ ــ با دردست داشتن دبی هوا در قسمت مورد نظر و نرخ افت اصطکاکی بدست آمده، به نمودار ۳ــ۳ مراجعه نموده قطر کانال مدور را بدست می‌آوریم و سپس از جدول ۲۲ــ۳ ابعاد کانال چهارگوش معادل را تعیین نموده نتایج حاصله را در جدول زیر درج می‌کنیم:

قسمت موردنظر	دبی هوا در قسمت مورد نظر cfm	نرخ افت اصطکاکی in.wg/ 100 ft	قطر کانال مدور in.	ابعاد کانال چهارگوش in. x in.
A تا	5400	0.145	24.1	22 x 22
A – B	3600	0.145	20.7	22 x 16
B – 13	1800	0.145	16	22 x 10
13 – 14	1500	0.145	14.9	18 x 10
14–15	1200	0.145	13.8	16 x 10
15–16	900	0.145	12.4	14 x 10
16–17	600	0.145	10.6	10 x 10
17–18	300	0.145	8.2	6 x 10

۳ ــ کاملاً معلوم است که مسیر کانال تا دریچهٔ شمارهٔ 18 طولانیترین مسیر است. از جداول ۲۳ــ۳ و ۲٤ــ۳ برای تعیین طول معادل زانویی ها استفاده نموده طول کل مسیر را بترتیبی که در جدول زیر آمده است محاسبه می‌کنیم:

طول معادل زانویی	طول کانال [ft]	کانال یا زانویی	قسمت موردنظر
	60	کانال	تا A
12		زانویی	
	20	کانال	A – B
	30	کانال	B – 13
7		زانویی	
	20	کانال	13 – 14
	20	کانال	14 – 15
	20	کانال	15 – 16
	20	کانال	16 – 17
	20	کانال	17 – 18
19	210	حاصلجمع	

٤ ــ افت فشار اصطکاکی در طول مسیر از بادزن تا دریچهٔ شمارهٔ 18 عبارتست از:

نرخ افت اصطکاکی × طول معادل کل = افت فشار اصطکاکی

$$= (210' + 19') \times \frac{0.145 \text{ in. wg}}{100'} = 0.33 \text{ in.wg}$$

فشار استاتیک کل مورد نیاز که باید توسط بادزن تأمین شود برابر است با حاصلجمع فشار استاتیک خروجی از دریچه و افت فشار اصطکاکی در طول مسیر، با این توضیح که در این مثال افت فشار در دریچه درنظر گرفته نشده که بدیهی است در عمل باید آنرا نیز بهمراه افت فشار در قسمت های مختلف دستگاه هواساز بحساب آورد.

$0.33 + 0.15 = 0.48$ in. wg = کل فشار استاتیک مورد نیاز

تفاوت فشار استاتیک هوای خروجی از دریچه ها در سراسر سیستم نباید از 0.05 in. wg فراتر رود، اگر چنین شد، می‌توانیم اندازهٔ کانالها در شاخه ها را بشرطی که از محدودهٔ سرعت مجاز خارج نشویم، تغییر دهیم تا میزان افت فشار از بادزن تا تمام دریچه ها حتی المقدور بهم نزدیکتر شوند. این عمل باعث می‌گردد که به دمپرینگ کمتری برای متعادل کردن سیستم احتیاج پیدا کنیم. این روش را **روش نرخ افت اصطکاکی یکسان اصلاح شده** می‌نامند.

۳ ــ روش بازیافت فشار استاتیک:

در این روش، اندازه گذاری کانال بترتیبی صورت می‌گیرد که سرعت هوا همزمان با پیشرفت جریان هوا در کانال، کاهش یابد تا میزان فشار سرعتی را به اندازهٔ افت فشار کلی کاهش دهد. بدین ترتیب فشار استاتیک که براثر مالش مولکولهای هوا با جدار کانال در طول مسیر مرتباً کاهش می‌یابد، در مقاطع مختلف کانال بازیابی می‌شود. ماحصل این امر، یکسان شدن تقریبی فشار استاتیک در تمام شاخه ها و دریچه های خروج هواست. مزیت این روش نسبت به روش پیشین اینست که زمان کمتری را برای متعادل کردن سیستم لازم دارد و بعلاوه فشار استاتیک محاسبه شده از این روش نسبت به فشار استاتیک بدست آمده از روش قبلی، کمتر بوده نتیجتاً قدرت موتور بادزن کمتر خواهد بود، ولی در عوض ابعاد کانال بزرگتر و هزینهٔ کانال کشی بیشتر خواهد شد.

مراحل محاسبهٔ سیستم کانال بروش بازیافت فشار استاتیک:

۱ ــ انتخاب سرعت مجاز در ابتدای کانال اصلی از جدول ۲۸ــ۳.

۲ ــ تعیین سطح مقطع کانال اصلی بعد از بادزن، با تقسیم دبی هوای کل بر سرعت انتخابی (ازبند ۱) و سپس تعیین ابعاد کانال چهارگوش از جدول ۲۲ــ۳ با استفاده از این سطح مقطع.

۳ ــ تعیین نرخ افت اصطکاکی از نمودار ۲ــ۳ یا ۳ــ۳ با دردست داشتن دبی و سرعت.

٤ ــ تعیین ابعاد بقیهٔ قسمت های سیستم کانال با استفاده از نمودارهای ۵ــ۳ و ٦ــ۳ (آخر فصل سوم)، بدین ترتیب که ابتدا با دانستن دبی هوای کانال بعد از هر انشعاب (Q) و طول معادل کانال بین انشعاب ها (L)، نسبت L/Q را از نمودار ۵ــ۳ تعیین نموده به نمودار ٦ــ۳ مراجعه می‌کنیم. از تقاطع منحنی L/Q بدست آمده با V_1 که سرعت هوا در کانال بلافاصله قبل از انشعاب است، سرعت هوا بعد از انشعاب یعنی V_2 را تعیین می‌نماییم. حال با معلوم بودن دبی و سرعت هوا بعد از انشعاب می‌توانیم سطح مقطع کانال بعد از انشعاب را تعیین کنیم ($A = Q/V_2$).

۵ ــ با معلوم شدن سطح مقطع به جدول ۲۲ــ۳ مراجعه نموده ابعاد کانال چهارگوش را تعیین می‌کنیم.

بقیهٔ مراحل محاسبه یعنی تعیین مسیری که بیشترین مقاومت را دارد و چگونگی محاسبهٔ افت فشار استاتیک کل، در شرح مراحل محاسبه بروش نرخ افت اصطکاکی یکسان ذکر گردیده‌اند (از بند ۵ تا ۹).

مثال ۸: محاسبهٔ سیستم کانال بروش بازیافت فشار استاتیک:

می‌خواهیم سیستم کانالی برای یک دفترکار عمومی مطابق همان طرح مثال ۷ (شکل ۳۵ــ۳) و با همان مشخصات طرح کنیم، یعنی:

دبی هوای کل: 5400 cfm

تعداد 18 دریچهٔ خروج هوا هرکدام با دبی 300 cfm

فشار استاتیک خروجی برای تمام دریچه ها: 0.15 in. wg (اینچ آب)

نسبت شعاع مرکزی زانویی ها به پهنای کانال: R/D = 1.25

مطلوبست:

۱ ــ ابعاد کانالها.

۲ ــ فشار استاتیک کل مورد نیاز که باید توسط بادزن هواساز تأمین شود.

حل: ۱ ــ با انتخاب سرعت 1700 fpm از جدول ۲۸ــ۳ و با دانستن دبی هوای کل (5400 cfm)، سطح مقطع کانال اصلی بعد از بادزن را محاسبه می‌کنیم: $\frac{5400\ cfm}{1700\ fpm} = 3.18\ [ft^2]$

حال با مراجعه به جدول ۲۲ــ۳ ابعاد کانال چهارگوش را انتخاب می‌نماییم: $22'' \times 22''$

با دردست داشتن سرعت و دبی هوا به نمودار ۳ــ۳ مراجعه نموده نرخ افت اصطکاکی را استخراج می‌کنیم:

اینچ آب برصد فوت طول معادل کانال 0.145 = نرخ افت اصطکاکی

با استفاده از جدولی که برای طول کانال و طول معادل زانویی ها در مثال ۷ ترتیب داده بودیم، خواهیم داشت:

طول معادل وصاله ها + طول کانال = طول معادل کانال از بادزن تا اولین شاخه

$= 60' + 12' = 72'$

اینک ابعاد بقیهٔ قسمت های سیستم کانال را محاسبه می‌کنیم.

اول باید طولانیترین مسیر (از A تا خروجی 18 در شکل ۳۵ــ۳) را اندازه گذاری نمود. ایده‌آل اینست که فشار استاتیک بلافاصله قبل از خروجی های 1 و 7 برابر فشار استاتیک بلافاصله قبل از خروجی 13 باشد. نتایج محاسبه را در جدول زیر درج می‌کنیم.

۲ ــ فشار استاتیک کل مورد نیاز که باید توسط بادزن تأمین شود عبارتست از حاصلجمع افت فشار اصطکاکی هوا در کانال ابتدایی و فشار استاتیک هوای خروجی از دریچه. در این مثال هم مانند مثال قبل افت فشار در قسمت های مختلف هواساز و نیز افت فشار در دریچه خروجی بحساب نیامده‌اند که در عمل باید آنها را نیز در محاسبه منظور نمود.

فشار استاتیک هوا در دریچهٔ خروجی + افت فشار اصطکاکی = کل فشار استاتیک مورد نیاز

$= 0.104 + 0.15 = 0.25$ in.wg

قسمت مورد نظر	دبی هوا Q cfm	طول معادل L ft	نسبت L/Q	سرعت V fpm	سطح مقطع ft^2	ابعاد کانال in. × in.	تغییر فشار استاتیک از یک شاخه تا شاخهٔ دیگر in.wg	افت فشار استاتیک کل in. wg
A تا	5400	72		1700	3.18	22 × 22	0.104	0.104
A – B	3600	20	0.135	1510	2.38	22 × 16		
B – 13	1800	37	0.39	1170	1.54	22 × 10		
13 – 14	1500	20	0.23	1000	1.50	22 × 10		
14 – 15	1200	20	0.26	850	1.41	22 × 10		
15 – 16	900	20	0.32	720	1.25	20 × 10		
16 – 17	600	20	0.41	590	1.01	16 × 10		
17 – 18	300	20	0.63	480	0.63	10 × 10		
B – 7	1800	17				22 × 10		
7 – 8	1500	20				22 × 10		
8 – 9	1200	20				22 × 10		
9 – 10	900	20				20 × 10		
10 – 11	600	20				16 × 10		
11 – 12	300	20				10 × 10		
A – 1	1800	17				22 × 10		
1 – 2	1500	20				22 × 10		
2 – 3	1200	20				22 × 10		
3 – 4	900	20				20 × 10		
4 – 5	600	20				16 × 10		
5 – 6	300	20				10 × 10		

گرچه با این روش، فشار استاتیک در دریچه‌ها تقریباً یکسان بدست می‌آیند، ولی بهتر است در ابتدای هرشاخه دمپرهای جداکننده برای تنظیم جریان هوا نصب گردند.

طرح کانال برگشت:

سیستم کانال برگشت عموماً با روش «**افت اصطکاکی یکسان**» و به همان ترتیب کانال رفت محاسبه می شود. در بسیاری از سیستم‌ها، مقدار هوای برگشتی برابر است با مقدار هوای رفت به اتاق منهای مقدار هوای لازم برای تهویهٔ اتاق (یعنی مقدار هوایی که برای تأمین اکسیژن اتاق لازم است). این مقدار هوای اضافی فشار مثبتی در اتاق ایجاد می‌کند که مانع نفوذ طبیعی هوای خارج بداخل اتاق می‌گردد. بلحاظ اینکه فشار استاتیک در کانال برگشت منفی است، باید دقت خاصی مبذول گردد تا از ایجاد اختلاف فشار زیاد در دریچه‌های برگشت نزدیک بادزن اجتناب شود. اختلاف فشار استاتیک زیاد در عبور از دریچه‌های برگشت منجر به جریان هوای اضافی و ایجاد سروصدا می‌گردد (بدلیل سرعت زیاد هوا در عبور از دریچه). بدین دلیل سیستم کانال برگشت باید با حداقل طول و حداقل وصالهٔ ممکن طراحی شود. باز بمنظور کاستن از افت فشار، سیستم کانال برگشت باید طوری طرح شود که سرعت هوا در عبور از آن کمتر باشد. بدین لحاظ عموماً در طرح سیستم کانال برگشت، نرخ افت فشار اصطکاکی حدود 75 تا 80 درصد نرخ افت فشار اصطکاکی در طرح سیستم کانال رفت خواهد بود. بعنوان مثال چنانچه نرخ افت اصطکاکی در طرح سیستم کانال رفت برابر $0.10 \frac{in.wg}{100\ ft}$ باشد (که معمولاً برای طرح سیستم کانال منازل همینطور است)، نرخ افت اصطکاکی در طراحی کانال برگشت برابر $0.080 \frac{in.wg}{100\ ft}$ خواهد بود.

فشار استاتیک بادزن هواساز برابر خواهد بود با تفاضل افت فشار استاتیک در کانالهای رفت و برگشت که چون افت فشار در مسیر برگشت دارای علامت منفی است، می توان با صرفنظر نمودن از این علامت منفی چنین نوشت:

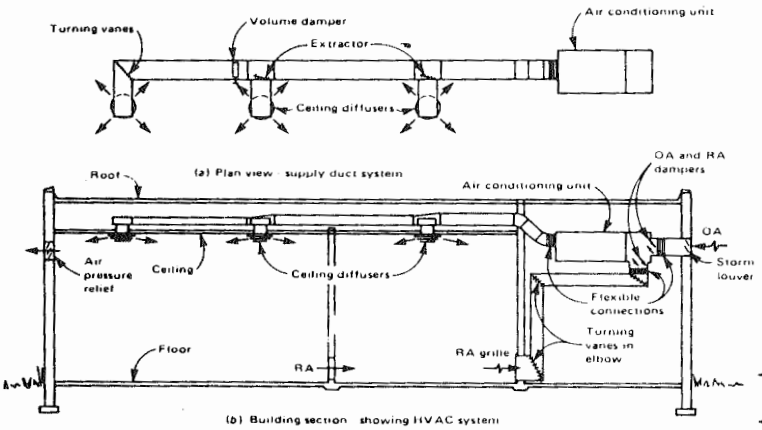
افت فشار استاتیک	+	افت فشار استاتیک	= فشار استاتیک
در پرمقاومت‌ترین مسیر کانال برگشت		در پرمقاومت‌ترین مسیر کانال رفت	بادزن هواساز

شکل ۳۶ ــ ۳ نمونه‌ای از سیستم رفت و برگشت هوا در یک ساختمان کوچک، شکل ۳۷ ــ ۳ جزئیات کانال کشی یک سیستم توزیع هوا و چند نمونه از وسایل کنترل جریان هوا را نشان می‌دهد.

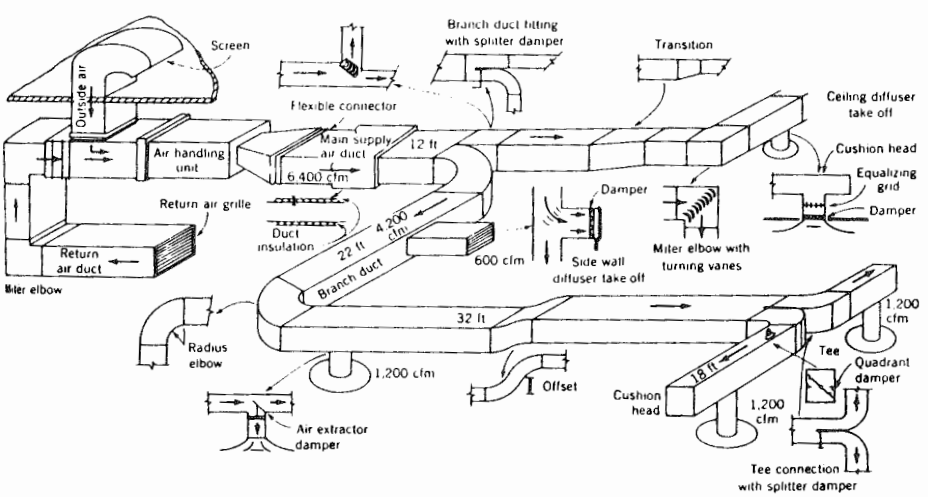
مثال: برای یک سیستم تهویهٔ مطبوع با 20 درصد هوای تازه و 80 درصد هوای برگشتی، سیستم کانال رفت و برگشتی مطابق شکل ۳۸ ــ ۳ طراحی گردیده است. چنانچه سرعت هوا در کانال اصلی رفت 1500 fpm، در کانال اصلی برگشت 1300 fpm، در دریچهٔ رفت 1000 fpm و در دریچهٔ برگشت 800 fpm و همچنین دبی هوای رفت 3800 cfm باشد. مطلوبست:

۱ ــ اندازهٔ کانالهای رفت و برگشت.

۲ ــ فشار استاتیک بادزن دستگاه هواساز.



شکل ۳۶ ــ ۳: نمونهٔ یک سیستم رفت و برگشت هوا



شکل ۳۷ ــ ۳: جزئیات کانال کشی یک سیستم توزیع هوا

حل: ۱ ــ با دبی هوای 3800 cfm و سرعت 1500 fpm به نمودار ۳ــ۳ صفحهٔ ۱۸۲ مراجعه نموده نرخ افت اصطکاکی در طرح کانال اصلی را حدود $0.14 \frac{\text{in. wg}}{100 \text{ ft}}$ از روی نمودار قرائت می‌کنیم. بلحاظ اینکه 20 درصد از هوای سیستم یا بعبارت دیگر 760 cfm هوای تازهٔ خارج است، کل هوای برگشتی سیستم برابر 3040 cfm خواهد بود که با توجه به سرعت هوا در کانال برگشت (1300 fpm)، نرخ افت اصطکاکی در طرح کانال برگشت حدود $0.10 \frac{\text{in. wg}}{100 \text{ ft}}$ از روی نمودار مذکور خوانده می شود. حال با معلومات موجود قادریم اندازهٔ کانالهای رفت و برگشت را با عملیاتی مشابه مثال ۷ (صفحهٔ ۱۴۷) تعیین کرده نتایج حاصله را در جدول شکل ۳۹ درج نماییم.

۲ ــ افت فشار در دورترین مسیر کانال رفت:

با معلوم بودن طول کانال رفت و منظور نمودن 50٪ اضافه بابت افت فشار در وصاله ها و با نرخ افت اصطکاکی $0.14 \frac{\text{in. wg}}{100 \text{ ft}}$ خواهیم داشت:

$0.14 \times \frac{(68+0.5\times68)}{100} = 0.143$ in. wg = افت فشار در کانال رفت

$1.25 \left(\frac{1000}{4005}\right)^2 = 0.08$ in. wg = افت فشار در دریچهٔ رفت

$0.143 + 0.08 = 0.223$ in. wg = افت فشار کل در سیستم کانال رفت

افت فشار در سیستم کانال برگشت:

86 ft = طول واقعی دورترین مسیر کانال برگشت

10 ft = طول معادل زانویی HI

17 ft = طول معادل زانویی IJ

22 ft = طول معادل زانویی JA

15 ft = طول معادل سه راهۀ I

15 ft = طول معادل سه راهۀ J

165 = طول معادل کل

$0.10 \times \frac{165}{100} = 0.165$ in. wg = افت فشار در دورترین مسیر برگشت

$1.25 \times \left(\frac{800}{4005}\right)^2 = 0.05$ = افت فشار در دریچهٔ برگشت

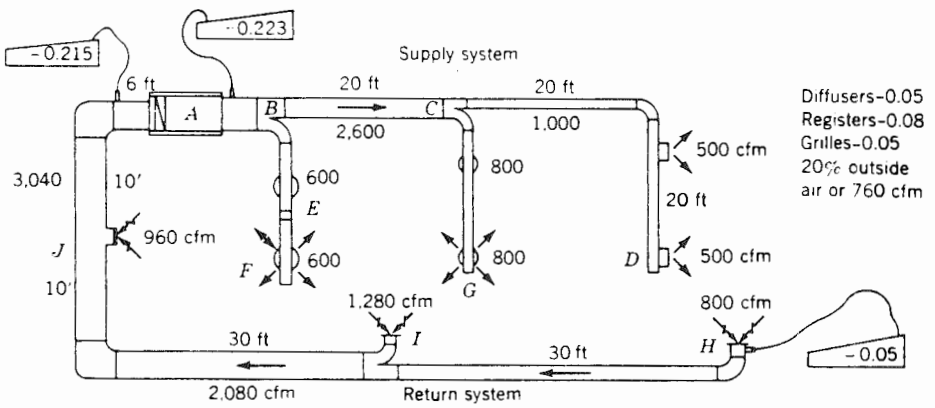
$0.165 + 0.05 = 0.215$ in. wg = افت فشار کل در سیستم کانال برگشت

به این ترتیب خواهیم داشت:

$0.223 - (-0.215) = 0.438$ in. wg = حداقل فشار استاتیک بادزن هواساز

البته در این محاسبه، افت فشار هوا در عبور از کویلها و فیلترها و دمپرها منظور نگردیده که در عمل با مراجعه به کاتالوگ دستگاه هواساز، این افت فشارها نیز باید به 0.438 اضافه شود.

بلحاظ اینکه افت فشار در دریچهٔ J فقط 0.05 in. wg است، اختلاف فشار زیاد موجود در این دریچه سروصدای نامطلوبی ایجاد خواهد نمود. تعبیهٔ دمپر جهت ایجاد افت فشار بیشتر در این دریچه نیز خود می تواند مشکل سروصدا را تشدید نماید. در این قبیل موارد بهترین روش، حذف نمودن دریچه های نزدیک بادزن است. راه دیگر، کاهش افت فشار در مسیر برگشت با استفاده از کانالهای بزرگتر است که این البته باعث افزایش هزینه خواهد شد.



شکل ۳۸ ــ ۳

Section	*Cfm*	*f_f*	*Velocity, v, fpm*	*Diam., in.*	*H × W, in.*
AB	3800	0.14	1500	22.0	24 × 16
BC	2600	0.14	1400	19	18 × 16
CD	1000	0.14	1100	13.5	14 × 14
HI	800	0.10	925	12	10 × 12
IJ	2080	0.10	1190	18.5	20 × 14
JA	3040	0.10	1300	21	26 × 14

شکل ۳۹ ــ ۳

توزیع هوا

منظور از طرح، محاسبه و نصب سیستم تهویه مطبوع، ایجاد هوای دلپذیر برای ساکنین با توجه به نوع فعالیت آنها در ساختمان است و توزیع صحیح هوا در اتاقها آخرین مرحله در نیل به این هدف بوده در ایجاد شرایط آسایش برای ساکنین نقش تعیین کننده‌ای خواهد داشت. توزیع هوا در اتاق ممکن است از طریق دریچه های سقفی یا دیواری صورت گیرد. قبل از معرفی انواع دریچه های توزیع هوا، بهتر است با اصول توزیع هوا آشنا شویم:

۱ ــ دمای اتاق ـ توزیع هوا در اتاق باید بنحو متجانسی صورت گیرد تا تغییرات دما در قسمتهای مختلف اتاق از 2F تجاوز نکند. اختلاف دمای قسمتهای مختلف اتاق در گرمایش (زمستان) بیشتر از سرمایش (تابستان) آزار دهنده است.

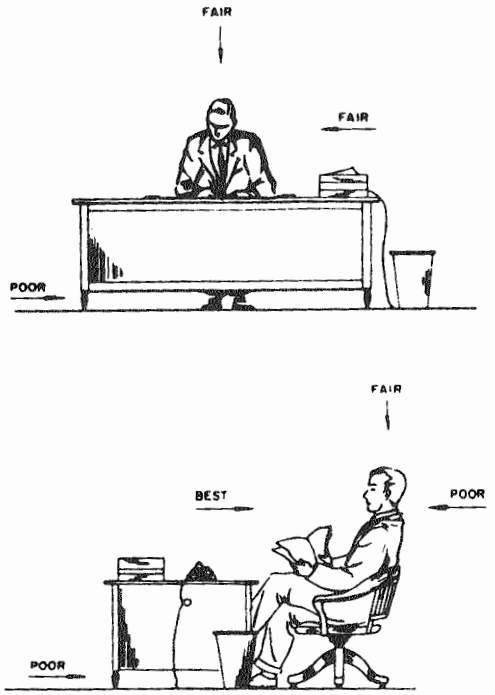
۲ ــ هوای اولیه و ثانویه ـ هوای اولیه عبارتست از مقدار هوایی که مستقیماً از دریچه وارد اتاق می‌شود و هوای ثانویه، حجمی از هوای اتاق است که توسط هوای اولیه جابجا شده همراه آن درگردش هوا شرکت می‌کند.

۳ ــ سرعت جریان هوا در اتاق ـ بهترین سرعت حرکت هوا ازنظر ساکنین اتاق 25 فوت بر دقیقه است، مخصوصاً موقعی که نشسته باشند. برای ساختمانهایی از قبیل فروشگاهها و کارخانجات که در آنها افراد به آرامی درحال حرکت هستند، می‌توان این سرعت را تا 75 فوت بردقیقه افزایش داد (با سرعت خروج هوا از دریچه اشتباه نشود). سرعتهای بیشتر از حد مجاز در موقع برخورد هوا به صورت یا بدن ساکنین ایجاد ناراحتی می‌کنند.

٤ ــ جهت جریان هوا ـ این مسئله نیز در ایجاد شرایط آسایش ساکنین دخالت دارد. شکل ٤٠ــ۳ می‌تواند راهنمای خوبی برای تعیین جهت جریان هوا برای افراد نشسته باشد.

۵ ــ طول پرتاب هوا[1] ـ عبارتست از فاصلهٔ افقی که جریان هوا نسبت به دریچهٔ ورود هوا به اتاق می‌پیماید. این فاصله، از محل دریچهٔ ورود تا نقطه‌ای که سرعت جریان هوا به حداقل معینی می‌رسد اندازه گیری می‌شود. این سرعت حداقل، برابر است با 50 فوت بردقیقه که در فاصلهٔ 6.5 فوت بالای کف اتاق اندازه گرفته شده است. طول پرتاب هوا که با سرعت خروج هوا از دریچه تناسب دارد، باید برای دریچه های دیواری حداقل برابر 0.75 عرض اتاق درنظر گرفته شود.

٦ ــ سرعت هوا در خروج از دریچه ـ این سرعت باید با توجه به حد مجاز صدا در اتاق تعیین شود. جدول ۲۹ــ۳ (آخر فصل سوم) سرعتهای پیشنهادی برای خروج هوا از دریچه را ارائه می‌دهد. لازم بتوضیح است که این سرعتها برمبنای سطح مفید دریچه تعیین گردیده‌اند و سطح مفید دریچه عبارتست از حاصلضرب ابعاد دریچه منهای سطوح تیغه های دریچه.



شکل ٤٠ــ۳: راهنمای تعیین جهت جریان هوا برای افراد نشسته.

انواع دریچه های توزیع هوا:

جهت توزیع بهتر هوا در اتاق یا فضای مورد تهویه، از دریچهٔ توزیع استفاده می‌شود. همانطور که قبلاً ذکر گردید، سرعتهای مجاز در دریچهٔ ورودی هوا به اتاق در جدول ۲۹ــ۳ ارائه شده‌اند. چون سرعت در دریچهٔ ورود هوا به اتاق کمتر از سرعت هوا در کانال است، سطح دریچه از سطح مقطع کانال بزرگتر می‌باشد. اتصال دریچه به کانال باید بتدریج و با زاویهٔ 15 درجه گسترش پیدا کند، چرا که در غیراینصورت سرعت در وسط دریچه از حد مجاز فراتر رفته برای ساکنین ایجاد ناراحتی می‌کند. انواع دریچه های توزیع هوا عبارتند از:

۱ ــ دریچه های دیواری ـ این دریچه ها بر سه نوعند:

الف ــ دریچه با تیغه های ثابت[2] ــ این دریچه عمدتاً برای تخلیه یا برگشت هوای اتاق بکار می‌رود و محل نصب آن روی در یا دیوار مشرف به راهرو و نزدیک کف اتاق (حدود 4 تا 12 اینچ بالای کف) می‌باشد.

ب ــ دریچه با تیغه های متحرک[3] ــ این دریچه ممکن است دارای یک سری تیغه های افقی یا عمودی و یا دوسری تیغه های افقی و عمودی باشد که در جهات مختلف قابل تنظیمند. این تیغه ها مانند دمپر عمل می‌نمایند و می‌توان توسط آنها دبی، جهت جریان و فشار استاتیک هوای خروجی از دریچه را تنظیم نمود. تنظیم تیغه ها بوسیلهٔ دست یا آچار مخصوص انجام می‌گیرد. شکلهای ٤١ــ۳ تا ٤٤ــ۳ چگونگی توزیع هوا برحسب زوایای

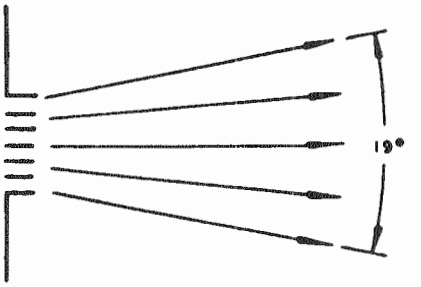
1– Blow Or Throw
2– Fixed Bar Grille
3– Adjustable Bar Grille

مختلف تیغه ها را نشان می‌دهند.

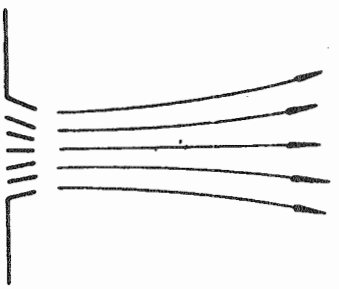
ج ــ ایجکتور[1] ــ نوعی دریچه است که هوا را بافشار زیاد بیرون می‌دهد و عمدتاً برای امور صنعتی و مواردیکه عمل سرمایش متوجه نقطهٔ بخصوصی باشد، بکار می‌رود.

۲ ــ دریچه های سقفی - این دریچه ها که گاهی چراغ اتاق را هم در آنها جاسازی می‌کنند بر چند نوعند:

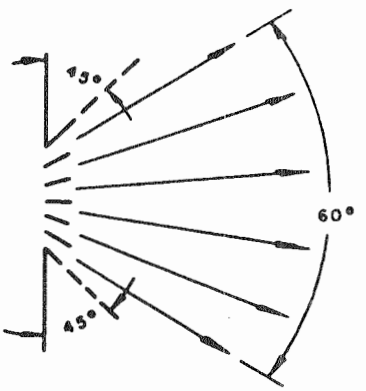
الف ــ نوع بشقابی[2] ــ که ساختمان بسیار ساده‌ای دارد و تشکیل شده است از یک صفحه شبیه بشقاب که در زیر دهانهٔ ورودی هوا نصب می‌شود. قطر این صفحه باید باندازه‌ای باشد که دهانهٔ ورودی هوا را از نظر پنهان کند و همچنین فاصلهٔ آن از سقف باید قابل تنظیم باشد. شکل ٤٥ــ٣ چگونگی توزیع هوا توسط این نوع دریچه را نشان می‌دهد. گاهی ممکن است سوراخهایی در این صفحه تعبیه شوند تا هوا قادر باشد بطور عمودی نیز به سمت پایین جریان یابد. مزیت این نوع دریچه ها، ارزانی قیمت آنها و پنهان کردن دهانهٔ ورودی هواست، ولی نحوهٔ توزیع هوا توسط آنها چندان مطلوب نیست.



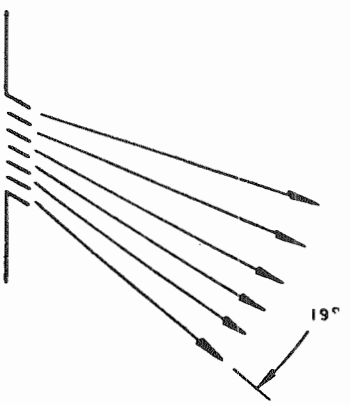
شکل ٤١ــ٣: توزیع هوا وقتی تیغه ها مستقیم و بدون زاویه تنظیم می‌شوند.



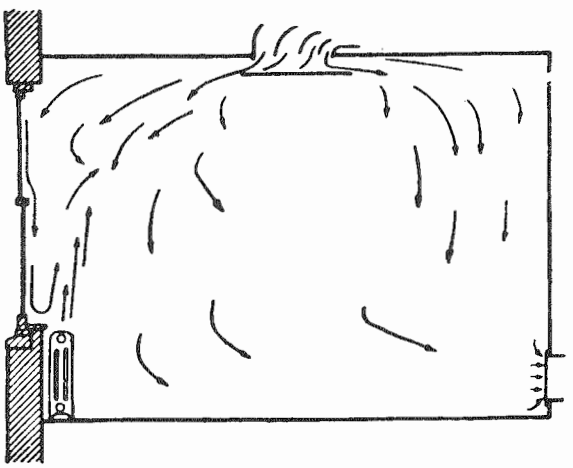
شکل ٤٢ــ٣: توزیع هوا وقتی تیغه ها بطور همگرا تنظیم می‌شوند.



شکل ٤٣ــ٣: توزیع هوا وقتی تیغه ها بطور واگرا تنظیم می‌شوند.



شکل ٤٤ــ٣: توزیع هوا وقتی تیغه ها بطور اریب تنظیم می‌شوند.



شکل ٤٥ــ٣: نحوهٔ توزیع هوا از دریچهٔ سقفی نوع بشقابی

ب ــ نوع دیفیوزری[3] ــ این نوع دریچهٔ سقفی که برنوع بشقابی برتری دارد، دارای ساختمان پیچیده‌تری است و به هوا اجازه می‌دهد تحت زاویهٔ مناسبی در تمام فضای اتاق پخش شود. شکل ٤٦ــ٣ یک نمونه از این نوع دریچه را نشان می‌دهد. پره های این دریچه را می‌توان مانند دمپر توسط یک کلید یا آچار مخصوص باز و بسته نموده از این طریق دبی و فشار استاتیک هوا را تنظیم کرد، ضمناً چراغ روشنایی را نیز می‌توان داخل آن جاسازی نمود. این دریچه ها بصورت گرد یا چهارگوش ساخته می‌شوند.

1– Ejector

2– Pan Ceiling Outlet

3– Diffuser Ceiling Outlet

محل نصب دریچه‌های توزیع هوا:

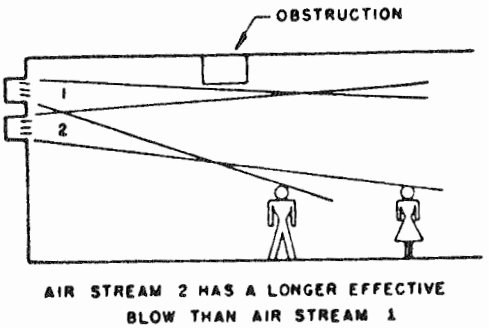
۱ ــ محل نصب دریچه‌های ورودی هوا:

الف ــ دریچه‌های دیواری ــ در صورتیکه سقف دارای مانع مزاحم نباشد، نصب دریچه‌های ورودی دیواری در ارتفاع هر چه بالا تر و نزدیکتر به سقف مرجح است. در اینحالت بهتر است فاصلهٔ ضلع بالایی دریچه تا سقف کمتر از دوبرابر ضلع کوچکتر دریچه نباشد. اگر سقف دارای مانع مزاحم باشد، باید دریچه را آنقدر پایین آورد تا هوای خروجی از آن بدون برخورد با مانع، جریان یابد. شکل ۴۷ــ۳ چگونگی نصب دریچه را در چنین حالتی نشان می‌دهد. نصب دریچهٔ ورودی نزدیک کف برای گرمایش مناسب است ولی برای سرمایش چنین نیست، مگر اینکه زاویهٔ تیغه‌ها طوری تنظیم شود که هوا بسمت بالا وزش کند تا باعث ناراحتی ساکنین نگردد (شکل ۴۸ــ۳)، ولی در هرحال بهتر است از نصب دریچهٔ ورودی نزدیک کف خودداری شود.

نصب دریچهٔ هوا درکنار پنجره بطوریکه در شکل ۵۲ــ۳ نشانداده شده، برتمام محلهای نصب برتری دارد چرا که مانع کوران هوا در پایین پنجره، بخصوص در فصل زمستان، می‌شود. در اینحالت باید هوا تحت زاویهٔ 15 تا 20 درجه نسبت بحالت عمودی، بطرف اتاق جریان یابد.

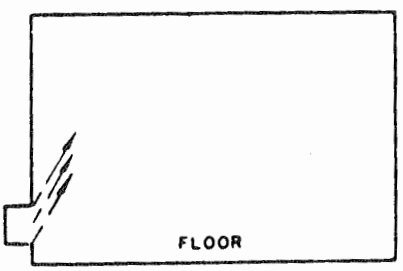
ب ــ دریچه‌های سقفی ــ تجربه نشانداده است که بکاربردن دریچه‌های سقفی از دریچه‌های دیواری آسانتر است. شکل ۶۱ــ۳ محل نصب دریچه‌های سقفی را نشان می‌دهد. بطوریکه در شکل دیده می‌شود، سقف بتعدادی مربع تقسیم شده در مرکز هرمربع یک دریچهٔ سقفی قرار گرفته است.

اگر در تعیین محل نصب دریچه‌های ورود هوا مطابق اصولی که شرح داده شد عمل شود، مشکلات توزیع هوا به حداقل ممکن کاهش خواهند یافت. اینک چند مورد از محل نصب دریچه‌های ورود هوا را برای ساختمانهای مختلف، بکمک شکلهایی ارائه می‌دهیم که مبتنی بر تجربه روی بیش از هزار ساختمان بوده می‌توانند راهنمای خوبی برای دست‌یافتن به بهترین نحوهٔ توزیع هوا باشند.



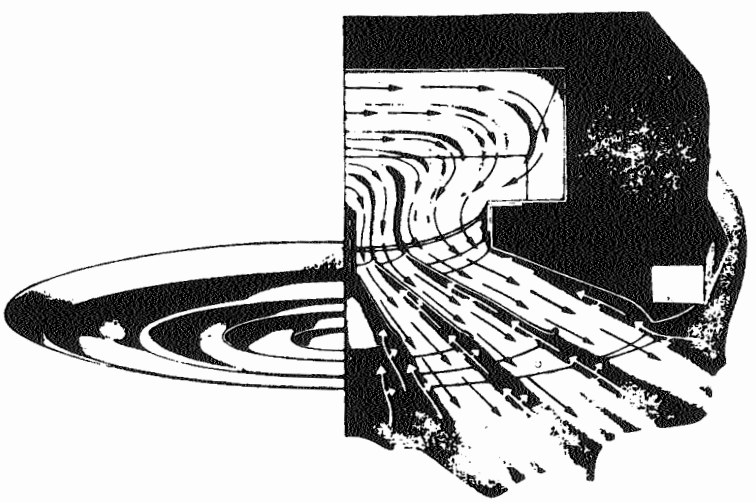
شکل ۴۷ــ۳: چگونگی توزیع هوا برای وقتیکه سقف دارای مانع مزاحم است.

جریان هوای 1 دارای برد مؤثرتری نسبت به جریان 2 خواهد بود.



شکل ۴۸ــ۳: نصب دریچه نزدیک کف.

اینحالت برای گرمایش مناسب ولی برای سرمایش نامناسب است. بطور کلی بهتر است از نصب دریچهٔ ورودی هوا در کف یا نزدیک کف خودداری شود.

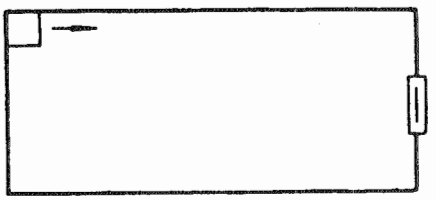


Courtesy of Anemostat Corporation of America

شکل ۴۶ــ۳: توزیع هوا از دریچهٔ سقفی نوع دیفیوزری.

محل نصب دریچه‌های توزیع هوا در ساختمانهای مختلف:

آپارتمان، هتل، ساختمان اداری

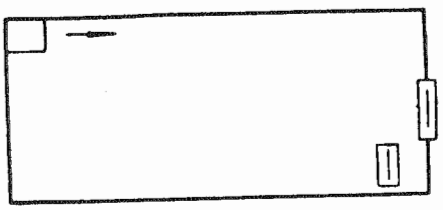


شکل ۴۹ــ۳: پخش هوا در کریدور بصورت غیر مستقیم.

مزیت ـ هزینهٔ کم

عیب ـ برای زمستان خیلی ضعیف است و کوران هوا از پایین پنجره تشدید می‌شود.

ملاحظه ـ طول پرتاب هوا نباید از 75درصد طول کریدور بیشتر باشد.

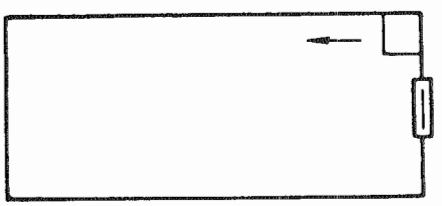


شکل ۵۰ــ۳: پخش هوا در کریدور مستقیماً به سمت زیر پنجره.

مزیت ـ در زمستان کوران هوای پایین پنجره را خنثی می‌کند.

عیب ـ در طول فصول معتدل و یا فصل سرما، زمانیکه پخش هوا قطع می‌شود، کوران ضعیفی از پایین پنجره وجود خواهد داشت.

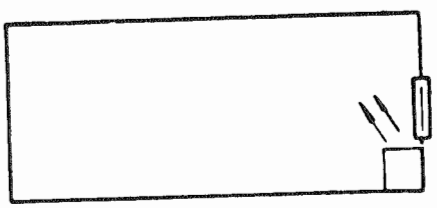
ملاحظه ـ طول پرتاب هوا نباید بیش از 75 درصد طول کریدور باشد.



شکل ۵۱ــ۳: پخش هوا از بالای پنجره بطرف کریدور.

مزیت ـ تا حدودی از حالات قبلی بهتر است امّا کوران هوا از پنجره را در طول فصل زمستان برطرف نمی‌کند، مگر اینکه بوسیلهٔ دریچه‌ای که در موقعیت شکل ۵۰ــ۳ نصب شده، تکمیل گردد.

عیب ـ تقریباً بهمان گرانی محل نشان داده شده درشکل ۵۲ــ۳ که توزیع بهتری را عاید می‌کند، تمام می‌شود.

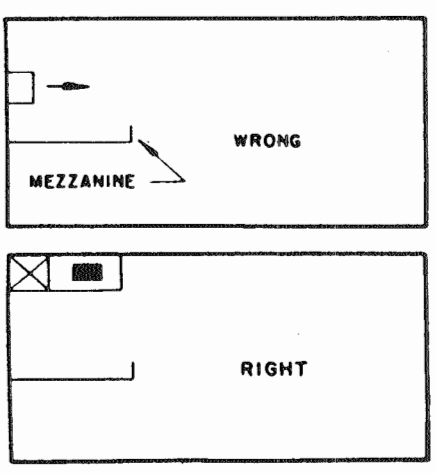


شکل ۵۲ــ۳: پخش هوا از کنار پنجره، بهترین حالت.

مزیت ـ کوران هوای سرد زمستانی از پنجره را محدود می‌کند.

عیب ـ ممکن است برای وقتیکه تعداد پنجره‌ها زیاد باشد، گران تمام شود.

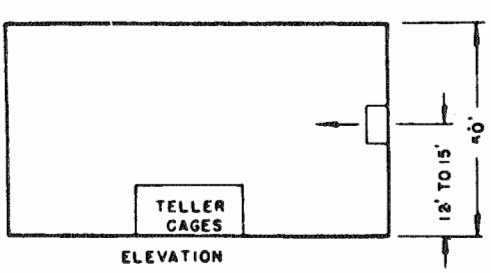
فروشگاه بزرگ



شکل ۵۳ــ۳: چگونگی توزیع هوا در نیم طبقهٔ فروشگاه بزرگ.

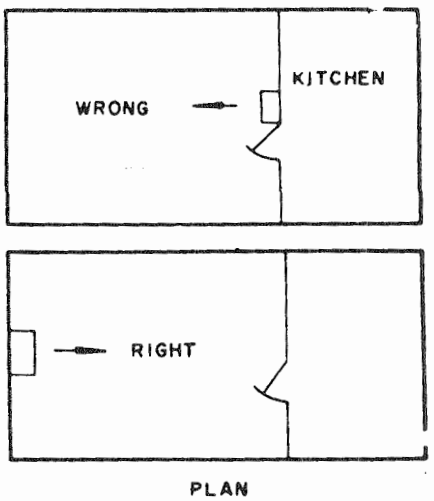
برای توزیع هوا در فروشگاههای بزرگ، اگر مطابق دستورالعملهای قبلی رفتار شود، مشکل خاصی وجود ندارد، فقط برای توزیع هوا در نیم طبقهٔ فروشگاه باید دقت کافی مبذول گردد. شکل بالا، توزیع غلط و شکل پایین، توزیع صحیح هوا در فروشگاههایی که دارای نیم‌طبقه هستند را نشان می‌دهند. ضمناً برای دریچه های نزدیک در ورودی فروشگاه باید هوای بیشتری درنظر گرفت.

بانک



شکل ۵۴ــ۳: پخش هوا در فضاهای با سقف بلند.

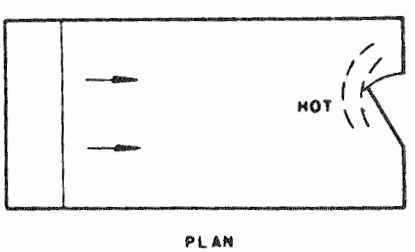
فضای مرکزی بانکها اغلب دارای سقف بلند و بار روشنایی قابل توجهی است. در این حالت بهتر است از دریچه های دیواری استفاده نموده آنها را در نیمهٔ ارتفاع دیوار نصب کرد تا گرمای لامپها حتی المقدور کمتر به ناحیه مسکونی وارد شود (در سرمایش). این امر اصولاً باعث تقلیل بارسرمایی لامپها نیز خواهد شد. این حالت نصب دریچه برای مواردیکه ارتفاع سقف بیش از 20فوت باشد بکار می‌رود.



شکل ۵۵ــ۳: چگونگی توزیع هوا در رستورانها.

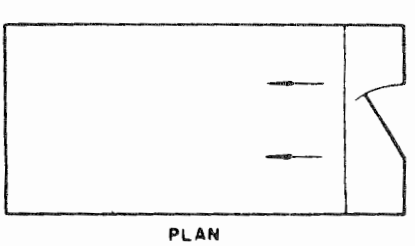
باید دقت زیادی در تعیین محل توزیع هوا نسبت به هودهای دودگیر آشپزخانه و یا درهای بین سالن رستوران و آشپزخانه مبذول گردد. شکل بالا توزیع غلط و شکل پایین توزیع صحیح هوا را در سالن رستوران نشان می‌دهند.

فروشگاهها



شکل ۵۶ــ۳: توزیع هوا از عقب فروشگاه.

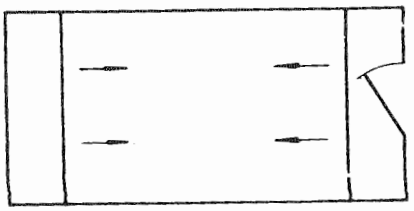
شرط اجرای این طرح اینست که سقف فروشگاه دارای مانع مزاحم نباشد. طول پرتاب هوا باید باندازهٔ طول فروشگاه باشد. زیرا در غیراینصورت امکان نفوذ هوای گرم خارج از راه در فروشگاه وجود دارد (در تابستان). دریچه‌ها را باید در محلهایی قرارداد که در نزدیکی دیوارها کوران ایجاد نشود.



شکل ۵۷ــ۳: پخش هوا از بالای در بسمت عقب فروشگاه.

شرط اجرای این طرح نیز اینست که سقف فروشگاه دارای مانع مزاحم نباشد.

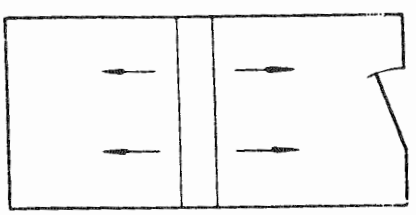
عیب ـ نفوذ هوای خارج از در فروشگاه زیاد می‌شود و همچنین ممکن است منجر به افزایش بیش از حد گردش هوا شود.



شکل ۵۸ــ۳: پخش هوا از هر دو انتهای فروشگاه بطرف مرکز.

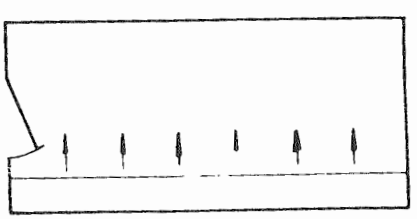
مزیت ـ گردش معتدل هوا.

ملاحظه ـ ممکن است در مرکز فروشگاه ایجاد کوران شود. طول پرتاب هریک از دریچه‌های طرفین نباید از 40 درصد کل طول فروشگاه بیشتر باشد.



شکل ۵۹ــ۳: پخش هوا از مرکز فروشگاه بطرف دو انتها.

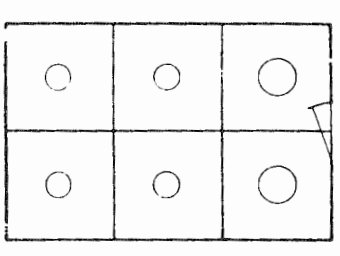
مزیت ـ گردش معتدل هوا.



شکل ۶۰ــ۳: پخش هوا از عرض فروشگاه.

مزیت ـ گردش معتدل هوا.

ملاحظه ـ طول پرتاب زیاد از حد ممکن است باعث ایجاد کوران در نزدیکی دیوار روبرو شود.

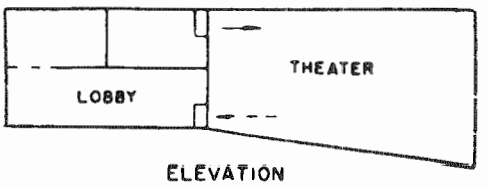


شکل ۶۱ــ۳: پخش هوا از سقف.

این حالت در مواردی بکار می‌رود که سقف دارای برش بدی بوده یکنواخت نباشد.

مزیت ـ بهترین طریق توزیع هوا.

عیب ـ هزینهٔ زیاد.



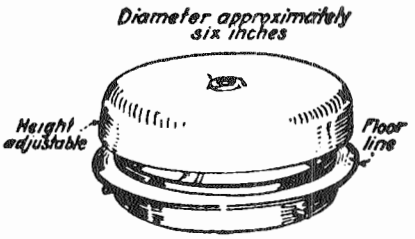
ELEVATION

شکل ۶۲ــ۳: سیستم ایجکتور برای تئاترهای کوچک بدون بالکن.

شرط اجرای این طرح اینست که سقف مانع مزاحم نداشته باشد و بتوانیم دریچه‌ها را روی دیوار عقب سالن تعبیه کنیم.

مزیت ـ هزینهٔ کم

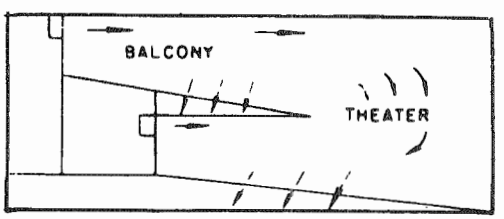
ملاحظه ـ امکان وجود فضاهایی با هوای ساکن در قسمت عقب سالن وجود دارد. برای برگشت هوا باید از دریچه‌های ماشروم (mushroom) که در زیر صندلیها نصب می‌شوند استفاده کرد (شکل ۶۳ــ۳).



Mushroom ventilating head.

شکل ۶۳ــ۳: ماشروم برای برگشت هوا.

این دریچه‌ها در زیر صندلی تماشاچیان نصب می‌شوند.



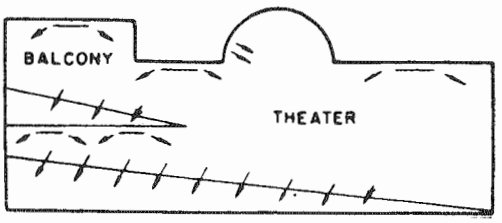
ELEVATION

شکل ۶۴ــ۳: سیستم ایجکتور برای تئاترهای بزرگ با بالکن.

شرط اجرای این طرح اینست که سقف مانع مزاحم نداشته باشد.

مزیت ـ هزینهٔ کم.

ملاحظه ـ بالکن و سن تئاتر باید برگشت هوای جداگانه‌ای داشته باشند. برگشت دادن هوا از زیر صندلیها مرجح و از دیوارهای جانبی و عقبی سالن تئاتر نیز قابل قبول است. طول پرتاب هوا از دریچه‌های واقع در زیر بالکن باید باندازه‌ای باشد که فقط فضای زیر بالکن را تحت پوشش داشته باشد.



ELEVATION

شکل ۶۵ــ۳: سیستم پخش هوا از سقف.

این طرح در مواردی بکار می‌رود که سقف دارای پستی و بلندی باشد.

مزیت ـ فراهم ساختن پوشش کامل بطوریکه هوای هیچ نقطه‌ای ساکن نخواهد ماند.

عیب ـ هزینهٔ اولیهٔ زیاد.

ملاحظه ـ سرعت خروج هوا از دریچه‌ها باید کم باشد، ضمناً باید ترتیبی را درنظر گرفت که هوا با سرعت زیاد به موانع سقف برخورد نکند زیرا باعث شکست هوا و ایجاد کوران در محل نشستن تماشاچیان خواهد شد.

۲ ــ دریچه‌های برگشت هوا:

سرعت مجاز هوا در دریچه‌های برگشت که براساس سطح مفید[1] (نه سطح ظاهری[2]) تعیین می‌شود، در جدول G ــ ۳ ارائه شده است.

جدول G ــ ۳: سرعت مجاز هوا در دریچه‌های برگشت، براساس سطح مفید دریچه.

سرعت هوا [fpm]	محل نصب دریچهٔ برگشت
	در ساختمانهای تجاری:
800 به بالا	بالای محل نشستن افراد
600 – 800	در محل نشستن افراد ولی نه نزدیک صندلیها
400 – 600	در محل نشستن افراد، نزدیک صندلیها
500 – 1000	دریچه‌هایی که روی دریا دیوار مشرف به راهرو نصب می‌شوند (مواقعیکه برای برگشت هوا از راهروها استفاده می‌شود)
800 به بالا	ساختمانهای صنعتی
400	ساختمانهای مسکونی

محل نصب دریچه‌های برگشت:

برای برگشت هوا، چنانکه قبلاً ذکر شد، ممکن است از سیستم کانال برگشت و یا راهرو ساختمان استفاده شود. در مواردیکه برای برگشت هوا به اتاق هواساز از راهروها بجای سیستم کانال برگشت

---

۱ ــ سطح مفید دریچه عبارتست از حاصلضرب ابعاد دریچه منهای سطوح تیغه‌ها.

۲ ــ سطح ظاهری دریچه عبارتست از حاصلضرب ابعاد دریچه.

استفاده می‌گردد، دریچه های برگشت روی در یا دیوار مشرف به راهرو (4 تا 12 اینچ بالای کف) نصب می‌شوند. در آپارتمانها و هتلها، استفاده از راهرو برای برگشت هوا به اتاق هواساز، طرح چندان خوبی نیست. برای برگشت هوا از طریق سیستم کانال نیز بهترین محل نصب دریچه های برگشت، روی دیوار و نزدیک کف اتاق (4 تا 12 اینچ بالای کف) می‌باشد. نصب دریچه های برگشت روی سقف یا کف اتاق توصیه نمی‌شود.

شکل ٦٦ ــ ٣ جزئیات نصب یک دریچهٔ سقفی و شکل ٦٧ ــ ٣ چگونگی توزیع هوا در اتاق را برای چند حالت نصب دریچه نشان می دهند. در فصل چهارم کاتالوگ انواع دریچهٔ سقفی و دیواری عرضه شده است.

مثال ٩:

مقدار 3000 cfm هوای مطبوع را در یک دفتر کار عمومی بابعاد 30′×50′ و ارتفاع سقف 10′ در دو حالت زیر توزیع نمایید:

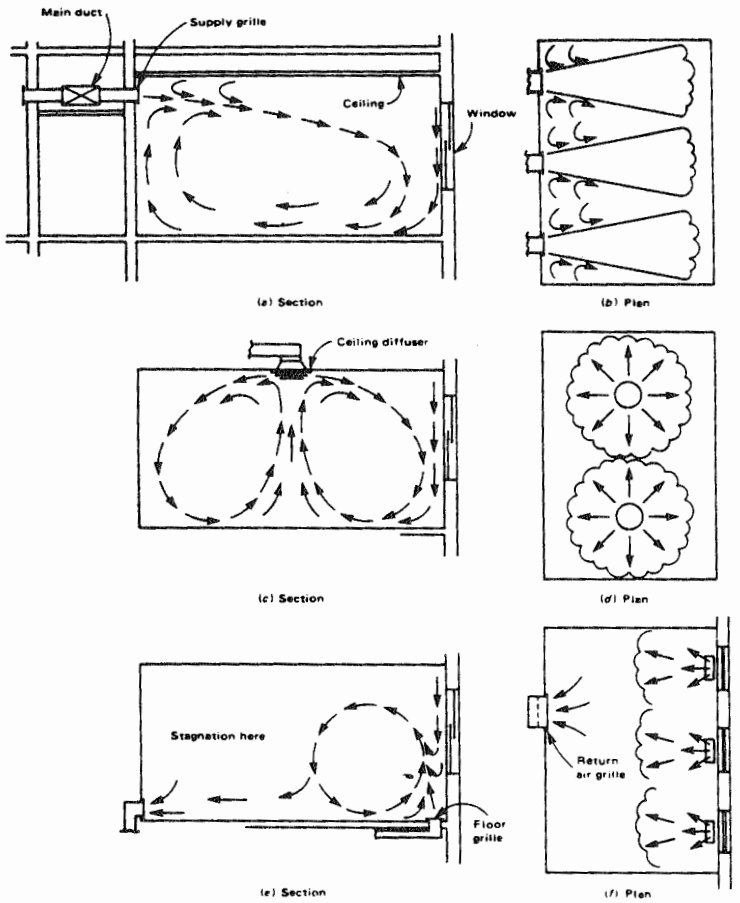
١ ــ از طریق دریچه های سقفی

٢ ــ از طریق دریچه های دیواری

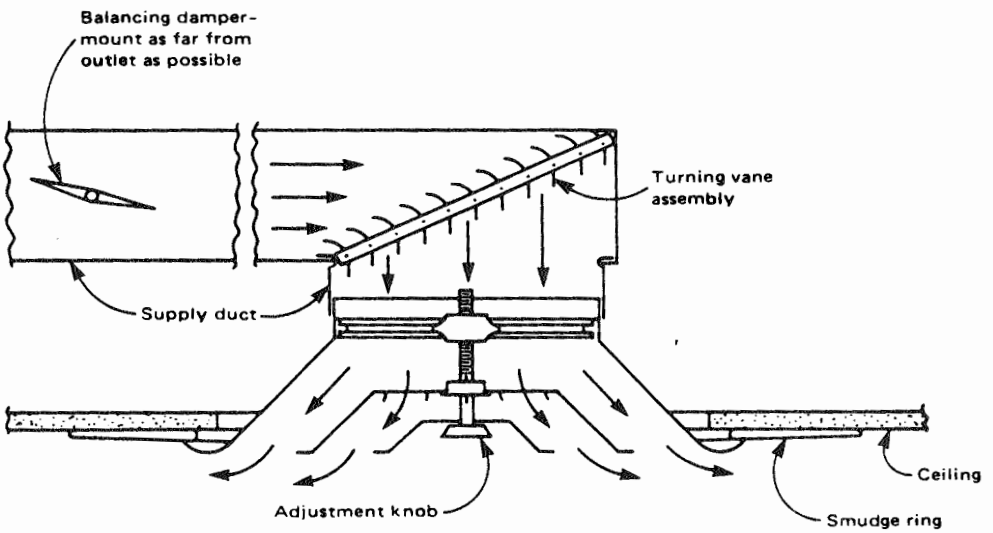
حل:

١ ــ توزیع هوا از سقف به دو صورت ممکن است انجام پذیرد:

الف ــ بعنوان اولین راه‌حل، سقف اتاق ممکن است به دو سطح مستطیلی بابعاد 30′×25′ تقسیم گردیده و در مرکز هر مستطیل یک دریچهٔ سقفی قرار گیرد. بدین ترتیب دبی هوای خروجی از هر دریچه 1500 cfm خواهد بود که شعاع پرتاب هوا (Throw) به اطراف دریچه حداکثر باید 15′ باشد. در مورد دریچه های سقفی نکتهٔ شایان ذکر اینست که منظور از کلمهٔ throw، شعاع پرتاب هوا به اطراف دریچه بصورت افقی است که میزان آن نباید از 1.5 برابر ارتفاع سقف بیشتر باشد. با توضیحاتی که ذکر شد، به کاتالوگ



شکل ٦٧ ــ ٣: چگونگی توزیع هوا در اتاق برای چند حالت نصب دریچه



(b) Section - adjustable ceiling diffuser

شکل ٦٦ ــ ٣: جزئیات نصب یک نوع دریچهٔ سقفی

دریچه مراجعه نموده و ملاحظه می‌کنیم که دریچهٔ 18 اینچی برای شرایط ما مناسب است و لذا تعداد دو دریچهٔ 18 اینچی برای این اتاق انتخاب می‌گردد.

ب ــ بعنوان دومین راه‌حل، ممکن است سقف اتاق به چهار سطح مستطیلی بابعاد 15×25 تقسیم گردیده و در مرکز هر مستطیل یک دریچهٔ سقفی قرار گیرد. در اینصورت دبی هوای خروجی از هر دریچه 750 cfm خواهد بود که در نتیجه انتخاب چهار دریچهٔ 12 اینچی از کاتالوگ مذکور مناسب است. البته نحوهٔ توزیع هوا از طریق این چهار دریچه نسبت به حالت «الف» مطلوبتر است، ولی در عوض هزینهٔ کانال کشی افزون می‌گردد.

۲ ــ توزیع هوا از طریق دریچه های دیواری:

در این حالت چهار دریچهٔ دیواری، هریک با دبی هوای 750 cfm در نظر گرفته با توجه به سرعت مناسب برای توزیع هوا در دفاتر عمومی (جدول ۲۹ ــ ۳ صفحهٔ ۲۱۹) که حداکثر 1250 fpm می باشد، به کاتالوگ دریچه در صفحهٔ ۳۳۰ مراجعه نموده چهار دریچهٔ 24×8 را انتخاب می‌کنیم. با توجه باینکه حداقل طول پرتاب هوا از دریچه باید 0.75 عرض اتاق (در این مسئله $30 \times 0.75 = 22.5$) باشد، دریچهٔ انتخابی از نظر سرعت و طول پرتاب هوا رضایتبخش است. ضمناً باید سعی نمود که فاصلهٔ ضلع بالایی دریچه از سقف کمتر از دو برابر ضلع کوچکتر (در این مثال 16 اینچ) نباشد.

بادزن ها

بادزن نوعی توربوماشین است که توسط تیغه های خود به هوا انرژی داده آنرا بجریان درمی‌آورد. در این مبحث به انواع بادزن ها، کاربرد و چگونگی انتخاب آنها اشاره خواهد شد.

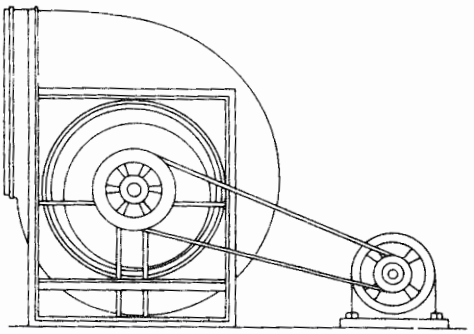
انواع بادزن - بادزنها بطور کلی در دودسته طبقه بندی می‌شوند؛ بادزنهای جریان شعاعی یا سانتریفوژ و بادزنهای جریان محوری.

۱ ــ بادزنهای سانتریفوژ[1] - این بادزن تشکیل شده است از یک محور گردنده با تعدادی تیغهٔ شعاعی که درداخل محفظه‌ای حلزونی قرار گرفته‌اند. هوا در جهت محور بادزن وارد و در جهت عمود بر محور خارج می‌شود (شکل ۶۸ــ۳). این بادزنها برحسب انحناء تیغه ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

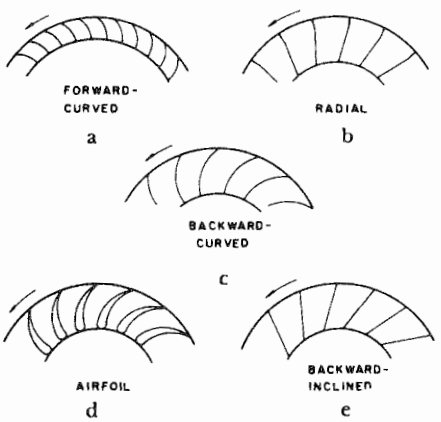
الف ــ انحناء بطرف جلو[2] (شکل ۶۹a ــ۳) - در این نوع بادزن، انحناء تیغه ها در جهت چرخش محور می‌باشد. بطوریکه در منحنی مشخصهٔ این نوع بادزن دیده می‌شود (شکل ۷۰ــ۳)، فشار استاتیک بادزن با افزایش دبی هوای خروجی از بادزن تا میزان 20% ظرفیت بادزن، کاهش یافته بعد از آن با افزایش دبی تا میزان 40% ظرفیت بادزن، افزایش می‌یابد، از این نقطه ببعد با افزایش دبی هوا فشار استاتیک بادزن بشدت افت می‌کند. همچنین با افزایش دبی هوا، قدرت افزون خواهد شد. افزایش یا کاهش دبی خروجی از بادزن توسط دمپر انجام می‌گیرد.

ب ــ انحناء بطرف عقب[3] (شکل ۶۹c ــ۳) - در این نوع بادزن، انحناء تیغه ها بسمت عقب یعنی خلاف جهت چرخش محور می‌باشد. با نگاهی به منحنی مشخصهٔ این نوع بادزن (شکل ۷۱ــ۳)، در می‌یابیم که فشار استاتیک با افزایش دبی هوای خروجی از بادزن تا میزان 20% ظرفیت بادزن، افزایش یافته و سپس با افزایش دبی، نقصان می‌یابد. قدرت نیز با افزایش دبی تا میزان 65% ظرفیت بادزن، افزون شده از آن ببعد رو به نقصان می‌گذارد. بنابراین موتور بادزن هیچگاه تحت اضافه بار قرار نخواهد گرفت و از اینرو این نوع بادزن در بین انواع بادزن سانتریفوژ از همه کم صدا تر است.

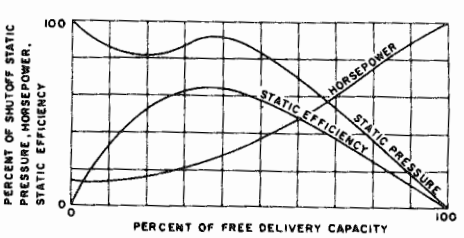
ج ــ رادیال[4] (شکل ۶۹b ــ۳) - در این نوع بادزن، تیغه ها دارای انحناء نمی‌باشند. از منحنی مشخصهٔ این بادزن (شکل ۷۲ــ۳) چنین برمی‌آید که همزمان با افزایش دبی هوای خروجی از بادزن (با بازکردن تدریجی دمپر)، قدرت متناسباً فزونی می‌یابد، از اینرو همچنانکه میزان هوای خروجی از بادزن افزایش یافته به صددرصد نزدیک می‌شود، امکان قرار گرفتن موتور تحت اضافه بار وجود دارد و بادزنی که تحت اضافه بار کار کند تولید سرو صدا خواهد نمود. اصولاً بادزنهای رادیال از نظر خصوصیات، چیزی بین دو نوع قبلی هستند و بدلیل نداشتن ویژگیهای دلخواه، بندرت در تأسیسات تهویهٔ مطبوع بکار می‌روند.



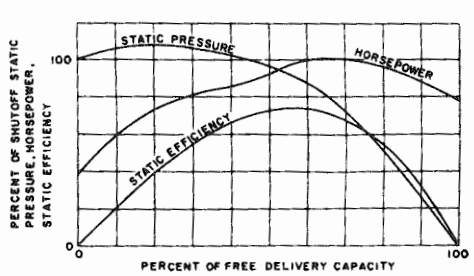
شکل ۶۸ــ۳: بادزن سانتریفوژ



شکل ۶۹ــ۳: انواع تیغه های بادزن سانتریفوژ

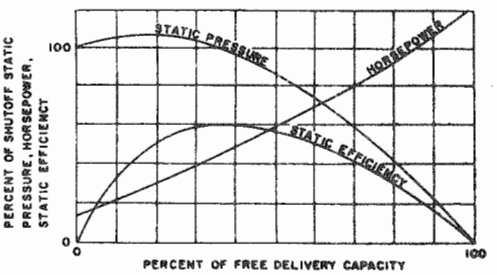


شکل ۷۰ــ۳: منحنی مشخصهٔ بادزن سانتریفوژ که تیغه هایش بطرف جلو انحناء دارند.



شکل ۷۱ــ۳: منحنی مشخصهٔ بادزن سانتریفوژ که تیغه هایش بسمت عقب انحناء دارند.

1– Centrifugal Fans 2– Forward-Curved Blade 3– Backward-curved Blade 4– Radial



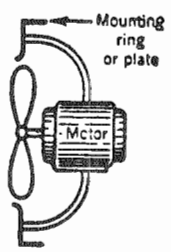
شکل ۷۲ــ۳: منحنی مشخصهٔ بادزن سانتریفوژ با تیغه های رادیال.

کاربرد بادزنهای سانتریفوژ- این بادزنها بدلیل کارکرد کم صدا و کارآیی عملیاتی کافی در فشارهای زیاد، در بیشتر تأسیسات تهویه مطبوع مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعلاوه، بادزنهای سانتریفوژ از این استعداد برخوردارند که در حالیکه ورودیشان بدستگاهی با مقطع بزرگ متصل می‌شود، خروجیشان به کانالی با مقطع نسبتاً کوچک اتصال یابد. جریان هوا در این بادزنها برحسب مقتضیات توزیع هوا، بسادگی توسط وسایل کنترل، قابل تنظیم است. این بادزنها می‌توانند بطور مستقیم یا توسط پولی و تسمه به موتور اتصال یابند.

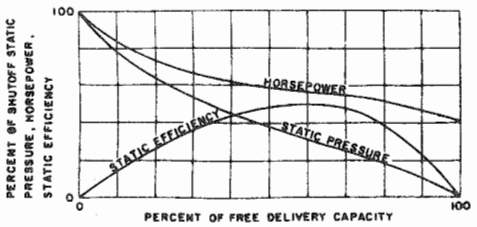
۲ ــ بادزنهای جریان محوری[1]- این بادزنها که هوا را بموازات محور خود جریان می‌دهند، بر چند نوعند:

الف ــ نوع پروانه‌ای[2] (شکل ۷۳ــ۳) - این نوع بادزن در مواردیکه برای تهویه یا تخلیهٔ هوای یک محل، از سیستم کانال استفاده نشود و مقاومت در سرراه جریان هوا کم باشد (فشار استاتیک حداکثر برابر 1/2 اینچ آب)، مورد استفاده قرار می‌گیرد و محل نصب آن روی پنجره یا در سوراخ دیوار می‌باشد. پنکه های معمولی نیز نوعی از همین بادزن می‌باشند. شکل ۷۴ــ۳، منحنی مشخصهٔ این نوع بادزن را نشان می‌دهد.

ب ــ **نوع پره‌محوری**[3] (شکل ۷۵ــ۳) - این نوع بادزن که درداخل یک لوله قرار گرفته است، علاوه بر تیغه های متحرک، دارای تیغه های هادی ثابتی در ورودی یا خروجی خود می‌باشد که کار آنها جهت دادن به هواست. اگر تیغه های هادی در ورودی

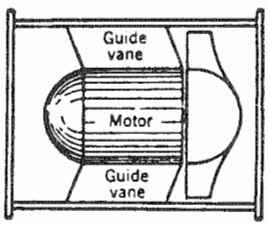


شکل ۷۳ــ۳: بادزن پروانه‌ای.

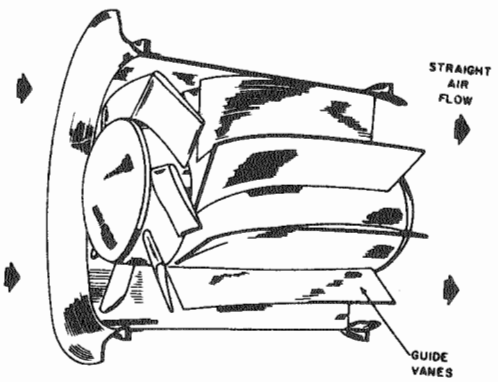


شکل ۷۴ــ۳: منحنی مشخصهٔ بادزن پروانه‌ای.

بادزن (قبل از تیغه‌های متحرک) نصب شوند، وظیفهٔ آنها اینست که هوا را به جهتی هدایت کنند که زاویهٔ برخورد هوا با تیغه های متحرک صفر شود. قرارگرفتن تیغه های هادی در این موقعیت مانع آشفتگی جریان هوا که باعث افت کارآیی بادزن می‌گردد، خواهد شد. اگر تیغه های هادی در خروجی بادزن (بعد از تیغه های متحرک) نصب شوند، کار آنها فراهم آوردن موجبات خروج بدون چرخش هوا از بادزن می‌باشد، بدین ترتیب مقدار انرژی که در بادزنهای بدون تیغه های هادی بهدر می‌رود، در این نوع بادزن صرف افزایش فشار هوا می‌شود. شکل ۷۶ــ۳، تیغه های ثابت و متحرک و شکل ۷۷ــ۳، منحنی مشخصهٔ این بادزن را نشان می‌دهند.



شکل ۷۵ــ۳: بادزن نوع پره محوری

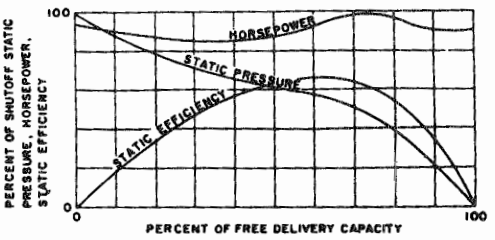


شکل ۷۶ــ۳: تیغه های بادزن نوع پره‌محوری

1– Axial Flow Fans

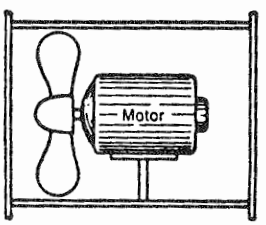
2– Propeller Fan

3– Vaneaxial Fan



شکل ۷۷ــ۳: منحنی مشخصهٔ بادزن جریان محوری

ج ــ نوع پروانه در لوله[1] ــ این یک بادزن جریان محوری معمولی است که درداخل یک لوله قرارگرفته ولی فاقد تیغه‌های هادی است. تیغه‌های آن ممکن است تخت یا دارای انحنا باشند (شکل ۷۸ــ۳).



شکل ۷۸ــ۳: بادزن نوع پروانه در لوله

کاربرد ــ در تأسیساتی که مقدار هوای جریانی توسط بادزن زیاد بوده ضمناً افزونی صدا از اهمیت چندانی برخوردار نباشد، بادزنهای جریان محوری بر سانتریفوژ برتری خواهند داشت، لذا بادزنهای جریان محوری اغلب در تأسیسات تهویهٔ صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

قوانین بادزنها:

قوانین عملیاتی که در مورد تمام بادزنها صدق می‌کنند در جدول H ــ۳ ارائه شده‌اند. علائمی که در این جدول بکار رفته‌اند بترتیب زیر تعریف می‌شوند:

Q [2] ــ دبی هوای جریانی

N [3] ــ سرعت چرخش پروانه

P [4] ــ فشار ایجاد شده توسط بادزن، فشار استاتیک یا فشار کلی

Hp [5] ــ قدرت مصرفی بادزن

D [6] ــ قطر پروانهٔ بادزن

W [7] ــ وزن مخصوص هوا که مستقیماً با فشار بارومتریک و بطور معکوس با دمای مطلق هوا نسبت دارد.

مثال ۱۰ چگونگی استفاده از قوانین بادزنها را نشان می‌دهد.

مثال ۱۰: اطلاعات زیر دردست است:

دبی هوا: 33120 cfm

فشار استاتیک: 1.5 in. wg

سرعت چرخش بادزن: 382 rpm

قدرت: 10.5 bhp

مطلوبست:

دبی هوا، فشار استاتیک و قدرت بادزن اگر سرعت چرخش به 440 rpm افزایش یابد.

حل: با استفاده از جدول H ــ۳ خواهیم داشت:

(Q) دبی هوا = 33120 × (440/382) = 38150 [cfm]

(P) فشار استاتیک = 1.5 × $(440/382)^2$ = 2 [in. wg]

(Hp) قدرت = 10.5 × $(440/382)^3$ = 16.1 [bhp]

منحنی مشخصهٔ بادزن:

مشخصات عملیاتی بادزن معمولاً بصورت جدول ارائه می‌شود که البته اگر بصورت منحنی رسم شود استفاده از آن آسانتر خواهد شد. اگر منحنی دردسترس نباشد، می‌توان با استفاده از این جدول، طرح تغییرات فشار استاتیک و قدرت را براساس سرعت چرخشی ثابت پروانه و محدودهٔ دبی مورد نظر رسم نمود. بدین ترتیب برای سرعتهای چرخشی مختلف پروانه، منحنی هایی بدست خواهند آمد که به آنها منحنی مشخصهٔ بادزن می‌گویند. جدول I ــ۳ نمونه‌ای از جداول مشخصات بادزن سانتریفوژ با تیغهٔ منحنی بسمت عقب می‌باشد. در فصل چهارم کاتالوگ بادزنهای سانتریفوژ ارائه شده است.

عملکرد بادزن در سیستم:

هر سیستم تهیهٔ هوای مطبوع متشکل است از کویلهای گرم و سرد، فیلترها، سیستم کانال و غیره، بنابراین هر سیستمی دارای منحنی مشخصهٔ **دبی ـ فشار** خاصی مستقل از بادزن است. برای ایجاد ارتباط بین مشخصات بادزن و سیستم، باید منحنی های مشخصهٔ آنها را برهم منطبق نمود. یک نمونه از این انطباق در شکل ۷۹ــ۳ ارائه شده است. با استفاده از این منحنی می‌توان تأثیر تغییرات شرایط طرح را روی عملکرد بادزن مشاهده نمود. منحنی های مشخصهٔ سیستم براساس قانونی رسم شده‌اند که اشعار می‌دارد؛ فشار استاتیک بادزن با مجذور تغییرات دبی هوایی که در سیستم جریان می‌یابد تغییر می‌کند. در عمل برای یک سیستم معین با دبی هوای معلوم، فشار استاتیک با دقت هرچه تمامتر محاسبه می‌شود، به این ترتیب یک نقطه از منحنی مشخصهٔ سیستم بدست می‌آید، بقیهٔ نقاط نیز با استفاده از قانون مذکور البته با فشارهای مختلف براساس دبی های مختلف بدست آمده منحنی

1– Tubeaxial Fan
2– Capacity
3– Speed
4– Pressure
5– Horsepower
6– Fan Size
7– Air Density
8– Brake Horse Power

جدول H—۳: قوانین بادزنها

VARIABLE	CONSTANT	NO	LAW	FORMULA
SPEED	Air Density Fan Size Distribution System	1	Capacity varies as the Speed.	$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$
		2	Pressure varies as the square of the Speed.	$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$
		3	Horsepower varies as the cube of the Speed.	$\frac{Hp_1}{Hp_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$
FAN SIZE	Air Density Tip Speed	4	Capacity and Horsepower vary as the square of the Fan Size.	$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Hp_1}{Hp_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$
		5	Speed varies inversely as the Fan Size.	$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$
		6	Pressure remains constant.	$P_1 = P_2$
	Air Density Speed	7	Capacity varies as the cube of the Size.	$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$
		8	Pressure varies as the square of the Size.	$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$
		9	Horsepower varies as the fifth power of the Size.	$\frac{Hp_1}{Hp_2} = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^5$
AIR DENSITY	Pressure Fan Size Distribution System	10	Speed, Capacity and Horsepower vary inversely as the square root of Density.	$\frac{N_1}{N_2} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Hp_1}{Hp_2} = \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{1/2}$
	Capacity Fan Size Distribution System	11	Pressure and Horsepower vary as the Density.	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{Hp_1}{Hp_2} = \frac{W_1}{W_2}$
		12	Speed remains constant.	$N_1 = N_2$

جدول ۱—۳: مشخصات بادزن سانتریفوژ با تیغهٔ منحنی بسمت عقب

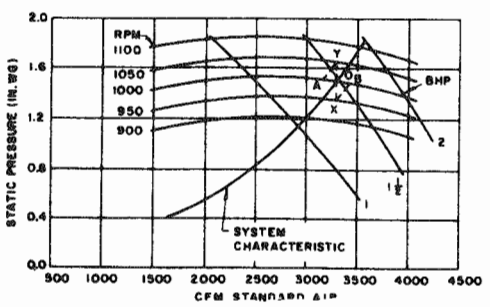
WHEEL DIAM. 44½"
TIP SPEED = 11.65 × RPM

INLET AREA = 21.60
OUTLET AREA = 20.79

BACKWARD-CURVED
Class I Ratings

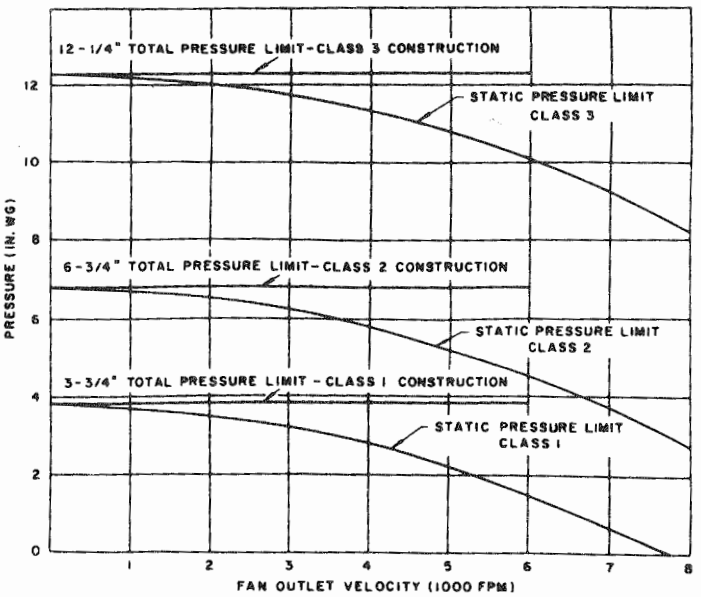
CFM	Outlet Veloc.	¼" SP		⅜" SP		½" SP		⅝" SP		¾" SP		⅞" SP		1" SP		1¼" SP		1½" SP		1¾" SP	
	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
12460	600	189	.61																		
14536	700	200	.76	228	1.04																
16613	800	212	.94	237	1.26	264	1.64														
18691	900	228	1.13	250	1.49	272	1.87	292	2.25												
20766	1000	243	1.39	263	1.76	282	2.18	302	2.57	324	3.08										
22841	1100	259	1.66	278	2.09	296	2.52	315	2.95	332	3.44	351	3.98								
24916	1200	276	1.98	294	2.45	310	2.92	327	3.38	343	3.87	359	4.37	377	4.91						
26991	1300	292	2.34	309	2.84	325	3.35	342	3.85	356	4.36	371	4.88	387	5.44	420	6.66				
29065	1400	309	2.77	325	3.29	342	3.83	356	4.37	370	4.91	384	5.47	398	6.03	426	7.22	459	8.62		
31158	1500	326	3.24	342	3.82	357	4.37	371	4.95	385	5.53	398	6.12	411	6.71	437	7.92	465	9.25	492	10.53
33233	1600	344	3.78	359	4.37	373	4.97	387	5.58	400	6.19	413	6.80	425	7.45	449	8.73	473	10.01	500	11.45
35308	1700	361	4.37	375	5.00	390	5.63	403	6.28	416	6.93	427	7.58	440	8.24	463	9.59	486	10.93	509	12.42
37383	1800	379	5.04	394	5.69	407	6.37	420	7.04	431	7.72	443	8.41	454	9.11	477	10.53	498	11.95	520	13.45
39458	1900	397	5.76	411	6.46	423	7.16	436	7.88	447	8.60	459	9.31	470	10.04	492	11.54	512	13.03	533	14.58
41532	2000	416	6.57	428	7.31	441	8.05	452	8.78	464	9.54	475	10.30	486	11.05	507	12.60	526	14.15	546	15.75

مشخصهٔ سیستم را شکل می‌دهند. وقتی منحنی مشخصهٔ بادزن برای قطر پروانه و سرعت چرخش معین، روی این منحنی قرار گیرد (مانند شکل ۷۹—۳)، از تقاطع آنها فقط یک نقطه بدست می‌آید که نقطهٔ عملکرد بادزن تحت شرایط مورد نظر است. اگر سرعت چرخش بادزن افزایش یابد، نقطهٔ عملکرد بطرف بالا و سمت راست نقل مکان می‌کند و در صورتیکه سرعت چرخش بادزن کاهش یابد، نقطهٔ عملکرد بطرف پایین و سمت چپ منتقل می‌شود. شکل ۷۹—۳ چگونگی تغییر نقطهٔ عملکرد را در اثر تغییرات شرایط طرح از قبیل تغییر دبی هوا ناشی از تنظیمات دمپر، تغییرات مقاومت فیلتر دراثر کثیف شدن و غیره نشان می‌دهد. با حل مثال ۱۱ چگونگی عملکرد سیستم را در شرایطی غیر از شرایط طرح بررسی می‌کنیم.



شکل ۷۹—۳: انطباق منحنی مشخصهٔ بادزن با منحنی مشخصهٔ سیستم

نمودار G–۳: تعیین کلاس بادزنهای سانتریفوژ



مثال ۱۱: اطلاعات زیر دردست است:

دبی هوا: 3300 cfm

فشار استاتیک: 1.5 in. wg

سرعت چرخش بادزن: 1000 rpm

منحنی مشخصهٔ بادزن: مانند شکل ۷۹–۳

مطلوبست:

دبی هوا، فشار استاتیک و قدرت مورد نیاز بادزن اگر مقاومت فیلترها in.wg 0.15 از مقدار برآورد شده در طرح بیشتر باشد.

حل: ۱ – از نقطهٔ طرح O (شکل ۷۹–۳) بطور عمودی بالا می‌رویم تا به نقطهٔ Y بافشار استاتیک in.wg 1.65 (1.5 + 0.15) و دبی 3300 cfm برسیم.

۲ – چون بادزن باسرعت 1000rpm عمل می‌کند، از نقطهٔ Y خطی به موازات منحنی مشخصهٔ سیستم رسم می‌کنیم تا منحنی مشخصهٔ بادزن در سرعت 1000rpm را در نقطهٔ A قطع کند. در نقطهٔ عملکرد جدید، دبی بادزن 3175 cfm در فشار استاتیک 1.5 in.wg خواهد بود. قدرت مصرفی مورد نیاز در شرایط جدید برابر 1.4 bhp می باشد.

جدول ل – ۳: کلاس بادزنهای سانتریفوژ

Centrifugal Fans

CLASS	MAXIMUM TOTAL PRESSURE
I	3¾ in. wg — standard
II	6¾ in. wg — standard
III	12¾ in. wg — standard
IV	More than 12¾ in. wg — recommended

انتخاب بادزن:

مقتضیات سیستم که در انتخاب بادزن مؤثرند عبارتند از:

۱ – دبی هوا، ۲ – فشار استاتیک، ۳ – جرم مخصوص هوا (اگر در شرایط غیراستاندارد* باشیم)، ٤ – سطح صدا باتوجه به نوع استفاده از ساختمان، ۵ – فضای موجود برای نصب.

وقتی این مقتضیات شناخته شدند باید بادزن یا بادزنهایی را انتخاب کرد که ضمن برخوردار بودن از حداکثر کارآیی، دارای سطح صدای قابل قبول بوده کمترین هزینه را دربر داشته باشند.

سرعت خروجی مناسب از نقطه‌نظر سطح صدا، نمی‌تواند ملاک انتخاب بادزن قرارگیرد. بهترین حالت از نظر سطح صدا زمانی حاصل می‌شود که بادزن با حداکثر کارآیی خود عمل کند. زمانیکه بادزن در فشارهای استاتیک بالا تری کار می‌کند، از آنجائیکه کارآیی حداکثر نیز در دبی های بالا تر حاصل می‌شود، بادزن سرعت خروجی بیشتری خواهد داشت. از اینرو تمام حدودی که در ارتباط با سطح صدا بسرعت خروجی تحمیل می‌شوند بستگی دارند به فشار استاتیک باضافهٔ سطح صدا باتوجه بنوع استفاده از ساختمان. بمنظور اینکه بادزن از نظر سطح صدا قابل قبول باشد، باید تا آنجا که ممکن است نزدیک نقطهٔ کارآیی حداکثر انتخاب شود. اگر بخواهیم در انتخاب بادزن بهترین توازن را بین هزینهٔ اولیه و کارآیی بادزن درنظر بگیریم، بادزن انتخابی ما کمی کوچکتر از آن خواهد بود که کارآیی حداکثر را ارائه دهد، با این وجود، در مواردیکه ساعات کار بادزن زیاد باشد، ممکن است انتخاب بادزن بزرگتر با کارآیی بیشتر تجویز شود. همچنین اگر

---

* شرایط استاندارد در سطح دریا: 29.92 in.Hg , 70 F

بادزن کوچکتر، احتیاج به موتور و ملزومات بزرگتر یا مواد ساختمانی سنگینتری داشته باشد، ممکن است انتخاب یک بادزن بزرگتر بیشتر مقرون بصرفه باشد.

کلاس بادزنهای سانتریفوژ:

برحسب استانداردهای آمریکا، بادزنهای سانتریفوژ برمبنای حداکثر فشاری که توسط آنها تولید می‌شود، در چهار کلاس طبقه‌بندی می‌شوند. جدول j ــ۳، کلاس بادزنهای سانتریفوژ را نسبت به حداکثر فشار کل تولیدی آنها نشان می‌دهد. همچنین نمودار G ــ۳ برای تعیین کلاس بادزنها، در صورتیکه فشار استاتیک و سرعت هوا در دهانهٔ خروجی بادزن معلوم باشند بکار می‌رود.

تصحیح شرایط جوی:

جداول و منحنی های مشخصهٔ بادزنها براساس شرایط جوی استاندارد یعنی دمای 70 F و فشار بارومتریک 29.92 in.Hg تهیه شده‌اند. اگر بادزن در شرایطی غیر از این کارکند، باید روش انتخاب بادزن تصحیح گردد. با یک دبی وفشار معین در شرایط غیراستاندارد باید بترتیب زیر عمل نمود:

۱ ــ تعیین نسبت چگالی هوا از نمودار ۱ ــ ۲ (آخر فصل دوم).

۲ ــ محاسبهٔ فشار استاتیک معادل، از تقسیم فشار استاتیک معین برنسبت چگالی.

۳ ــ تعیین سرعت چرخش و قدرت بادزن با دردست داشتن دبی معین و فشار استاتیک معادل و مراجعه به جدول مشخصات بادزن.

٤ ــ ضرب قدرت بدست آمده از جدول مزبور در نسبت چگالی هوا بمنظور تعیین قدرت بادزن در شرایط موردنظر.

اگر در انتخاب بادزن از تصحیح چشم‌پوشی شود، سرعت چرخش بادزن و دبی هوای تحویلی آن ممکن است خیلی کم و قدرت آن تا اندازه‌ای زیاد شود. مثال ۱۲ چگونگی انتخاب بادزن را درارتفاعی بالاتر از سطح دریا نشان می‌دهد.

مثال ۱۲: اطلاعات زیر دردست است:

دبی هوا: 37380 cfm

فشار استاتیک: 1.45 in.wg

ارتفاع از سطح دریا: 5000 ft

دمای هوا: 70 F

مشخصهٔ بادزن: جدول I ــ۳

مطلوبست:

سرعت چرخش و قدرت بادزن.

حل: ۱ ــ از نمودار ۱ ــ ۲ (آخر فصل دوم) نسبت چگالی هوا را برای ارتفاع5000ftبدست می‌آوریم که می‌شود: 0.83

۲ ــ فشار استاتیک معادل برابر است با:

1.45/0.83 = 1.75 in.wg

۳ ــ با معلوم بودن دبی (37380) و فشار استاتیک معادل (1.75) بجدول I ــ۳ مراجعه نموده بادزنی با مشخصات زیر انتخاب می‌کنیم:

قدرت = 13.45 [bhp]

سرعت چرخش = 520 [rpm]

٤ ــ قدرت بادزن در ارتفاع 5000 ft برابر است با:

13.45 × 0.83 = 11.2 [bhp]

۵ ــ سرعت چرخش: سرعت چرخش = 520 [rpm]

٦ ــ درسرعت دهش 1800 fpm و فشار استاتیک معادل 1.75 in.wg به نمودار G ــ۳ مراجعه می‌نماییم و می‌بینیم که در حدود بادزن کلاس 1 قرار داریم، لذا انتخاب بادزن کلاس 1 صحیح خواهد بود.

کنترل دبی بادزن ــ تغییرات دبی هوای بادزن ممکن است به چند روش صورت گیرد:

۱ ــ کنترل سرعت موتور

۲ ــ دمپر خروجی

۳ ــ دمپرهای قابل تنظیم ورودی

٤ ــ تعویض محرک بادزن (پولی و تسمه)

سطح صدا:

وقتی از بادزنها صحبت می‌کردیم، مکرراً به سطح صدای تولیدی توسط آنها اشاره داشتیم، حال ببینیم که اصولاً منظور از سطح صدا چیست و حدود قابل قبول آن کدامند.

چنانکه می‌دانیم صدا از طریق امواج صوتی هوا بگوش منتقل می‌شود. هرجسم مرتعشی می‌تواند موجد امواج صوتی باشد، خواه بال مگس باشد یا جدار کانال و غیره. تعداد این ارتعاشات درثانیه که فرکانس نامیده می‌شود در کیفیت صدایی که بگوش می‌رسد اثر مستقیم دارد و گوش انسان تنها محدودهٔ معینی از فرکانس صوتی (بین 300 تا 10000 سیکل بر ثانیه) را می‌تواند درک کند. واحد اندازه گیری شدت صوت، دسی بل است که توسط دسی بل متر

جدول K ــ۳: دسی بل قابل قبول در محلهای مختلف

دسی بل قابل قبول dBA	محل
25	استودیوی ضبط صدا
30	اتاق خواب در حومهٔ شهر
30	تئاتر
35	کلیسا و مسجد
35	کلاس درس
40	دفتر خصوصی
50	دفتر عمومی
55	اتاق غذاخوری
70	اتاق کامپیوتر

اندازه گیری می‌شود. دسی بل شاخص دامنه و فرکانس امواج صوتی هوا و معیاری برای تعیین سطح صداست. جدول K—۳، دسی بل قابل قبول برای مکانهای مختلف را نشان می‌دهد.

با این توضیحات، کاملاً واضح است که اجزاء فعال سیستم تهویه مطبوع از قبیل موتورها، کمپرسورها، پمپ ها، بادزنها و غیره تا چه اندازه می‌توانند در بالابردن سطح صدا دریک ساختمان تأثیر داشته باشند. کف، سقف، درها، لوله ها، کانالها و سایر اجزاء ساختمان نیز می‌توانند بعنوان واسطهٔ انتقال ارتعاش به محل سکونت افراد و تشدید امواج صوتی نقش مؤثری ایفا کنند. تدابیر و تمهیدات گوناگونی برای کاهش حتی الامکان سطح صدا در ساختمان بکار برده می‌شوند. این تدابیر ممکن است ضمن طراحی ساختمان یا پس از تکمیل آن، اعمال گردند. فرش ها، پارچه ها، پرده ها و غیره که جاذب صدا هستند، باعث تخفیف صدا در ساختمان می‌شوند. کانالهای نمدپوش یا عایق شده از داخل نیز صدا را جذب و خفه می‌کنند. بکاربردن لرزه گیرها از قبیل لاستیک و فنر در زیر موتورها و سایر اجزاء ارتعاش کنندهٔ تأسیسات، تعبیهٔ برزنت در محل اتصال کانال به خروجی بادزن، بکاربردن صفحات عایق صدا در اطراف وسایل پر سروصدایی مثل موتور و غیره، همگی در کاهش سطح صدا مفید واقع می‌شوند. مضاف بر همهٔ اینها، در انتخاب سرعت هوا در کانالها باید دقت کنیم که از محدودهٔ مجاز فراتر نرویم زیرا سرعت زیاد جریان هوا خود یکی از عوامل ایجاد صدا در ساختمان است. اگر امکان کاهش سرعت هوا وجود نداشته باشد، می‌توان سطح داخلی کانال را با پوششهای نرم و جاذب صدا نظیر نمد و پارچه پوشاند و یا از دریچه های تخلیهٔ صدا استفاده نمود.

طرح و انتخاب وسایل و اجزاءِ سیستم تهویهٔ مطبوع

یک سیستم تهویه مطبوع دو فصلی شامل وسایل گرمایش و سرمایش می‌باشد. در مورد اجزاء سیستم گرمایش از قبیل دیگ، مشعل و غیره در فصل دوم (حرارت مرکزی) توضیحات لازم داده شد، لذا این مبحث را عمدتاً به وسایل و اجزاء سیستم سرمایش ساختمان اختصاص می‌دهیم:

① ـ چیلر[1]:

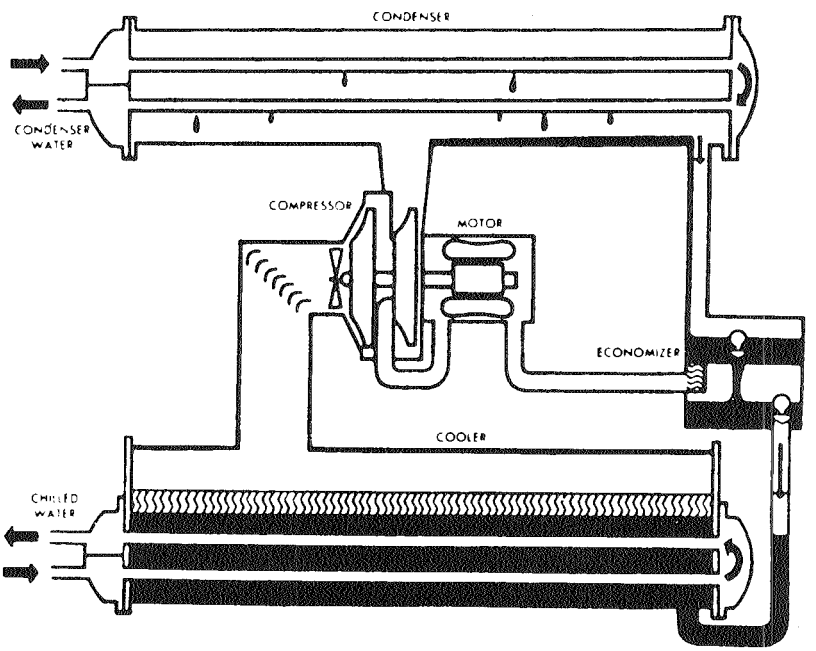
چیلر یک مبدل حرارتی است که آب سرد جریانی در کویل هواساز یا فن کویل را تهیه می‌کند. چیلرها از نظر سیستم تبرید به دو دستهٔ تراکمی تبخیری و جذبی تقسیم می‌شوند:

الف ــ چیلرهای تراکمی تبخیری[2] ــ این چیلرها اساساً تشکیل شده‌اند از اواپراتور[3]، کمپرسور[4]، کندانسور[5]، شیرانبساط[6] و تعدادی وسایل‌کنترل (شکل ۸۰ـ۳). مایع مبرد[7] (معمولاً R – 11 یا R -22) **در داخل پوستهٔ اواپراتور که فشار آن کمتر از فشار جو است تبخیر شده حرارت نهان تبخیر خود را از آب جاری در لوله ها گرفته آنرا خنک می‌کند. بخار خشک مبرد از طریق لولهٔ مکش به کمپرسور می‌رود و فشار و دمایش افزایش یافته به کندانسور ارسال می‌گردد. در داخل کندانسور، بخار داغ مبرد توسط آب جاری در لوله ها بتدریج تقطیر گردیده پس از عبور از شیر انبساط و تقلیل فشار، بار دیگر به لوله های اواپراتور فرستاده می شود تا پروسهٔ فوق تکرار** گردد. آب سرد تهیه شده در چیلر توسط پمپ به کویل دستگاه هواساز یا فن کویل ارسال می‌گردد.

ب ــ چیلرهای جذبی[8] ــ اجزاء متشکلهٔ این چیلرها عبارتند از اواپراتور، جذب کننده[9]، ژنراتور کندانسور[10]، مبدل حرارتی[11]، پمپ و وسایل کمکی دیگر. بخار مبرد که در اواپراتور تولید شده است، توسط مایع جذب کننده (لیتیم بروماید[12]) جذب شده محلول رقیق را می‌سازد. این محلول توسط پمپ به مبدل حرارتی ارسال گردیده دمایش افزایش می‌یابد و سپس راهی ژنراتور شده دمایش بازهم بالا تر می‌رود تا جائیکه مایع مبرد موجود در محلول تبخیر شده از محلول جدا می‌گردد. به این ترتیب، با جداشدن مقدار زیادی از مایع مبرد، محلول غلیظ شده از طریق مبدل حرارتی به جذب کننده بازمی‌گردد. بخار مبردی که در ژنراتور تولید شده است راهی کندانسور می‌شود و در آنجا تقطیر گردیده به اواپراتور می‌رود. در **داخل اواپراتور، مایع مبرد حرارت نهان تبخیرش را از آب جاری در لوله ها گرفته آنرا خنک می‌کند. بخار مبرد بار دیگر توسط لیتیم** بروماید جذب شده پروسهٔ فوق تکرار می‌گردد. جهت افزایش کارآیی مبدل حرارتی، در جذب کننده و اواپراتور بترتیب مایع لیتیم بروماید و مبرد روی لوله ها اسپری می‌شوند. شکل ۸۱ــ۳ چگونگی این عملیات را بطور شماتیک نشان می‌دهد.

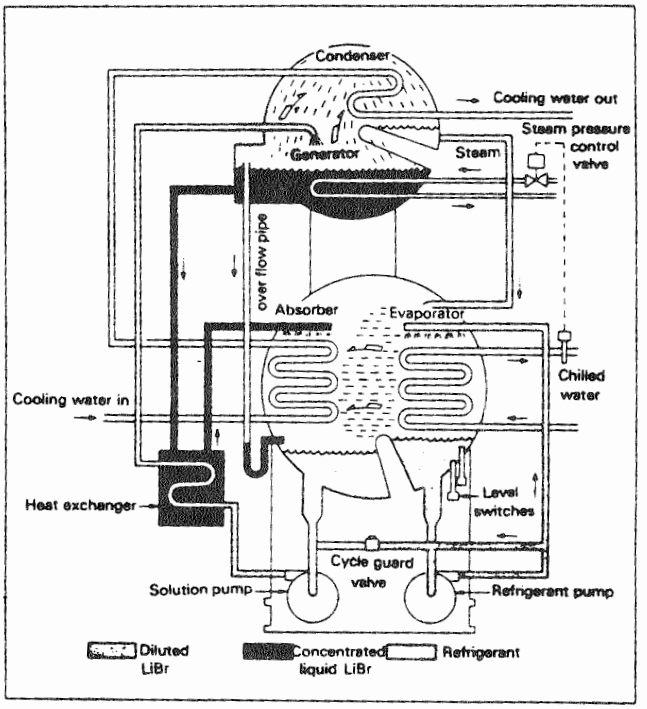
انتخاب چیلر از روی کاتالوگ:

برای انتخاب چیلر از روی کاتالوگ، لازم است پارامترهای زیر را



شکل ۸۰ــ۳: نمایش طرز کار یک چیلر با سیستم تراکمی تبخیری

1– Chiller
2– Reciprocating Liquid Chillers
3– Evaporator
4– Compressor
5– Condenser
6– Expansion Valve
7– Refrigerant
8– Absorption Liquid Chiller
9– Absorber
10– Condenser Generator
11– Heat Exchanger
12– Lithium Bromide



شکل ۸۱ــ۳: طرز کاریک چیلر جذبی

دردست داشته باشیم:

۱ ــ ظرفیت سرمایی[1] چیلر برحسب تن تبرید[2] (RT) ـ ظرفیت سرمایی چیلر با احتساب 10% ضریب اطمینان بابت افت قدرت و ظرفیت سرمایی چیلر ناشی از فرسودگی دستگاه در آینده، از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{ظرفیت سرمایی چیلر [USRT]} = \frac{Q_t \times 1.1}{12000}$$

که در آن: Q_t: بارسرمایی کل ساختمان [Btu/hr]

[USRT] = 12000 [Btu/hr] یک تن تبرید آمریکایی

۲ ــ دمای آب سرد خروجی[3] از چیلر ـ این همان آب سردی است که به کویل هواسازیا فن کویل و غیره ارسال می‌گردد. دمای آب سرد خروجی از چیلر معمولاً بین 40 F تا 50 F می‌باشد.

۳ ــ دبی آب سرد خروجی[4] از چیلر ـ که عبارتست از مقدار آب سردی که در کل سیستم جریان می‌یابد و از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$USGPM = \frac{Q_t}{5000}$$

که در آن:

USGPM: دبی آب سرد جریانی برحسب گالن آمریکایی بر دقیقه

Q_t: بار سرمایی کل ساختمان [Btu/hr]

$$5000 = 8.33 \left[\frac{\text{پاوند}}{\text{گالن}}\right] \times 60 \left[\frac{\text{دقیقه}}{\text{ساعت}}\right] \times$$

[اختلاف دمای آب سرد ورودی و خروجی 10[F

۴ ــ اختلاف دمای آب سرد ورودی و خروجی[5] چیلر ـ که همان اختلاف دمای آب سرد رفت و برگشت سیستم است و معمولاً برابر 10 F درنظر گرفته می‌شود.

۵ ــ دمای آب خروجی از کندانسور[6] ـ منظور دمای خروجی آب خنک کنندهٔ کندانسور است که معمولاً بین 85 F تا 105 F درنظر گرفته می‌شود. اختلاف دمای آب ورودی و خروجی کندانسور[7] معمولاً 10 F می‌باشد.

۶ ــ دمای تقطیر[8] ـ که منظور دمای تقطیر بخار مبرد در کندانسور است و معمولاً مقدار آن بین 100 F تا 125 F درنظر گرفته می‌شود.

معمولاً اطلاعات فوق برای انتخاب چیلر از روی کاتالوگ کافی است. سایر مشخصات از قبیل ضریب رسوب[9]، افت فشار در قسمت های مختلف چیلر، مشخصات الکتریکی و ابعاد دستگاه در کاتالوگ ارائه می‌شوند.

دبی آب خنک کنندهٔ کندانسور ـ معمولاً بازاء هرتن تبرید ظرفیت سرمایی چیلر، حدود 3 GPM آب جهت خنک کردن کندانسور منظور می‌گردد:

$$\text{دبی آب خنک کنندهٔ کندانسور [GPM]} = 3 \left[\frac{GPM}{Ton}\right] \times \text{ظرفیت سرمایی چیلر [Ton]}$$

در فصل چهارم چندین نمونه از کاتالوگ چیلرهای تراکمی تبخیری و جذبی ارائه شده‌اند.

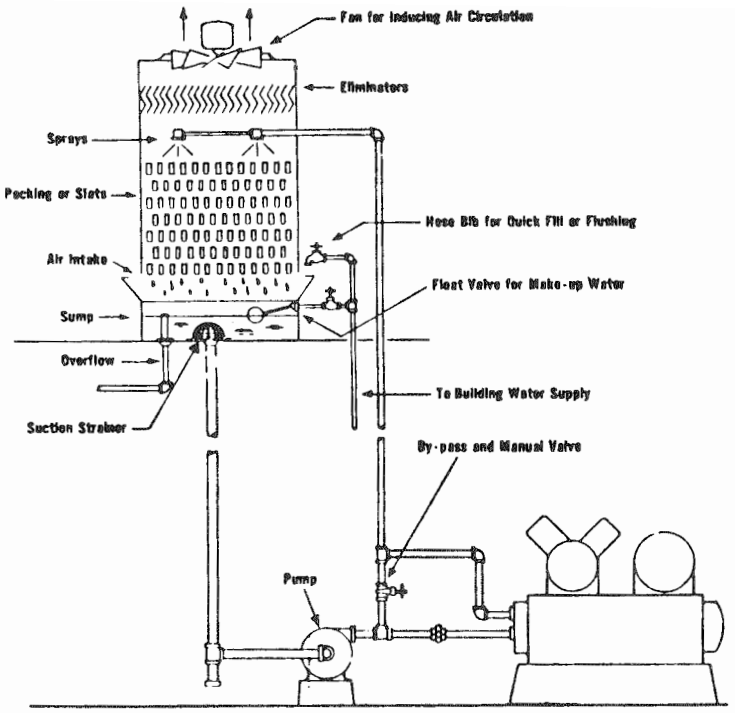
② ــ برج خنک کن[10] و کندانسور تبخیری[11]:

الف ــ برج خنک کن ـ جهت خنک کردن آب خروجی از کندانسور از دستگاهی بنام برج خنک کن استفاده می‌گردد. این دستگاه آب خروجی از کندانسور را از طریق تبخیر جزئی از خودش خنک نموده توسط پمپ سیرکولا تور به کندانسور برگشت می‌دهد. برج های خنک کن معمولاً در دونوع ساخته می‌شوند:

۱ ــ با جریان مخالف ـ که در آن آب از بالا به پایین و هوا از پایین به بالا جریان دارند (شکل ۸۲ــ۳). هوا توسط بادزنی که در بالای برج قرار دارد از پایین به سمت بالا مکیده می‌شود و آب ارسالی از کندانسور نیز بوسیلهٔ افشانک هایی از بالا برروی صفحات متعددی که درداخل برج تعبیه شده‌اند ریزش می‌کند. قطرات آب افشانده شده برروی صفحات مذکور، در طول مسیر خود بتدریج در اثر تماس با هوا و تبخیر جزئی خنک شده در تشتک پایین برج جمع گردیده از آنجا توسط پمپ سیرکولا تور به کندانسور برگشت داده می‌شود و این پروسه متداوماً تکرار می‌گردد. سطح آب در تشتک مذکور بوسیلهٔ یک شیر مجهز به شناور کنترل می‌شود تا آبی که دراثر تبخیر از دست می‌رود جبران گردد.

۲ ــ با جریان متقاطع ـ که در آن آب از بالا به پایین و هوا بطور

1– Colling Capacity
2– Tons Of Refrigeration
3– Leaving Chilled Water Temperature
4– Chilled Water Quantity
5– Chilled Water Range
6– Condenser Water Leaving Temperature
7– Condenser Water Range
8– Condensing Temperature
9– Fouling Factor
10– Cooling Tower
11– Evaporative Condenser



شکل ۸۲ــ۳: یک برج خنک کن با جریان مخالف و اتصالات آن

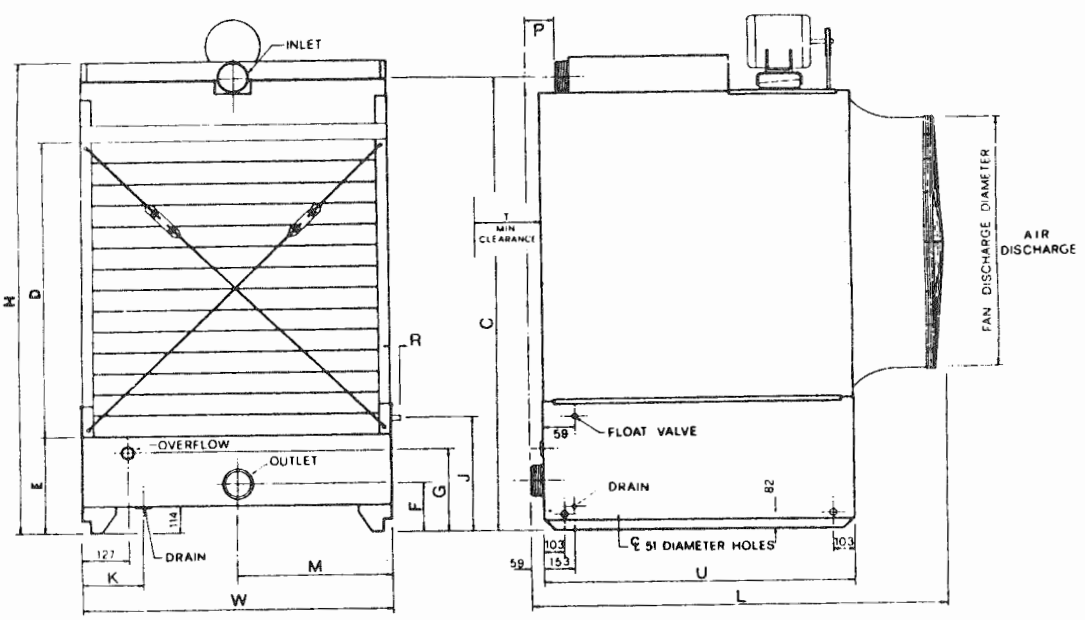
متقاطع با آن از پهلوی برج جریان می‌یابند (شکل ۸۳ــ۳). در این نوع برج خنک کن، بادزن در پهلوی برج تعبیه می‌شود.

دمای آب ورودی به برج خنک کن که همان دمای آب خروجی از کندانسور می‌باشد معمولاً حدود F 95 و دمای آب خروجی از برج خنک کن که همان دمای آب ورودی به کندانسور است حدود F 85 درنظر گرفته می‌شود، به این ترتیب آب ارسالی از کندانسور حدود F 10 خنک می‌شود.

انتخاب برج خنک کن از روی کاتالوگ:

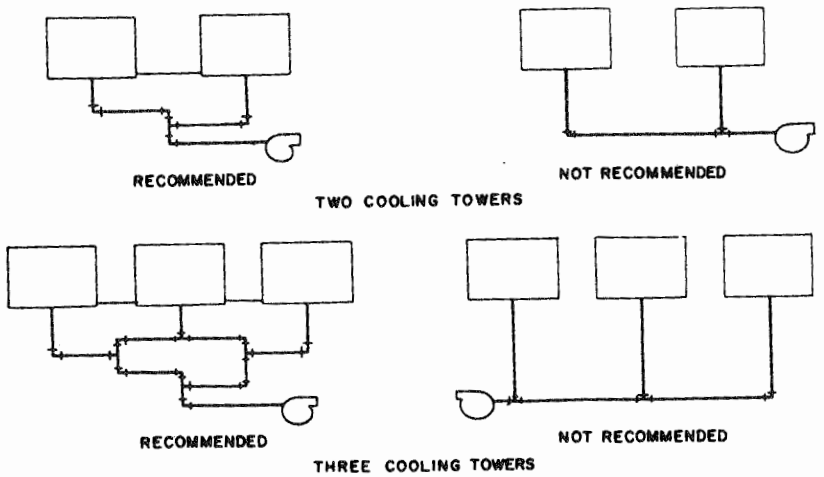
برای انتخاب برج خنک کن از روی کاتالوگ معمولاً به معلومات زیر احتیاج داریم:

۱ ــ دمای مرطوب هوای خارج[1]



شکل ۸۳ــ۳: برج خنک کن با جریان متقاطع

1– Outside Air Wet Bulb Temperature



شکل ۸۴ــ۳: نحوهٔ لوله کشی صحیح و غلط چند برج خنک کن موازی

۲ ــ دمای آب ورودی به برج خنک کن [1]

۳ ــ نقصان دمای آب در برج خنک کن [2] ـ که عبارتست از اختلاف دمای آب در ورودی و خروجی برج خنک کن و معمولاً برابر 10F در نظر گرفته می‌شود.

۴ ــ دمای آب خروجی از برج خنک کن [3]

۵ ــ دبی آب جریانی در برج خنک کن [4] ـ که همان دبی آب خنک کنندهٔ کندانسور است و بطوریکه قبلاً ذکر شد، معمولاً برابر 3 GPM و گاهی تا 4GPM بازاء هرتن تبرید ظرفیت سرمایی چیلر درنظر گرفته می‌شود.

با دردست داشتن معلومات فوق و مراجعه به کاتالوگ، براساس راهنمایی هایی که در خود کاتالوگ شده است، مدل مناسب را انتخاب نموده سایر مشخصات لازم از قبیل وزن، ابعاد و غیره را از کاتالوگ استخراج می‌کنیم. در فصل چهارم چند نمونه از کاتالوگ برج خنک کن ارائه شده‌اند.

درصورت زیاد بودن دبی آب جریانی، گاهی لازم است چند برج خنک کن را با هم موازی نماییم که در اینصورت باید هنگام لوله کشی دقت کنیم که افت فشار آب از پمپ تا تمام برجهای خنک کن یکسان باشد. شکل ۸۴ــ۳ چگونگی لوله کشی صحیح و غلط را برای برجهای خنک کن موازی نشان می‌دهد.

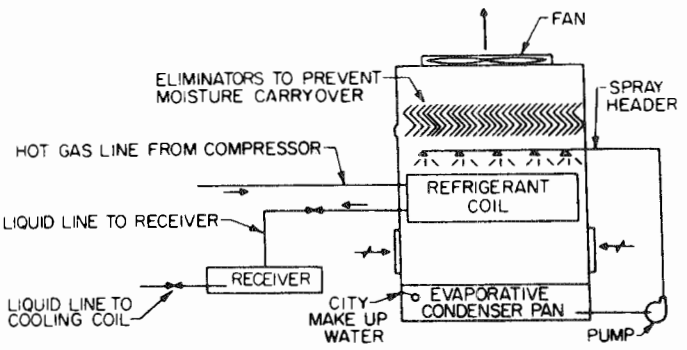
برج خنک کن را باید در فضای آزاد نصب نمود. بهترین محل نصب برج خنک کن روی زمین و نزدیک مرکز تأسیسات می‌باشد ولی گاهی بعلت محدودیت جا آنرا روی سقف ساختمان قرار می‌دهند که البته باید سقف ساختمان قدرت تحمل وزن برج خنک کن با آب را داشته باشد.

ب ــ کندانسور تبخیری ـ زمانیکه لوله های کندانسور در داخل برج خنک کن قرار گیرند، یک کندانسور تبخیری خواهیم داشت که بدلیل قدرت تقطیر زیاد می‌تواند در تأسیساتی که از نظر جا در مضیقه می‌باشند بکار گرفته شود. در کندانسور تبخیری، بخار داغ مبرد که از کمپرسور می‌آید در داخل لوله های کندانسور توسط هوا و آب پودر شده که بترتیب بوسیلهٔ بادزن و آبفشان برخلاف جهت یکدیگر در محفظه کندانسور جریان می یابند، تقطیر می‌شود. در این فرآیند، آب افشانده شده توسط آبفشان سطح لوله ها را مرطوب ساخته باعث افزایش میزان انتقال حرارت از سطح لوله ها به هوای جریانی می‌شود. هوایی که توسط بادزن در داخل محفظهٔ کندانسور می‌وزد، پس از تماس با سطح مرطوب لوله ها و آب پودر شده، با رطوبت نسبی زیادی محفظه را ترک نموده جای آنرا هوای تازهٔ خارج می‌گیرد. در صورتیکه دستگاه در فضای باز نصب شده باشد از نظر تأمین هوای تازه مشکلی وجود ندارد، ولی اگر در داخل ساختمان قرار گرفته باشد برای رساندن هوای تازه به آن باید از کانال استفاده نمود که در اینصورت می‌توان با تعبیهٔ یک بادزن با فشاری معادل 1/4 اینچ آب، جریان هوای تازه را به داخل کانال تسریع نمود. آبی که از آبفشان پاشیده می‌شود در تشتک زیرین دستگاه جمع شده بوسیلهٔ یک پمپ مجدداً به آبفشان ارسال می‌گردد. سطح آب تشتک نیز توسط یک شناور کنترل می‌شود تا در صورت نقصان جبران گردد. شکل ۸۵ــ۳ چگونگی طرز کار یک کندانسور تبخیری را نشان می‌دهد.

③ ــ طرح و محاسبهٔ سیستم لوله کشی در سرمایش:

در مورد سیستم های مختلف لوله کشی و چگونگی محاسبات مربوطه بتفصیل در فصل دوم توضیح داده شد. آنچه در این مبحث باید به مطالب مذکور اضافه شود طرحهای مختلف سیستم لوله کشی در تهویهٔ مطبوع دو فصلی (گرمایش و سرمایش)

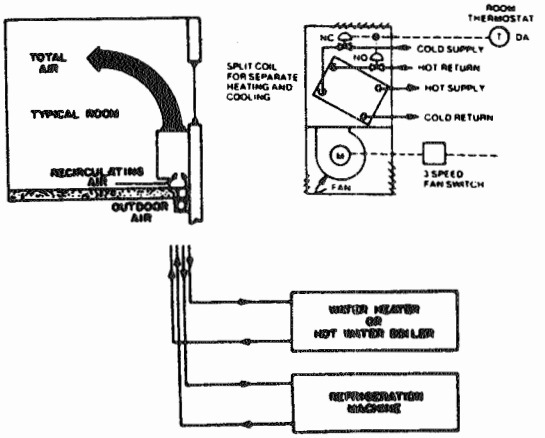
1— Entering Water Temperature
2— Range
3— Leaving Water Temperature
4— Circulating Water



شکل ۸۵ــ۳: نمایش طرز کار یک کندانسور تبخیری

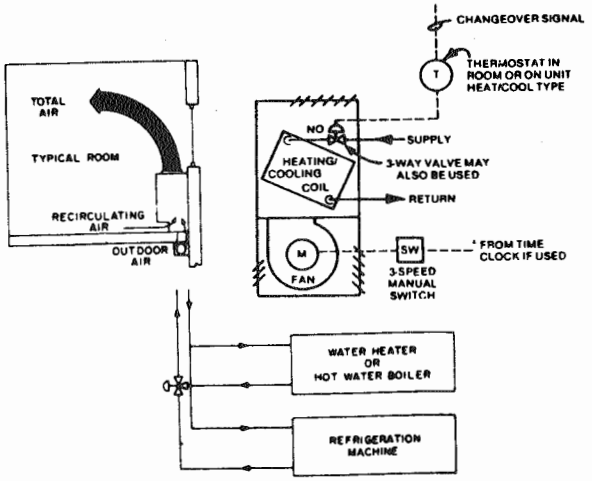
می‌باشند:

الف ــ طرح لوله کشی مستقل یا چهارلوله‌ای[1] ـ در این طرح، محاسبات شبکه‌های لوله کشی رفت و برگشت برای گرمایش و سرمایش بطور جداگانه براساس دبی آب گرم و آب سردی که توسط لوله‌ها حمل می‌شود، صورت می‌گیرند. به این ترتیب چهارلوله خواهیم داشت، دولوله برای رفت و برگشت آب گرم و دولوله برای رفت و برگشت آب سرد. شکل ۸۶ــ۳ چگونگی لوله کشی یک فن کویل را، بعنوان مثال، با سیستم مستقل نشان می‌دهد.



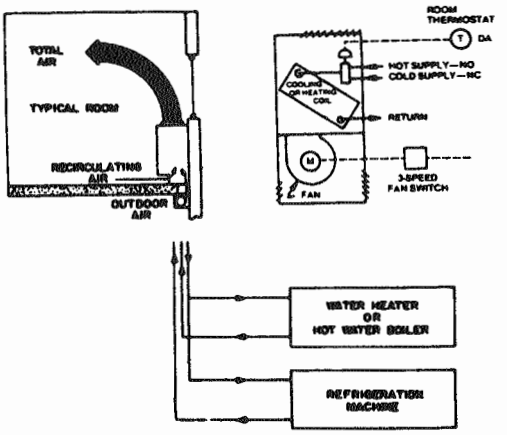
شکل ۸۶ــ۳: طرح لوله کشی مستقل (چهارلوله‌ای) فن کویل

ب ــ طرح لوله کشی مشترک یا دولوله‌ای[2] ـ در این طرح، برای گرمایش و سرمایش تنها از یک شبکهٔ لوله کشی رفت و برگشت استفاده می‌شود که باقتضای فصل در آن آب گرم یا آب سرد جریان می‌یابد. بدین ترتیب در این سیستم تنها دولوله خواهیم داشت، یکی برای رفت آب گرم یا آب سرد و دیگری برای برگشت آب گرم یا آب سرد. نکته حائز اهمیت اینست که محاسبهٔ قطر لوله‌ها در این سیستم معمولاً بر اساس دبی آب سرد که غالباً بیشتر از دبی آب گرم است انجام می‌گیرد. البته بهتر است همواره مقایسه‌ای بین دبی آب گرم (برای گرمایش) و دبی آب سرد (برای سرمایش) یک ساختمان صورت پذیرد تا هرکدام بیشتر بود ملاک محاسبات واقع شود. شکل ۸۷ــ۳ چگونگی لوله کشی یک فن کویل را با سیستم مشترک نشان می‌دهد.



شکل ۸۷ــ۳: طرح لوله کشی مشترک (دولوله‌ای) فن کویل

ج ــ طرح لوله کشی مرکب یا سه‌لوله‌ای[3] ـ در این طرح که تلفیقی از طرحهای مستقل و مشترک است ممکن است لولهٔ رفت مشترک و لوله‌های برگشت مستقل و یا لوله‌های رفت مستقل و لولهٔ برگشت مشترک باشد. بدین ترتیب در این سیستم سه لوله خواهیم داشت. شکل ۸۸ــ۳ چگونگی لوله کشی یک فن کویل را با سیستم مرکب نشان می‌دهد.



شکل ۸۸ــ۳: طرح لوله کشی مرکب (سه‌لوله‌ای) فن کویل

محاسبهٔ قطر لوله‌ها در سیستم سرمایش:

با توجه به مطالب مذکور، محاسبات سیستم لوله‌کشی برای سرمایش را بترتیبی که در فصل دوم ذکر شد، با در نظر گرفتن نرخ افت فشار

1– Four-Pipe System
2– Two-Pipe System
3– Three-Pipe System

مناسب و تعیین دبی آب در لولهٔ مورد نظر آغاز نموده قدم بقدم قطر لوله‌ها را تعیین می‌کنیم:

الف ــ نرخ افت فشار ــ همانطور که در فصل دوم ذکر شد، نرخ افت فشار مناسب در سیستم لوله کشی حدود 2.5 فوت آب بر صد فوت طول معادل لوله یا 300 میلی‌اینچ آب بر فوت می‌باشد.

ب ــ دبی آب در لولهٔ مورد نظر ــ برای تعیین دبی آب سرد در لولهٔ مورد نظر از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$G = \frac{Q}{5000}$$

که در آن:

G: دبی آب سرد در لولهٔ مورد نظر [GPM]

Q: بار سرمایی‌که توسط آب سرد جاری در لولهٔ مورد نظر حمل می‌شود [Btu/hr].

$$5000 = 8.33\ [\frac{\text{پاوند}}{\text{گالن}}] \times 60\ [\frac{\text{دقیقه}}{\text{ساعت}}] \times$$

[اختلاف دمای آب سرد رفت و برگشت F] 10

با معلوم بودن نرخ افت فشار و دبی آب در لولهٔ مورد نظر، به نمودارهای ۳ــ۲ یا ٤ــ۲ (آخر فصل دوم) که بترتیب برای لوله‌های آهنی و مسی ارائه شده‌اند مراجعه نموده با توجه به محدودهٔ سرعت مناسب مذکور در فصل دوم قطر لوله را تعیین می‌کنیم. باید توجه داشت که محور پایینی نمودارهای مزبور در اینجا بدون استفاده است.

تعیین قطر لوله های تخلیه کنندهٔ آبچکه:

در اثر تقطیر بخار آب موجود در هوا بر روی کویلهای سرد در مبدلهای حرارتی از نوع فن کویل، حجم قابل توجهی آب در سینی مخصوص آبچکه در زیر کویلها جمع می شود که باید برای تخلیهٔ آنها از لولهٔ مخصوصی بنام «لولهٔ تخلیهٔ آبچکه» استفاده نمود. اصولاً حجم آب حاصل از تقطیر رطوبت هوا را می توان بطور متوسط حدود 3 پاوند بر ساعت بازاءِ هر تن تبرید ظرفیت سرمایی کویل در نظر گرفت که در مکانهایی با بار نهان زیاد این مقدار تا 6 lb/hr/Ton افزایش می یابد.

امّا برای تعیین قطر لوله های آبچکه احتیاجی به محاسبهٔ میزان آب حاصل از تقطیر رطوبت هوا نیست، بلکه این کار بر مبنای ظرفیت کویل سرمایی دستگاه مبدل حرارتی صورت می‌گیرد. به این ترتیب که قطر لولهٔ تخلیهٔ آبچکه برای کویل سردی با ظرفیت سرمایی تا 2 تن تبرید برابر ¾، برای ظرفیت سرمایی بین 2 تا 5 تن برابر ۱، برای ظرفیت سرمایی بین 5 تا 30 تن برابر ۱¼، برای ظرفیت سرمایی 30 تا 50 تن برابر ۱½ ، برای ظرفیت سرمایی بین 50 تا 180 تن برابر ۲ و برای ظرفیت سرمایی بین 180 تا 300 تن برابر ۳ در نظر گرفته می شود.

تعیین قطر لوله‌های رفت و برگشت آب به برج خنک کن:

برای تعیین قطر لوله‌های رفت و برگشت آب از کندانسور به برج خنک کن نیز مطابق همان روش قبلی عمل می‌کنیم با این تفاوت که چون این سیستم لوله کشی از نوع باز است، باید از نمودار ۵ــ۲ (آخر فصل دوم) استفاده نماییم.

الف ــ نرخ افت فشار ــ که حدود 2.5 فوت آب بر صد فوت طول معادل لوله یا 300 میلی اینچ آب بر فوت می‌باشد.

ب ــ دبی آب ــ بطوریکه قبلاً ذکر شد، دبی آب خنک کنندهٔ کندانسور بترتیب زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{دبی آب خنک کنندهٔ کندانسور [GPM]} = 3[\frac{\text{GPM}}{\text{Ton}}] \times \text{ظرفیت سرمایی چیلر [Ton]}$$

با معلوم بودن نرخ افت فشار و دبی آب جریانی بین کندانسور و برج خنک کن به نمودار ۵ــ۲ مراجعه نموده قطر لوله‌های رفت و برگشت آب را تعیین می‌کنیم.

④ــ محاسبه و انتخاب پمپ سرکولا تور:

الف ــ برای گردش آب سرد - بطوریکه در فصل دوم ذکر گردید، برای انتخاب پمپ سیرکولا تور احتیاج به دبی و هد پمپ داریم تا با ارائه آن به کاتالوگ بتوانیم مدل مناسب را تعیین کنیم.

۱ ــ دبی پمپ - که برای سیستم سرمایش از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$GPM = \frac{Q_t}{5000}$$

که در آن:

GPM: دبی پمپ برحسب گالن بر دقیقه

Q_t: بار سرمایی کل ساختمان [Btu/hr]

5000: قبلاً توضیح داده شده است.

۲ ــ هد پمپ - که برابر است با مجموع افت فشار در طولانیترین و پر مقاومت‌ترین مسیر رفت و برگشت آب سرد از چیلر به واحدهای حرارتی (مثلاً فن کویل)، افت فشار در داخل کویل فن کویل یا هواساز و افت فشار در قسمت سرد کنندهٔ دستگاه چیلر که در کاتالوگ این دستگاهها مشخص شده‌اند. بنابراین با توجه به مطالبی که در فصل دوم در مورد تعیین افت فشار در پرمقاومت‌ترین مسیر لوله کشی با احتساب 50% طول معادل لوله بابت افت فشار در وصاله‌ها ذکر گردید، خواهیم داشت:

هد پمپ برحسب فوت آب = L×0.075 + افت فشار درکویل هواساز یا فن‌کویل‌ازکاتالوگ + افت فشار در قسمت سرد کنندهٔ چیلر از کاتالوگ

در فرمول فوق L عبارتست از طول پرمقاومت‌ترین مسیر رفت از چیلر به واحدهای حرارتی (مثلاً فن کویل یا هواساز) برحسب فوت.

ب ــ برای گردش آب از کندانسور به برج خنک کن:

برای انتخاب پمپ سیرکولا تور برای گردش آب از کندانسور به برج خنک کن نیز باید دبی و هد پمپ را محاسبه نماییم:

۱ ــ دبی پمپ - که برابر است با مقدار آب لازم برای خنک کردن کندانسور:

$$\text{دبی پمپ} = 3\ [\frac{\text{GPM}}{\text{Ton}}] \times \text{ظرفیت سرمایی چیلر [Ton]}$$

۲ ــ هد پمپ - که از فرمول زیر به‌دست می‌آید:

+ افت فشار در کندانسور از کاتالوگ + 0.075× L = هد پمپ

افت فشار در برج خنک کن از کاتالوگ برحسب فوت آب

در فرمول فوق L عبارتست از طول مسیر رفت از کندانسور به برج خنک کن برحسب فوت.

⑤ــ انتخاب هواساز از کاتالوگ:

مشخصاتی که برای انتخاب مدل هواساز باید در اختیار داشته باشیم بقرار زیرند:

۱ ــ دبی کل هوای مورد نیاز جهت حمل بار حرارتی ساختمان (گرمایی و سرمایی) [CFM]

۲ ــ بار حرارتی کل گرمایی و سرمایی ساختمان [Btu/hr]

۳ ــ فشار استاتیک بادزن هواساز [in.wg]

با ارائه این سه مشخصه به کاتالوگ هواساز، مدل آن تعیین می‌گردد. در فصل چهارم نمونهٔ کاتالوگ هواساز ارائه شده است. سایر مشخصات لازم از قبیل افت فشار در کویلها، فیلترها و غیره، طول و عرض و ارتفاع هواساز، وزن هواساز و مشخصات الکتریکی را می‌توان از کاتالوگ بدست آورد.

دستگاه هواساز را باید حتی المقدور نزدیک اتاقهایی که قرار است تهویه شوند و درداخل اتاقی که مخصوص آن در نظر گرفته شده قرارداد تا طول مسیر کانال کشی کاهش یافته هزینهٔ اولیهٔ تأسیسات تقلیل یابد. گاهی در ساختمانهای چند طبقه، برای هر طبقه یک دستگاه هواساز در نظر می‌گیرند.

⑥ــ انتخاب فن کویل از کاتالوگ:

برای انتخاب فن کویل که یک واحد تهویه مطبوع انفرادی است به مشخصات زیر نیاز داریم:

۱ ــ دبی هوای مورد نیاز جهت حمل بارحرارتی اتاق (سرمایی و گرمایی) [CFM]

۲ ــ بارحرارتی کل گرمایی و سرمایی اتاق [Btu/hr]

با ارائه مشخصات فوق به کاتالوگ، مدل فن کویل را معین کرده سایر مشخصات لازم را از کاتالوگ برداشت می‌کنیم. در فصل چهارم، نمونهٔ کاتالوگ فن کویل ارائه شده است.

⑦ــ منبع انبساط برای سیستم سرمایش:

حجم منبع انبساط در سیستم سرمایش با استفاده از فرمول های ذکر شده برای منبع انبساط آب داغ (فصل دوم صفحات ۶۳ و ۶۴)، خیلی کوچک بدست می‌آید. زیرا ضریب افزایش حجم آب بازاءِ حدود دمای متداول در سرمایش (از جدول C ـ ۲ صفحهٔ ۶۲)، کوچک است. لذا حجم منبع انبساط بسته برای سیستم سرمایش را برابر نصف حجم منبع انبساط سیستم گرمایش که براساس دمای متوسط آب 135 F (از دمای 70 F به دمای 200 F) با استفاده از فرمول صفحهٔ ۶۳ بدست می‌آید، در نظر می‌گیرند. فرمول زیر نیز می‌تواند برای تعیین حجم منبع انبساط نوع دیافراگمی برای سیستم سرمایش مورد استفاده قرار گیرد:

$$V=\frac{e \times V_s}{1-\frac{P_f}{P_o}}$$

در این فرمول e (ضریب انبساط آب) از جدول L ــ ۳ و برمبنای دمای متوسط آب در سیستم سرمایش بدست می‌آید. در یک سیستم سرمایش حداقل دمای آب معمولاً 40 F (یعنی دمای آب خروجی از اواپراتور) و حداکثر دمای آب همان بالا ترین دمای محیط[1] در موقع خاموشی سیستم است. بدین ترتیب مقدار ضریب e با معین بودن بالا ترین دمای محیط، از جدول L ــ ۳ بدست می‌آید. در مورد سایر اجزاءِ فرمول فوق در صفحات ۶۳ و ۶۴ توضیح داده شده است.

جدول L ــ ۳: ضریب انبساط خالص آب در سیستم سرمایش با حداقل دمای 40 F

Highest Temperature, F	Factor e	Highest Temperature, °C	Factor e
90	0.0041	30	0.0034
100	0.0058	35	0.0048
110	0.0077	40	0.0065
120	0.0100	45	0.0084
130	0.0124	50	0.0104
140	0.0150	55	0.0126
150	0.0179	60	0.0150
160	0.0209	65	0.0176

⑧ــ انتخاب کندانسور هوایی:

در مناطقی که رطوبت زیاد هوا باعث عدم کارآیی برج خنک کن گردد و یا مصرف آب به هر دلیل مقرون بصرفه نباشد، بجای کندانسور آبی از کندانسور هوایی استفاده می شود.

برای انتخاب این کندانسور باید اطلاعات زیر را در اختیار داشته باشیم:

۱ ــ میزان حرارتی که کندانسور دفع می‌کند (CHR) [Btu/hr]:

برای کمپرسور باز: CHR = (TR) تناژ × 12000 + BHP×2545

برای کمپرسور بسته: CHR = (TR) تناژ × 12000 + KW×3413

۲ ــ اختلاف دمای طرح (TD) ـ که بترتیب زیر بدست می آید:

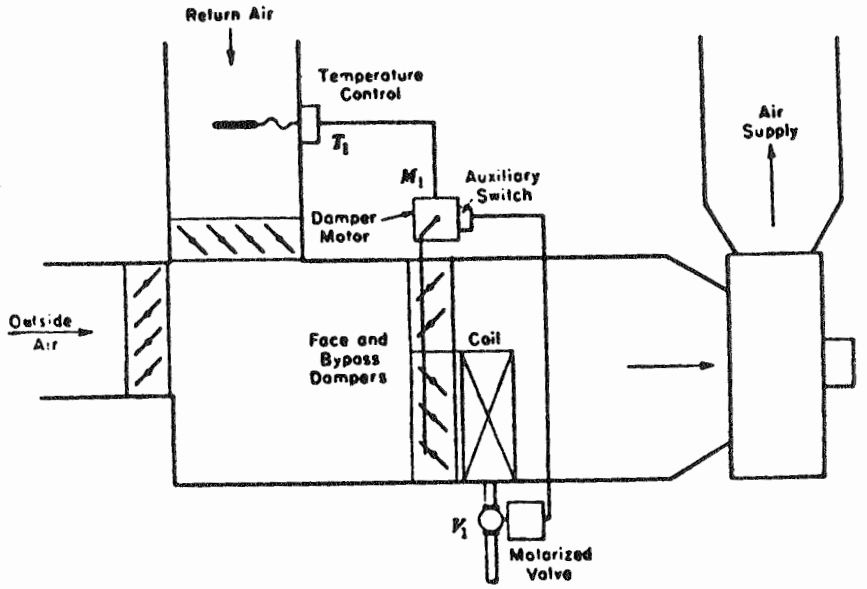
TD = دمای تقطیر گاز در کندانسور − دمای خشک محیط

[F] [F]

با ارائه این دو مشخصه به کاتالوگ، مدل دستگاه تعیین می‌گردد.

نمونه‌ای از جداول انتخاب کندانسور هوایی در کاتالوگ

MODEL	TD(°F)					
	15	20	25	30	35	40
SAC- 040	32	43	54	65	75	86
SAC- 075	56	75	94	113	132	151
SAC- 110	83	111	139	167	194	222
SAC- 150	113	150	188	225	263	300
SAC- 225	170	226	283	340	396	453
SAC- 300	228	304	380	456	532	608
SAC- 375	275	367	458	550	642	733
SAC- 450	342	456	571	685	799	913
SAC- 600	450	600	750	900	1050	1200
SAC- 750	567	757	946	1135	1324	1513
SAC- 900	685	913	1141	1369	1598	1826
SAC-1150	851	1135	1419	1703	1986	2270



شکل ۸۹ــ۳: کنترل دمای فضاهای مورد تهویه بوسیلهٔ ترموستات کانال برگشت.

کنترل در سیستم‌های تهویه مطبوع:

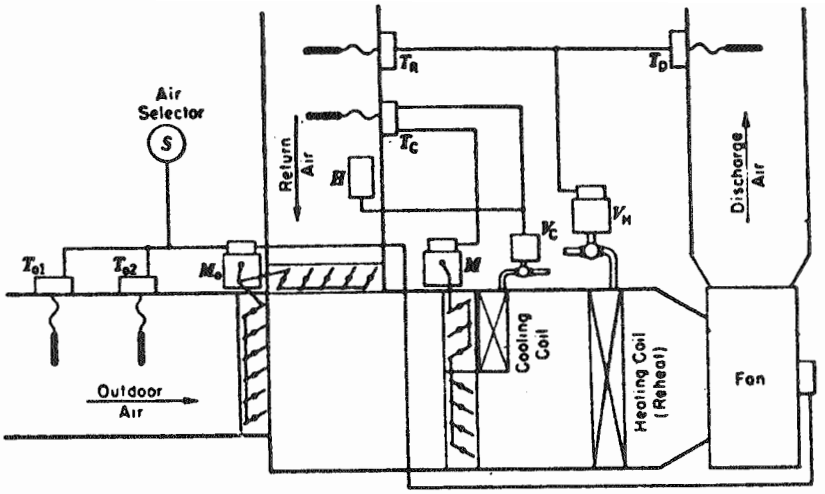
۱ ــ کنترل دما در ساختمانهایی که از سیستم تهویهٔ مطبوع انفرادی استفاده می‌کنند، توسط فرمان یک ترموستات که در داخل اتاق یا فضای مورد تهویه نصب می‌شود، صورت می‌گیرد. این ترموستات می‌تواند پس از رسیدن دما بحد تنظیم شده روی آن، به بادزن فن کویل فرمان قطع یا وصل دهد و یا با فرمان دادن به یک شیر موتوری، دبی آب گرم یا آب سرد ورودی به کویل را کم یا زیاد و یا بای‌پاس کند.

۲ ــ کنترل دما در ساختمانهایی که از سیستم تهویه مطبوع مرکزی استفاده می‌کنند، ممکن است به دو طریق صورت گیرد:

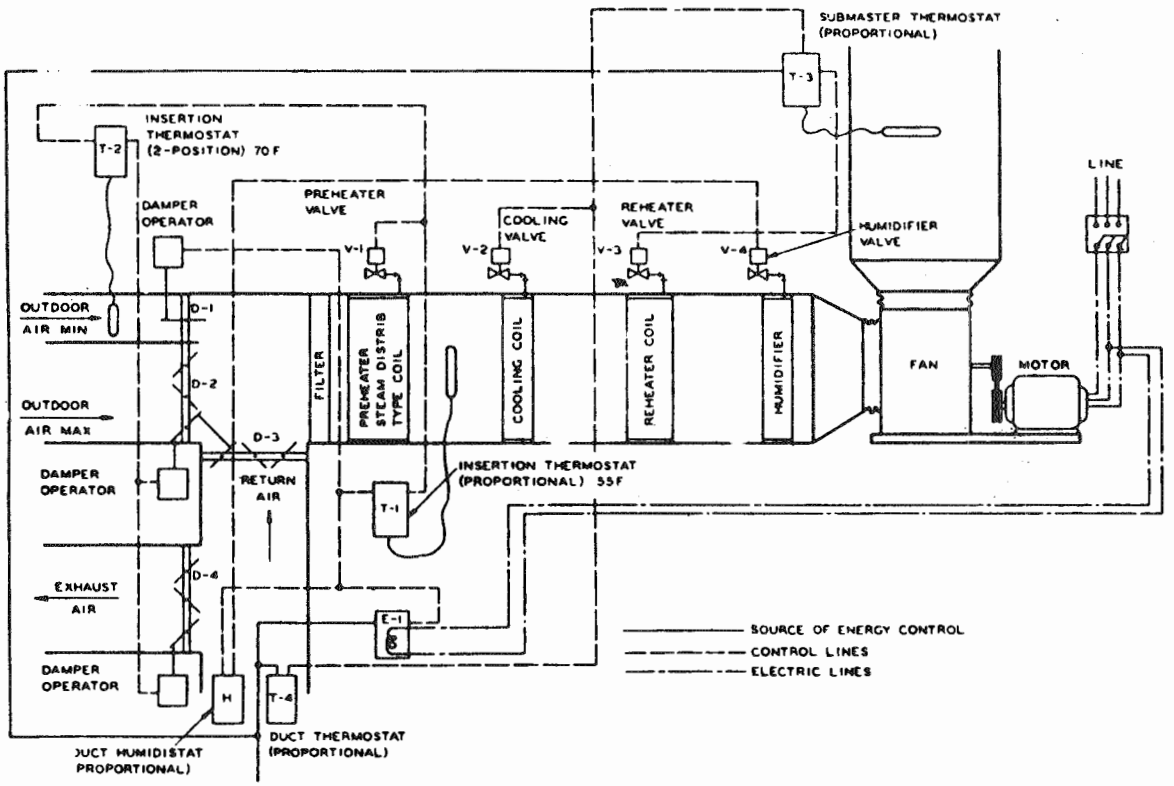
الف ــ کنترل مرکزی - در این روش می‌توان نسبت به تغییرات دمای هوای برگشتی به هواساز، میزان دبی هوای خروجی از هواساز و یا دبی آب گرم یا آب سرد ورودی به کویل هواساز را با فرمان ترموستات کم یا زیاد نمود. بطوریکه در شکل ۸۹ــ۳ ملاحظه می‌شود، در کانال هوای برگشتی به هواساز یک ترموستات (T_1) قرار دارد. با کم و زیاد شدن دمای هوای برگشتی از ساختمان که حاکی از تغییرات دمای هوا در داخل ساختمان است، این ترموستات همزمان به دمپر موتور و یک شیر موتوری فرمان می‌دهد. دمپر موتور پره‌های دمپر را باز و بسته می‌کند و شیر موتوری میزان دبی آب گرم یا آب سرد ورودی به کویل گرم یا سرد را زیاد یا کم می‌کند.

در نوع دیگری از کنترل مرکزی که در شکل ۹۰ــ۳ مشاهده می‌شود، مقادیر هوای آزاد و هوای برگشتی توسط ترموستاتهای T_{o_1} و T_{o_2} کنترل می‌شوند. ترموستاتهای مذکور به این نحو عمل می‌کنند که هرگاه دمای هوای خارج بیشتر یا کمتر از مقدار انتخاب شدهٔ معینی باشد، مقدار هوای خارج ورودی بدستگاه را توسط دمپرموتور M_0 تغییر داده به حداقل مجاز که دستگاه کنترل کنندهٔ دبی هوا (S) تعیین می‌کند، می‌رسانند. ترموستات T_R که حباب حساس آن داخل کانال هوای برگشت تعبیه می‌شود، جریان آب گرم یا بخار ورودی به کویل گرم را برحسب تغییرات دمای هوای برگشتی، با فرمان دادن به شیر موتوری V_H، قطع یا وصل می‌کند. شیر موتوری V_H همچنین از ترموستات T_D نیز فرمان قطع یا وصل می‌گیرد، به این ترتیب که هرگاه دمای رفت از میزان معینی کمتر یا بیشتر باشد، ترموستات T_D به شیر موتوری V_H فرمان قطع یا وصل می‌دهد. کنترل سیستم سرمایش، توسط ترموستات T_c و دستگاه سنجش رطوبت نسبی (هیومیدیستات)[1] H انجام می‌گیرد که هردو در کانال برگشت تعبیه می‌گردند و به شیر موتوری V_c فرمان تغییر دبی آب سرد را برحسب تغییرات دما و رطوبت نسبی هوای برگشتی، می‌دهند. فرمان هیومیدیستات H به شیر موتوری V_c جهت تغییر دبی آب سرد، بمنظور کنترل عمل رطوبت گیری کویل سرد است. در بیشتر دستگاههای هواساز، هیومیدیستات H به یک شیر موتوری دیگر نیز جهت کنترل عمل رطوبت زنی فرمان می‌دهد. ترموستات T_c و هیومیدیستات H همچنین به دمپرموتور M فرمان می‌دهند که دمپرهای بای‌پاس را تنظیم نماید. مکانیزم عمل بدین صورت است که با کاهش دمای هوای برگشتی به کمتر از حداقل تعیین شده، ترموستات T_c به شیر موتوری V_c فرمان قطع جریان آب سرد به کویل را می‌دهد، حال اگر رطوبت نسبی هوای برگشتی زیاد باشد، هیومیدیستات H شیر V_c را باز نگهمیدارد تا کویل سرد بتواند عمل رطوبت گیری را ادامه دهد و چنانچه کویل سرد دمای هوا را بیش از حد پایین آورد، کویل گرم که از ترموستات T_D فرمان می‌گیرد، هوا را تا دمای دلخواه گرم خواهد نمود.

1— Humidistat



شکل ۹۰ــ۳: کنترل دما و رطوبت فضاهای مورد تهویه با فرمان ترموستاتها و هیومیدیستات



Control Diagram for a Typical Central Fan Air-Conditioning System

شکل ۹۱ــ۳: نقشهٔ کامل کنترل رطوبت و دمای یک سیستم تهویهٔ مطبوع تابستانی و زمستانی

شکل ۹۱ــ۳ نیز چگونگی کنترل دما و رطوبت یک سیستم تهویهٔ مطبوع تابستانی و زمستانی را بطور کامل نشان می‌دهد.

ب ــ کنترل اتاقی ـ تنها طریق مؤثر برای کنترل جداگانهٔ دمای هر اتاق در ساختمانی که از سیستم تهویهٔ مطبوع مرکزی استفاده می‌کند این است که دریچه‌های ورود هوای اتاق را به یک دمپرموتور مجهز کنیم. این دمپرموتور که از ترموستات اتاقی فرمان می‌گیرد، دبی هوای حامل بار حرارتی اتاق را برحسب دمای تنظیمی بر روی ترموستات و از طریق حرکت دادن تیغه های دریچه، کم یا زیاد می‌کند.

روش‌های محاسباتی ساده

محاسبهٔ سادهٔ بار سرمایی ساختمان به روش نیمه‌مهندسی[1]:
چگونگی محاسبهٔ گام‌بگام بار سرمایی ساختمان به روش آنالیز دقیق بارهای سرمایی گوناگون، در صفحات ۱۲۹ تا ۱۳٤ ارائه گردید که در مورد ساختمانهای بزرگ ملزم به استفاده از آن می‌باشیم و هیچ روش ساده‌ای نمی‌تواند جایگزین آن شود. ولی برای ساختمانهایی با بار سرمایی متوسط (حدود 10 تا 30 تن تبرید)، نیازی به استفاده از روش مذکور نیست. بار سرمایی چنین ساختمانهایی را می‌توان با استفاده از **برگهٔ محاسباتی مخصوص** (شکل ۹۲ ــ ۳) که بر مبنای تجربه روی ساختمانهای مختلف تدوین گردیده است، با دقت قابل قبولی سریعاً محاسبه نمود. برای استفاده از این برگه محاسباتی هیچ نیازی به هندبوک و جداول آن نبوده و فقط باید به اقتضای نوع و شرایط ساختمان مورد نظر، ضرایب مناسب را از جداول داخل برگه انتخاب نموده در جدول دیگری که در انتهای برگه تحت عنوان Cooling Load Calculation تنظیم شده است، قرار دهیم. در بکارگیری این روش، نکات کلی زیر باید ملحوظ نظر قرار گیرند:

۱ ــ در مورد محاسبهٔ بار سرمایی ساختمانهای تجاری[2]:

الف ــ برای استفاده از برگهٔ محاسباتی مخصوص، لازم است محدودهٔ ساعات احتمالی وقوع بار سرمایی ماکزیمم از قبل مشخص شود (مثلاً ۸ تا ۱۱ صبح، ۲ تا ۵ بعدازظهر و غیره). در تعیین محدودهٔ ساعات وقوع بار سرمایی ماکزیمم، توجه اصلی باید به شیشه‌های خارجی، سقف خارجی، ساعات اشغال ساختمان توسط ساکنین، ساعات استفادهٔ حداکثر از وسایل گرمازای داخل ساختمان و بالاخره مقدار هوای لازم برای تهویهٔ ساختمان، معطوف گردد.

گرمای مکتسبه از تابش خورشید و هدایت گرما از جداره‌ها در بیشتر ساختمانهای تجاری حدود ٪20 تا ٪40 بار سرمایی کل ساختمان را تشکیل می‌دهند. اگر تعداد ساکنین ساختمان کم باشد (مثل منازل مسکونی) ساعت وقوع بار سرمایی ماکزیمم زمانی خواهد بود که بار سرمایی تابشی بزرگترین شیشهٔ خارجی و گرمای مکتسبه از سقف خارجی، حداکثر باشند. چنانچه تعداد ساکنین ساختمان زیاد باشد (مثل مدارس یا رستورانها)، زمانیکه حداکثر تعداد ساکنین در ساختمان حضور دارند محدودهٔ ساعات وقوع بار سرمایی ماکزیمم را مشخص می‌کند.

وقتی هیچ معیاری برای قضاوت در مورد محدودهٔ وقوع بار سرمایی ماکزیمم در اختیار نباشد، باید محاسبات را برای چند محدودهٔ ساعات که احتمال داده شود بار سرمایی در آن ساعات ماکزیمم باشد، تکرار نمود.

در بیشتر موارد بار سرمایی ماکزیمم در محدودهٔ ساعات ۱ تا ٦ بعدازظهر اتفاق می‌افتد، مگر وقتیکه بزرگترین سطح شیشهٔ ساختمان در جهت شمال شرقی (NE) یا جنوب شرقی (SE) باشد، یا اینکه جمعیتی بطور برنامه‌ای در ساعت یا ساعات خاصی در داخل ساختمان مجتمع شود، مانند تئاتر، رستوران و غیره.

ب ــ منظور از پنجره‌ها در برگهٔ محاسباتی، کل مساحت پنجره‌های خارجی است.

ج ــ منظور از دیوارهای خارجی در برگهٔ محاسباتی، کل مساحت خالص دیوار خارجی است (یعنی مساحت دیوار منهای مساحت پنجره‌ها). دیوار سبک (light masonry) به دیوارهای با ضخامت 8" یا کمتر و دیوار سنگین (heavy masonry) به دیوارهای با ضخامت بیش از 8" اطلاق می‌گردد. در این برگه محاسباتی منظور از دیوار عایق شده (Insulated wall) دیواری است که 2" یا بیشتر عایق داشته باشد. سقف عایق شده (Insulated Ceiling) نیز به سقفی اطلاق می‌شود که 4" یا بیشتر عایق داشته باشد. دیوارهای تحت سایه باید به‌مثابه دیوار شمالی در نظر گرفته شوند.

د ــ برای دیوارهای داخلی (Inside walls)، برحسب اینکه در فضای تهویه مطبوع شده (Conditioned Space) یا تهویه مطبوع نشده (Unconditioned Space) یا فضای با دماهای زیاد (High Temperature Space) قرار داشته باشند، فاکتورهای مناسب در برگهٔ محاسباتی داده شده‌اند.

هـ ــ بار سرمایی مکتسبه از افراد و وسایل گرمازای داخل ساختمان (اعم از الکتریکی و غیره) با توجه به فاکتورهای ارائه شده در برگهٔ محاسباتی باید بدقت برآورد شود.

و ــ بعضی از جداول ارائه شده در برگهٔ محاسباتی دارای زیرنویس یا توضیحاتی می‌باشند که حتماً می‌باید قبل از استخراج اعداد از داخل جدول، مورد ملاحظه قرار گیرند. بعنوان مثال جدول 1 که فاکتورهای دیوار (Table 1 ــ wall factors) را برای سرمایش ارائه می‌دهد، براساس اختلاف دمای داخل و خارج 15 F تدوین گردیده است و برای سایر اختلاف دماها می‌باید طبق دستور زیرنویس جدول عمل نمود. مثال ۱۳ چگونگی محاسبات بار سرمایی یک رستوران را با استفاده از برگهٔ محاسباتی مخصوص نشان می‌دهد.

۲ ــ در مورد محاسبهٔ بار سرمایی منازل[3]:

ویژگیهایی که منازل مسکونی را از نظر محاسبات بار سرمایی از انواع دیگر ساختمان متمایز می‌سازند بقرار زیرند:

الف ــ در منازل مسکونی برخلاف سایر ساختمانها فرض براینست که سرمایش در تمام ساعات شبانه‌روز انجام می‌گیرد.

ب ــ بار سرمایی در منازل مسکونی اساساً متشکل است از گرمایی که از راه جداره‌ها (سقف، کف، دیوارها، در و پنجره) و

---

۲ ــ عنوان «ساختمانهای تجاری» به آن دسته از ساختمانها اطلاق می‌شود که جهت مقاصد مختلف قابل خرید و فروش می‌باشند، مثل آپارتمان، بانک، فروشگاه، رستوران، دراگ‌استور، بیمارستان، هتل، تئاتر، سینما و غیره.

1 – Semiengineering Analysis With a cooling - load - Estimate Form

3 – Residental Load Estimate

شکل ۹۲ ــ ۳: برگهٔ محاسباتی مخصوص* (در ارتباط با مثال ۱۳)

YORK DIVISION BORG-WARNER

TABLE 1 – WALL FACTORS (COOLING)
BASED ON 15 F TEMPERATURE DIFFERENTIAL*

TIME OF PEAK LOAD	8 – 11 AM				11 AM – 2 PM				2 – 5 PM				5 – 8 PM				8 – 11 PM			
DIRECTION	N	NE SE	S	SW W NW	N	NE SE	S	SW W NW	N	NE SE	S	SW W NW	N	NE SE	S	SW W NW	N	NE SE	S	SW W NW
OUTSIDE WALL																				
FRAME – NO INSULATION	0	10	1	0	2	8	7	3	4	5	8	10	4	5	5	14	2	3	3	5
– 2" INSULATION	0	4	1	0	1	4	3	2	2	2	4	4	1	2	2	6	1	1	1	2
MASONRY – NO INSULATION 6.75 in.	0	4	0	1	0	3	3	1	2	7	7	4	(4)	(6)	(8)	(7)	4	4	4	10
– 2" INSULATION	0	2	0	1	0	4	2	1	1	4	3	2	2	3	3	3	2	2	2	5
INSIDE WALL																				
CONDITIONED SPACE	0																			
UNCONDITIONED SPACE	4																			
HIGH TEMPERATURE SPACE	(16)																			

* FOR 20 F DIFFERENTIAL ADD 1 TO THE ABOVE FACTORS.
(FOR 25 F DIFFERENTIAL ADD 2 TO THE ABOVE FACTORS.)
FOR 30 F DIFFERENTIAL ADD 3 TO THE ABOVE FACTORS.

TABLE 2 – ROOF FACTORS (COOLING)[2]
BASED ON 15 F TEMPERATURE DIFFERENTIAL*

TIME OF PEAK LOAD	8 – 11 AM	11 AM – 2 PM	2 – 5 PM	5 – 8 PM	8 – 11 PM
FLAT					
NO INSULATION	8	18	17	14	4
2" INSULATION	2	6	8	4	2
CEILING					
ATTIC – NO INSULATION	4	13	12	10	3
ATTIC – 6" INSULATION	2	4	4	(2)	2
CEILING					
CONDITIONED SPACE	0				
UNCONDITIONED SPACE	4				

* FOR 20 F DIFFERENTIAL ADD 1 TO THE ABOVE FACTORS.
(FOR 25 F DIFFERENTIAL ADD 2 TO THE ABOVE FACTORS.)
FOR 30 F DIFFERENTIAL ADD 3 TO THE ABOVE FACTORS.
[2] FOR LIGHT COLORED ROOF, USE MULTIPLIER OF .75 WITH ABOVE FACTORS.

TABLE 3 – FLOOR FACTORS (COOLING)

CONDITIONED SPACE BELOW	0
SLAB FLOOR	(0)
UNDERGROUND BASEMENT	0
UNCONDITIONED SPACE BELOW	6
HIGH TEMPERATURE SPACE BELOW	18

TABLE 4A – SENSIBLE HEAT FACTOR FOR OUTSIDE AIR (COOLING)

DESIGN db TEMPERATURE DIFFERENTIAL °F				
10 F	15 F	20F	(25 F)	30 F
SENSIBLE HEAT FACTOR				
11	16	22	(27)	32

TABLE 4B – LATENT HEAT FACTOR FOR OUTSIDE AIR (COOLING)

INSIDE	OUTSIDE wb – F					
db F	75	76	77	(78)	79	80
75	23	28	32	36	40	45
76	22	26	30	35	39	44
77	20	25	29	33	37	42
78	18	22	27	31	35	40
79	17	21	25	30	34	39
(80)	15	19	23	28	32	37

TABLE 4C – CORRECTION FACTOR FOR TABLE 4B (COOLING)

INSIDE	OUTSIDE db – F			
RH	95 F	100 F	(105 F)	110 F
55 %	– 5	–10	–16	–21
(50 %)	0	– 5	(–11)	–17
45 %	+ 5	0	– 6	–12
40 %	+10	+ 4	– 1	– 7

*SELECT FACTOR FROM TABLE 4B AT DESIGN INSIDE db AND OUTSIDE wb. ADD OR SUBTRACT CORRECTION FACTOR FROM TABLE 4C AT DESIGN INSIDE RH AND OUTSIDE db. USE CORRECTED FACTOR AND MULTIPLY BY OUTSIDE cfm TO OBTAIN OUTSIDE AIR LATENT HEAT LOAD.

TABLE 4 – OUTSIDE AIR (COOLING AND HEATING)

APPLICATION	RECOMMENDED OUTSIDE AIR PER PERSON cfm
APARTMENT	20
BANK	10
BARBER SHOP	15
BEAUTY PARLOR	10
COCKTAIL BAR	40
DEPARTMENT STORE	7 1/2
DRUG STORE	10
FIVE & TEN STORE	7 1/2
FUNERAL PARLOR	10
HOSPITALS	
PRIVATE ROOM	30
WARD	20
HOTEL ROOM	30
OFFICE	15
RESTAURANT	(15)
SHOP, RETAIL	10
THEATER	7 1/2

COOLING AND/OR HEATING (USE LARGEST FOR CALCULATIONS)

OUTSIDE AIR
1. VENTILATION:
NUMBER OF OCCUPANTS x cfm/PERSON = TOTAL cfm
130 x 15 = 1950 cfm
2. INFILTRATION:
(ROOM) LENGTH x WIDTH x HEIGHT / 60 = TOTAL cfm
x x x / 60 = 2240 cfm
3. LOCAL CODES OR ORDINANCES = NONE cfm
4. EXHAUST FANS = 400 cfm

COOLING ONLY

MULTIPLY LARGEST cfm GIVEN BY THE ABOVE CONDITIONS BY BOTH SENSIBLE AND LATENT FACTORS.
(TABLE 4A)
cfm x SENSIBLE FACTOR = Btuh SENSIBLE LOAD
2240 x 27 = 60,480 Btuh
(TABLES 4B AND 4C)
cfm x LATENT FACTOR = Btuh LATENT LOAD
2240 x 17 = 38,080 Btuh

TABLE 5 – HEAT GAIN – PEOPLE LOAD (COOLING)

ACTIVITY	TYPICAL APPLICATION	SENSIBLE HEAT Btuh	LATENT HEAT Btuh
SEATED AT REST	SCHOOL – THEATER – CHURCH	180	150
SEATED LIGHT WORK	OFFICE – HOTEL – APARTMENT	195	205
STANDING LIGHT WORK OR WALKING	DEPARTMENT STORE – RETAIL STORE	200	250
(SEDENTARY WORK)	RESTAURANT	(220)	(330)
MODERATE DANCING	DANCE HALL	245	605
BOWLING[a] – HEAVY WORK	BOWLING ALLEY – FACTORY	465	985

[a] FOR BOWLING FIGURE ONE PERSON PER ALLEY BOWLING AND ALL OTHERS AS SEDENTARY WORK (550) Btuh

YORK DIVISION BORG-WARNER

TABLE 6 – ELECTRICAL AND APPLIANCE LOAD (COOLING)

	QUANTITY	SENSIBLE FACTOR	TOTAL SENSIBLE Btuh	LATENT FACTOR	TOTAL LATENT Btuh
INCANDESCENT LIGHTS – WATTS		3.4		—	—
FLUORESCENT LIGHTS – WATTS	7500	(4.25)	31875	—	—
MOTORS – hp 1 HP	1	(2545)	2545	—	—
OTHER APPLIANCES – WATTS		3.4		—	—
COFFEE BREWER – PER BURNER (Hooded)	5	(700)	1750	(300)	750
COFFEE URN – PER gal (Hooded)	5	600	2000	400	1000
GRIDDLE FRYING – PER sq ft TOP		4900		2800	
SHORT ORDER STOVE – PER BURNER		3200		1800	
GAS STEAM TABLE – PER sq ft TOP		700		500	
ELECTRIC STEAM TABLE – PER sq ft TOP		500		300	
HAIR DRYER – BLOWER		2300		400	
HAIR DRYER – HELMET		1870		330	
BLOWER MOTOR – K w		3415		—	—
OTHER APPLIANCE			38170		
		TOTAL SENSIBLE	38170	TOTAL LATENT	1750

1. FOR APPLIANCES WITH HOOD AND EXHAUST SYSTEM, REDUCE FACTORS 50%.
2. FOR APPLIANCES NOT LISTED, USE MANUFACTURERS RATING AND APPLY USAGE FACTOR OF .50.

TABLE 7 – GLASS FACTORS (COOLING) BASED ON 15 F TEMPERATURE DIFFERENTIAL*

TIME OF PEAK LOAD	8 – 11 AM			11 AM – 2 PM			2 – 5 PM				5 – 8 PM			8 – 11 PM
DIRECTION	NE	E SE	ALL OTHERS	SE SW	S	ALL OTHERS	S	NW SW	W	ALL OTHERS	SW NW	W	ALL OTHERS	ALL DIRECTIONS
NO SHADES	73	126	35	67	85	35	58	115	165	35	91	141	(35)	30
INSIDE SHADES	46	77	25	42	52	25	37	70	99	25	61	85	(25)	20
OUTSIDE SHADES	39	53	20	37	42	20	35	50	63	20	46	(57)	(20)	20
GLASS BLOCK	28	67	25	22	44	25	37	63	80	25	45	75	25	20
PARTITION – DISPLAY WINDOW[a]	16	16	15	18	18	15	26	26	26	15	28	26	15	15

* ADD TO THE ABOVE FACTORS: ONE (1) FOR EACH DEGREE (1 F) TEMPERATURE DIFFERENTIAL GREATER THAN 15 F. +10
[a] WHEN PARTITION IS USED BETWEEN DISPLAY WINDOW AND CONDITIONED AREA USE FACTORS AS LISTED FOR PARTITION. WITHOUT PARTITION USE GLASS FACTOR.

COOLING LOAD CALCULATION[1]

	DIRECTION	QUANTITY x FACTOR =	SENSIBLE HEAT Btuh
A. OUTSIDE WALL (TABLE 1)	EAST	420 sq ft x 8 =	3360
	SOUTH	1040 sq ft x 10 =	10400
	WEST	680 sq ft x 9 =	6120
		sq ft	
B. INSIDE WALL (TABLE 1)		1200 sq ft x 16 =	19,200
C. ROOF OR CEILING (TABLE 2)		5600 sq ft x 4 =	22,400
D. FLOORS (TABLE 3)		5600 sq ft x 0 =	
E. OUTSIDE AIR – SENSIBLE		(TOTAL TABLE 4) =	60,480
F. PEOPLE (TABLE 5)–SENSIBLE		130 NO. x 220 =	28 600
G. APPLIANCES – SENSIBLE		(TOTAL TABLE 6) =	38,170
H. WINDOWS (TABLE 7)	EAST	180 sq ft x 45 =	8100
	EAST	160 sq ft x 30 =	4800
	SOUTH	232 sq ft x 30 =	6960
	WEST	160 sq ft x 67 =	10720
		TOTAL SENSIBLE LOAD =	219,310
J. OUTSIDE AIR – LATENT		(TOTAL FROM TABLE 4) =	38080
K. PEOPLE (TABLE 5) – LATENT		130 NO. x 330 =	42,900
L. APPLIANCES – LATENT		(TOTAL FROM TABLE 6) =	1750
		TOTAL LATENT LOAD =	82730
		TOTAL COOLING LOAD (SENSIBLE + LATENT) =	302,840
		TONS COOLING =	25.2

[1] SELECT THE HOUR OF THE DAY WHEN THE HEAT GAIN WILL BE THE GREATEST. (WHEN THE HOUR HAS BEEN DETERMINED USE THIS TIME PERIOD FOR SELECTION OF ALL FACTORS.) NORMALLY WITH A SMALL NUMBER OR CONSTANT PEOPLE LOAD, THE TIME OF PEAK LOAD WILL BE WHEN THE LARGEST GLASS AREA IS SUNLIT. WITH A LARGE PEOPLE LOAD, NORMALLY THE HOUR OF GREATEST OCCUPANCY WILL DETERMINE THE TIME OF PEAK LOAD. WHEN THERE IS NO CLEAR INDICATION OF PEAK LOAD TIME, IT MAY BE NECESSARY TO CALCULATE LOAD AT MORE THAN ONE TIME.

HEATING LOAD CALCULATION[2]

			QUANTITY x FACTOR = Btuh/F TEMPERATURE DIFFERENCE	
A. OUTSIDE WALLS		NO INSULATION	sq ft x .30 =	
		INSULATED	sq ft x .13 =	
B. INSIDE WALLS		UNHEATED	sq ft x .17 =	
C. ROOF	FLAT	NO INSULATION	sq ft x .40 =	
		INSULATION	sq ft x .15 =	
	PITCHED	ATTIC – NO INSULATION	sq ft x .30 =	
		ATTIC – INSULATED	sq ft x .09 =	
D. FLOORS		CRAWL SPACE – BASEMENT	sq ft x .80 =	
		SLAB ON GROUND – NO EDGE INSULATION	lin ft x .81 =	
		SLAB ON GROUND – EDGE INSULATION	lin ft x .96 =	
E. OUTSIDE AIR		VENTILATION INFILTRATION FROM TABLE 4	cfm x 1.08 =	
F. WINDOWS		SINGLE PANE	sq ft x 1.13 =	
		DOUBLE PANE OR GLASS BLOCK	sq ft x .55 =	
		HEAT LOAD, Btuh/F TEMPERATURE DIFFERENCE		

TOTAL HEAT LOAD Btuh = HEAT LOAD, Btuh/F TEMPERATURE DIFFERENCE
_____ = _____ F TEMPERATURE DIFFERENCE _____ Btuh

[2] INSERT QUANTITIES OF ITEMS LISTED AND MULTIPLY BY FACTORS IN TABLE. MULTIPLY TOTAL HEAT LOAD Btuh/(F) TEMPERATURE DIFFERENCE BY DESIGN TEMPERATURE DIFFERENCE (F) TO OBTAIN TOTAL HEATING LOAD.

• ــ ضرایب لازم را از جداول 1 تا 7 برگه استخراج نموده در جدول محاسباتی (Cooling Load Calculation) برگه قرار دهید.

ــ هنگام استخراج ضرایب از هریک از جداول، به زیرنویس جداول توجه کنید.

نیز نفوذ یا تهویهٔ هوا وارد ساختمان می شود. بار سرمایی داخلی بویژه بار سرمایی ساکنین و چراغها در قیاس با انواع دیگر ساختمان، ناچیز است.

ج ــ بار سرمایی نهان در منازل مسکونی اغلب حدود 30٪ بار سرمایی محسوس می باشد، لذا نیازی به محاسبهٔ جداگانهٔ بار سرمایی نهان در منازل مسکونی نیست. بدین ترتیب، برای محاسبهٔ بار سرمایی کل منازل مسکونی کافی است بار سرمایی محسوس ساختمان محاسبه شده و در ضریب 1.3 ضرب گردد.

د ــ محاسبهٔ بار سرمایی محسوس در منازل مسکونی شامل موارد زیر است:

ــ بار سرمایی محسوس جداره های خارجی (سقف، کف، دیوارها، در و پنجره های خارجی)

ــ بار سرمایی محسوس ناشی از نفوذ یا تهویهٔ هوا

ــ بار سرمایی محسوس ساکنین که میزان آن بازاءِ هر نفر [Btu/hr/Person] 225 می باشد.

ــ بار سرمایی محسوس وسایل گرمازا که برای منازل مقدار [Btu/hr] 1800 برای آن در نظر گرفته می شود. البته بهتر است در صورت امکان مقدار آن با توجه به تعداد و نوع وسایل گرمازا دقیقاً برآورد شود.

هـ ــ در منازل مسکونی ساعت وقوع بار سرمایی ماکزیمم، معمولاً بین 3 تا 5 بعدازظهر است. زیرا در منازل بدلیل کم بودن بار سرمایی داخلی نسبت به بار سرمایی خارجی، ساعت وقوع بار سرمایی ماکزیمم زمانی است که گرمای اکتسابی خورشیدی از طریق شیشه ها و سقف ساختمان حداکثر باشد و این معمولاً بین ساعات 3 تا 5 بعدازظهر خواهد بود.

تخمین بار سرمایی ساختمان با استفاده از جدول:

جهت تخمین اندازهٔ دستگاههای سیستم سرمایش ساختمان، جدول M ــ 3 توسط ASHRAE ارائه گردیده است که با استفاده از آن می توان تعداد ساکنین، واتاژ لازم برای روشنایی، بار سرمایی و مقدار هوای لازم جهت حمل بار سرمایی ساختمانهای مختلف را بازاءِ هر فوت مربع سطح زیربنا، سریعاً بدست آورد. در این جدول برای تمامی موارد ذکر شده، سه ستون ارائه گردیده است. این ستونها که بترتیب با علائم Lo (مخفف Low بمعنی کم)، Av (مخفف Average بمعنی معمولی) و Hi (مخفف High بمعنی زیاد) مشخص شده اند، دقت تخمین را برحسب موارد گوناگون افزایش می دهند.

مثال ۱۳: می‌خواهیم بارسرمایی یک رستوران که پلان آن مطابق شکل ۹۳ ــ ۳ می باشد را به روش نیمه‌مهندسی و با استفاده از برگهٔ محاسباتی مخصوص محاسبه نماییم. مشخصات ساختمانی رستوران در توضیح شکل ۹۳ ــ ۳ ارائه گردیده و شرایط طرح داخل و خارج ساختمان بقرار زیر است:

95 F: دمای خشک طرح خارج

85 F: دمای مرطوب طرح خارج

80 F: دمای خشک طرح داخل

50٪: رطوبت نسبی هوای داخل

تعداد ساکنین در ساعت 6 بعدازظهر: 10 نفر کارمند نشسته + 120 نفر مشتری با فعالیت متوسط

7500 [w]: روشنایی

40° شمالی: عرض جغرافیایی محل

21 آگوست: تاریخ محاسبه

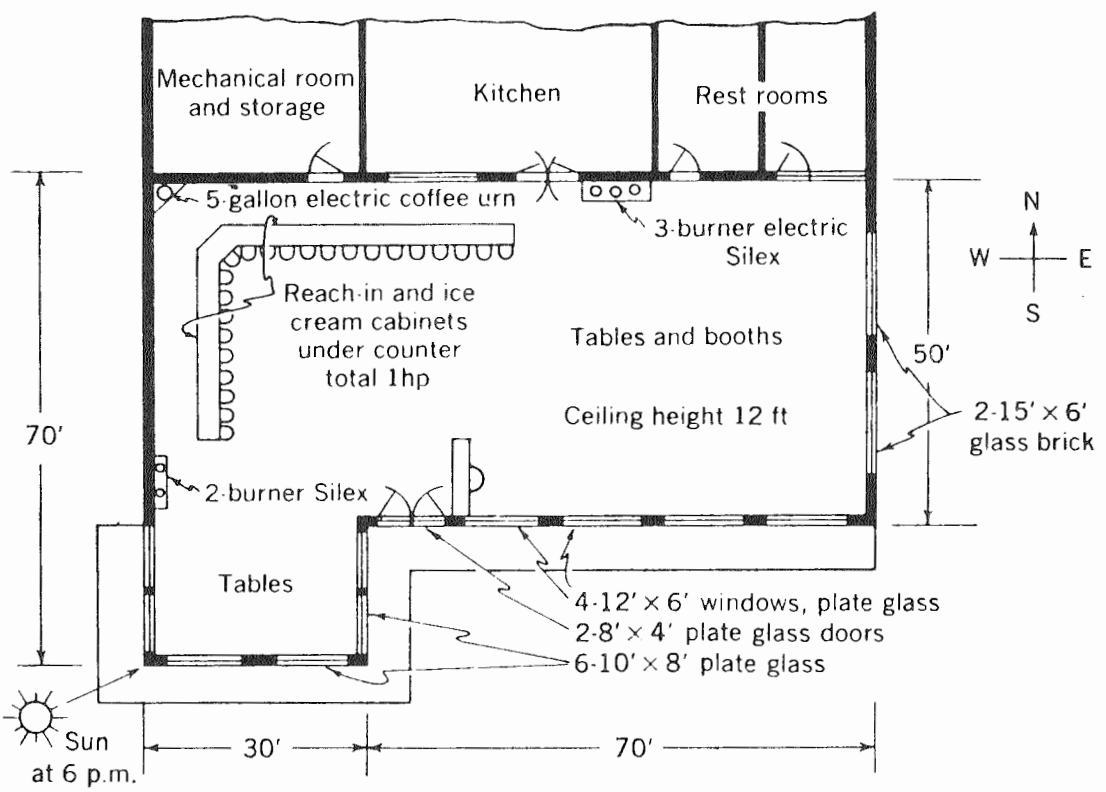
حل: نظر باینکه تعداد افراد داخل ساختمان طبق صورت مسئله در ساعت 6 بعدازظهر رقم قابل توجهی است، به احتمال قریب به یقین ساعت وقوع بار سرمایی ماکزیمم در این ساختمان در حوالی ساعت 6 بعدازظهر خواهد بود. بر مبنای این فرض به برگهٔ محاسباتی مراجعه می‌کنیم و طبق آنچه در برگه (شکل ۹۲ ــ ۳) نشان داده شده، ابتدا ضرایب لازم را براساس شرایط طرح و مشخصات ساختمان، از جداول 1 تا 7 استخراج نموده در جدول انتهای برگه (یعنی Cooling Load Calculation) قرار می دهیم که نتایج حاصله در برگهٔ مذکور منعکس است. ابعاد اتاقها و مشخصات اجزاءِ مختلف ساختمان در پلان رستوران و توضیح شکل ۹۳ ــ ۳ داده شده‌اند که در اینجا بمنظور اینکه خواننده بتواند مشخصات ساختمان را با آنچه بزبان انگلیسی در برگهٔ محاسباتی نشان داده شده تطبیق دهد، از ترجمهٔ توضیح شکل ۹۳ ــ ۳ خودداری شده است.

فقط در مورد چگونگی محاسبهٔ حجم هوای نفوذی بداخل ساختمان، لازم است توضیح زیر داده شود:

بطوریکه در مبحث «چگونگی ورود هوا به داخل ساختمان» (صفحهٔ ۵۱) ذکر گردید، نفوذ هوا بداخل ساختمان یا بطور طبیعی از طریق در و پنجره و غیره صورت می‌گیرد و یا بصورت اجباری توسط بادزن بمنظور تهویهٔ فضاهای داخل ساختمان. سرمایش ساختمان اغلب توسط سیستم های وزشی و از طریق جابجایی اجباری هوا انجام پذیرفته و معمولاً مقداری هوای تازه (مطابق جدول استانداردهای تهویه صفحهٔ ۲۰۰) توسط بادزن بداخل ساختمان وارد می شود. از طرفی بمنظور ممانعت از پراکندگی دود و بوی تعفن در فضای داخلی ساختمان، هوای مکانهایی مثل آشپزخانه و مستراح بوسیلهٔ بادزن‌های تخلیهٔ هوا (صفحهٔ ۱۳۲) بخارج ساختمان تخلیه می‌گردد. تفاضل مقدار هوای تازه‌ای که بطور اجباری توسط بادزن دستگاه تهویهٔ مطبوع به ساختمان وارد می شود و مقدار هوایی که توسط بادزن‌های تخلیهٔ هوا از ساختمان

خارج می‌گردد «**مقدار خالص تهویه**[1]» نامیده می شود. اگر این «مقدار خالص تهویه» حدود 20 تا 30 درصد بیش از هوای بالقوه نفوذی باشد، در داخل ساختمان فشار مثبتی ایجاد می‌گردد که مانع نفوذ طبیعی هوا از راه در و پنجره و غیره خواهد شد. در ساختمانهایی که تعداد افراد ساکن در آنها زیاد باشد (مثل مدارس) اغلب مقدار خالص تهویه بحد کافی بیش از مقدار هوای بالقوه نفوذی خواهد بود و لذا هوای نفوذی نخواهیم داشت. در محاسبات بار سرمایی بهتر است همواره مقایسه ای میان «مقدار خالص تهویه» (با استفاده از جدول استانداردهای تهویه در صفحهٔ ۲۰۰) و مقدار هوای بالقوه نفوذی (با استفاده از جدول A ــ ۲ در صفحهٔ ۵۲) صورت پذیرد.

در این مسئله جدول شمارهٔ 4 داخل برگهٔ محاسباتی، مقدار هوای لازم برای تهویهٔ اجباری رستوران را بازاءِ هر نفر 15 cfm نشان می دهد که در مجموع برای 130 نفر عدد 1950 cfm بدست می آید. همچنین در این ساختمان بادزن‌های تخلیهٔ هوا تعبیه گردیده‌اند که مجموعاً 400 cfm هوای آلودهٔ داخل رستوران را به خارج منتقل می نمایند. بنابراین مقدار خالص تهویه برابر 1550 cfm خواهد بود. از طرفی مقدار هوای بالقوه نفوذی با توجه به اینکه این ساختمان از سه طرف در و پنجرهٔ رو به خارج دارد و براساس جدول A ــ ۲ (صفحهٔ ۵۲) که میزان تعویض طبیعی هوای چنین ساختمانی را 2 بار در ساعت تعیین نموده است، برابر 2240 cfm خواهد بود که چون بیشتر از مقدار خالص تهویه (1550 cfm) است، لذا مبنای محاسبهٔ بار سرمایی هوای خارج قرار خواهد گرفت که نتایج حاصله در جدول شمارهٔ 4 برگهٔ محاسباتی منعکس است.



Sketch and survey data—summer cooling for a restaurant. Outside walls are 8-in. brick, with gypsum "drywall" on 1 × 3 furring strips, with 0.75-in. rigid board insulation between the furring strips. Interior wall is 8-in. concrete block, plaster both sides. Roof overhang, where shown, is 6 ft. Ceiling height is 12 ft. Ventilated attic under roof with 8 in. of mineral wool insulation blown over entire ceiling, which is acoustic plaster on metal lath. Local experience indicates attic temperature peaks at 140°F at 6 P.M. on a design summer day. Floor is asphalt tile on concrete slab on ground. Take temperature of mechanical room, kitchen, and rest rooms as 90°F. These spaces are not to be figured in the cooling load calculation.

شکل ۹۳ ــ ۳: پلان رستوران مثال ۱۳

1 — Net Ventilation

جدول برآورد تقریبی بار برودتی ساختمانهای مختلف

(تهیه شده توسط ASHRAE)

Cooling Load Check Figures

Classifications	Occupancy Sq Ft/Person			Lights Watts/Sq Ft			Refrigeration Sq Ft/Ton‡			Air Quantities CFM/Sq Ft — East-South-West			North			Internal		
	Lo	Av	Hi	Lo	Av	Hi	Lo	Av	Hi	Lo	Av	Hi	Lo	Av	Hi	Lo	Av	Hi
Apartment, High Rise	325	175	100	1 0	2 0	4 0	450	400	350	0.8	1 2	1.7	0.5	0.8	1 3	-	-	-
Auditoriums, Churches, Theaters	15	11	6	1 0	2 0	3 0	400	250	90	-	-	-	-	-	-	1 0	2 0	3 0
Educational Facilities	30	25	20	2.0	4.0	6.0	240	185	150	1.0	1.6	2.2	0.9	1.3	2.0	0.8	1.2	1.9
Schools, Colleges, Universities										•								
Factories — Assembly Areas	50	35	25	3.0†	4 5†	6.0†	200	150	90	-	-	-	-	-	-	2.0	3.6	5.5
Light Manufacturing	200	150	100	9.0†	10.0†	12.0†	200	150	100	-	-	-	-	-	-	1.6	2.5	3.8
Heavy Manufacturing*	300	250	200	15.0†	45.0†	60.0†	100	80	60	-	-	-	-	-	-	2.5	4.0	6.5
Hospitals — Patient Rooms*	75	50	25	1.0	1.5	2.0	275	220	'65	0.33	0.55	0.67	0.33	0.50	0 67	-	-	-
Public Areas	100	80	50	1.0	1.5	2.0	175	140	110	1.0	1 25	1.45	1.0	1 1	1.2	0.95	1 0	1 1
Hotels, Motels, Dormitories	200	150	100	1.0	2.0	3.0	350	300	220	1.0	1.40	1.5	0.9	1.2	1 4	-	-	-
Libraries and Museums	80	60	40	1 0	1 5	3.0	340	280	200	1.0	1.6	2.1	0.9	1.1	1.3	0 9	1.0	1 1
Office Buildings*	130	110	80	4.0	6.0†	9.0†	360	280	190	0.25	0.5	0.9	0.25	0.5	0.8	0 8	1 1	1 8
Private Offices*	150	125	100	2.0	5.8	8.0	-	-	-	0.25	0.5	0.9	0.25	0.5	0.8	-	-	-
Stenographic Department	100	85	70	5.0†	7.5†	10.0†	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.3	2.0
Residential — Large	600	400	200	1 0	2.0	4.0	600	500	380	0 8	1.2	1 6	0.5	0.8	1.3	-	-	-
Medium	600	360	200	0 7	1.5	3.0	700	550	400	0.7	1.1	1.4	0.5	0.7	1.2	-	-	-
Restaurants — Large	17	15	13	1 5	1.7	2.0	135	100	80	1 8	2 4	3.7	1.2	1 6	2.1	0.9	1 1	1 4
Medium							150	120	100	1 5	2.0	3.0	1.1	1 4	1 8	0 9	1 0	1.3
Shopping Centers, Department Stores and Specialty Shops																		
Beauty and Barber Shops	45	40	25	3 0*	5.0*	9.0†	240	160	105	1.5	2.6	4 2	1.1	1.7	2 6	0.9	1.3	2.0
Department stores — Basement	30	25	20	2.0	3.0	4.0	340	285	225	-	-	-	-	-	-	0.7	1.0	1 2
Main Floors	45	25	16	3 5	6.0†	9.0†	350	245	150	-	-	-	-	-	-	0.9	1.4	2.0
Upper Floors	75	55	40	2 0	2 5	3.5†	400	340	280	-	-	-	-	-	-	0 8	1 0	1 2
Dress Shops	50	40	30	1 0	2:0	4.0	345	280	185	0.9	1.2	1 6	0 7	1 0	1 4	0.6	0 8	1 1
Drug Stores	35	23	17	1.0	2.0	3.0	180	135	110	1 8	2.3	3.0	1.0	1 4	1 8	0.7	1.0	1.3
5c and 10c Stores	35	25	15	1 5	3.0	5.0	345	220	120	0.7	1.4	2.0	0.6	1 2	1.6	0.5	0 9	1 1
Hat Shops	50	43	30	1 0	2 0	3.0	315	270	185	1.0	1 3	1 9	0 7	1.0	1 5	0.6	0 8	1 2
Shoe Stores	50	30	20	1 0	2 0	3.0	300	220	150	1.2	1.6	2 1	1.0	1 4	1 8	0.8	1 0	1.2
Malls	100	75	50	1.0	1.5	2.0	365	230	160	-	-	-	-	-	-	1 1	1 8	2.5
Refrigeration for Central Heating and Cooling Plant																		
Urban Districts							475*	380	285									
College Campuses							400	320	240									
Commercial Centers							330	265	200									
Residential Centers							625	500	375									

Refrigeration and air quantities for applications listed in this table of cooling load check figures are based on all-air system and normal outdoor air quantities for ventilation except as noted.

Notes:

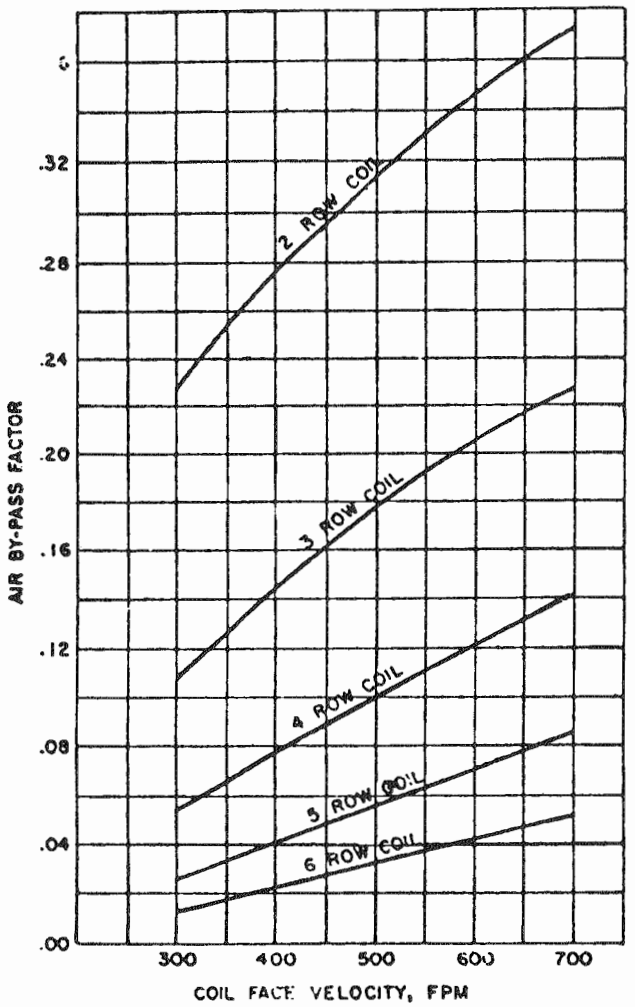
‡Refrigeration loads are for entire application.

†Includes other loads expressed in Watts/sq ft.

*Air quantities for heavy manufacturing areas are based on supplementary means to remove excessive heat.

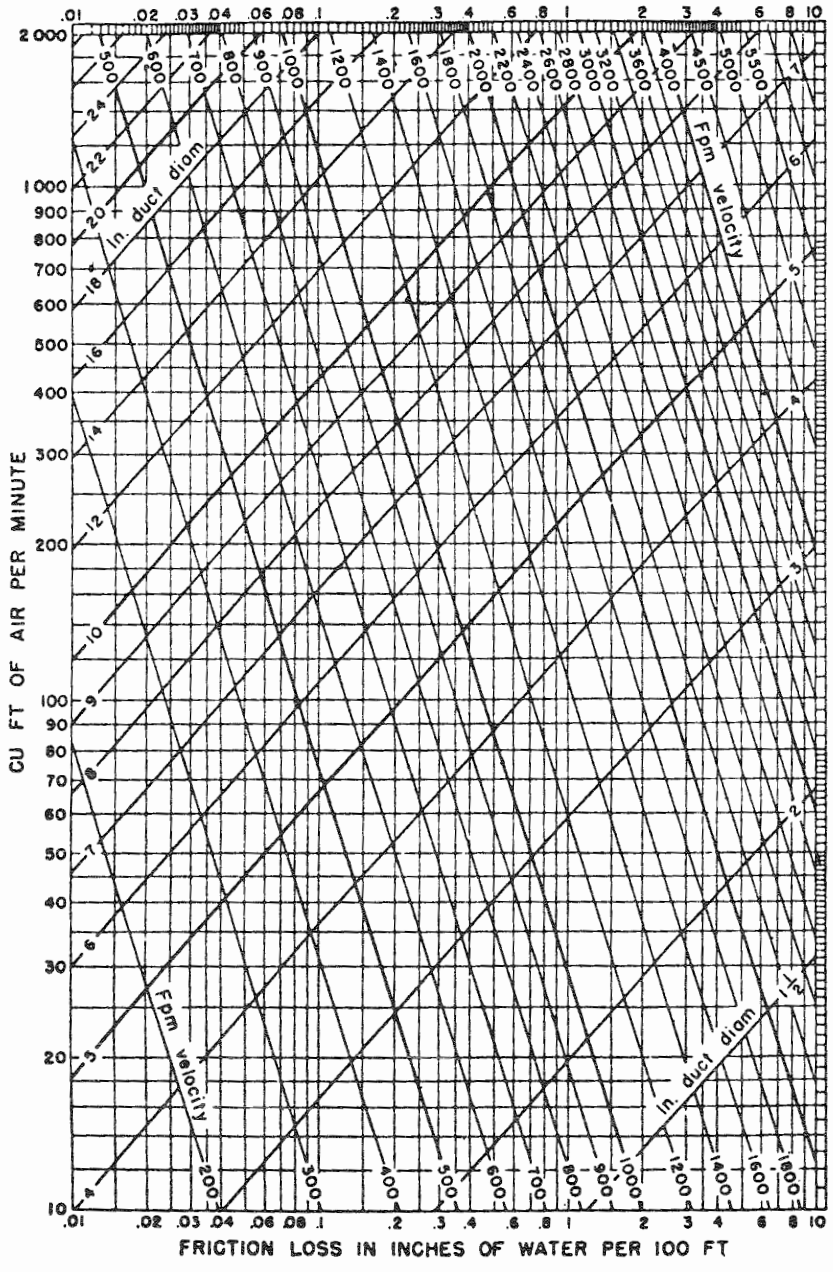
•Air quantities for hospital patient rooms and office buildings (except internal areas) are based on induction (air-water) system.

نمودار ۱ــ۳: ضریب میان‌بر برای کویلهایی که در هراینچ ۱٤ پره دارند.



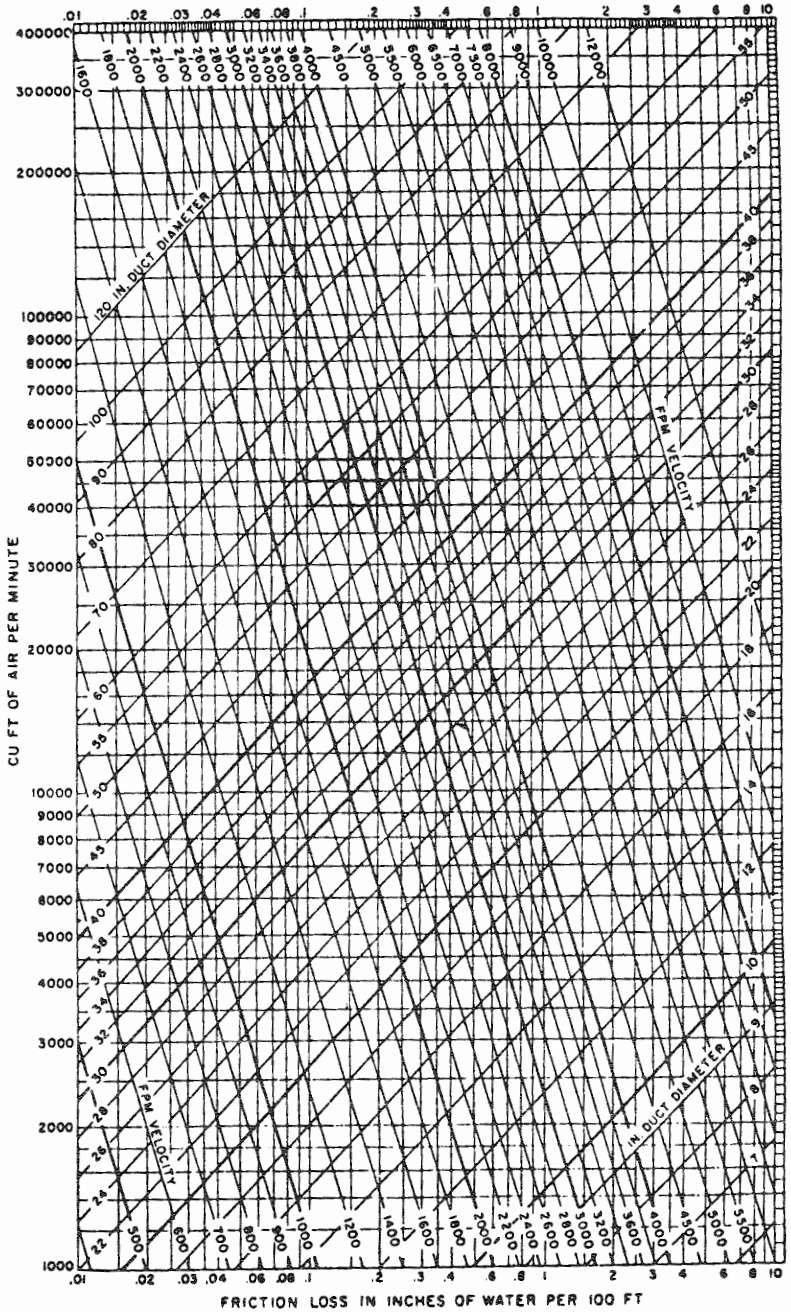
Air by-pass factors for coil of 14 fins per inch.

نمودار ۲ــ۳: نرخ افت اصطکاکی، سرعت هوا و قطر کانال مستقیم برای دبی هوای از 10 تا 2000 cfm



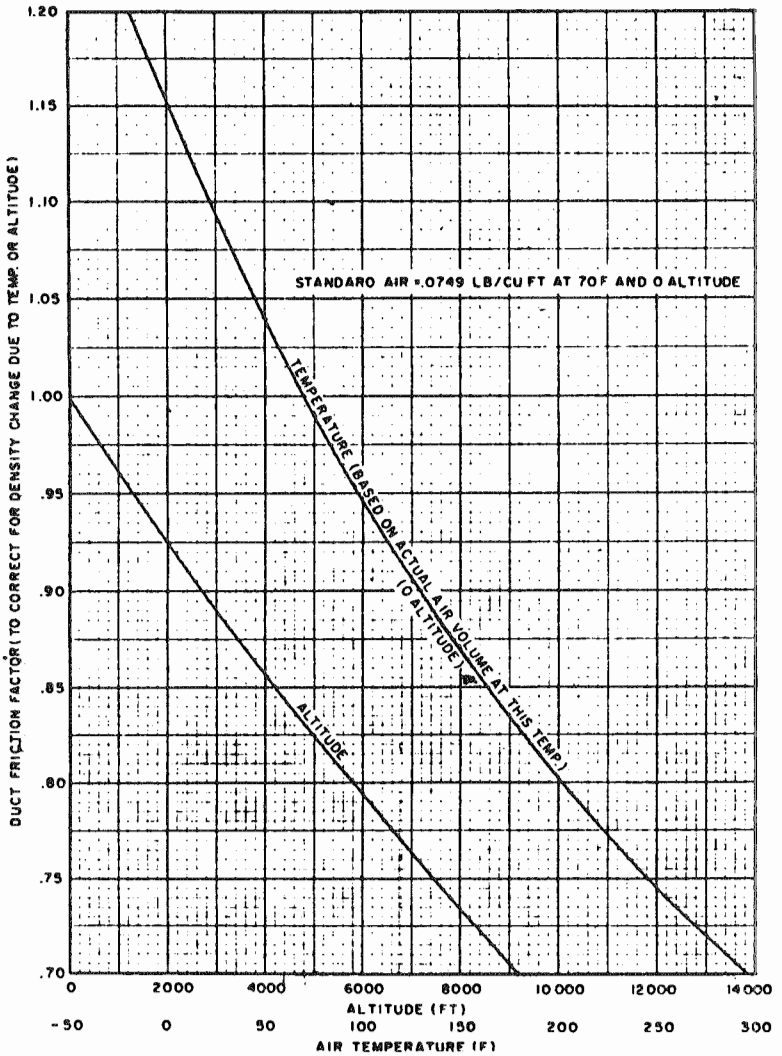
(Based on Standard Air of 0.075 lb per cu ft density flowing through average, clean, round, galvanized metal ducts having approximately 40 joints per 100 ft.) Caution: Do not extrapolate below chart.

نمودار: ۳ــ۳: نرخ افت اصطکاکی، سرعت هوا و قطر کانال مستقیم برای دبی هوای از 1000 تا 400000 cfm



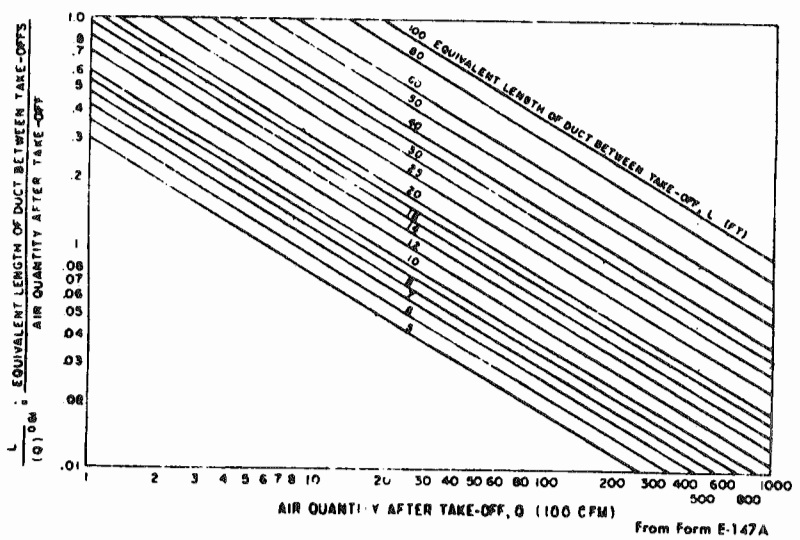
(Based on Standard Air of 0.075 lb per cu ft density flowing through average, clean, round, galvanized metal ducts having approximately 40 joints per 100 ft.)

نمودار ٤ــ٣: ضرایب تصحیح چگالی هوا در ارتفاع و دمایی غیر از شرایط استاندارد*

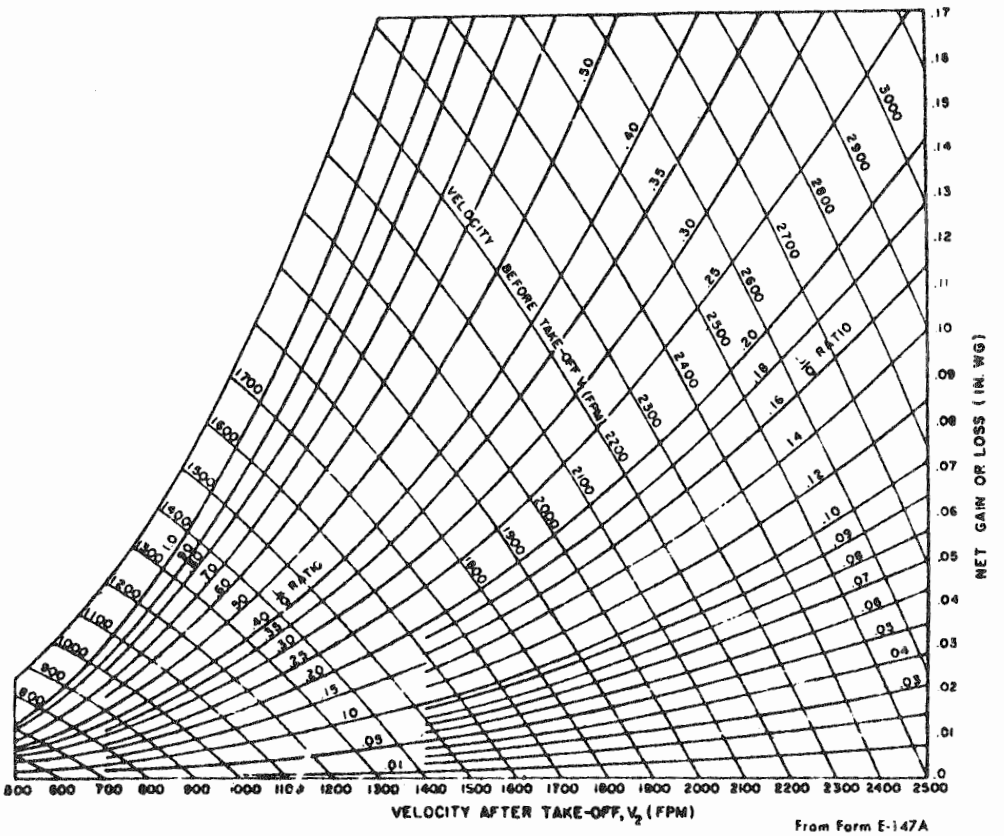


* اگر ارتفاع و دما هردو غیر استاندارد باشند، ضریب تصحیح عبارت خواهد بود از حاصلضرب ضرایب تصحیحی که برای ارتفاع و دمای مورد نظر از نمودار فوق بدست می‌آید.

نمودار ٥ــ٣: نسبت L/Q (در ارتباط با نمودار ٦ــ٣)



نمودار ۶ــ۳: بازیافت فشار استاتیک در سیستم کانال هوا با سرعت کم



جدول ۱ــ۳: ضریب میان‌بر برای کاربردهای مختلف

COIL BYPASS FACTOR	TYPE OF APPLICATION	EXAMPLE
0.50 to 0.50	A *small* total load or a load that is somewhat larger with a low sensible heat factor (high latent load).	Residence
0.20 to 0.30	Typical comfort application with a *relatively small* total load or a low sensible heat factor with a somewhat larger load.	Residence, Small Retail Shop, Factory
0.10 to 0.20	Typical comfort application.	Dept. Store, Bank, Factory
0.05 to 0.10	Applications with high internal sensible loads or requiring a large amount of outdoor air for ventilation.	Dept. Store, Restaurant, Factory
0 to 0.10	All outdoor air applications.	Hospital Operating Room, Factory

جدول ۲ــ۳: ضریب میان‌بر برای کویل‌های پره‌دار

TABLE 61—TYPICAL BYPASS FACTORS
(For Finned Coils)

DEPTH OF COILS (rows)	WITHOUT SPRAYS		WITH SPRAYS*	
	8 fins/in.	14 fins/in.	8 fins/in.	14 fins/in.
	Velocity (fpm)			
	300 - 700	500 - 700	300 - 700	300 - 700
2	.42 - .55	.22 - .38		
3	.27 - .40	.10 - .23		
4	.19 - .30	.05 - .14	.12 - .22	.03 - .10
5	.12 - .23	.02 - .09	.08 - .14	.01 - .08
6	.08 - .18	.01 - .06	.06 - .11	.01 - .05
8	.03 - .08		.02 - .05	

*The bypass factor with spray-coils is decreased because the spray provides more surface for contacting the air.

جدول ۳ــ۳: نقطهٔ شبنم دستگاه

90 - 80 F DB

ROOM CONDITIONS				EFFECTIVE SENSIBLE HEAT FACTOR AND APPARATUS DEWPOINT°									
DB (F)	RH (%)	WB (F)	W (gr/lb)										
90	20	62.7	42.0	ESHF	1.00	.96	.92	.90	.88	.86	.84	.82	.81
				ADP	43.5	41	39	37	35	32	29	24	22
	25	65.1	52.7	ESHF	1.00	.96	.92	.88	.84	.82	.80	.78	.78
				ADP	49.6	48	46	44	41	39	36	32	22
	30	67.3	63.6	ESHF	1.00	.92	.87	.83	.80	.76	.74	.72	.70
				ADP	54.5	52	50	48	46	42	38	34	24
	35	69.3	74.2	ESHF	1.00	.92	.85	.81	.76	.73	.71	.69	.66
				ADP	58.8	57	55	53	50	48	45	42	33
	40	71.2	84.8	ESHF	1.00	.92	.83	.78	.74	.69	.66	.63	.62
				ADP	62.4	61	59	57	55	52	48	44	40
	45	73.0	95.5	ESHF	1.00	.92	.82	.76	.70	.66	.62	.60	.58
				ADP	65.8	65	63	61	59	56	52	49	43
	50	74.9	106.4	ESHF	1.00	.92	.78	.68	.64	.60	.58	.56	.54
				ADP	68.9	68	66	63	61	58	56	53	47
	55	76.7	117.5	ESHF	1.00	.92	.76	.68	.64	.57	.54	.52	.50
				ADP	71.6	71	69	67	66	62	59	57	50
	60	78.4	128.4	ESHF	1.00	.86	.68	.60	.56	.52	.50	.48	.46
				ADP	74.2	73	71	69	67	64	62	59	50
	65	80.0	139.6	ESHF	1.00	.75	.68	.62	.55	.50	.47	.45	.43
				ADP	76.8	75	74	73	71	69	66	64	59
	70	81.6	151.0	ESHF	1.00	.78	.66	.60	.52	.47	.43	.41	.39
				ADP	79.0	78	77	76	74	72	69	66	58
85	20	59.6	35.8	ESHF	1.00	.98	.95	.92	.90	.88	.87	.86	.84
				ADP	39.4	38	36	34	32	30	28	26	22
	25	61.7	44.8	ESHF	1.00	.98	.93	.90	.86	.84	.82	.80	.78
				ADP	45.2	44	42	40	37	35	32	28	20
	30	63.7	54.1	ESHF	1.00	.94	.89	.85	.81	.79	.77	.75	.73
				ADP	50.2	48	46	44	40	38	35	31	22
	35	65.5	62.9	ESHF	1.00	.92	.86	.82	.78	.74	.72	.70	.69
				ADP	54.1	52	50	48	45	41	38	32	27
	40	67.4	71.7	ESHF	1.00	.92	.84	.79	.76	.73	.69	.67	.65
				ADP	57.9	56	54	52	50	48	44	40	32
	45	69.1	81.1	ESHF	1.00	.92	.83	.77	.72	.68	.64	.62	.61
				ADP	61.2	60	58	56	54	51	46	41	36
	50	70.8	90.1	ESHF	1.00	.92	.80	.73	.68	.64	.61	.59	.57
				ADP	64.2	63	61	59	57	54	51	48	39
	55	72.3	99.4	ESHF	1.00	.92	.83	.73	.67	.60	.57	.56	.54
				ADP	66.9	66	65	63	61	57	54	52	47
	60	73.9	108.8	ESHF	1.00	.92	.76	.67	.61	.56	.54	.52	.50
				ADP	69.5	69	67	65	63	60	58	55	49
	65	75.5	118.2	ESHF	1.00	.88	.69	.61	.56	.53	.50	.48	.47
				ADP	71.9	71	69	67	65	63	61	58	54
	70	77.0	127.6	ESHF	1.00	.81	.63	.55	.51	.49	.47	.45	.43
				ADP	74.0	73	71	69	67	66	64	62	38
82	35	63.3	57.0	ESHF	1.00	.92	.88	.84	.80	.76	.74	.72	.71
				ADP	51.6	49	48	46	43	39	36	31	27
	40	65.0	65.1	ESHF	1.00	.90	.87	.82	.78	.74	.71	.69	.67
				ADP	55.2	53	52	50	48	45	41	38	31

ROOM CONDITIONS				EFFECTIVE SENSIBLE HEAT FACTOR AND APPARATUS DEWPOINT°									
DB (F)	RH (%)	WB (F)	W (gr/lb)										
82	45	66.7	73.5	ESHF	1.00	.91	.87	.80	.75	.72	.68	.65	.63
				ADP	58.5	57	56	54	52	50	46	41	33
	50	68.3	81.9	ESHF	1.00	.90	.80	.74	.70	.64	.62	.60	.59
				ADP	61.5	60	58	56	54	50	47	42	37
	55	69.8	90.2	ESHF	1.00	.90	.83	.74	.66	.64	.61	.58	.56
				ADP	64.2	63	62	60	58	56	54	50	44
	60	71.3	98.5	ESHF	1.00	.92	.76	.68	.63	.59	.56	.54	.52
				ADP	66.7	66	64	62	60	58	55	52	44
	65	72.8	107.0	ESHF	1.00	.86	.71	.63	.58	.54	.52	.51	.49
				ADP	69.1	68	66	64	62	60	58	56	51
	70	74.2	115.5	ESHF	1.00	.80	.71	.65	.60	.56	.51	.48	.46
				ADP	71.2	70	69	68	67	65	63	60	56
81	35	62.5	55.2	ESHF	1.00	.94	.89	.84	.81	.77	.75	.73	.71
				ADP	50.8	49	47	45	43	39	36	32	21
	40	64.2	63.2	ESHF	1.00	.94	.87	.82	.78	.75	.72	.69	.67
				ADP	54.4	53	51	49	47	45	41	36	23
	45	65.9	71.2	ESHF	1.00	.96	.91	.83	.78	.74	.70	.67	.64
				ADP	57.6	57	56	54	52	50	47	43	36
	50	67.5	79.0	ESHF	1.00	.90	.84	.80	.74	.70	.66	.62	.60
				ADP	60.5	59	58	57	55	53	50	45	38
	55	69.0	87.4	ESHF	1.00	.90	.77	.71	.66	.62	.60	.58	.56
				ADP	63.2	62	60	58	56	53	51	47	35
	60	70.5	95.4	ESHF	1.00	.92	.77	.68	.63	.59	.56	.54	.53
				ADP	65.8	65	63	61	59	56	53	50	44
	65	71.9	103.7	ESHF	1.00	.85	.76	.71	.66	.60	.56	.52	.50
				ADP	68.2	67	66	65	64	62	60	56	52
	70	73.3	111.9	ESHF	1.00	.80	.71	.61	.55	.52	.48	.47	.46
				ADP	70.3	69	68	66	64	62	58	56	52
80	20	56.4	30.4	ESHF	1.00	.98	.95	.93	.91	.89	.88	.87	.86
				ADP	35.4	34	32	30	28	26	24	22	20
	25	58.3	38.0	ESHF	1.00	.96	.93	.90	.88	.86	.84	.82	.81
				ADP	40.9	39	37	35	33	31	28	24	21
	30	60.0	45.6	ESHF	1.00	.96	.91	.88	.85	.83	.80	.78	.76
				ADP	45.7	44	42	40	38	36	32	28	21
	35	61.8	53.5	ESHF	1.00	.94	.88	.85	.82	.79	.77	.73	.72
				ADP	49.8	48	46	44	42	40	37	29	24
	40	63.5	61.2	ESHF	1.00	.94	.90	.84	.80	.76	.73	.70	.68
				ADP	53.5	52	51	49	47	44	41	36	28
	45	65.1	68.9	ESHF	1.00	.96	.87	.81	.76	.73	.70	.67	.66
				ADP	56.8	56	54	52	50	48	45	41	31
	50	66.7	76.7	ESHF	1.00	.89	.80	.74	.70	.66	.64	.62	.61
				ADP	59.7	58	56	54	52	49	46	42	30
	55	68.2	84.6	ESHF	1.00	.89	.82	.74	.69	.65	.61	.59	.57
				ADP	62.3	61	60	58	56	54	50	47	40
	60	69.6	92.3	ESHF	1.00	.91	.83	.72	.66	.62	.59	.57	.56
				ADP	64.8	64	63	61	59	57	55	53	[illegible]
	65	71.1	100.4	ESHF	1.00	.85	.76	.71	.63	.58	.55	.52	[illegible]
				ADP	67.2	66	65	64	62	60	58	54	[illegible]
	70	72.4	108.3	ESHF	1.00	.78	.71	.63	.61	.55	.52	.49	.47
				ADP	69.4	68	67	66	65	63	61	58	33

ادامه دارد...

79 - 72 F DB

ROOM CONDITIONS DB (F)	RH (%)	WB (F)	W (gr/lb)	EFFECTIVE SENSIBLE HEAT FACTOR AND APPARATUS DEWPOINT*									
79	35	61.0	51.5	ESHF	1.00	.96	.91	.89	.85	.82	.78	.75	.73
				ADP	48.9	48	46	45	43	41	37	32	26
	40	62.7	59.2	ESHF	1.00	.97	.90	.84	.80	.76	.74	.71	.69
				ADP	52.7	52	50	48	46	43	41	36	29
	45	64.3	66.7	ESHF	1.00	.91	.83	.78	.75	.72	.70	.67	.65
				ADP	55.9	54	52	50	48	46	44	39	32
	50	65.9	74.2	ESHF	1.00	.89	.80	.75	.71	.68	.66	.63	.61
				ADP	58.9	57	55	53	51	49	47	42	33
	55	67.4	81.9	ESHF	1.00	.96	.82	.74	.69	.66	.63	.60	.58
				ADP	61.4	61	59	57	55	53	51	47	41
	60	68.8	89.3	ESHF	1.00	.90	.76	.69	.64	.61	.57	.55	.54
				ADP	63.9	63	61	59	57	55	51	47	41
	65	70.2	97.0	ESHF	1.00	.84	.71	.64	.59	.56	.54	.52	.51
				ADP	66.3	65	63	61	59	57	55	51	48
	70	71.6	104.8	ESHF	1.00	.81	.71	.65	.58	.54	.52	.50	.48
				ADP	68.5	67	66	65	63	61	59	57	53
78	35	60.3	50.0	ESHF	1.00	.96	.91	.87	.83	.79	.77	.75	.73
				ADP	48.2	47	45	43	41	37	35	31	22
	40	61.9	57.3	ESHF	1.00	.93	.87	.82	.79	.77	.73	.71	.69
				ADP	51.7	50	48	46	44	42	38	34	25
	45	63.5	64.6	ESHF	1.00	.95	.86	.81	.76	.74	.70	.68	.66
				ADP	55.0	54	52	50	48	46	42	39	34
	50	65.0	71.9	ESHF	1.00	.94	.83	.76	.73	.70	.67	.64	.62
				ADP	57.9	57	55	53	51	49	47	42	36
	55	66.6	79.2	ESHF	1.00	.96	.83	.75	.70	.65	.62	.60	.59
				ADP	60.5	60	58	56	54	51	48	44	41
	60	67.9	86.4	ESHF	1.00	.90	.82	.76	.69	.64	.60	.57	.55
				ADP	63.0	62	61	60	58	56	53	49	42
	65	69.3	93.8	ESHF	1.00	.85	.77	.71	.67	.62	.58	.54	.52
				ADP	65.2	64	63	62	61	59	57	53	48
	70	70.6	101.2	ESHF	1.00	.71	.66	.62	.59	.55	.52	.50	.48
				ADP	67.5	65	64	63	62	60	58	55	48
77	35	59.6	48.3	ESHF	1.00	.96	.91	.87	.83	.79	.77	.75	.74
				ADP	47.3	46	44	42	40	36	33	28	24
	40	61.2	55.5	ESHF	1.00	.96	.89	.84	.81	.78	.76	.73	.70
				ADP	50.9	50	48	46	44	42	40	36	27
	45	62.7	62.4	ESHF	1.00	.94	.86	.81	.77	.74	.72	.69	.66
				ADP	54.1	53	51	49	47	45	43	39	29
	50	64.2	69.7	ESHF	1.00	.94	.84	.77	.73	.70	.68	.65	.62
				ADP	57.0	56	54	52	50	48	46	42	37
	55	65.6	76.6	ESHF	1.00	.95	.83	.75	.70	.67	.63	.61	.60
				ADP	59.6	59	57	55	53	51	48	44	37
	60	67.1	83.6	ESHF	1.00	.89	.82	.77	.73	.67	.62	.58	.56
				ADP	62.0	61	60	59	58	56	53	48	43
	65	68.5	90.8	ESHF	1.00	.84	.72	.64	.60	.57	.55	.54	.53
				ADP	64.4	63	61	59	57	55	53	51	48
	70	69.8	97.9	ESHF	1.00	.79	.66	.60	.55	.53	.51	.50	.49
				ADP	66.5	65	63	61	59	57	55	53	49

ROOM CONDITIONS DB (F)	RH (%)	WB (F)	W (gr/lb)	EFFECTIVE SENSIBLE HEAT FACTOR AND APPARATUS DEWPOINT*									
76	35	58.9	46.7	ESHF	1.00	.96	.91	.87	.84	.81	.79	.77	.74
				ADP	46.3	45	43	41	39	37	34	31	21
	40	60.4	53.7	ESHF	1.00	.96	.89	.84	.81	.78	.76	.72	.70
				ADP	49.9	49	47	45	43	41	39	32	22
	45	61.9	60.4	ESHF	1.00	.94	.86	.81	.77	.74	.71	.69	.67
				ADP	53.2	52	50	48	46	44	40	37	31
	50	63.4	67.4	ESHF	1.00	.93	.83	.77	.73	.69	.67	.65	.63
				ADP	56.2	55	53	51	49	46	43	40	32
	55	64.9	74.0	ESHF	1.00	.94	.82	.75	.70	.67	.65	.62	.60
				ADP	58.7	58	56	54	52	50	48	44	38
	60	66.2	80.9	ESHF	1.00	.90	.77	.70	.66	.62	.60	.58	.57
				ADP	61.1	60	58	56	54	52	49	46	43
	65	67.6	87.6	ESHF	1.00	.84	.72	.65	.61	.58	.56	.54	.53
				ADP	63.4	62	60	58	56	54	52	48	43
	70	68.9	94.6	ESHF	1.00	.80	.67	.60	.56	.54	.52	.51	.50
				ADP	65.5	64	62	60	58	56	54	52	49
75	20	53.2	25.7	ESHF	1.00	.98	.96	.94	.92	.90	.89		
				ADP	31.5	30	28	26	24	22	20		
	25	54.8	32.1	ESHF	1.00	.95	.92	.90	.88	.86	.84		
				ADP	36.9	34	32	30	28	25	21		
	30	56.5	38.5	ESHF	1.00	.97	.93	.90	.87	.85	.82	.80	.79
				ADP	41.4	40	38	36	34	32	28	24	20
	35	58.1	45.2	ESHF	1.00	.96	.91	.87	.84	.80	.78	.76	.75
				ADP	45.5	44	42	40	38	34	31	27	22
	40	59.6	51.8	ESHF	1.00	.96	.89	.84	.81	.79	.76	.73	.71
				ADP	49.1	48	46	44	42	40	37	32	24
	45	61.1	58.2	ESHF	1.00	.94	.87	.81	.77	.75	.72	.69	.67
				ADP	52.2	51	49	47	45	43	40	35	21
	50	62.6	65.0	ESHF	1.00	.92	.84	.78	.74	.71	.69	.66	.64
				ADP	55.2	54	52	50	48	46	44	40	34
	55	64.0	71.5	ESHF	1.00	.94	.87	.78	.73	.69	.65	.63	.61
				ADP	57.8	57	56	54	52	50	47	44	39
	60	65.3	77.9	ESHF	1.00	.90	.77	.71	.66	.63	.61	.59	.58
				ADP	60.1	59	57	55	53	51	49	46	43
	65	66.7	84.8	ESHF	1.00	.84	.72	.65	.61	.59	.57	.55	.54
				ADP	62.4	61	59	57	55	53	51	48	44
	70	68.0	91.2	ESHF	1.00	.80	.73	.68	.61	.57	.54	.52	.51
				ADP	64.5	63	62	61	59	57	55	52	49
72	35	55.9	40.8	ESHF	1.00	.98	.93	.89	.86	.83	.81	.79	.77
				ADP	42.8	42	40	38	36	34	31	28	22
	40	57.3	46.7	ESHF	1.00	.95	.92	.87	.84	.81	.77	.75	.73
				ADP	46.3	45	44	42	40	38	34	30	23
	45	58.7	52.7	ESHF	1.00	.94	.87	.82	.79	.76	.74	.71	.69
				ADP	49.5	48	46	44	42	40	38	32	22
	50	60.1	58.8	ESHF	1.00	.92	.88	.81	.77	.73	.70	.68	.66
				ADP	52.4	51	50	48	46	43	40	37	00
	55	61.4	64.4	ESHF	1.00	.93	.83	.77	.72	.68	.66	.64	.00
				ADP	54.9	54	52	50	48	45	42	39	00
	60	62.7	70.2	ESHF	1.00	.89	.79	.72	.68	.65	.63	.61	.00
				ADP	57.3	56	54	52	50	48	46	42	00

ادامه دارد...

72 - 55 F DB

ROOM CONDITIONS DB (F)	RH (%)	WB (F)	W (gr/lb)	EFFECTIVE SENSIBLE HEAT FACTOR AND APPARATUS DEWPOINT*									
72	65	64.0	76.3	ESHF	1.00	.84	.73	.67	.63	.61	.59	.58	
				ADP	59.5	58	56	54	52	50	48	47	
	70	65.2	82.3	ESHF	1.00	.80	.69	.62	.59	.56	.54	.53	
				ADP	61.6	60	58	56	54	51	48	44	
70	20	49.9	21.6	ESHF	1.00	.98	.96	.94	.93				
				ADP	27.6	26	24	22	21				
	25	51.5	27.0	ESHF	1.00	.97	.94	.92	.90	.88			
				ADP	33.7	31	29	27	25	22			
	30	53.0	32.8	ESHF	1.00	.98	.94	.91	.88	.86	.84	.82	
				ADP	37.1	36	34	32	30	27	25	20	
	35	54.4	38.0	ESHF	1.00	.97	.93	.89	.86	.84	.82	.80	.78
				ADP	41.1	40	38	36	34	32	30	27	22
	40	55.8	43.5	ESHF	1.00	.95	.90	.86	.83	.80	.78	.76	.74
				ADP	44.5	43	41	39	37	35	32	29	22
	45	57.1	49.1	ESHF	1.00	.93	.87	.82	.79	.77	.75	.73	.71
				ADP	47.7	46	44	42	40	38	36	33	27
	50	58.5	54.8	ESHF	1.00	.92	.84	.80	.76	.74	.71	.69	.67
				ADP	50.5	49	47	45	43	41	38	35	25
	55	59.7	60.1	ESHF	1.00	.93	.83	.77	.73	.71	.68	.66	.64
				ADP	53.1	52	50	48	46	44	42	38	32
	60	60.9	65.5	ESHF	1.00	.89	.79	.73	.69	.66	.64	.62	.61
				ADP	55.4	54	52	50	48	46	43	40	36
	65	62.2	71.1	ESHF	1.00	.93	.78	.71	.66	.63	.61	.59	.58
				ADP	57.7	57	55	53	51	49	47	44	40
	70	63.4	76.9	ESHF	1.00	.90	.74	.66	.61	.59	.57	.56	.55
				ADP	59.8	59	57	55	53	51	49	47	45
	75	64.5	82.5	ESHF	1.00	.88	.70	.62	.57	.55	.53	.52	.51
				ADP	61.7	61	59	57	55	53	51	49	44
	80	65.7	88.0	ESHF	1.00	.87	.73	.65	.60	.54	.51	.49	.48
				ADP	63.5	63	62	61	60	58	56	53	49
	85	66.8	93.7	ESHF	1.00	.71	.56	.52	.50	.48	.47	.46	.45
				ADP	65.3	64	62	61	60	59	58	57	54
	90	67.9	99.3	ESHF	1.00	.66	.56	.50	.47	.45	.43	.42	.41
				ADP	66.9	66	65	64	63	62	61	60	56
	95	69.0	105.0	ESHF	1.00	.60	.47	.42	.39	.38	.37		
				ADP	68.5	68	67	66	65	64	62		
65	60	56.6	55.0	ESHF	1.00	.95	.84	.77	.73	.70	.68	.66	.65
				ADP	50.6	50	48	46	44	42	39	36	34
	65	57.7	59.7	ESHF	1.00	.92	.85	.80	.73	.69	.66	.64	.62
				ADP	52.9	52	51	50	48	46	44	41	37
	70	58.9	64.5	ESHF	1.00	.89	.80	.76	.69	.65	.62	.60	.58
				ADP	55.0	54	53	52	50	48	46	43	37
	75	59.9	69.2	ESHF	1.00	.88	.78	.72	.65	.61	.58	.56	.55
				ADP	56.9	56	55	54	52	50	48	45	41
	80	51.0	73.8	ESHF	1.00	.75	.68	.63	.60	.58	.55	.53	.52
				ADP	58.7	57	56	55	54	53	51	48	46
	85	62.0	78.6	ESHF	1.00	.71	.63	.58	.55	.52	.50	.49	
				ADP	60.3	59	58	57	56	54	52	50	
	90	63.0	83.2	ESHF	1.00	.70	.58	.53	.50	.48	.46	.45	
				ADP	61.9	61	60	59	58	57	55	53	
	95	64.0	88.0	ESHF	1.00	.69	.51	.46	.43	.42	.41		
				ADP	63.5	63	62	61	60	59	58		

ROOM CONDITIONS DB (F)	RH (%)	WB (F)	W (gr/lb)	EFFECTIVE SENSIBLE HEAT FACTOR AND APPARATUS DEWPOINT*									
60	60	52.3	46.2	ESHF	1.00	.94	.89	.81	.77	.74	.72	.70	.68
				ADP	46.0	45	44	42	40	38	36	34	28
	65	53.3	50.0	ESHF	1.00	.91	.86	.78	.74	.70	.69	.67	.65
				ADP	48.1	47	46	44	42	40	39	36	31
	70	54.3	53.9	ESHF	1.00	.89	.83	.74	.70	.67	.65	.63	.62
				ADP	50.1	49	48	46	44	42	40	37	34
	75	55.3	57.8	ESHF	1.00	.79	.74	.71	.68	.64	.62	.60	.59
				ADP	52.0	50	49	48	47	45	43	40	37
	80	56.3	61.7	ESHF	1.00	.85	.76	.70	.66	.61	.59	.57	.56
				ADP	53.8	53	52	51	50	48	46	44	41
	85	57.2	65.5	ESHF	1.00	.75	.67	.63	.57	.56	.54	.53	
				ADP	55.4	54	53	52	50	49	47	45	
	90	58.2	69.4	ESHF	1.00	.72	.62	.57	.54	.52	.50	.49	
				ADP	57.0	56	55	54	53	52	50	47	
	95	59.1	73.5	ESHF	1.00	.69	.55	.49	.47	.46	.45		
				ADP	58.5	58	57	56	55	54	52		
55	60	47.9	38.4	ESHF	1.00	.93	.89	.85	.80	.77	.75	.73	.71
				ADP	41.3	40	39	38	36	34	32	29	23
	65	48.8	41.4	ESHF	1.00	.91	.86	.83	.78	.74	.72	.70	.68
				ADP	43.3	42	41	40	38	36	34	31	24
	70	49.7	44.6	ESHF	1.00	.90	.84	.80	.74	.71	.69	.67	.66
				ADP	45.2	44	43	42	40	38	36	33	31
	75	50.6	48.0	ESHF	1.00	.89	.82	.74	.69	.66	.65	.64	.63
				ADP	47.1	46	45	43	41	39	37	36	34
	80	51.5	51.2	ESHF	1.00	.88	.79	.74	.67	.64	.62	.61	.60
				ADP	48.8	48	47	46	44	42	40	39	37
	85	52.4	54.5	ESHF	1.00	.77	.70	.66	.63	.60	.58	.57	
				ADP	50.4	49	48	47	46	44	42	40	
	90	53.2	57.7	ESHF	1.00	.76	.67	.61	.58	.55	.54	.53	
				ADP	52.0	51	50	49	48	46	44	41	
	95	54.2	61.2	ESHF	1.00	.69	.58	.54	.51	.49			
				ADP	53.6	53	52	51	50	48			

*The values shown in the gray areas indicate the lowest effective sensible heat factor possible without the use of reheat. This limiting condition is the lowest effective sensible heat factor line that intersects the saturation curve. Note that the room dewpoint is equal to the required apparatus dewpoint for an effective sensible heat factor of 1.0.

NOTES FOR TABLE 65:

1. **For Room Conditions Not Given;** The apparatus dewpoint may be determined from the scale on the chart, or may be calculated as shown in the following equation:

$$ESHF = \frac{1}{1 + .628\,\frac{(W_{rm} - W_{adp})}{(t_{rm} - t_{adp})}}$$

This equation in more familiar form is:

$$ESHF = \frac{0.244\,(t_{rm} - t_{adp})}{0.244\,(t_{rm} - t_{adp}) + \frac{1076}{7000}\,(W_{rm} - W_{adp})}$$

(Cont.)

جدول ٤ــ٣: حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه‌های معمولی در عرض جغرافیایی 0°

0° Btu/(hr) (sq ft sash area) 0°

0° NORTH LATITUDE		AM						SUN TIME						PM	0° SOUTH LATITUDE	
Time of Year	Exposure	6	7	8	9	10	11	Noon	1	2	3	4	5	6	Exposure	Time of Year
	North	0	45	65	74	78	80	82	80	78	74	65	45	0	South	
	Northeast	0	119	156	154	133	95	53	20	14	13	11	6	0	Southeast	
	East	0	116	147	135	93	43	14	14	14	13	11	6	0	East	
	Southeast	0	37	42	27	15	14	14	14	14	13	11	6	0	Northeast	
JUNE 21	South	0	6	11	13	14	14	14	14	14	13	11	6	0	North	DEC 22
	Southwest	0	6	11	13	14	14	14	14	15	27	42	37	0	Northwest	
	West	0	6	11	13	14	14	14	43	93	135	147	116	0	West	
	Northwest	0	6	11	13	14	20	53	95	133	154	156	119	0	Southwest	
	Horizontal	0	28	87	147	191	217	226	217	191	147	87	28	0	Horizontal	
	North	0	37	54	61	65	66	67	66	65	61	54	37	0	South	
	Northeast	0	118	153	150	124	86	43	16	14	13	11	6	0	Southeast	
JULY 23	East	0	121	152	139	96	43	14	14	14	13	11	6	0	East	JAN 21
	Southeast	0	46	52	36	18	14	14	14	14	13	11	6	0	Northeast	
&	South	0	6	11	13	14	14	14	14	14	13	11	6	0	North	&
	Southwest	0	6	11	13	14	14	14	14	18	36	52	46	0	Northwest	
MAY 21	West	0	6	11	13	14	14	14	43	96	139	152	121	0	West	NOV 21
	Northwest	0	6	11	13	14	16	43	86	124	150	153	118	0	Southwest	
	Horizontal	0	29	91	151	195	223	233	223	195	151	91	29	0	Horizontal	
	North	0	17	28	31	33	34	34	34	33	31	28	17	0	South	
	Northeast	0	110	141	133	102	61	24	14	14	13	12	6	0	Southeast	
AUG 24	East	0	129	163	148	103	46	14	14	14	13	12	6	0	East	FEB 20
	Southeast	0	67	79	65	35	15	14	14	14	13	12	6	0	Northeast	
&	South	0	6	12	12	14	14	14	14	14	13	12	6	0	North	&
	Southwest	0	6	12	13	14	14	14	15	35	65	79	67	0	Northwest	
APR 20	West	0	6	12	13	14	14	14	46	103	148	163	129	0	West	OCT 23
	Northwest	0	6	12	13	14	14	24	61	102	133	141	110	0	Southwest	
	Horizontal	0	31	97	150	206	234	245	234	206	150	97	31	0	Horizontal	
	North	0	6	12	13	14	14	14	14	14	13	12	6	0	South	
	Northeast	0	95	118	101	68	31	14	14	14	13	12	6	0	Southeast	
SEPT 22	East	0	134	167	151	107	47	14	14	14	13	12	6	0	East	MAR 22
	Southeast	0	95	118	101	68	31	14	14	14	13	12	6	0	Northeast	
&	South	0	6	12	13	14	14	14	14	14	13	12	6	0	North	&
	Southwest	0	6	12	13	14	14	14	31	68	101	118	95	0	Northwest	
MAR 22	West	0	6	12	13	14	14	14	47	107	151	167	134	0	West	SEPT 22
	Northwest	0	6	12	13	14	14	14	31	68	101	118	95	0	Southwest	
	Horizontal	0	32	100	163	210	240	250	240	210	163	100	32	0	Horizontal	
	North	0	6	12	13	14	14	14	14	14	13	12	6	0	South	
	Northeast	0	67	79	65	35	15	14	14	14	13	12	6	0	Southeast	
OCT 23	East	0	129	163	148	103	46	14	14	14	13	12	6	0	East	APR 20
	Southeast	0	110	141	133	102	61	24	14	14	13	12	6	0	Northeast	
&	South	0	17	28	31	33	34	34	34	33	31	28	17	0	North	&
	Southwest	0	6	12	13	14	14	24	61	102	133	141	110	0	Northwest	
FEB 20	West	0	6	12	13	14	14	14	46	103	148	163	129	0	West	AUG 24
	Northwest	0	6	12	13	14	14	14	15	35	65	79	67	0	Southwest	
	Horizontal	0	31	97	150	206	234	245	234	206	150	97	31	0	Horizontal	
	North	0	6	11	13	14	14	14	14	14	13	11	6	0	South	
	Northeast	0	46	52	36	18	14	14	14	14	13	11	6	0	Southeast	
NOV 21	East	0	121	152	139	96	43	14	14	14	13	11	6	0	East	MAY 21
	Southeast	0	118	153	150	124	86	43	16	14	13	11	6	0	Northeast	
&	South	0	37	54	61	65	66	67	66	65	61	54	37	0	North	&
	Southwest	0	6	11	13	14	16	43	86	124	150	153	118	0	Northwest	
JAN 21	West	0	6	11	13	14	14	14	43	96	139	152	121	0	West	JULY 23
	Northwest	0	6	11	13	14	14	14	14	18	36	52	46	0	Southwest	
	Horizontal	0	29	91	151	195	223	233	223	195	151	91	29	0	Horizontal	
	North	0	6	11	13	14	14	14	14	14	13	11	6	0	South	
	Northeast	0	37	42	27	15	14	14	14	14	13	11	6	0	Southeast	
	East	0	116	147	135	93	43	14	14	14	13	11	6	0	East	
	Southeast	0	119	156	154	133	95	53	20	14	13	11	6	0	Northeast	
DEC 22	South	0	45	65	74	78	80	82	80	78	74	65	45	0	North	JUNE 21
	Southwest	0	6	11	13	14	20	53	95	133	154	156	119	0	Northwest	
	West	0	6	11	13	14	14	14	43	93	135	147	116	0	West	
	Northwest	0	6	11	13	14	14	14	14	15	27	42	37	0	Southwest	
	Horizontal	0	28	87	147	191	217	226	217	191	147	87	28	0	Horizontal	

Solar Gain Correction	Steel Sash, or No Sash	Haze	Altitude	Dewpoint Decrease From 67 F	Dewpoint Increase From 67 F	South Lat. Dec. or Jan.
	× 1/.85 or 1.17	−15% (Max.)	+0.7% per 1000 Ft	+ 7% per 10 F	− 7% per 10 F	+ 7%

ــ اعدادی که پررنگ نوشته شده‌اند نشاندهندهٔ حداکثر ماهانه می‌باشند.

ــ اعداد پررنگی که در داخل کادر مستطیلی قرار گرفته‌اند نشاندهندهٔ حداکثر سالیانه می‌باشند.

ادامه دارد...

دنبالهٔ جدول ٤ــ٣: حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه‌های معمولی در عرض جغرافیایی 10°

10° Btu/(hr) (sq ft sash area) **10°**

10° NORTH LATITUDE		AM						SUN TIME						PM	10° SOUTH LATITUDE	
Time of Year	Exposure	6	7	8	9	10	11	Noon	1	2	3	4	5	6	Exposure	Time of Year
	North	19	44	50	45	44	43	41	43	44	45	50	44	2	South	
	Northeast	55	131	153	140	106	65	28	14	14	13	11	3	2	Southeast	
	East	54	134	155	139	98	41	14	14	14	13	11	8	2	East	
	Southeast	18	49	55	43	25	14	14	14	14	13	11	8	2	Northeast	
JUNE 21	South	2	8	11	13	14	14	14	14	14	13	11	8	2	North	DEC 22
	Southwest	2	8	8	13	14	14	14	14	25	43	55	49	18	Northwest	
	West	2	8	8	13	14	14	14	41	98	139	155	134	54	West	
	Northwest	2	8	8	13	14	18	28	65	106	140	153	131	55	Southwest	
	Horizontal	4	44	107	166	205	233	243	233	205	166	107	44	4	Horizontal	
	North	5	34	39	35	33	31	30	31	33	35	39	34	5	South	
	Northeast	42	127	148	133	109	56	22	14	14	13	11	7	1	Southeast	
JULY 23	East	50	135	158	142	98	43	14	14	14	13	11	7	1	East	JAN 21
	Southeast	26	57	66	56	32	14	14	14	14	13	11	7	1	Northeast	
&	South	1	7	11	13	14	14	14	14	14	13	11	7	1	North	&
	Southwest	1	7	11	13	14	14	14	14	32	56	66	57	26	Northwest	
MAY 21	West	1	7	11	13	14	14	14	43	98	142	158	135	50	West	NOV 21
	Northwest	1	7	11	13	14	14	22	56	109	133	148	127	42	Southwest	
	Horizontal	3	42	107	166	210	236	247	236	210	166	107	42	3	Horizontal	
	North	1	15	16	15	15	14	14	14	15	15	16	15	1	South	
	Northeast	17	113	130	111	80	34	14	14	14	13	11	7	1	Southeast	
AUG 24	East	25	138	163	149	104	46	14	14	14	13	11	7	1	East	FEB 20
	Southeast	18	79	94	85	60	27	14	14	14	13	11	7	1	Northeast	
&	South	1	7	11	13	14	14	14	14	14	13	11	7	1	North	&
	Southwest	1	7	11	13	14	14	14	27	60	85	94	79	18	Northwest	
APR 20	West	1	7	11	13	14	14	14	46	80	149	163	138	25	West	OCT 23
	Northwest	1	7	11	13	14	14	14	34	15	111	130	113	17	Southwest	
	Horizontal	2	38	105	167	213	242	250	242	213	167	105	38	2	Horizontal	
	North	1	6	11	13	14	14	14	14	14	13	11	6	1	South	
	Northeast	1	89	103	80	45	17	14	14	14	13	11	6	1	Southeast	
SEPT 22	East	1	130	164	151	106	47	14	14	14	13	11	6	1	East	MAR 22
	Southeast	1	97	127	122	94	56	21	14	14	13	11	6	1	Northeast	
&	South	1	6	13	19	24	27	28	27	24	19	13	6	1	North	&
	Southwest	1	6	11	13	14	14	21	56	94	122	127	97	1	Northwest	
MAR 22	West	1	6	11	13	14	14	14	47	106	151	164	130	1	West	SEPT 22
	Northwest	1	6	11	13	14	14	14	17	45	80	103	89	1	Southwest	
	Horizontal	1	31	97	160	207	235	247	235	207	160	97	31	1	Horizontal	
	North	0	5	10	13	14	14	14	14	14	13	10	5	0	South	
	Northeast	0	58	66	44	28	14	14	14	14	13	10	5	0	Southeast	
OCT 23	East	0	118	155	145	100	40	14	14	14	13	10	5	0	East	APR 20
	Southeast	0	103	147	149	123	81	46	18	14	13	10	5	0	Northeast	
&	South	0	18	40	55	65	71	73	71	65	55	40	18	0	North	&
	Southwest	0	5	10	13	14	18	46	81	123	149	147	103	0	Northwest	
FEB 20	West	0	5	10	13	14	14	14	40	100	145	155	118	0	West	AUG 24
	Northwest	0	5	10	13	14	14	14	14	28	44	66	58	0	Southwest	
	Horizontal	0	22	85	139	193	220	230	220	193	139	85	22	0	Horizontal	
	North	0	4	9	12	13	14	14	14	13	12	9	4	0	South	
	Northeast	0	27	37	17	13	14	14	14	13	12	9	4	0	Southeast	
NOV 21	East	0	99	143	132	93	39	14	14	13	12	9	4	0	East	MAY 21
	Southeast	0	99	153	161	146	109	70	31	17	12	9	4	0	Northeast	
&	South	0	35	65	91	96	104	106	104	96	91	65	35	0	North	&
	Southwest	0	4	9	12	17	31	70	109	146	161	153	99	0	Northwest	
JAN 21	West	0	4	9	12	13	14	14	39	93	132	143	99	0	West	JULY 23
	Northwest	0	4	9	12	13	14	14	14	13	17	37	27	0	Southwest	
	Horizontal	0	17	62	131	175	202	210	202	175	131	62	17	0	Horizontal	
	North	0	4	9	12	13	14	14	14	13	12	9	4	0	South	
	Northeast	0	15	28	17	13	14	14	14	13	12	9	4	0	Southeast	
	East	0	86	137	130	91	42	14	14	13	12	9	4	0	East	
	Southeast	0	99	154	163	149	121	79	36	23	12	9	4	0	Northeast	
DEC 22	South	0	50	74	94	109	116	120	116	109	94	74	50	0	North	JUNE 21
	Southwest	0	4	9	12	23	36	79	121	149	163	154	99	0	Northwest	
	West	0	4	9	12	13	14	14	42	91	130	137	86	0	West	
	Northwest	0	4	9	12	13	14	14	14	13	17	28	15	0	Southwest	
	Horizontal	0	14	66	120	167	193	202	193	167	120	66	14	0	Horizontal	

Solar Gain Correction	Steel Sash, or No Sash × 1/.85 or 1.17	Haze −15% (Max.)	Altitude +0.7% per 1000 Ft	Dewpoint Decrease From 67 F + 7% per 10 F	Dewpoint Increase From 67 F − 7% per 10 F	South Lat. Dec. or Jan. + 7%

ــ اعدادی که پررنگ نوشته شده‌اند نشاندهندهٔ حداکثر ماهیانه می‌باشند.

ــ اعداد پررنگی که درداخل کادر مستطیلی قرار گرفته‌اند نشاندهندهٔ حداکثر سالیانه می‌باشند.

ادامه دارد...

دنبالهٔ جدول ٤ــ٣: حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه‌های معمولی در عرض جغرافیایی 20°

20° Btu/(hr) (sq ft sash area) **20°**

20° NORTH LATITUDE		AM						SUN TIME				PM			20° SOUTH LATITUDE	
Time of Year	Exposure	6	7	8	9	10	11	Noon	1	2	3	4	5	6	Exposure	Time of Year
	North	28	41	33	25	19	17	15	17	19	25	33	41	28	South	
	Northeast	81	154	144	122	83	38	15	14	14	14	12	9	3	Southeast	
	East	81	148	160	143	96	41	14	14	14	14	12	9	3	East	
	Southeast	28	62	73	66	44	21	14	14	14	14	12	9	3	Northeast	
JUNE 21	South	3	9	12	14	14	14	14	14	14	14	12	9	3	North	DEC 22
	Southwest	3	9	12	14	14	14	14	21	44	66	73	62	28	Northwest	
	West	3	9	12	14	14	14	14	41	96	143	160	148	81	West	
	Northwest	3	9	12	14	14	14	15	38	83	122	144	154	81	Southwest	
	Horizontal	11	60	121	176	216	232	250	232	216	176	121	60	11	Horizontal	
	North	20	28	23	17	15	14	14	14	15	17	23	28	20	South	
	Northeast	71	132	138	111	73	31	14	14	14	13	12	8	3	Southeast	
JULY 23	East	75	148	163	145	99	46	14	14	14	13	12	8	3	East	JAN 21
	Southeast	31	70	85	79	57	29	14	14	14	13	12	8	3	Northeast	
&	South	3	8	12	13	14	14	14	14	14	13	12	8	3	North	&
	Southwest	3	8	12	13	14	14	14	29	57	79	85	70	31	Northwest	
MAY 21	West	3	8	12	13	14	14	14	46	99	145	163	148	75	West	NOV 21
	Northwest	3	8	12	13	14	14	14	31	73	111	138	132	71	Southwest	
	Horizontal	8	55	118	175	216	240	251	240	216	175	118	55	8	Horizontal	
	North	6	10	11	13	14	14	14	14	14	13	11	10	6	South	
	Northeast	45	111	118	89	50	18	14	14	14	13	11	7	2	Southeast	
AUG 24	East	53	142	165	149	106	51	14	14	14	13	11	7	2	East	FEB 20
	Southeast	29	89	113	108	98	55	20	14	14	13	11	7	2	Northeast	
&	South	2	7	11	14	20	24	26	24	20	14	11	7	2	North	&
	Southwest	2	7	11	13	14	14	20	55	98	108	113	89	29	Northwest	
APR 20	West	2	7	11	13	14	14	14	51	106	149	165	142	53	West	OCT 23
	Northwest	2	7	11	13	14	14	14	18	50	89	118	111	45	Southwest	
	Horizontal	5	48	107	167	210	235	247	235	210	167	107	48	5	Horizontal	
	North	0	6	11	13	14	14	14	14	14	13	11	6	0	South	
	Northeast	0	83	87	59	22	14	14	14	14	13	11	6	0	Southeast	
SEPT 22	East	0	130	163	149	104	45	14	14	14	13	11	6	0	East	MAR 22
	Southeast	0	99	136	140	120	84	41	15	14	13	11	6	0	Northeast	
&	South	0	8	22	38	52	63	65	63	52	38	22	8	0	North	&
	Southwest	0	6	11	13	14	15	41	84	120	140	136	99	0	Northwest	
MAR 22	West	0	6	11	13	14	14	14	45	104	149	163	130	0	West	SEPT 22
	Northwest	0	6	11	13	14	14	14	14	22	59	87	83	0	Southwest	
	Horizontal	0	30	93	153	198	225	233	225	198	153	93	30	0	Horizontal	
	North	0	4	9	12	13	14	14	14	13	12	9	4	0	South	
	Northeast	0	44	52	29	13	14	14	14	13	12	9	4	0	Southeast	
OCT 23	East	0	99	147	141	100	49	14	14	13	12	9	4	0	East	APR 20
	Southeast	0	91	146	160	149	119	74	27	13	12	9	4	0	Northeast	
&	South	0	21	50	76	93	106	111	106	93	76	50	21	0	North	&
	Southwest	0	4	9	12	13	27	74	119	149	160	146	91	0	Northwest	
FEB 20	West	0	4	9	12	13	14	14	49	100	141	147	99	0	West	AUG 24
	Northwest	0	4	9	12	13	14	14	14	13	29	52	44	0	Southwest	
	Horizontal	0	18	68	127	171	196	208	196	171	127	68	18	0	Horizontal	
	North	0	3	8	11	13	13	13	13	13	11	8	3	0	South	
	Northeast	0	24	26	14	13	13	13	13	13	11	8	3	0	Southeast	
NOV 21	East	0	71	128	127	91	43	13	13	13	11	8	3	0	East	MAY 21
	Southeast	0	73	144	164	158	135	91	46	16	11	8	3	0	Northeast	
&	South	0	28	69	100	123	136	141	136	123	100	69	28	0	North	&
	Southwest	0	3	8	11	16	46	91	135	158	164	144	73	0	Northwest	
JAN 21	West	0	3	8	11	12	13	13	43	91	127	128	71	0	West	JULY 23
	Northwest	0	3	8	11	12	13	13	13	13	14	26	24	0	Southwest	
	Horizontal	0	5	48	101	146	172	180	172	146	101	48	5	0	Horizontal	
	North	0	2	7	11	12	13	13	13	12	11	7	2	0	South	
	Northeast	0	14	18	12	12	13	13	13	12	11	7	2	0	Southeast	
	East	0	56	118	121	85	34	13	13	12	11	7	2	0	East	
	Southeast	0	59	139	167	159	134	97	60	20	11	7	2	0	Northeast	
DEC 22	South	0	25	74	111	132	146	149	146	132	111	74	25	0	North	JUNE 21
	Southwest	0	2	7	11	20	60	97	134	159	167	139	59	0	Northwest	
	West	0	2	7	11	12	13	13	34	85	121	118	56	0	West	
	Northwest	0	2	7	11	12	13	13	13	12	12	18	14	0	Southwest	
	Horizontal	0	4	36	92	135	161	170	161	135	92	36	4	0	Horizontal	

Solar Gain Correction	Steel Sash, or No Sash	Haze	Altitude	Dewpoint Decrease From 67 F	Dewpoint Increase From 67 F	South Lat. Dec. or Jan.
	× 1/.85 or 1.17	−15% (Max.)	+0.7% per 1000 Ft	+ 7% per 10 F	− 7% per 10 F	+ 7%

ــ اعدادی که پررنگ نوشته شده‌اند نشاندهندهٔ حداکثر ماهیانه می‌باشند.

ــ اعداد پررنگی که درداخل کادر مستطیلی قرار گرفته‌اند نشاندهندهٔ حداکثر سالیانه می‌باشند.

ادامه دارد...

دنبالهٔ جدول ٤ــ٣: حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه‌های معمولی در عرض جغرافیایی 30°

30° Btu/(hr) (sq ft sash area) **30°**

30° NORTH LATITUDE		AM						SUN TIME						PM	30° SOUTH LATITUDE	
Time of Year	Exposure	6	7	8	9	10	11	Noon	1	2	3	4	5	6	Exposure	Time of Year
	North	33	29	18	14	14	14	14	14	14	14	18	29	33	South	
	Northeast	105	139	130	97	55	19	14	14	14	14	12	10	5	Southeast	
	East	108	156	161	143	98	44	14	14	14	14	12	10	5	East	
	Southeast	42	75	90	90	73	44	17	14	14	14	12	10	5	Northeast	
JUNE 21	South	5	10	12	14	15	19	21	19	15	14	12	10	5	North	DEC 22
	Southwest	5	10	12	14	14	14	17	44	73	90	90	75	42	Northwest	
	West	5	10	12	14	14	14	14	44	98	143	161	156	108	West	
	Northwest	5	10	12	14	14	14	14	19	55	97	130	139	105	Southwest	
	Horizontal	19	61	131	180	217	240	250	240	217	180	131	61	19	Horizontal	
	North	22	20	14	13	14	14	14	14	14	13	14	20	22	South	
	Northeast	93	131	123	89	46	16	14	14	14	13	12	9	4	Southeast	
JULY 23	East	100	155	164	145	99	44	14	14	14	13	12	9	4	East	JAN 21
	Southeast	42	82	100	100	83	53	22	14	14	13	12	9	4	Northeast	
&	South	4	9	12	14	20	27	30	27	20	14	12	9	4	North	&
	Southwest	4	9	12	13	14	14	14	53	83	100	100	82	42	Northwest	
MAY 21	West	4	9	12	13	14	14	14	44	99	145	164	155	100	West	NOV 21
	Northwest	4	9	12	13	14	14	14	16	46	89	123	131	93	Southwest	
	Horizontal	15	66	123	176	214	236	246	236	214	176	123	66	15	Horizontal	
	North	6	8	11	13	13	14	14	14	13	13	11	8	6	South	
	Northeast	55	108	100	66	27	14	14	14	13	13	11	8	2	Southeast	
AUG 24	East	66	147	165	148	102	46	14	14	13	13	11	8	2	East	FEB 20
	Southeast	37	98	127	129	112	82	39	15	13	13	11	8	2	Northeast	
&	South	2	8	13	27	47	58	63	58	47	27	13	8	2	North	&
	Southwest	2	8	11	13	13	15	39	82	112	129	127	98	37	Northwest	
APR 20	West	2	8	11	13	13	14	14	46	102	148	165	147	66	West	OCT 23
	Northwest	2	8	11	13	13	14	14	14	27	66	100	108	55	Southwest	
	Horizontal	6	47	107	161	200	225	235	225	200	161	107	47	6	Horizontal	
	North	0	5	10	12	13	14	14	14	13	12	10	5	0	South	
	Northeast	0	74	90	40	15	14	14	14	13	12	10	5	0	Southeast	
SEPT 22	East	0	124	158	144	103	48	14	14	13	12	10	5	0	East	MAR 22
	Southeast	0	98	131	152	141	113	67	25	13	12	10	5	0	Northeast	
&	South	0	9	18	60	82	98	105	98	82	60	18	9	0	North	&
	Southwest	0	5	10	12	13	25	67	113	141	152	131	98	0	Northwest	
MAR 22	West	0	5	10	12	13	14	14	48	103	144	158	124	0	West	SEPT 22
	Northwest	0	5	10	12	13	14	14	14	15	40	90	74	0	Southwest	
	Horizontal	0	25	81	135	179	202	212	202	179	135	81	25	0	Horizontal	
	North	0	3	8	11	12	13	14	13	12	11	8	3	0	South	
	Northeast	0	33	39	18	12	13	14	13	12	11	8	3	0	Southeast	
OCT 23	East	0	79	135	132	94	43	14	13	12	11	8	3	0	East	APR 20
	Southeast	0	73	142	163	159	136	92	47	15	11	8	3	0	Northeast	
&	South	0	18	57	92	121	139	145	139	121	92	57	18	0	North	&
	Southwest	0	3	8	11	15	47	92	136	159	163	142	73	0	Northwest	
FEB 20	West	0	3	8	11	12	13	14	43	94	132	135	79	0	West	AUG 24
	Northwest	0	3	8	11	12	13	14	13	12	18	39	33	0	Southwest	
	Horizontal	0	6	49	100	143	171	179	171	143	100	49	6	0	Horizontal	
	North	0	1	6	9	11	12	12	12	11	9	6	1	0	South	
	Northeast	0	8	16	9	11	12	12	12	11	9	6	1	0	Southeast	
NOV 21	East	0	27	109	116	83	35	12	12	11	9	6	1	0	East	MAY 21
	Southeast	0	28	127	161	162	143	104	64	23	9	6	1	0	Northeast	
&	South	0	10	68	109	137	154	159	154	137	109	68	10	0	North	&
	Southwest	0	1	6	9	23	64	104	143	162	161	127	28	0	Northwest	
JAN 21	West	0	1	6	9	11	12	12	35	83	116	109	27	0	West	JULY 23
	Northwest	0	1	6	9	11	12	12	12	11	9	16	8	0	Southwest	
	Horizontal	0	2	27	71	109	136	145	136	109	71	27	2	0	Horizontal	
	North	0	0	4	9	11	12	12	12	11	9	4	0	0	South	
	Northeast	0	0	10	9	11	12	12	12	11	9	4	0	0	Southeast	
	East	0	0	92	105	80	32	12	12	11	9	4	0	0	East	
	Southeast	0	0	114	157	162	143	108	72	28	9	4	0	0	Northeast	
DEC 22	South	0	0	64	113	142	159	163	159	142	113	64	0	0	North	JUNE 21
	Southwest	0	0	4	9	28	72	108	143	162	157	114	0	0	Northwest	
	West	0	0	4	9	11	12	12	32	80	105	92	0	0	West	
	Northwest	0	0	4	9	11	12	12	12	11	9	10	0	0	Southwest	
	Horizontal	0	0	19	60	97	122	131	122	97	60	19	0	0	Horizontal	

Solar Gain Correction	Steel Sash, or No Sash × 1/.85 or 1.17	Haze −15% (Max.)	Altitude +0.7% per 1000 Ft	Dewpoint Decrease From 67 F + 7% per 10 F	Dewpoint Increase From 67 F − 7% per 10 F	South Lat. Dec. or Jan. + 7%

ــ اعدادی که پررنگ نوشته شده‌اند نشاندهندهٔ حداکثر ماهیانه می‌باشند.

ــ اعداد پررنگی که درداخل کادر مستطیلی قرار گرفته‌اند نشاندهندهٔ حداکثر سالیانه می‌باشند.

ادامه دارد...

دنبالهٔ جدول ٤ــ٣: حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه‌های معمولی در عرض جغرافیایی 40°

40° Btu/(hr) (sq ft sash area) **40°**

40° NORTH LATITUDE		AM						SUN TIME						PM	40° SOUTH LATITUDE	
Time of Year	Exposure	6	7	8	9	10	11	Noon	1	2	3	4	5	6	Exposure	Time of Year
JUNE 21	North	32	20	12	13	14	14	14	14	14	13	12	20	32	South	DEC 22
	Northeast	118	133	112	73	30	14	14	14	14	13	12	10	6	Southeast	
	East	126	161	162	142	95	44	14	14	14	13	12	10	6	East	
	Southeast	51	88	109	111	99	71	34	14	14	13	12	10	6	Northeast	
	South	6	10	12	19	35	44	54	44	35	19	12	10	6	North	
	Southwest	6	10	12	13	14	14	34	71	99	111	109	88	51	Northwest	
	West	6	10	12	13	14	14	14	44	95	142	162	161	126	West	
	Northwest	6	10	12	13	14	14	14	14	30	73	112	133	118	Southwest	
	Horizontal	31	82	131	179	210	232	237	232	210	179	134	82	31	Horizontal	
JULY 23 & MAY 21	North	24	14	12	13	14	14	14	14	14	13	12	14	24	South	JAN 21 & NOV 21
	Northeast	106	127	105	66	26	14	14	14	14	13	12	10	5	Southeast	
	East	118	161	164	144	98	43	14	14	14	13	12	10	5	East	
	Southeast	54	96	119	125	110	82	42	15	14	13	12	10	5	Northeast	
	South	5	10	13	26	44	63	69	63	44	26	13	10	5	North	
	Southwest	5	10	12	13	14	15	42	82	110	125	119	96	54	Northwest	
	West	5	10	12	13	14	14	14	43	98	144	164	161	118	West	
	Northwest	5	10	12	13	14	14	14	14	26	66	105	127	106	Southwest	
	Horizontal	24	73	126	171	203	225	233	225	203	171	126	73	24	Horizontal	
AUG 24 & APR 20	North	7	8	11	13	14	14	14	14	14	13	11	8	7	South	FEB 20 & OCT 23
	Northeast	68	102	82	46	16	14	14	14	14	13	11	8	3	Southeast	
	East	84	147	162	145	101	45	14	14	14	13	11	8	3	East	
	Southeast	48	105	138	146	139	107	66	25	14	13	11	8	3	Northeast	
	South	3	8	24	51	89	97	102	97	89	51	24	8	3	North	
	Southwest	3	8	11	13	14	25	66	107	139	146	138	105	48	Northwest	
	West	3	8	11	13	14	14	14	45	101	145	162	147	84	West	
	Northwest	3	8	11	13	14	14	14	14	16	46	82	102	68	Southwest	
	Horizontal	9	47	100	150	185	205	214	205	185	150	100	47	9	Horizontal	
SEPT 22 & MAR 22	North	0	5	9	12	13	13	14	13	13	12	9	5	0	South	MAR 22 & SEPT 22
	Northeast	0	51	58	26	13	13	14	13	13	12	9	5	0	Southeast	
	East	0	116	149	139	99	45	14	13	13	12	9	5	0	East	
	Southeast	0	95	144	162	157	133	90	41	14	12	9	5	0	Northeast	
	South	0	12	44	81	110	122	140	122	110	81	44	12	0	North	
	Southwest	0	5	9	12	14	41	90	133	157	162	144	95	0	Northwest	
	West	0	5	9	12	13	13	14	45	99	139	149	116	0	West	
	Northwest	0	5	9	12	13	13	14	13	13	26	58	51	0	Southwest	
	Horizontal	0	21	67	124	153	176	183	176	153	124	67	21	0	Horizontal	
OCT 23 & FEB 20	North	0	2	6	10	11	12	12	12	11	10	6	2	0	South	APR 20 & AUG 24
	Northeast	0	35	33	12	11	12	12	12	11	10	6	2	0	Southeast	
	East	0	85	117	122	88	39	12	12	11	10	6	2	0	East	
	Southeast	0	81	132	161	163	144	107	63	20	10	6	2	0	Northeast	
	South	0	21	59	104	137	154	162	154	137	104	59	21	0	North	
	Southwest	0	2	6	10	20	63	107	144	163	161	132	81	0	Northwest	
	West	0	2	6	10	11	12	12	39	88	122	117	85	0	West	
	Northwest	0	2	6	10	11	12	12	12	11	12	33	35	0	Southwest	
	Horizontal	0	8	29	64	101	123	129	123	101	64	29	8	0	Horizontal	
NOV 21 & JAN 21	North	0	0	3	7	9	10	11	10	9	7	3	0	0	South	MAY 21 & JULY 23
	Northeast	0	0	12	7	9	10	11	10	9	7	3	0	0	Southeast	
	East	0	0	91	100	74	33	11	10	9	7	3	0	0	East	
	Southeast	0	0	109	144	156	144	116	70	27	7	3	0	0	Northeast	
	South	0	0	59	104	139	158	166	158	139	104	59	0	0	North	
	Southwest	0	0	3	7	27	70	116	144	156	144	109	0	0	Northwest	
	West	0	0	3	7	9	10	11	33	74	100	91	0	0	West	
	Northwest	0	0	3	7	9	10	11	10	9	7	12	0	0	Southwest	
	Horizontal	0	0	16	43	73	92	103	92	73	43	16	0	0	Horizontal	
DEC 22	North	0	0	2	6	9	10	10	10	9	6	2	0	0	South	JUNE 21
	Northeast	0	0	7	6	9	10	10	10	9	6	2	0	0	Southeast	
	East	0	0	72	86	68	31	10	10	9	6	2	0	0	East	
	Southeast	0	0	88	134	148	142	115	73	30	7	2	0	0	Northeast	
	South	0	0	51	99	134	158	165	158	134	99	51	0	0	North	
	Southwest	0	0	2	7	30	73	115	142	148	134	88	0	0	Northwest	
	West	0	0	2	6	9	10	10	31	68	86	72	0	0	West	
	Northwest	0	0	2	6	9	10	10	10	9	6	7	0	0	Southwest	
	Horizontal	0	0	8	32	55	76	85	76	55	32	8	0	0	Horizontal	

Solar Gain Correction	Steel Sash, or No Sash	Haze	Altitude	Dewpoint Decrease From 67 F	Dewpoint Increase From 67 F	South Lat. Dec. or Jan.
	× 1/.85 or 1.17	−15% (Max.)	+0.7% per 1000 Ft	+ 7% per 10 F	− 7% per 10 F	+ 7%

ــ اعدادی که پررنگ نوشته شده‌اند نشاندهندهٔ حداکثر ماهیانه می‌باشند.

ــ اعداد پررنگی که درداخل کادر مستطیلی قرار گرفته‌اند نشاندهندهٔ حداکثر سالیانه می‌باشند.

ادامه دارد...

دنبالهٔ جدول ٤ــ٣: حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه‌های معمولی در عرض جغرافیایی 50°

50° Btu/(hr) (sq ft sash area) **50°**

50° NORTH LATITUDE		AM						SUN TIME						PM	50° SOUTH LATITUDE	
Time of Year	Exposure	6	7	8	9	10	11	Noon	1	2	3	4	5	6	Exposure	Time of Year
	North	29	12	12	13	14	14	14	14	14	13	12	12	29	South	
	Northeast	126	125	94	50	16	14	14	14	14	13	12	10	8	Southeast	
	East	139	164	162	136	94	41	14	14	14	13	12	10	8	East	
	Southeast	64	102	126	135	124	98	61	23	14	13	12	10	8	Northeast	
JUNE 21	South	8	10	16	39	68	87	93	87	68	39	16	10	8	North	DEC 22
	Southwest	8	10	12	13	14	23	61	98	124	135	126	102	64	Northwest	
	West	8	10	12	13	14	14	14	41	94	136	162	164	139	West	
	Northwest	8	10	12	13	14	14	14	14	16	50	94	125	126	Southwest	
	Horizontal	44	86	133	173	197	214	220	214	197	173	133	86	44	Horizontal	
	North	21	11	12	13	14	14	14	14	14	13	12	11	21	South	
	Northeast	114	117	87	44	15	14	14	14	14	13	12	10	6	Southeast	
JULY 23	East	131	161	163	141	96	43	14	14	14	13	12	10	6	East	JAN 21
	Southeast	65	107	134	143	136	109	70	26	14	13	12	10	6	Northeast	
&	South	6	10	21	50	80	98	106	98	80	50	21	10	6	North	&
	Southwest	6	10	12	13	14	26	70	109	136	143	134	107	65	Northwest	
MAY 21	West	6	10	12	13	14	14	14	43	96	141	163	161	131	West	NOV 21
	Northwest	6	10	12	13	14	14	14	14	15	44	87	117	114	Southwest	
	Horizontal	33	75	119	159	188	205	211	205	188	159	119	75	33	Horizontal	
	North	8	8	10	12	13	14	14	14	13	12	10	8	8	South	
	Northeast	76	94	70	31	13	14	14	14	13	12	10	8	4	Southeast	
AUG 24	East	94	145	158	141	98	45	14	14	13	12	10	8	4	East	FEB 20
	Southeast	53	111	144	157	153	132	89	40	13	12	10	8	4	Northeast	
&	South	4	9	36	73	105	130	138	130	105	73	36	9	4	North	&
	Southwest	4	8	10	12	13	40	89	132	153	157	144	111	53	Northwest	
APR 20	West	4	8	10	12	13	14	14	45	98	141	158	145	94	West	OCT 23
	Northwest	4	8	10	12	13	14	14	14	13	31	70	94	76	Southwest	
	Horizontal	13	46	89	131	160	179	185	179	160	131	89	46	13	Horizontal	
	North	0	4	8	10	12	12	12	12	12	10	8	4	0	South	
	Northeast	0	58	46	16	12	12	12	12	12	10	8	4	0	Southeast	
SEPT 22	East	0	102	138	130	93	43	12	12	12	10	8	4	0	East	MAR 22
	Southeast	0	86	139	162	163	145	105	56	17	10	8	4	0	Northeast	
&	South	0	11	51	93	131	150	158	150	131	93	51	11	0	North	&
	Southwest	0	4	8	10	17	56	105	145	163	162	139	86	0	Northwest	
MAR 22	West	0	4	8	10	12	12	12	43	93	130	138	102	0	West	SEPT 22
	Northwest	0	4	8	10	12	12	12	12	12	16	46	58	0	Southwest	
	Horizontal	0	15	49	88	118	140	148	140	118	88	49	15	0	Horizontal	
	North	0	0	4	7	9	10	11	10	9	7	4	0	0	South	
	Northeast	0	29	20	7	9	10	11	10	9	7	4	0	0	Southeast	
OCT 23	East	0	73	99	105	79	35	11	10	9	7	4	0	0	East	APR 20
	Southeast	0	69	111	145	157	144	115	69	24	7	4	0	0	Northeast	
&	South	0	17	53	99	137	157	167	157	137	99	53	17	0	North	&
	Southwest	0	0	4	7	24	69	115	144	157	145	111	69	0	Northwest	
FEB 20	West	0	0	4	7	9	10	11	35	79	105	99	73	0	West	AUG 24
	Northwest	0	0	4	7	9	10	11	10	9	7	20	29	0	Southwest	
	Horizontal	0	2	19	45	72	86	94	86	72	45	19	2	0	Horizontal	
	North	0	0	1	4	6	8	9	8	6	4	1	0	0	South	
	Northeast	0	0	5	4	6	8	9	8	6	4	1	0	0	Southeast	
NOV 21	East	0	0	51	64	57	28	9	8	6	4	1	0	0	East	MAY 21
	Southeast	0	0	62	95	127	127	107	67	21	4	1	0	0	Northeast	
&	South	0	0	34	70	116	143	153	143	116	70	34	0	0	North	&
	Southwest	0	0	1	4	21	67	107	127	127	95	62	0	0	Northwest	
JAN 21	West	0	0	1	4	6	8	9	28	57	64	51	0	0	West	JULY 23
	Northwest	0	0	1	4	6	8	9	8	6	4	5	0	0	Southwest	
	Horizontal	0	0	4	13	30	47	53	47	30	13	4	0	0	Horizontal	
	North	0	0	0	3	5	6	7	6	5	3	0	0	0	South	
	Northeast	0	0	0	3	5	6	7	6	5	3	0	0	0	Southeast	
	East	0	0	0	27	47	23	7	6	5	3	0	0	0	East	
DEC 22	Southeast	0	0	0	41	107	116	100	62	25	3	0	0	0	Northeast	
	South	0	0	0	31	99	131	141	131	99	31	0	0	0	North	JUNE 21
	Southwest	0	0	0	3	25	62	100	116	107	41	0	0	0	Northwest	
	West	0	0	0	3	5	6	7	23	47	27	0	0	0	West	
	Northwest	0	0	0	3	5	6	7	6	5	3	0	0	0	Southwest	
	Horizontal	0	0	0	5	19	33	40	33	19	5	0	0	0	Horizontal	

Solar Gain Correction	Steel Sash, or No Sash	Haze	Altitude	Dewpoint Decrease From 67 F	Dewpoint Increase From 67 F	South Lat. Dec. or Jan.
	× 1/.85 or 1.17	−15% (Max.)	+0.7% per 1000 Ft	+ 7% per 10 F	− 7% per 10 F	+ 7%

ــ اعدادی که پررنگ نوشته شده‌اند نشاندهندهٔ حداکثر ماهیانه می‌باشند.

ــ اعداد پررنگی که درداخل کادر مستطیلی قرار گرفته‌اند نشاندهندهٔ حداکثر سالیانه می‌باشند.

جدول ۵ــ۳: ضریب تصحیح حرارت اکتسابی از شیشه برحسب نوع شیشه و رنگ کرکره‌هایی که از داخل یا خارج پنجره را می‌پوشانند. سرعت باد خارج 5 مایل بر ساعت است.

نوع شیشه		شیشهٔ لخت بدون وسایل سایه افکن	کرکرهٔ داخلی افقی با زاویهٔ 45° یا عمودی			کرکرهٔ خارجی افقی با زاویهٔ 45°		تختهٔ سایه افکن خارجی با زاویهٔ 17°		سایبان خارجی از پهلو یا بالا	
			رنگ روشن	رنگ نیمه روشن	رنگ تیره	رنگ روشن	سمت خارج روشن و سمت داخل تیره	رنگ نیمه روشن	رنگ تیره	رنگ روشن	رنگ روشن یا تیره
شیشهٔ معمولی		1.00	0.56	0.65	0.75	0.15	0.13	0.22	0.15	0.20	0.25
صفحهٔ استاندارد (¼")		0.94	0.56	0.65	0.74	0.14	0.12	0.21	0.14	0.19	0.24
شیشهٔ جاذب حرارت	باضریب جذب 40 تا 48%	0.80	0.56	0.62	0.72	0.12	0.11	0.18	0.12	0.16	0.20
	باضریب جذب 48 تا 56%	0.73	0.53	0.59	0.62	0.11	0.10	0.16	0.11	0.15	0.18
	باضریب جذب 56 تا 70%	0.62	0.51	0.54	0.56	0.10	0.10	0.14	0.10	0.12	0.16
با دولایه شیشه	شیشهٔ معمولی	0.90	0.54	0.61	0.67	0.14	0.12	0.20	0.14	0.18	0.22
	صفحهٔ استاندارد	0.80	0.52	0.59	0.65	0.12	0.11	0.18	0.12	0.16	0.20
	شیشهٔ خارجی با ضریب جذب 48 تا 56% و شیشهٔ داخلی از نوع شیشهٔ معمولی	0.52	0.36	0.39	0.43	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.13
	شیشهٔ خارجی با ضریب جذب 48 تا 56% و شیشهٔ داخلی از نوع صفحهٔ استاندارد	0.50	0.36	0.39	0.43	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.12
با سه لایه شیشه	شیشهٔ معمولی	0.83	0.48	0.56	0.64	0.12	0.11	0.18	0.12	0.16	0.20
	صفحهٔ استاندارد	0.69	0.47	0.52	0.57	0.10	0.10	0.15	0.10	0.14	0.17
شیشه های رنگ شده	رنگ روشن	0.28									
	رنگ نیمه روشن	0.39									
	رنگ تیره	0.50									
شیشه های رنگی *	رنگ کهربایی	0.70									
	رنگ قرمز تیره	0.56									
	رنگ آبی تیره	0.60									
	رنگ سبز تیره	0.32									
	سبز مایل به خاکستری	0.46									
	شیری روشن	0.43									
	شیری مات	0.37									

* فرق شیشهٔ رنگی با شیشهٔ رنگ‌شده در اینست که شیشهٔ رنگی طبیعتاً از کارخانه بصورت رنگی خارج می‌شود مثل شیشهٔ عینک، ولی شیشهٔ رنگ شده همان شیشهٔ معمولی است که با وسایل نقاشی روی آن رنگ‌زده شده است.

جدول ٦ــ٣: ضرایب ذخیره برای حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه، باوسایل سایه‌افکن داخلی، برای کار ٢٤ ساعتهٔ سیستم و دمای ثابت اتاق

EXPOSURE (North Lat)	WEIGHT§ (lb per sq ft of floor area)	SUN TIME AM 6	7	8	9	10	11	12	PM 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	AM 1	2	3	4	5	EXPOSURE (South Lat)
Northeast	150 & over	.47	.58	.54	.42	.27	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.14	.12	.09	.08	.07	.06	.06	.05	.05	.04	.04	.04	.03	Southeast
	100	.48	.60	.57	.46	.30	.24	.20	.19	.17	.16	.15	.13	.11	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.03	.03	.02	.02	
	30	.55	.76	.73	.58	.36	.24	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.07	.04	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0	0	0	
East	150 & over	.39	.56	.62	.59	.49	.33	.23	.21	.20	.18	.17	.15	.12	.10	.09	.08	.08	.07	.06	.05	.05	.05	.04	.04	East
	100	.40	.58	.65	.63	.52	.35	.24	.22	.20	.18	.16	.14	.12	.09	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.03	.03	.02	
	30	.46	.70	.80	.79	.64	.42	.25	.19	.16	.14	.11	.09	.07	.04	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0	0	0	
Southeast	150 & over	.04	.28	.47	.59	.64	.62	.53	.41	.27	.24	.21	.19	.16	.14	.12	.11	.10	.09	.08	.07	.06	.06	.05	.05	Northeast
	100	.03	.28	.47	.61	.67	.65	.57	.44	.29	.24	.21	.18	.15	.12	.10	.09	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.03	
	30	0	.30	.57	.75	.84	.81	.69	.50	.30	.20	.17	.13	.09	.05	.04	.03	.02	.01	0	0	0	0	0	0	
South	150 & over	.06	.06	.23	.38	.51	.60	.66	.67	.64	.59	.42	.24	.22	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.10	.09	.08	.07	.07	North
	100	.04	.04	.22	.38	.52	.63	.70	.71	.69	.59	.45	.26	.22	.18	.16	.13	.12	.10	.09	.08	.07	.06	.06	.05	
	30	.10	.21	.43	.63	.77	.86	.88	.82	.56	.50	.24	.16	.11	.08	.05	.04	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0	
Southwest	150 & over	.08	.08	.09	.10	.11	.24	.39	.53	.63	.66	.61	.47	.23	.19	.18	.16	.14	.13	.11	.10	.09	.08	.08	.07	Northwest
	100	.07	.08	.08	.08	.10	.24	.40	.55	.66	.70	.64	.50	.26	.20	.17	.15	.13	.11	.10	.09	.08	.07	.06	.05	
	30	.03	.04	.06	.07	.09	.23	.47	.67	.81	.86	.79	.60	.26	.17	.12	.08	.05	.04	.03	.02	.01	.01	0	0	
West	150 & over	.08	.09	.09	.10	.10	.10	.10	.18	.36	.52	.63	.65	.55	.22	.19	.17	.15	.14	.12	.11	.10	.09	.08	.07	West
	100	.07	.08	.08	.09	.09	.09	.09	.18	.36	.54	.66	.68	.60	.25	.20	.17	.15	.13	.11	.10	.08	.07	.06	.05	
	30	.03	.04	.06	.07	.08	.08	.08	.19	.42	.65	.81	.85	.74	.30	.19	.13	.09	.06	.05	.03	.02	.02	.01	0	
Northwest	150 & over	.08	.09	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.16	.33	.49	.61	.60	.19	.17	.15	.13	.12	.10	.09	.08	.08	.07	.06	Southwest
	100	.07	.08	.09	.09	.10	.10	.10	.10	.16	.34	.52	.65	.64	.23	.18	.15	.12	.11	.09	.08	.07	.06	.06	.05	
	30	.03	.05	.07	.08	.09	.09	.10	.10	.17	.39	.63	.80	.79	.28	.18	.12	.09	.06	.04	.03	.02	.02	.01	0	
North and Shade	150 & over	.08	.37	.67	.71	.74	.76	.79	.81	.83	.84	.86	.87	.88	.29	.26	.23	.20	.19	.17	.15	.14	.12	.11	.10	South and Shade
	100	.06	.31	.67	.72	.76	.79	.81	.83	.85	.87	.88	.90	.91	.30	.26	.22	.19	.16	.15	.13	.12	.10	.09	.08	
	30	0	.25	.74	.83	.88	.91	.94	.96	.96	.98	.98	.99	.99	.26	.17	.12	.08	.05	.04	.03	.02	.01	.01	.01	

وزن مواد ساختمانی برفوت مربع کف برای:

$$\frac{\text{(وزن دیوارهای داخلی، کف و سقف، Lb)}\ 1/2\ +\text{(وزن دیوار خارجی، Lb)}}{\text{مساحت کف اتاق}\ [Ft^2]} = \text{اتاقهائیکه یک یا بیشتر دیوار مشرف بخارج دارند ــ ١}$$

$$\frac{\text{(وزن دیوارهای داخلی، کف و سقف، lb)}\ 1/2}{\text{مساحت کف اتاق}\ [Ft^2]} = \text{اتاقهائیکه دیوار مشرف بخارج ندارند ــ ٢}$$

$$\frac{\text{(وزن دیوارهای داخلی و سقف، lb)}\ 1/2+\text{(وزن کف، lb)} + \text{(وزن دیوارهای خارجی، lb)}}{\text{مساحت کف اتاق}\ [Ft^2]} = \text{اتاقهای زیرزمین (کف روی زمین) ــ ٣}$$

$$\frac{\text{(وزن دیوارهای خارجی، دیوارهای داخلی، کف‌ها، سقف‌ها وکل مصالح بکاررفته، lb)}}{\text{مساحت کف اتاق مورد تهویه}\ [Ft^2]} = \text{کل ساختمان یا قسمت مورد نظر از ساختمان ــ ٤}$$

ــ اگر کف اتاق مفروش باشد باید وزن کف را در ضریب 0.50 ضرب نمود تا تأثیر فرش بعنوان یک عایق نیز منظور شده باشد.

ــ وزن واحد سطح مواد مختلفهٔ ساختمانی درجداول ٥ــ١ تا ١٨ــ١ (آخر فصل اول) درج شده‌اند.

جدول ۷ــ۳: ضرایب ذخیره برای حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه، لخت یا با وسایل سایه‌افکن خارجی، برای کار ۲۴ ساعتهٔ سیستم و دمای ثابت اتاق

EXPOSURE (North Lat)	WEIGHT§ (lb per sq ft of floor area)	SUN TIME AM 6	7	8	9	10	11	12	PM 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	AM 1	2	3	4	5	EXPOSURE (South Lat)
Northeast	150 & over	.17	.27	.33	.33	.31	.29	.27	.25	.23	.22	.20	.19	.17	.15	.14	.12	.11	.10	.09	.08	.07	.07	.06	.06	Southeast
	100	.19	.31	.38	.39	.36	.34	.27	.24	.22	.21	.19	.17	.16	.14	.12	.10	.07	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.03	
	30	.31	.56	.65	.61	.46	.33	.26	.21	.18	.16	.14	.12	.09	.06	.04	.03	.02	.01	.01	.01	0	0	0	0	
East	150 & over	.16	.26	.34	.39	.40	.38	.34	.30	.28	.26	.23	.22	.20	.18	.16	.14	.13	.12	.10	.09	.08	.08	.07	.06	East
	100	.16	.29	.40	.46	.46	.42	.36	.31	.28	.25	.23	.20	.18	.15	.14	.12	.11	.09	.08	.08	.06	.06	.05	.04	
	30	.27	.50	.67	.73	.68	.53	.38	.27	.22	.18	.15	.12	.09	.06	.04	.03	.02	.01	.01	.01	.01	0	0	.01	
Southeast	150 & over	.08	.14	.22	.31	.38	.43	.44	.43	.39	.35	.32	.29	.26	.23	.21	.19	.16	.15	.13	.12	.11	.10	.09	.08	Northeast
	100	.05	.12	.23	.35	.44	.49	.51	.47	.41	.36	.31	.27	.24	.21	.18	.16	.14	.12	.10	.09	.08	.08	.06	.06	
	30	0	.18	.40	.59	.72	.77	.72	.60	.44	.32	.23	.18	.14	.09	.07	.05	.03	.02	.01	.01	.01	0	0	0	
South	150 & over	.10	.10	.13	.20	.28	.35	.42	.48	.51	.51	.48	.42	.37	.33	.29	.26	.23	.21	.19	.17	.15	.14	.13	.12	North
	100	.07	.06	.12	.20	.30	.39	.48	.54	.58	.57	.53	.45	.37	.31	.27	.23	.20	.18	.16	.14	.12	.11	.10	.08	
	30	0	0	.12	.29	.48	.64	.75	.82	.81	.75	.61	.42	.28	.19	.13	.09	.06	.04	.03	.02	.01	.01	0	0	
Southwest	150 & over	.11	.10	.10	.10	.10	.14	.21	.29	.36	.43	.47	.46	.40	.34	.30	.27	.24	.22	.20	.18	.16	.14	.13	.12	Northwest
	100	.09	.09	.08	.09	.09	.14	.22	.31	.42	.50	.53	.51	.44	.35	.29	.26	.22	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.09	
	30	.02	.03	.05	.06	.08	.12	.34	.53	.68	.78	.78	.68	.46	.29	.20	.14	.09	.07	.05	.03	.02	.02	.01	.01	
West	150 & over	.12	.11	.11	.10	.10	.10	.10	.13	.19	.27	.36	.42	.44	.38	.33	.29	.26	.23	.21	.18	.16	.15	.13	.12	West
	100	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.10	.12	.19	.30	.40	.48	.51	.42	.35	.30	.25	.22	.19	.16	.14	.13	.11	.09	
	30	.02	.03	.05	.06	.07	.07	.08	.14	.29	.49	.67	.76	.75	.53	.33	.22	.15	.11	.08	.05	.04	.03	.02	.01	
Northwest	150 & over	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.12	.17	.25	.34	.39	.34	.29	.26	.23	.20	.18	.16	.14	.13	.12	.10	Southwest
	100	.08	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.11	.19	.29	.40	.46	.40	.32	.26	.22	.19	.16	.14	.13	.11	.10	.08	
	30	.02	.04	.05	.07	.08	.09	.10	.10	.13	.27	.48	.65	.73	.49	.31	.21	.16	.10	.07	.05	.04	.03	.02	.01	
North and Shade	150 & over	.16	.23	.33	.41	.47	.52	.57	.61	.66	.69	.72	.74	.59	.52	.46	.42	.37	.34	.31	.27	.25	.23	.21	.17	South and Shade
	100	.11	.33	.44	.51	.57	.62	.66	.70	.74	.76	.79	.80	.60	.51	.44	.37	.32	.29	.27	.23	.21	.18	.16	.13	
	30	0	.48	.66	.76	.82	.87	.91	.93	.95	.97	.98	.98	.52	.34	.24	.16	.11	.07	.05	.04	.02	.02	.01	.01	

همان زیرنویس جدول ٦ــ۳

جدول ۸ــ۳: ضرایب ذخیره برای حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه، با وسایل سایه‌افکن داخلی، برای کار ۱۶ ساعته سیستم و دمای ثابت اتاق.

EXPOSURE (North Lat)	WEIGHT§ (lb per sq ft of floor area)	SUN TIME AM 6	7	8	9	10	11	12	PM 1	2	3	4	5	6	7	8	9	EXPOSURE (South Lat)
Northeast	150 & over	.53	.64	.59	.47	.31	.25	.24	.22	.18	.17	.16	.14	.12	.09	.08	.07	Southeast
	100	.53	.65	.61	.50	.33	.27	.22	.21	.17	.16	.15	.13	.11	.08	.07	.06	
	30	.56	.77	.73	.58	.36	.24	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.07	.04	.02	.02	
East	150 & over	.47	.63	.68	.64	.54	.38	.27	.25	.20	.18	.17	.15	.12	.10	.09	.08	East
	100	.46	.63	.70	.67	.56	.38	.27	.24	.20	.18	.16	.14	.12	.09	.08	.07	
	30	.47	.71	.80	.79	.64	.42	.25	.19	.16	.14	.11	.09	.07	.04	.02	.02	
Southeast	150 & over	.14	.37	.55	.66	.70	.68	.58	.46	.27	.24	.21	.19	.16	.14	.12	.11	Northeast
	100	.11	.35	.53	.66	.72	.69	.61	.47	.29	.24	.21	.18	.15	.12	.10	.09	
	30	.02	.31	.57	.75	.84	.81	.69	.50	.30	.20	.17	.13	.09	.05	.04	.03	
South	150 & over	.19	.18	.34	.48	.60	.68	.73	.74	.64	.59	.42	.24	.22	.19	.17	.15	North
	100	.16	.14	.31	.46	.59	.69	.76	.70	.69	.59	.45	.26	.22	.18	.16	.13	
	30	.12	.23	.44	.64	.77	.86	.88	.82	.56	.50	.24	.16	.11	.08	.05	.04	
Southwest	150 & over	.22	.21	.20	.20	.20	.32	.47	.60	.63	.66	.61	.47	.23	.19	.18	.16	Northwest
	100	.20	.19	.18	.17	.18	.31	.46	.60	.66	.70	.64	.50	.26	.20	.17	.15	
	30	.08	.08	.09	.09	.10	.24	.47	.67	.81	.86	.79	.60	.26	.17	.12	.08	
West	150 & over	.23	.23	.21	.21	.20	.19	.18	.25	.36	.52	.63	.65	.55	.22	.19	.17	West
	100	.22	.21	.19	.19	.17	.16	.15	.23	.36	.54	.66	.68	.60	.25	.20	.17	
	30	.12	.10	.10	.10	.10	.10	.09	.19	.42	.65	.81	.85	.74	.30	.19	.13	
Northwest	150 & over	.21	.21	.20	.19	.18	.18	.17	.16	.16	.33	.49	.61	.60	.19	.17	.15	Southwest
	100	.19	.19	.18	.17	.17	.16	.16	.15	.16	.34	.52	.65	.23	.18	.15	.12	
	30	.12	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.10	.17	.39	.63	.80	.79	.28	.18	.12	
North and Shade	150 & over	.23	.58	.75	.79	.80	.80	.81	.82	.83	.84	.86	.87	.88	.39	.35	.31	South and Shade
	100	.25	.46	.73	.78	.82	.82	.83	.84	.85	.87	.88	.89	.90	.40	.34	.29	
	30	.07	.22	.69	.80	.86	.93	.94	.95	.97	.98	.98	.99	.99	.35	.23	.16	

همان زیرنویس جدول ٦ــ۳

جدول ۹ــ۳: ضرایب ذخیره برای حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه، لخت باوسایل سایه‌افکن خارجی، برای کار ۱۶ ساعته سیستم و دمای ثابت اتاق.

EXPOSURE (North Lat)	WEIGHT§ (lb per sq ft of floor area)	SUN TIME AM 6	7	8	9	10	11	12	PM 1	2	3	4	5	6	7	8	9	EXPOSURE (South Lat)
Northeast	150 & over	.28	.37	.42	.41	.38	.36	.33	.31	.23	.22	.20	.19	.17	.15	.14	.12	Southeast
	100	.28	.39	.45	.45	.41	.39	.31	.27	.22	.21	.19	.17	.16	.14	.12	.10	
	30	.33	.57	.66	.62	.46	.33	.26	.21	.18	.16	.14	.12	.09	.06	.04	.03	
East	150 & over	.29	.38	.44	.48	.48	.46	.41	.36	.28	.26	.23	.22	.20	.18	.16	.14	East
	100	.27	.38	.48	.54	.52	.48	.41	.35	.28	.25	.23	.20	.18	.15	.14	.12	
	30	.29	.51	.68	.74	.69	.53	.38	.27	.22	.18	.15	.12	.09	.06	.04	.03	
Southeast	150 & over	.24	.29	.35	.43	.49	.53	.53	.51	.39	.35	.32	.29	.26	.23	.21	.19	Northeast
	100	.19	.24	.33	.44	.52	.57	.57	.53	.41	.36	.31	.27	.24	.21	.18	.16	
	30	.03	.20	.41	.60	.73	.77	.72	.60	.44	.32	.23	.18	.14	.09	.07	.05	
South	150 & over	.33	.31	.32	.37	.43	.49	.55	.60	.57	.51	.48	.42	.37	.33	.29	.26	North
	100	.27	.24	.28	.34	.42	.50	.58	.60	.60	.57	.53	.45	.37	.31	.27	.23	
	30	.06	.04	.15	.31	.49	.65	.75	.82	.81	.75	.61	.42	.28	.19	.13	.09	
Southwest	150 & over	.35	.32	.30	.28	.26	.28	.30	.37	.43	.47	.46	.40	.34	.30	.27	.24	Northwest
	100	.31	.28	.25	.24	.22	.26	.33	.40	.46	.50	.53	.51	.44	.35	.29	.26	
	30	.11	.10	.10	.09	.10	.14	.35	.54	.68	.78	.78	.68	.46	.29	.20	.14	
West	150 & over	.38	.34	.32	.28	.26	.25	.23	.25	.26	.27	.36	.42	.44	.38	.33	.29	West
	100	.34	.31	.28	.25	.23	.22	.21	.21	.23	.30	.40	.48	.51	.43	.35	.30	
	30	.17	.14	.13	.11	.11	.10	.10	.15	.29	.49	.67	.76	.75	.53	.33	.22	
Northwest	150 & over	.33	.30	.28	.26	.24	.23	.22	.20	.18	.17	.25	.34	.39	.34	.29	.26	Southwest
	100	.30	.28	.25	.23	.22	.20	.19	.17	.17	.19	.29	.40	.46	.40	.32	.26	
	30	.18	.14	.12	.12	.12	.12	.12	.11	.13	.27	.48	.65	.73	.49	.31	.21	
North and Shade	150 & over	.31	.57	.64	.68	.72	.73	.73	.74	.74	.75	.76	.78	.78	.59	.52	.46	South and Shade
	100	.30	.47	.60	.67	.72	.74	.77	.78	.79	.80	.81	.82	.83	.60	.51	.44	
	30	.04	.07	.53	.70	.78	.84	.88	.91	.93	.95	.97	.98	.99	.62	.34	.24	

همان زیرنویس جدول ٦ــ۳

جدول ۱۰ــ۳: ضرایب ذخیره برای حرارت اکتسابی خورشیدی از شیشه برای کار ۱۲ ساعتهٔ سیستم و دمای ثابت اتاق

EXPOSURE (North Lat)	WEIGHT§ (lb per sq ft of floor area)	INTERNAL SHADE° SUN TIME AM 6	7	8	9	10	11	12	PM 1	2	3	4	5	BARE GLASS OR EXTERNAL SHADE‡ AM 6	7	8	9	10	11	12	PM 1	2	3	4	5	EXPOSURE (South Lat)
Northeast	150 & over	.59	.67	.62	.49	.33	.27	.25	.24	.22	.21	.20	.17	.34	.42	.47	.45	.42	.39	.36	.33	.30	.29	.26	.25	Southeast
	100	.59	.68	.64	.52	.35	.29	.24	.23	.20	.19	.17	.15	.35	.45	.50	.49	.45	.42	.34	.30	.27	.26	.23	.20	
	30	.62	.80	.75	.60	.37	.25	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.40	.62	.69	.64	.48	.34	.27	.22	.18	.16	.14	.12	
East	150 & over	.51	.66	.71	.67	.57	.40	.29	.26	.25	.23	.21	.19	.36	.44	.50	.53	.53	.50	.44	.39	.36	.34	.30	.28	East
	100	.52	.67	.73	.70	.58	.40	.29	.26	.24	.21	.19	.16	.34	.44	.54	.58	.57	.51	.44	.39	.34	.31	.28	.24	
	30	.53	.74	.82	.81	.65	.43	.25	.19	.16	.14	.11	.09	.36	.56	.71	.76	.70	.54	.39	.28	.23	.18	.15	.12	
Southeast	150 & over	.20	.42	.59	.70	.74	.71	.61	.48	.33	.30	.26	.24	.34	.37	.43	.50	.54	.58	.57	.55	.50	.45	.41	.37	Northeast
	100	.18	.40	.57	.70	.75	.72	.63	.49	.34	.28	.25	.21	.29	.33	.41	.51	.58	.61	.61	.56	.49	.44	.37	.33	
	30	.09	.35	.61	.78	.86	.82	.69	.50	.30	.20	.17	.13	.14	.27	.47	.64	.75	.79	.73	.61	.45	.32	.23	.18	
South	150 & over	.28	.25	.40	.53	.64	.72	.77	.77	.73	.67	.49	.31	.47	.43	.42	.46	.51	.56	.61	.65	.66	.65	.61	.54	North
	100	.26	.22	.38	.51	.64	.73	.79	.79	.77	.65	.51	.31	.44	.37	.39	.43	.50	.57	.64	.68	.70	.68	.63	.53	
	30	.21	.29	.48	.67	.79	.88	.89	.83	.56	.50	.24	.16	.28	.19	.25	.38	.54	.68	.78	.84	.82	.76	.61	.42	
Southwest	150 & over	.31	.27	.27	.26	.25	.27	.50	.63	.72	.74	.69	.54	.51	.44	.40	.37	.34	.36	.41	.47	.54	.57	.60	.58	Northwest
	100	.33	.28	.25	.23	.23	.35	.50	.64	.74	.77	.70	.55	.53	.44	.37	.35	.31	.33	.39	.46	.55	.62	.64	.60	
	30	.29	.21	.18	.15	.14	.27	.50	.69	.82	.87	.79	.60	.48	.32	.25	.20	.17	.19	.39	.56	.70	.80	.79	.69	
West	150 & over	.63	.31	.28	.27	.25	.24	.22	.29	.46	.61	.71	.73	.56	.49	.44	.39	.36	.33	.31	.31	.35	.42	.49	.54	West
	100	.67	.33	.28	.26	.24	.22	.20	.28	.44	.61	.72	.73	.60	.52	.44	.39	.34	.31	.29	.28	.33	.43	.51	.57	
	30	.77	.34	.25	.20	.17	.14	.13	.22	.44	.67	.82	.85	.77	.56	.38	.28	.22	.18	.16	.19	.33	.52	.69	.77	
Northwest	150 & over	.68	.28	.27	.25	.23	.22	.20	.19	.24	.41	.56	.67	.49	.44	.39	.36	.33	.30	.28	.26	.26	.30	.37	.44	Southwest
	100	.71	.31	.27	.24	.22	.21	.19	.18	.23	.40	.58	.70	.54	.49	.41	.35	.31	.28	.25	.23	.24	.30	.39	.48	
	30	.82	.33	.25	.20	.18	.15	.14	.13	.19	.41	.64	.80	.75	.53	.36	.28	.24	.19	.17	.15	.17	.30	.50	.66	
North and Shade	150 & over	.96	.96	.96	.96	.96	.96	.96	.96	.96	.96	.96	.96	.75	.75	.79	.83	.84	.86	.88	.88	.91	.92	.93	.93	South and Shade
	100	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.98	.81	.84	.86	.89	.91	.93	.93	.94	.94	.95	.95	.95	
	30	1.00												1.00												

همان زیرنویس جدول ٦ــ۳

جدول ۱۱ــ۳: اختلاف دمای معادل [F] برای دیوارهای تیره‌رنگ، تحت تابش آفتاب و یا تحت سایه براساس دمای طرح خارج 95F،دمای طرح داخل 80F دامنهٔ تغییرات روزانهٔ دما 20F کار 24 ساعتهٔ سیستم، عرض جغرافیایی محل 40° شمالی

EXPOSURE	WEIGHT OF WALL‡ (lb/sq ft)	SUN TIME																							
		AM							PM													AM				
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Northeast	20	5	15	22	23	24	19	14	13	12	13	14	14	14	12	10	8	6	4	2	0	−2	−3	−4	−2
	60	−1	−2	−2	5	24	22	20	15	10	11	12	13	14	13	12	11	10	8	6	4	2	1	0	−1
	100	4	3	4	4	4	10	16	15	14	12	10	11	12	12	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5
	140	5	5	6	6	6	6	6	10	14	16	14	12	10	10	10	10	10	10	10	9	9	8	7	7
East	20	1	17	30	33	36	35	32	20	12	13	14	14	14	12	10	8	6	4	2	0	−1	−2	−3	−3
	60	−1	−1	0	21	30	31	31	19	14	13	12	13	14	13	12	11	10	8	5	4	3	1	1	0
	100	5	5	6	8	14	20	24	25	24	20	18	16	14	14	14	13	12	11	10	9	8	7	7	6
	140	11	10	10	9	8	9	10	15	18	19	18	17	16	14	12	13	14	14	14	13	13	12	12	12
Southeast	20	10	6	13	19	26	27	28	26	24	19	16	15	14	12	10	8	6	4	2	0	−1	−1	−2	−2
	60	1	1	0	13	20	24	28	26	25	21	18	15	14	13	12	11	10	8	6	5	4	3	3	2
	100	7	7	6	6	6	11	16	17	18	19	18	16	14	13	12	11	10	10	10	9	9	8	8	7
	140	9	8	8	8	8	7	6	11	14	15	16	18	16	15	14	13	12	12	12	11	11	10	10	9
South	20	−1	−2	−4	1	4	14	22	27	30	28	26	20	16	12	10	7	6	3	2	1	1	0	0	−1
	60	−1	−3	−4	−3	−2	7	12	20	24	25	26	23	20	15	12	10	8	6	4	2	1	1	0	−1
	100	4	4	2	2	2	3	4	8	12	15	16	18	18	15	14	11	10	9	8	8	7	6	6	5
	140	7	6	6	5	4	4	4	4	4	7	10	13	14	15	16	16	14	12	10	10	9	9	8	7
Southwest	20	−2	−4	−4	−2	0	4	6	19	26	34	40	41	42	30	24	12	6	4	2	1	1	0	−1	−1
	60	2	1	0	0	0	1	2	8	12	24	32	35	36	35	34	20	10	7	6	5	4	4	3	3
	100	7	5	6	5	4	5	6	7	8	12	14	19	22	23	24	23	22	15	10	10	9	9	8	7
	140	8	8	8	8	8	7	6	6	6	7	8	9	10	15	18	19	20	13	8	8	8	8	8	8
West	20	−2	−3	−4	−2	0	3	6	14	20	32	40	45	48	34	22	14	8	5	2	1	0	0	−1	−1
	60	2	1	0	0	0	2	4	7	10	19	26	34	40	41	36	28	16	10	6	5	4	3	3	2
	100	7	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	17	20	25	28	27	26	19	14	12	11	10	9	8
	140	12	11	10	9	8	8	8	9	10	10	10	11	12	14	16	21	22	23	22	20	18	16	15	13
Northwest	20	−3	−4	−4	−2	0	3	6	10	12	19	24	33	40	37	34	18	6	4	2	0	−1	−1	−2	−2
	60	−2	−3	−4	−3	−2	0	2	6	8	10	12	21	30	31	32	21	12	8	6	4	3	1	0	−1
	100	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	9	12	17	20	21	22	14	8	7	7	6	6	5
	140	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10	14	18	19	20	16	13	11	10	9
North (Shade)	20	−3	−3	−4	−3	−2	1	4	8	10	12	14	13	12	10	8	6	4	2	0	0	−1	−1	−2	−2
	60	−3	−3	−4	−3	−2	−1	0	3	6	8	10	11	12	12	12	10	8	6	4	2	1	0	−1	−2
	100	1	1	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	5	5	8	7	6	5	4	3	3	2	2	1
	140	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	7	6	4	3	2	2	1
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
		AM							PM												AM				
		SUN TIME																							

ــ برای وزن‌های کمتر از $20\ lb/ft^2$ نیز از همان ارقام مربوط به‌وزن $20\ lb/ft^2$ استفاده شود.

جدول ۱۲ــ۳: اختلاف دمای معادل [F] برای سقف تیره‌رنگ، تحت تابش آفتاب و یا تحت سایه براساس دمای طرح خارج 95 F دمای طرح داخل 80 F دامنهٔ تغییرات روزانهٔ دما 20F کار 24 ساعتهٔ سیستم، عرض جغرافیایی محل 40° شمالی

CONDITION	WEIGHT OF ROOF‡ (lb/sq ft)	SUN TIME																							
		AM							PM													AM				
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Exposed to Sun	10	−4	−6	−7	−5	−1	7	15	24	32	38	43	46	45	41	35	28	22	16	10	7	3	1	−1	−3
	20	0	−1	−2	−1	2	9	16	23	30	36	41	43	43	40	35	30	25	20	15	12	8	6	4	2
	40	4	3	2	3	6	10	16	23	28	33	38	40	41	39	35	32	28	24	20	17	13	11	9	6
	60	9	8	6	7	8	11	16	22	27	31	35	38	39	38	36	34	31	28	25	22	18	16	13	11
	80	13	12	11	11	12	13	16	22	26	28	32	35	37	37	35	34	34	32	30	27	23	20	18	14
Covered with Water	20	−5	−2	0	2	4	10	16	19	22	20	18	16	14	12	10	6	2	1	1	−1	−2	−3	−4	−5
	40	−3	−2	−1	−1	0	5	10	13	15	15	16	15	15	14	12	10	7	5	3	1	−1	−2	−3	−3
	60	−1	−2	−2	−2	−2	2	5	7	10	12	14	15	16	15	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0
Sprayed	20	−4	−2	0	2	4	8	12	15	18	17	16	15	14	12	10	6	2	1	0	−1	−2	−2	−3	−3
	40	−2	−2	−1	−1	0	2	5	9	13	14	14	14	14	13	12	9	7	5	3	1	0	0	−1	−1
	60	−1	−2	−2	−2	−2	0	2	5	8	10	12	13	14	13	12	11	10	8	6	4	2	1	0	−1
Shaded	20	−5	−5	−4	−2	0	2	6	9	12	13	14	13	12	10	8	5	2	1	0	−1	−3	−4	−5	−5
	40	−5	−5	−4	−3	−2	0	2	5	8	10	12	13	12	11	10	8	6	4	2	0	−1	−3	−4	−5
	60	−3	−3	−2	−2	−2	−1	0	2	4	6	8	9	10	10	10	9	8	6	4	2	1	0	−1	−2
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
		AM							PM												AM				
		SUN TIME																							

ــ اگر سقف پشت‌بام عایق کاری شده باشد و یا اتاق زیر شیروانی تهویه شود،باید از اختلاف دمای معادل مستخرجه‌از جدول فوق25% کاسته شود.

جدول ۱۳ــ۳: مقادیر X برای تصحیح مقدماتی اختلاف دمای معادل [F]

OUTDOOR DESIGN FOR MONTH AT 3 P.M. MINUS ROOM TEMP (deg F)	DAILY RANGE (deg F)																
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
−30	−39	−40	−41	−42	−43	−44	−45	−46	−47	−48	−49	−50	−51	−52	−53	−54	−55
−20	−29	−30	−31	−32	−33	−34	−35	−36	−37	−38	−39	−40	−41	−42	−43	−44	−45
−10	−19	−20	−21	−22	−23	−24	−25	−26	−27	−28	−29	−30	−31	−32	−33	−34	−35
0	−9	−10	−11	−12	−13	−14	−15	−16	−17	−18	−19	−20	−21	−22	−23	−24	−25
5	−4	−5	−6	−7	−8	−9	−10	−11	−12	−13	−14	−15	−16	−17	−18	−19	−20
10	1	0	−1	−2	−3	−4	−5	−6	−7	−8	−9	−10	−11	−12	−13	−14	−15
15	6	5	4	3	2	1	0	−1	−2	−3	−4	−5	−6	−7	−8	−9	−10
20	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	−1	−2	−3	−4	−5
25	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
30	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
35	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
40	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15

جدول ۱۴ــ۳: استانداردهای تهویه

محل مورد تهویه		هوای لازم برای هرنفر CFM	CFM برفوت مربع سطح کف	دفعات تعویض هوا برساعت
آپارتمانها	معمولی	20	–	2
	دولوکس	30	0.33	–
آرایشگاه مردانه		15	–	2
آشپزخانه ها	رستوران	–	4	20 – 25
	منزل	–	2	10 – 15
اتاق انتظار عمومی		–	–	4
انبارها		–	–	2 – 3
بانک		10	–	2
بیمارستان	اتاق خصوصی	30	0.33	–
	اتاق عمومی	20	–	–
	اتاق عمل	50	2	–
	کودکان	15	–	–
	مجروحین	20	–	–
تالار کنفرانس		15	–	5
توالت (تخلیهٔ هوا)		–	2	4 – 8
تونل		–	–	6
حمام		–	–	6
دراگ استور		10	–	–
دفترکار	خصوصی	25 – 30	0.25	3
	عمومی	15	0.25	4
راه‌پله و راهرو		–	0.25	1/2 – 1
رستوران	غذاخوری	15	–	6
	زیرزمین	–	–	8
	کافه تریا	12	–	5
سالن زیبایی بانوان		10	–	2
سالن کنوانسیون		20	–	6
سینما و تئاتر		15	–	5 – 10
فروشگاه	بزرگ	7 1/2	0.05	2 – 4
	کوچک	10	–	2 – 4
کارخانجات		10	0.10	1 – 4
کارگاه ریسندگی		20	–	6
کارگاه ریخته گری		–	–	15 – 20
کلیسا و مسجد		20 – 30	–	8
گاراژ		–	1	–
لابراتوار		20	–	5
مدرسه		15	–	–
موتورخانهٔ تأسیسات		–	–	4
هتل ها		30	0.33	–
قواعد کلی برای مکانهای	بدون دود سیگار	7 1/2	–	–
	بامقداری دود سیگار	10 – 15	–	–
	با مقدارزیاد دود سیگار	15 – 30	–	–
	با مقدار بسیارزیاد " "	50	–	–

جدول ۱۵ــ۳: گرمای محسوس و نهانی که برحسب شدت فعالیت ازبدن انسان دفع می‌شود، در ساختمانهای مختلف

DEGREE OF ACTIVITY	TYPICAL APPLICATION	Metabolic Rate (Adult Male) Btu/hr	Average Adjusted Metabolic Rate* Btu/hr	ROOM DRY-BULB TEMPERATURE									
				82 F		80 F		78 F		75 F		70 F	
				Btu/hr		Btu/hr		Btu/hr		Btu/hr		Btu/hr	
				Sensible	Latent	Sensible	Latent	Sensible	Latent	Sensible	Latent	Sensible	Latent
Seated at rest	Theater, Grade School	390	350	175	175	195	155	210	140	230	120	260	90
Seated, very light work	High School	450	400	180	220	195	205	215	185	240	160	275	125
Office worker	Offices, Hotels, Apts., College	475	450	180	270	200	250	215	235	245	205	285	165
Standing, walking slowly	Dept., Retail, or Variety Store	550											
Walking, seated	Drug Store	550	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210
Standing, walking slowly	Bank	550											
Sedentary work	Restaurant†	500	550	190	360	220	330	240	310	280	270	320	230
Light bench work	Factory, light work	800	750	190	560	220	530	245	505	295	455	365	385
Moderate dancing	Dance Hall	900	850	220	630	245	605	275	575	325	525	400	450
Walking, 3 mph	Factory, fairly heavy work	1000	1000	270	730	300	700	330	670	380	620	460	540
Heavy work	Bowling Alley‡, Factory	1500	1450	450	1000	465	985	485	965	525	925	605	845

*Adjusted Metabolic Rate is the metabolic rate to be applied to a mixed group of people with a typical percent composition based on the following factors:
Metabolic rate, adult female = Metabolic rate, adult male × 0.85
Metabolic rate, children = Metabolic rate, adult male × 0.75

†Restaurant—Values for this application include 60 Btu per hr for food per individual (30 Btu sensible and 30 Btu latent heat per hr).

‡Bowling—Assume one person per alley actually bowling and all others sitting, metabolic rate 400 Btu per hr; or standing, 550 Btu per hr.

جدول ۱۶ــ۳: حداقل واتاژ بازاء واحد سطح کف اتاق برمبنای استانداردهای آمریکا

نوع ساختمان	مصرف برق برحسب وات برفوت مربع سطح کف $[W/ft^2]$
آرایشگاه و سالن زیبایی	3
بانک	2
بیمارستان	2
دفاتر	5
راهروها و کریدورها	1/2
رستوران	2
ساختمانهای صنعتی وتجاری	2
سالن دادگاه	2
سالن های دولتی و سخنرانی	1
فروشگاهها	3
کلوب ها	2
کلیسا و مسجد	1
گاراژها ـ انبار تجاری	1/2
مدرسه	3
منزل مسکونی	3
هتل	2

جدول ۱۷ــ۳: گرمای اکتسابی از موتورهای الکتریکی نسبت به قدرت آنها

NAMEPLATE† OR BRAKE HORSEPOWER	FULL LOAD MOTOR EFFICIENCY PERCENT	LOCATION OF EQUIPMENT WITH RESPECT TO CONDITIONED SPACE OR AIR STREAM‡		
		Motor In - Driven Machine in HP × 2545 / % Eff	Motor Out - Driven Machine in HP × 2545	Motor In - Driven Machine out HP × 2545 (1 − % Eff) / % Eff
		Btu per Hour		
1/20	40	320	130	190
1/12	49	430	210	220
1/8	55	580	320	260
1/6	60	710	430	280
1/4	64	1,000	640	360
1/3	66	1,290	850	440
1/2	70	1,820	1,280	540
3/4	72	2,680	1,930	750
1	79	3,220	2,540	680
1½	80	4,770	3,820	950
2	80	6,380	5,100	1,280
3	81	9,450	7,650	1,800
5	82	15,600	12,800	2,800
7½	85	22,500	19,100	3,400
10	85	30,000	25,500	4,500
15	86	44,500	38,200	6,300
20	87	58,500	51,000	7,500
25	88	72,400	63,600	8,800
30	89	85,800	76,400	9,400
40	89	115,000	102,000	13,000
50	89	143,000	127,000	16,000
60	89	172,000	153,000	19,000
75	90	212,000	191,000	21,000
100	90	284,000	255,000	29,000
125	90	354,000	318,000	36,000
150	91	420,000	382,000	38,000
200	91	560,000	510,000	50,000
250	91	700,000	636,000	64,000

جدول ۱۸ــ۳: درصد اضافی که باید بابت حرارت اکتسابی از موتور بادزن هواساز مرکزی یا دستگاه تهویه مطبوع یکپارچه، به کل بارحرارتی محسوس اتاق افزوده شود.

	FAN TOTAL PRESSURE† (In. of Water)	CENTRAL STATION SYSTEMS‡ Temp Diff Room to Supply Air					APPLIED OR UNITARY SYSTEM°° Temp Diff Room to Supply Air				
		10 F	15 F	20 F	25 F	30 F	10 F	15 F	20 F	25 F	30 F
		PERCENT OF ROOM SENSIBLE HEAT*									
Fan Motor Not in Conditioned Space or Air Stream	0.50	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	2.2	1.5	1.1	0.9	0.7
	0.75	1.9	1.3	1.0	0.8	0.6	3.5	2.4	1.8	1.4	1.2
	1.00	2.7	1.8	1.4	1.1	0.9	4.8	3.2	2.4	1.9	1.6
	1.25	3.9	2.6	1.9	1.6	1.3	6.5	4.3	3.2	2.6	2.2
	1.50	4.6	3.1	2.3	1.9	1.6	7.8	5.2	3.9	3.1	2.6
	1.75	5.4	3.6	2.7	2.2	1.8	9.1	6.1	4.6	3.6	3.0
	2.00	6.2	4.1	3.1	2.5	2.1	10.4	6.9	5.2	4.2	3.5
	3.00	10.4	6.9	5.2	4.2	3.5	16.7	11.2	8.4	6.7	5.6
	4.00	15.3	10.2	7.7	6.1	5.1					
	5.00	19.2	12.8	9.6	7.7	6.4					
	6.00	24.4	16.3	12.2	9.9	8.2					
	8.00	38.0	25.4	19.0	15.2	12.7					
Fan Motor†† in Conditioned Space or Air Stream	0.50	1.6	1.1	0.8	0.6	0.5	2.7	1.8	1.4	1.1	0.9
	0.75	2.6	1.8	1.3	1.1	0.9	4.2	2.8	2.1	1.7	1.4
	1.00	3.6	2.4	1.8	1.5	1.2	5.8	3.8	2.9	2.3	1.9
	1.25	5.0	3.4	2.5	2.0	1.7	7.6	5.1	3.8	3.1	2.6
	1.50	6.0	4.0	3.0	2.4	2.0	9.2	6.1	4.6	3.7	3.1
	1.75	7.0	4.7	3.5	2.8	2.4	10.7	7.2	5.4	4.3	3.6
	2.00	8.0	5.4	4.0	3.2	2.7	12.2	8.2	6.1	4.9	4.1
	3.00	13.2	8.8	6.6	5.3	4.4	19.5	13.1	9.8	7.8	6.5
	4.00	19.0	12.7	9.5	7.6	6.4					
	5.00	23.8	15.9	11.9	9.5	8.0					
	6.00	30.0	20.0	15.0	12.0	10.0					
	8.00	45.5	30.3	22.8	18.2	15.2					

*Excludes from heat gain, typical values for bearing losses, etc. which are dissipated in apparatus room.

†Fan Total Pressure equals fan static pressure plus velocity pressure at fan discharge. Below 1200 fpm the fan total pressure is approximately equal to the fan static. Above 1200 fpm the total pressure should be figured.

‡70% fan efficiency assumed.

°°50% fan efficiency assumed.

††80% motor and drive efficiency assumed.

‡‡For draw-thru systems, this heat is an addition to the supply air heat gain and is added to the room sensible heat. For blow-thru systems this fan heat is added to the grand total heat; use the RSH times the percent listed and add to the GTH.

جدول ۱۹ــ۳: گرمای محسوس و نهان اکتسابی از وسایل مختلف گرمازا، بدون هود*

APPLIANCE	OVERALL DIMENSIONS Less Legs and Handles (In.)	TYPE OF CONTROL	MISCELLANEOUS DATA	MFR MAX RATING Btu/hr	MAINTAINING RATE Btu/hr	RECOM HEAT GAIN FOR AVG USE		
						Sensible Heat Btu/hr	Latent Heat Btu/hr	Total Heat Btu/hr
Coffee Brewer—½ gal		Man.		2240	306	900	220	1120
Warmer—½ gal		Man.		306	306	230x	90	320
4 Coffee Brewing Units with 4½ gal Tank	20 x 30 x 26H	Auto.	Water heater—2000 watts Brewers—2960 watts	16900		4800	1200	6000
Coffee Urn—3 gal	15 Dia x 34H	Man.	Black finish	11900	3000	2600	1700	4300
—3 gal	12 x 23 oval x 21H	Auto.	Nickel plated	15300	2600	2200	1500	3700
—5 gal	18 Dia x 37H	Auto.	Nickel plated	17000	3600	3400	2300	5700
Doughnut Machine	22 x 22 x 57H	Auto.	Exhaust system to outdoors—½ hp mator	16000		5000		5000
Egg Boiler	10 x 13 x 25H	Man.	Med. ht.—550 watts Low ht—275 watts	3740		1200	800	2000
Food Warmer with Plate Warmer, per sq ft top surface		Auto.	Insulated, separate heating unit for each pot. Plate warmer in base	1350	500	350	350	700
Food Warmer without Plate Warmer, per sq ft top surface		Auto.	Ditto, without plate warmer	1020	400	200	350	550
Fry Kettle—11½ lb fat	12 Dia x 14H	Auto.		8840	1100	1600	2400	4000
Fry Kettle—25 lb fat	16 x 18 x 12H	Auto.	Frying area 12" x 14"	23800	2000	3800	5700	9500
Griddle, Frying	18 x 18 x 8H	Auto.	Frying top 18" x 14"	8000	2800	3100	1700	4800
Grille, Meat	14 x 14 x 10H	Auto.	Cooking area 10" x 12"	10200	1900	3900	2100	6000
Grille, Sandwich	13 x 14 x 10H	Auto.	Grill area 12" x 12"	5600	1900	2700	700	3400
Roll Warmer	26 x 17 x 13H	Auto.	One drawer	1500	400	1100	100	1200
Toaster, Continuous	15 x 15 x 28H	Auto.	2 Slices wide—360 slices/hr	7500	5000	5100	1300	6400
Toaster, Continuous	20 x 15 x 28H	Auto.	4 Slices wide—720 slices/hr	10200	6000	6100	2600	8700
Toaster, Pop-Up	6 x 11 x 9H	Auto.	2 Slices	4150	1000	2450	450	2900
Waffle Iron	12 x 13 x 10H	Auto.	One waffle 7" dia	2480	600	1100	750	1850
Waffle Iron for Ice Cream Sandwich	14 x 13 x 10H	Auto.	12 Cakes, each 2½" x 3¾"	7500	1500	3100	2100	5200

ادامه دارد...

* در صورت استفاده از هود باید اعداد مندرج در جدول را در ضریب 0.50 ضرب نمود.

دنبالهٔ جدول ۱۹ــ۳: گرمای محسوس و نهان اکتسابی از وسایل گرمازای رستوران، بدون هود*

APPLIANCE	OVERALL DIMENSIONS Less Legs and Handles (In.)	TYPE OF CONTROL	MISCELLANEOUS DATA	MFR MAX RATING Btu/hr	MAINTAINING RATE Btu/hr	RECOM HEAT GAIN FOR AVG USE		
						Sensible Heat Btu/hr	Latent Heat Btu/hr	Total Heat Btu/hr
GAS BURNING								
Coffee Brewer—½ gal Warmer—½ gal		Man. Man.	Combination brewer and warmer	3400 500	500	1350 400	350 100	1700 500
Coffee Brewer Unit with Tank	19 x 30 x 26H		4 Brewers and 4½ gal. tank			7200	1800	9000
Coffee Urn—3 gal	15" Dia x 34H	Auto.	Black finish	3200	3900	2900	2900	5800
Coffee Urn—3 gal	12 x 23 oval x 21H	Auto.	Nickel plated		3400	2500	2500	5000
Coffee Urn—5 gal	18 Dia x 37H	Auto.	Nickel plated		4700	3900	3900	7800
Food Warmer, Values per sq ft top surface		Man.	Water bath type	2000	900	850	450	1300
Fry Kettle—15 lb fat	12 x 20 x 18H	Auto.	Frying area 10 x 10	14250	3000	4200	2800	7000
Fry Kettle—28 lb fat	15 x 35 x 11H	Auto.	Frying area 11 x 16	24000	4500	7200	4800	12000
Grill—Broil-O-Grill Top Burner Bottom Burner	22 x 14 x 17H (1.4 sq ft grill surface)	Man.	Insulated 22,000 Btu/hr 15,000 Btu/hr	37000		14400	3600	18000
Stoves, Short Order—Open Top. Values per sq ft top surface		Man.	Ring type burners 12000 to 22000 Btu/ea	14000		4200	4200	8400
Stoves, Short Order—Closed Top. Values per sq ft top surface		Man.	Ring type burners 10000 to 12000 Btu/ea	11000		3300	3300	6600
Toaster, Continuous	15 x 15 x 28H	Auto.	2 Slices wide—360 slices/hr	12000	10000	7700	3300	11000
STEAM HEATED								
Coffee Urn—3 gal —3 gal —5 gal	15 Dia x 34H 12 x 23 oval x 21H 18 Dia x 37H	Auto. Auto. Auto.	Black finish Nickel plated Nickel plated			2900 2400 3400	1900 1600 2300	4800 4000 5700
Coffee Urn—3 gal —3 gal —5 gal	15 Dia x 34H 12 x 23 oval x 21H 18 Dia x 37H	Man. Man. Man.	Black finish Nickel plated Nickel plated			3100 2600 3700	3100 2600 3700	6200 5200 7400
Food Warmer, per sq ft top surface		Auto.				400	500	900
Food Warmer, per sq ft top surface		Man.				450	1150	1500

ادامه دارد...

* در صورت استفاده از هود باید اعداد مندرج در جدول را در ضریب 0.50 ضرب نمود.

دنبالهٔ جدول ۱۹ــ۳: گرمای محسوس و نهان اکتسابی از وسایل گرمازا، بدون هود*

APPLIANCE	TYPE OF CONTROL	MISCELLANEOUS DATA	MFR MAX RATING Btu/hr	RECOM HEAT GAIN FOR AVG USE		
				Sensible Heat Btu/hr	Latent Heat Btu/hr	Total Heat Btu/hr
ELECTRIC						
Hair Dryer, Blower Type 15 amps, 115 volts AC	Man.	Fan 165 watts, (low 915 watts, high 1580 watts)	5,370	2,300	400	2,700
Hair Dryer, helmet type, 6.5 amps, 115 volts AC	Man.	Fan 80 watts, (low 300 watts, high 710 watts)	2,400	1,870	330	2,200
Permanent Wave Machine	Man.	60 heaters at 25 watts each, 36 in normal use	5,100	850	150	1,000
Pressurized Instrument Washer and Sterilizer		11″ x 11″ x 22″		12,000	23,460	35,460
Neon Sign, per linear ft tube		½″ outside dia ⅜″ outside dia		30 60		30 60
Solution and/or Blanket Warmer		18″ x 30″ x 72″ 18″ x 24″ x 72″		1,200 1,050	3,000 2,400	4,200 3,450
Sterilizer Dressing	Auto. Auto.	16″ x 24″ 20″ x 36″		9,600 23,300	8,700 24,000	18,300 47,300
Sterilizer, Rectangular Bulk	Auto. Auto. Auto. Auto. Auto. Auto. Auto.	24″ x 24″ x 36″ 24″ x 24″ x 48″ 24″ x 36″ x 48″ 24″ x 36″ x 60″ 36″ x 42″ x 84″ 42″ x 48″ x 96″ 48″ x 54″ x 96″		34,800 41,700 56,200 68,500 161,700 184,000 210,000	21,000 27,000 36,000 45,000 97,500 140,000 180,000	55,800 68,700 92,200 113,500 259,200 324,000 390,000
Sterilizer, Water	Auto. Auto.	10 gallon 15 gallon		4,100 6,100	16,500 24,600	20,600 30,700
Sterilizer, Instrument	Auto. Auto. Auto. Auto. Auto.	6″ x 8″ x 17″ 9″ x 10″ x 20″ 10″ x 12″ x 22″ 10″ x 12″ x 36″ 12″ x 16″ x 24″		2,700 5,100 8,100 10,200 9,200	2,400 3,900 5,900 9,400 8,600	5,100 9,000 14,000 19,600 17,800
Sterilizer, Utensil	Auto. Auto.	16″ x 16″ x 24″ 20″ x 20″ x 24″		10,600 12,300	20,400 25,600	31,000 37,900
Sterilizer, Hot Air	Auto. Auto.	Model 120 Amer Sterilizer Co Model 100 Amer Sterilizer Co		2,000 1,200	4,200 2,100	6,200 3,300
Water Still		5 gal/hour		1,700	2,700	4,400
X-ray Machines, for making pictures		Physicians and Dentists office		None	None	None
X-ray Machines, for therapy		Heat load may be appreciable— write mfg for data				
GAS BURNING						
Burners, Laboratory small bunsen	Man.	⅞ dia barrel with manufactured gas	1,800	960	240	1,200
small bunsen fishtail burner	Man. Man.	⅞ dia with nat gas ⅞ dia with nat gas	3,000 3,500	1,680 1,960	420 490	2,100 2,450
fishtail burner large bunsen	Man. Man.	⅞ dia bar with nat gas 1½ dia mouth, adj orifice	5,500 6,000	3,080 3,350	770 850	3,850 4,200
Cigar Lighter	Man.	Continuous flame type	2,500	900	100	1,000
Hair Dryer System 5 helmets 10 helmets	 Auto. Auto.	Consists of heater & fan which blows hot air thru duct system to helmets	33,000	 15,000 21,000	 4,000 6,000	 19,000 27,000

* در صورت استفاده از هود باید اعداد مندرج در جدول را در ضریب 0.50 ضرب نمود.

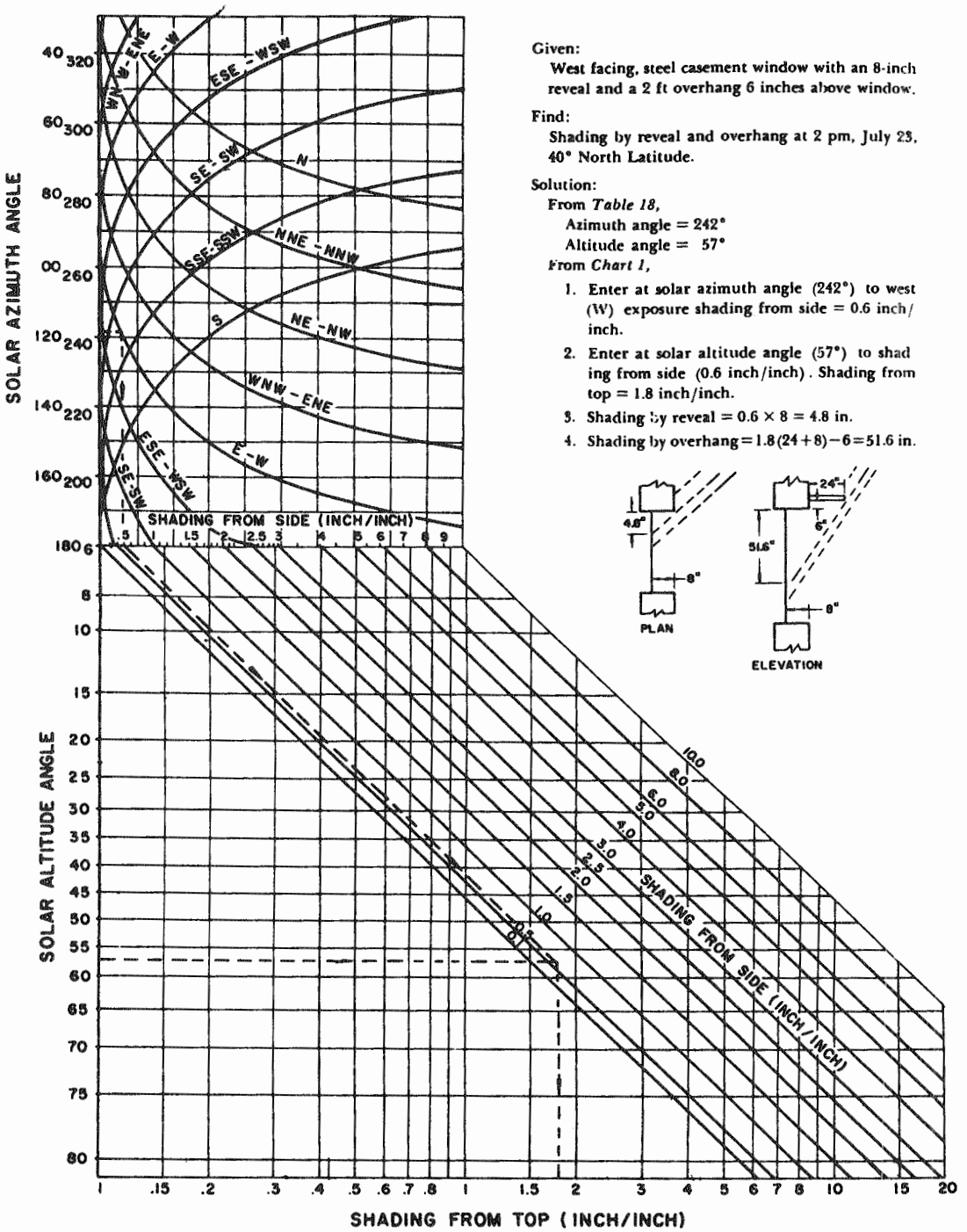
جدول ۲۰—۳: زوایای ارتفاعی (Alt) و عرضی (A_z) تابش آفتاب

NORTH° LATITUDE	SUN TIME	Jan. 21		Feb. 20		Mar. 22		Apr. 20		May 21		June 21		July 23		Aug. 24		Sept. 22		Oct. 23		Nov. 21		Dec. 22		SUN TIME
		Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	Alt	Az	
	6 AM																									6 AM
	7	14	111	15	102	15	90	15	78	14	69	14	66	14	69	15	78	15	90	15	102	14	111	14	114	7
	8	28	113	30	103	30	89	30	77	28	67	27	63	28	67	30	77	30	89	30	103	28	113	27	117	8
	9	42	117	44	106	45	89	44	74	42	63	41	58	42	63	44	74	45	89	44	106	42	117	41	122	9
	10	54	126	58	112	60	89	58	68	54	54	53	49	54	54	58	68	60	89	58	112	54	126	53	131	10
	11	65	144	71	127	75	88	71	53	65	36	62	32	65	36	71	53	75	88	71	127	65	144	62	148	11
LAT	12 N	70	180	79	180	90	0	79	0	70	0	67	0	70	0	79	0	90	0	79	180	70	180	67	180	12 N
0°	1 PM	65	216	71	233	75	272	71	307	65	324	62	328	65	324	71	307	75	272	71	233	65	216	62	212	1 PM
	2	54	234	58	248	60	271	58	292	54	306	53	311	54	306	58	292	60	271	58	248	54	234	53	229	2
	3	42	243	44	254	45	271	44	286	42	297	41	302	42	297	44	286	45	271	44	254	42	243	41	238	3
	4	28	247	30	257	30	271	30	283	28	293	27	297	28	293	30	283	30	271	30	257	28	247	27	243	4
	5	14	249	15	258	15	270	15	282	14	291	14	294	14	291	15	282	15	270	15	258	14	249	14	246	5
	6																									6
	6 AM					1	90	2	78	3	70	4	67	3	70	2	78	1	90							6 AM
	7	10	113	12	103	15	92	16	81	17	72	18	68	17	72	16	81	15	92	12	103	10	113	9	116	7
	8	24	117	27	108	30	95	31	83	32	72	32	68	32	72	31	83	30	95	27	108	24	117	23	121	8
	9	37	124	41	115	44	99	46	84	46	72	45	67	46	72	46	84	44	99	41	115	37	124	35	128	9
	10	48	136	54	125	59	106	61	84	60	67	58	61	60	67	61	84	59	106	54	125	48	136	46	139	10
	11	57	155	64	144	72	122	75	84	73	53	70	44	73	53	75	84	72	122	64	144	57	155	53	156	11
LAT	12 N	60	180	69	180	80	180	89	0	80	0	77	0	80	0	89	0	80	180	69	180	60	180	57	180	12 N
10°	1 PM	57	205	64	216	72	238	75	276	73	307	70	316	73	307	75	276	72	238	64	216	57	205	53	204	1 PM
	2	48	224	54	235	59	254	61	276	60	293	58	299	60	293	61	276	59	254	54	235	48	224	46	221	2
	3	37	236	41	245	44	261	46	276	46	288	45	293	46	288	46	276	44	261	41	245	37	236	35	232	3
	4	24	243	27	252	30	265	31	277	32	288	32	292	32	288	31	277	30	265	27	252	24	243	23	239	4
	5	10	247	12	257	15	268	16	279	17	288	18	292	17	288	16	279	15	268	12	257	10	247	9	244	5
	6					1	270	2	282	3	290	4	293	3	290	2	282	1	270							6
	6 AM							4	79	7	71	8	68	7	71	4	79									6 AM
	7	6	114	10	106	14	95	18	84	20	75	21	72	20	75	18	84	14	95	10	106	6	114	5	117	7
	8	19	121	23	112	28	101	32	89	34	79	35	75	34	79	32	89	28	101	23	112	19	121	17	124	8
	9	30	130	36	121	42	108	46	94	48	82	48	77	48	82	46	94	42	108	36	121	30	130	28	133	9
	10	40	142	47	133	55	120	59	102	62	85	62	77	62	85	59	102	55	120	47	133	40	142	38	145	10
	11	47	158	55	152	66	143	72	117	75	88	76	74	75	88	72	117	66	143	55	152	47	158	44	163	11
LAT	12 N	50	180	59	180	70	180	81	180	90	0	87	0	90	0	81	180	70	180	59	180	50	180	47	180	12 N
20°	1 PM	47	202	55	208	66	217	72	243	75	272	76	286	75	272	72	243	66	217	55	208	47	202	44	197	1 PM
	2	40	218	47	227	55	240	59	258	62	275	62	283	62	275	59	258	55	240	47	227	40	218	38	215	2
	3	30	230	36	239	42	252	46	266	48	278	48	283	48	278	46	266	42	252	36	239	30	230	28	227	3
	4	19	239	23	248	28	259	32	271	34	281	35	285	34	281	32	271	28	259	23	248	19	239	17	236	4
	5	6	246	10	254	14	265	18	276	20	285	21	288	20	285	18	276	14	265	10	254	6	246	5	243	5
	6							4	281	7	289	8	292	7	289	4	281									6
	6 AM							6	80	10	72	11	69	10	72	6	80									6 AM
	7	2	115	7	107	13	97	19	87	23	79	24	76	23	79	19	87	13	97	7	107	2	115			7
	8	14	124	19	116	26	106	31	95	35	86	37	82	35	86	31	95	26	106	19	116	14	124	11	126	8
	9	24	134	30	127	38	116	44	104	48	93	49	88	48	93	44	104	38	116	30	127	24	134	21	136	9
	10	32	146	40	141	49	130	56	117	61	103	62	96	61	103	56	117	49	130	40	141	32	146	29	149	10
	11	38	162	46	159	57	151	67	140	73	122	75	112	73	122	67	140	57	151	46	159	38	162	35	164	11
LAT	12 N	40	180	49	180	60	180	71	180	80	180	83	180	80	180	71	180	60	180	49	180	40	180	37	180	12 N
30°	1 PM	38	198	46	201	57	209	67	220	73	238	75	248	73	238	67	220	57	209	46	201	38	198	35	196	1 PM
	2	32	214	40	219	49	230	56	243	61	257	62	264	61	257	56	243	49	230	40	219	32	214	29	211	2
	3	24	226	30	233	38	244	44	256	48	267	49	272	48	267	44	256	38	244	30	233	24	226	21	224	3
	4	14	236	9	244	26	254	31	265	35	274	37	278	35	274	31	265	26	254	19	244	14	236	11	234	4
	5	2	245	7	253	13	263	19	273	23	281	24	284	23	281	19	273	13	263	7	253	2	245			5
	6							6	280	10	288	11	291	10	288	6	280									6
	6 AM							7	81	13	74	15	72	13	74	7	81									6 AM
	7			5	110	12	99	19	91	24	83	26	80	24	83	19	91	12	99	5	110					7
	8	8	125	15	119	23	110	30	102	35	93	37	89	35	93	30	102	23	110	15	119	8	125	5	127	8
	9	17	136	24	131	33	122	41	113	47	104	49	100	47	104	41	113	33	122	24	131	17	136	14	138	9
	10	24	149	32	145	42	138	51	129	57	118	60	114	57	118	51	129	42	138	32	145	24	149	21	151	10
	11	28	164	37	162	48	157	58	151	66	143	69	138	66	143	58	151	48	157	37	162	28	164	25	165	11
LAT	12 N	30	180	39	180	50	180	61	180	70	180	73	180	70	180	61	180	50	180	39	180	30	180	27	180	12 N
40°	1 PM	28	196	37	198	48	203	58	209	66	217	69	222	66	217	58	209	48	203	37	198	28	196	25	195	1 PM
	2	24	211	32	215	42	222	51	231	57	242	60	246	57	242	51	231	42	222	32	215	24	211	21	209	2
	3	17	224	24	229	33	238	41	247	47	256	49	260	47	256	41	247	33	238	24	229	17	224	14	222	3
	4	8	235	15	241	23	250	30	258	35	267	37	271	35	267	30	258	23	250	15	241	8	235	5	233	4
	5			5	250	12	261	19	269	24	277	26	280	24	277	19	269	12	261	5	250					5
	6							7	279	13	286	15	288	13	286	7	279									6
	6 AM							9	83	15	77	18	74	15	77	9	83									6 AM
	7					10	101	18	94	25	88	27	85	25	88	18	94	10	101							7
	8	3	125	10	121	19	114	28	106	34	100	37	97	34	100	28	106	19	114	10	121	3	125			8
	9	10	138	17	134	27	127	37	120	44	114	46	110	44	114	37	120	27	127	17	134	10	138	6	139	9
	10	15	151	23	148	34	143	44	137	52	131	55	128	52	131	44	137	34	143	23	148	15	151	12	152	10
	11	19	165	27	164	39	160	49	157	58	152	61	151	58	152	49	157	39	160	27	164	19	165	15	166	11
LAT	12 N	20	180	29	180	40	180	51	180	60	180	63	180	60	180	51	180	40	180	29	180	20	180	17	180	12 N
50°	1 PM	19	195	27	196	39	200	49	203	58	208	61	209	58	208	49	203	39	200	27	196	19	195	15	194	1 PM
	2	15	209	23	212	34	217	44	223	52	229	55	232	52	229	44	223	34	217	23	212	15	209	12	208	2
	3	10	222	17	226	27	233	37	240	44	246	46	250	44	246	37	240	27	233	17	226	10	222	6	221	3
	4	3	235	10	239	19	246	28	254	34	260	37	263	34	260	28	254	19	246	10	239	3	235			4
	5					10	259	18	266	25	272	27	275	25	272	18	266	10	259							5
	6							9	277	15	283	18	286	15	283	9	277									6

SOUTH° LATITUDE	SUN TIME	July 23	Aug. 24	Sept. 22	Oct. 23	Nov. 21	Dec. 22	Jan. 21	Feb. 20	Mar. 22	Apr. 20	May 21	June 21	SUN TIME

*Use months indicated at top for North Latitudes; and use months at bottom for South Latitudes.

نمودار ضمیمهٔ جدول ۲۰ــ۳: ضرایب سایه‌های ارتفاعی و عرضی [INCH/INCH]



Given:

West facing, steel casement window with an 8-inch reveal and a 2 ft overhang 6 inches above window.

Find:

Shading by reveal and overhang at 2 pm, July 23, 40° North Latitude.

Solution:

From *Table 18*,

Azimuth angle = 242°

Altitude angle = 57°

From *Chart 1*,

1. Enter at solar azimuth angle (242°) to west (W) exposure shading from side = 0.6 inch/inch.
2. Enter at solar altitude angle (57°) to shading from side (0.6 inch/inch). Shading from top = 1.8 inch/inch.
3. Shading by reveal = $0.6 \times 8 = 4.8$ in.
4. Shading by overhang = $1.8(24+8)-6 = 51.6$ in.

جدول ۲۱ــ۳: ارتفاع فشار سرعتی هوا در سیستم کانال

VELOCITY PRESSURE (in. wg)	VELOCITY (Ft/Min)	VELOCITY PRESSURE (in. wg)	VELOCITY (Ft/Min)	VELOCITY PRESSURE (in. wg)	VELOCITY (Ft/Min)	VELOCITY PRESSURE (in. wg.)	VELOCITY (Ft/Min)
.01	400	.29	2150	.58	3050	1.28	4530
.02	565	.30	2190	.60	3100	1.32	4600
.03	695	.31	2230	.62	3150	1.36	4670
.04	800	.32	2260	.64	3200	1.40	4730
.05	895	.33	2300	.66	3250	1.44	4800
.06	980	.34	2330	.68	3300	1.48	4870
.07	1060	.35	2370	.70	3350	1.52	4930
.08	1130	.36	2400	.72	3390	1.56	5000
.09	1200	.37	2440	.74	3440	1.60	5060
.10	1270	.38	2470	.76	3490	1.64	5120
.11	1330	.39	2500	.78	3530	1.68	5190
.12	1390	.40	2530	.80	3580	1.72	5250
.13	1440	.41	2560	.82	3620	1.76	5310
.14	1500	.42	2590	.84	3670	1.80	5370
.15	1550	.43	2620	.86	3710	1.84	5430
.16	1600	.44	2650	.88	3750	1.88	5490
.17	1650	.45	2680	.90	3790	1.92	5550
.18	1700	.46	2710	.92	3840	1.96	5600
.19	1740	.47	2740	.94	3880	2.00	5660
.20	1790	.48	2770	.96	3920	2.04	5710
.21	1830	.49	2800	.98	3960	2.08	5770
.22	1880	.50	2830	1.00	4000	2.12	5830
.23	1920	.51	2860	1.04	4080	2.16	5880
.24	1960	.52	2880	1.08	4160	2.20	5940
.25	2000	.53	2910	1.12	4230	2.24	5990
.26	2040	.54	2940	1.16	4310	2.28	6040
.27	2080	.55	2970	1.20	4380		
.28	2120	.56	2990	1.24	4460		

NOTES: 1. Data for standard oir (29.92 in. Hg and 70 F)

2. Data derived from the following equation: $h_v = \left(\frac{V}{4005}\right)^2$ where: V = velocity in fpm.

h_v = pressure difference termed "velocity head" (in. wg).

جدول ۲۲ــ۳: ابعاد کانال چهارگوش معادل کانال مدور

SIDE	6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.
10	.39	8.4	.52	9.8	.65	10.9												
12	.45	9.1	.62	10.7	.77	11.9	.94	13.1										
14	.52	9.8	.72	11.5	.91	12.9	1.09	14.2	1.28	15.3								
16	.59	10.4	.81	12.2	1.02	13.7	1.24	15.1	1.45	16.3	1.67	17.5						
18	.66	11.0	.91	12.9	1.15	14.5	1.40	16.0	1.63	17.3	1.87	18.5	2.12	19.7				
20	.72	11.5	.99	13.5	1.26	15.2	1.54	16.8	1.81	18.2	2.07	19.5	2.34	20.7	2.61	21.9		
22	.78	12.0	1.08	14.1	1.38	15.9	1.69	17.6	1.99	19.1	2.27	20.4	2.57	21.7	2.86	22.9	3.17	24.1
24	.84	12.4	1.16	14.6	1.50	16.6	1.83	18.3	2.14	19.8	2.47	21.3	2.78	22.6	3.11	23.9	3.43	25.1
26	.89	12.8	1.26	15.2	1.61	17.2	1.97	19.0	2.31	20.6	2.66	22.1	3.01	23.5	3.35	24.8	3.71	26.1
28	.95	13.2	1.33	15.6	1.71	17.7	2.09	19.6	2.47	21.3	2.86	22.9	3.25	24.4	3.60	25.7	4.00	27.1
30	1.01	13.6	1.41	16.1	1.82	18.3	2.22	20.2	2.64	22.0	3.06	23.7	3.46	25.2	3.89	26.7	4.27	28.0
32	1.07	14.0	1.48	16.5	1.93	18.8	2.36	20.8	2.81	22.7	3.25	24.4	3.68	26.0	4.12	27.5	4.55	28.9
34	1.13	14.4	1.58	17.0	2.03	19.3	2.49	21.4	2.96	23.3	3.43	25.1	3.89	26.7	4.37	28.3	4.81	29.7
36	1.18	14.7	1.65	17.4	2.14	19.8	2.61	21.9	3.11	23.9	3.63	25.8	4.09	27.4	4.58	29.0	5.07	30.5
38	1.23	15.0	1.73	17.8	2.25	20.3	2.76	22.5	3.27	24.5	3.80	26.4	4.30	28.1	4.84	29.8	5.37	31.4
40	1.28	15.3	1.81	18.2	2.33	20.7	2.88	23.0	3.43	25.1	3.97	27.0	4.52	28.8	5.07	30.5	5.62	32.1
42	1.33	15.6	1.86	18.5	2.43	21.1	2.98	23.4	3.57	25.6	4.15	27.6	4.71	29.4	5.31	31.2	5.86	32.8
44	1.38	15.9	1.95	18.9	2.52	21.5	3.11	23.9	3.71	26.1	4.33	28.2	4.90	30.0	5.55	31.9	6.12	33.5
46	1.43	16.2	2.01	19.2	2.61	21.9	3.22	24.3	3.88	26.7	4.49	28.7	5.10	30.6	5.76	32.5	6.37	34.2
48	1.48	16.5	2.09	19.6	2.71	22.3	3.35	24.8	4.03	27.2	4.65	29.2	5.30	31.2	5.97	33.1	6.64	34.9
50			2.16	19.9	2.81	22.7	3.46	25.2	4.15	27.6	4.84	29.8	5.51	31.8	6.19	33.7	6.87	35.5
52			2.22	20.2	2.91	23.1	3.57	25.6	4 30	28.1	5.00	30.3	5.72	32.4	6.41	34.3	7.14	36.0
54			2.29	20.5	2.98	23.4	3.71	26.1	4.43	28.5	5.17	30.8	5.90	32.9	6.64	34.9	7.38	36.8
56			2.38	20.9	3.09	23.8	3.83	26.5	4.55	28.9	5.31	31.2	6.08	33.4	6.87	35.5	7.62	37.4
58			2.43	21.1	3.19	24.2	3.96	26.9	4.68	29.3	5.48	31.7	6.26	33.9	7.06	36.0	7.87	38.0
60			2.50	21.4	3.27	24.5	4.06	27.3	4.84	29.8	5.65	32.2	6.50	34.5	7.26	36.5	8.12	38.6
64			2.64	22.0	3.46	25.2	4.24	27.9	5.10	30.6	5.91	33.1	6.87	35.5	7.71	37.6	8.59	39.7
68					3.63	25.8	4.49	28.7	5.37	31.4	6.26	33.9	7.18	36.3	8.12	38.6	9.03	40.7
72					3.83	26.5	4.71	29.4	5.69	32.3	6.60	34.8	7.54	37.2	8.50	39.5	9.52	41.8
76					4.09	27.4	4.91	30.0	5.86	32.8	6.83	35.4	7.95	38.2	8.90	40.4	9.98	42.8
80					4.15	27.6	5.17	30.8	6.15	33.6	7.22	36.4	8.29	39.0	9.21	41.1	10.4	43.8
84							5.41	31.5	6.41	34.5	7.54	37.2	8.55	39.6	9.75	42.3	10.8	44.6
88							5.58	32.0	6.64	34.9	7.87	38.0	8.94	40.5	10.1	43.1	11.2	45.4
92							5.79	32.6	6.91	35.6	8.12	38.6	9.39	41.5	10.4	43.8	11.7	46.3
96							5.90	33.0	7.14	36.2	8.40	39.2	9.70	42.1	10.8	44.5	12.1	47.2
100									7.40	36.9	8.50	39.5	9.80	42.5	11.3	45.5	12.3	47.6
104									7.60	37.4	8.90	40.5	10.3	43.5	11.6	46.2	13.0	48.8
108									7.90	38.0	9.20	41.2	10.6	44.0	12.0	47.0	13.4	49.6
112									8.10	38.6	9.50	41.8	10.9	44.7	12.3	47.5	13.8	50.3
116											9.80	42.4	11.3	45.5	12.6	48.1	14.3	51.3
120											10.0	42.8	11.5	46.0	13.1	49.1	14.4	51.5
124											10.3	43.5	11.9	46.7	13.4	49.6	15.0	52.4
128											10.6	44.1	12.1	47.1	13.8	50.4	15.5	53.3
132													12.5	47.9	14.1	50.9	15.8	53.9
136													12.8	48.5	14.3	51.6	16.2	54.5
140													13.0	48.8	14.7	52.0	16.5	55.0
144													13.3	49.4	15.2	52.9	16.8	55.6

*Circular equivalent diameter (d_e). Calculated from $d_e = 1.3 \frac{(ab)^{.625}}{(a+b)^{.25}}$

†Large numbers in table are duct class.

ادامه دارد...

دنبالهٔ جدول ۲۲ــ۳: ابعاد کانال چهارگوش معادل کانال مدور

SIDE	24		26		28		30		32		34		36		38		40	
	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.
10																		
12																		
14																		
16																		
18																		
20																		
22																		
24	3.74	26.2																
26	4.03	27.2	4.40	28.4														
28	4.33	28.2	4.74	29.5	5.10	30.6												
30	4.68	29.3	5.07	30.5	5.44	31.6	5.86	32.8										
32	4.94	30.1	5.37	31.4	5.79	32.6	6.23	33.8	6.68	35.0								
34	5.24	31.0	5.69	32.3	6.15	33.6	6.60	34.8	7.06	36.0	7.54	37.2						
36	5.58	32.0	5.94	33.0	6.52	34.6	6.99	35.8	7.46	37.0	7.95	38.2	8.46	39.4				
38	5.86	32.8	6.38	34.2	6.87	35.5	7.34	36.7	7.87	38.0	8.37	39.2	8.89	40.4	9.43	41.6		
40	6.15	33.6	6.71	35.1	7.22	36.4	7.71	37.6	8.29	39.0	8.81	40.2	9.34	41.4	9.89	42.6	10.5	43.8
42	6.45	34.4	7.03	35.9	7.58	37.3	8.12	38.6	8.68	39.9	9.21	41.1	9.80	42.4	10.4	43.6	11.0	44.8
44	6.75	35.2	7.34	36.7	7.91	38.1	8.50	39.5	9.07	40.8	9.61	42.0	10.3	43.4	10.8	44.6	11.4	45.8
46	7.03	35.9	7.63	37.4	8.25	38.9	8.85	40.3	9.48	41.7	10.1	43.0	10.7	44.3	11.3	45.6	11.9	46.8
48	7.30	36.6	7.95	38.2	8.59	39.7	9.25	41.2	9.89	42.6	10.5	43.9	11.1	45.2	11.8	46.5	12.4	47.8
50	7.58	37.3	8.25	38.9	8.90	40.4	9.61	42.0	10.3	43.5	10.9	44.8	11.6	46.1	12.2	47.4	13.0	48.8
52	7.87	38.0	8.55	39.6	9.25	41.2	9.98	42.8	10.7	44.3	11.4	45.7	12.1	47.1	12.7	48.3	13.5	49.7
54	8.16	38.7	8.85	40.3	9.61	42.0	10.4	43.6	11.0	45.0	11.8	46.5	12.6	48.0	13.2	49.2	14.0	50.6
56	8.42	39.3	9.16	41.0	9.94	42.7	10.7	44.3	11.4	45.8	12.2	47.3	13.0	48.8	13.7	50.1	14.5	51.5
58	8.63	39.8	9.48	41.7	10.3	43.4	11.0	45.0	11.8	46.6	12.6	48.1	13.4	49.6	14.2	51.0	15.0	52.4
60	8.89	40.4	9.75	42.3	10.5	44.0	11.4	45.8	12.2	47.3	13.0	48.9	13.8	50.4	14.6	51.8	15.5	53.3
64	9.43	41.6	10.3	43.5	11.2	45.4	12.1	47.2	12.9	48.7	13.8	50.4	14.7	52.0	15.5	53.4	16.5	55.0
68	9.98	42.8	10.9	44.7	11.8	46.6	12.8	48.4	13.7	50.2	14.6	51.8	15.6	53.5	16.5	55.0	17.5	56.6
72	10.4	43.8	11.5	45.9	12.4	47.8	13.5	49.7	14.4	51.5	15.4	53.2	16.4	54.9	17.4	56.5	18.3	58.0
76	10.8	44.9	12.0	47.0	13.1	49.0	14.1	50.8	15.1	52.7	16.2	54.6	17.3	56.3	18.3	57.9	19.3	59.5
80	11.5	46.0	12.6	48.0	13.7	50.1	14.7	52.0	15.8	53.9	17.0	55.8	18.1	57.6	19.2	59.3	20.3	61.0
84	12.0	46.9	13.2	49.2	14.2	51.1	15.4	53.2	16.5	55.0	17.7	57.0	18.9	58.9	20.1	60.7	21.2	62.4
88	12.5	47.9	13.7	50.1	14.8	52.2	16.1	54.3	17.3	56.3	18.5	58.2	19.7	60.1	20.9	62.0	22.1	63.7
92	12.9	48.7	14.2	51.1	15.5	53.4	16.7	55.4	18.0	57.4	19.2	59.4	20.5	61.3	21.8	63.2	23.0	65.0
96	13.3	49.5	14.8	52.2	15.9	54.0	17.2	56.2	18.6	58.5	19.7	60.2	21.1	62.2	22.7	64.5	24.0	66.3
100	13.9	50.6	15.0	52.5	16.7	55.3	17.9	57.3	19.2	59.4	20.6	61.5	21.6	63.0	23.4	65.5	24.8	67.5
104	14.6	51.8	15.8	53.9	17.1	56.0	18.6	58.5	19.9	60.5	21.4	62.6	22.7	64.5	24.1	66.5	25.6	68.5
108	14.8	52.1	16.2	54.6	17.6	56.8	19.2	59.4	20.5	61.4	22.0	63.5	23.5	65.7	24.8	67.5	26.5	69.7
112	15.1	52.7	16.8	55.5	18.3	58.0	19.7	60.1	21.1	62.3	22.5	64.3	24.5	67.0	25.7	68.7	27.1	70.5
116	15.8	53.9	17.3	56.4	18.9	58.9	20.3	61.1	22.0	63.6	23.5	65.7	24.8	67.5	26.2	69.4	28.2	71.9
120	16.2	54.6	17.8	57.1	19.4	59.6	20.9	62.0	22.7	64.5	24.2	66.7	26.1	69.2	27.2	70.6	29.0	73.0
124	16.6	55.2	18.4	58.1	19.8	60.3	21.6	63.0	23.2	65.4	25.2	68.0	26.5	69.8	28.2	71.9	29.8	74.0
128	17.1	56.0	18.8	58.8	20.3	61.1	22.3	64.0	23.7	66.0	25.6	68.6	27.3	70.8	28.7	72.6	30.2	74.5
132	17.4	56.5	19.3	59.5	20.8	61.8	22.6	64.4	24.5	67.0	26.3	69.5	28.2	72.0	29.8	74.0	32.0	76.6
136	17.9	57.3	19.7	60.2	21.4	62.7	23.0	65.0	25.1	67.9	26.9	70.3	28.7	72.6	30.5	74.8	32.6	77.3
140	18.5	58.2	20.3	61.0	22.3	64.0	24.1	66.5	25.9	69.0	27.5	71.1	29.4	73.5	31.5	76.0	33.4	78.3
144	18.8	58.7	20.6	61.5	22.7	64.5	24.8	67.5	26.3	69.5	28.2	72.0	29.9	74.1	32.0	76.6	34.0	79.0

*Circular equivalent diameter (d_e). Calculated from $d_e = 1.3\frac{(ab)^{0.25}}{(a+b)^{.25}}$

†Large numbers in table are duct class.

ادامه دارد...

دنبالهٔ جدول ۲۲ــ۳: ابعاد کانال چهارگوش معادل کانال مدور

SIDE	42		44		46		48		50		52		54		56		58	
	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.
42	11.5	45.9																
44	12.0	46.9	12.6	48.1														
46	12.5	47.9	13.1	49.1	13.8	50.3												
48	13.0	48.9	13.7	50.2	14.3	51.3	15.1	52.6										
50	13.5	49.8	14.3	51.2	14.9	52.3	15.7	53.6	16.3	54.7								
52	14.1	50.8	14.8	52.2	15.5	53.3	16.2	54.6	17.0	55.8	17.6	56.9						
54	14.6	51.8	15.4	53.2	16.1	54.3	16.8	55.6	17.6	56.8	18.3	57.9	19.2	59.4				
56	15.1	52.7	15.9	54.1	16.7	55.3	17.4	56.5	18.2	57.8	18.9	58.9	19.6	60.0	20.5	61.3		
58	15.7	53.7	16.5	55.0	17.2	56.2	18.0	57.5	18.8	58.8	19.6	60.0	20.4	61.2	21.1	62.3	22.0	63.5
60	16.3	54.6	17.0	55.9	17.8	57.1	18.6	58.5	19.5	59.8	20.3	61.0	21.1	62.2	21.8	63.3	22.5	64.3
64	17.3	56.4	18.1	57.7	19.0	59.0	19.8	60.3	20.7	61.6	21.6	62.9	22.4	64.1	23.2	65.3	24.4	66.9
68	18.3	58.0	19.3	59.5	20.1	60.8	21.1	62.1	21.9	63.4	22.9	64.8	23.8	66.1	24.7	67.3	25.5	68.4
72	19.4	59.6	20.3	61.1	21.4	62.6	22.2	63.9	23.1	65.2	24.2	66.6	25.1	67.9	26.1	69.2	27.1	70.5
76	20.4	61.2	21.4	62.7	22.4	64.1	23.4	65.6	24.5	67.0	25.5	68.4	26.4	69.6	27.5	71.0	28.9	72.8
80	21.4	62.7	22.4	64.1	23.5	65.7	24.6	67.2	25.7	68.7	26.8	70.1	28.1	71.8	28.8	72.7	30.1	74.3
84	22.4	64.1	23.5	65.7	24.7	67.3	25.8	68.8	26.9	70.3	28.1	71.8	29.1	73.1	30.2	74.8	31.5	76.0
88	23.3	65.4	24.5	67.0	25.7	68.7	26.9	70.3	28.1	71.8	29.4	73.4	30.6	74.9	31.7	76.3	32.7	77.5
92	24.3	66.8	25.6	68.5	26.8	70.1	28.1	71.8	29.3	73.3	30.6	74.9	31.9	76.5	33.1	77.9	34.2	79.2
96	25.3	68.0	26.7	70.0	27.6	71.1	29.4	73.5	30.2	74.5	31.8	76.4	33.2	78.0	33.9	78.9	35.7	80.9
100	26.0	69.1	27.1	70.5	29.0	72.9	30.2	74.5	31.6	76.1	32.7	77.5	33.8	78.7	35.5	80.7	36.6	82.0
104	27.1	70.5	28.4	72.2	29.4	74.0	31.1	75.5	32.7	77.5	34.0	79.0	35.8	81.0	37.1	82.5	38.5	84.1
108	28.0	71.7	29.5	73.6	30.6	74.9	32.3	77.0	33.3	78.2	35.3	80.5	36.6	82.0	38.5	84.0	39.8	85.5
112	29.2	73.2	30.2	74.5	31.9	76.5	33.1	78.0	34.9	80.0	36.6	82.0	38.0	83.5	39.8	85.5	40.8	86.5
116	30.0	74.2	32.0	76.6	32.7	77.5	34.0	79.0	35.9	81.2	38.0	83.5	39.8	85.5	41.0	86.7	42.4	88.2
120	30.7	75.0	32.7	77.5	33.6	78.5	35.8	81.0	37.4	82.9	39.4	85.0	40.9	86.6	41.9	87.7	43.6	89.4
124	31.5	76.0	33.6	78.5	34.4	79.5	36.5	81.8	38.5	84.1	40.7	86.1	41.5	87.3	43.3	89.1	44.6	90.5
128	32.1	76.8	34.0	79.0	36.2	81.5	27.5	83.0	39.2	84.8	41.4	87.2	42.9	88.7	44.6	90.5	46.6	92.5
132	33.2	78.0	34.9	80.0	36.9	82.3	38.8	84.4	40.7	86.4	42.7	88.5	44.1	90.0	46.0	91.9	48.0	93.9
136	34.0	79.0	35.6	80.8	38.0	83.5	39.7	85.4	41.7	87.5	43.8	89.7	44.8	90.7	47.4	93.3	49.7	96.5
140	35.3	80.5	37.0	82.4	38.8	84.4	40.5	86.2	42.4	88.2	44.9	90.8	46.5	92.4	48.6	94.4	50.3	96.1
144	35.8	81.1	37.8	83.3	40.0	85.7	41.4	87.2	44.1	90.0	45.6	91.5	47.8	93.7	49.7	95.5	51.5	97.2

SIDE	60		64		68		72		76		80		84		88		92	
	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.
42																		
44																		
46																		
48																		
50																		
52																		
54																		
56																		
58																		
60	23.5	65.7																
64	25.0	67.7	26.7	70.0														
68	26.5	69.7	28.3	72.1	30.2	74.4												
72	28.0	71.7	29.9	74.1	31.8	76.4	33.8	78.8										
76	29.5	73.6	31.6	76.1	33.5	78.4	35.7	80.9	37.7	83.2								
80	31.0	75.4	33.2	78.1	35.2	80.4	37.4	82.8	39.6	85.3	41.7	87.5						
84	32.5	77.2	34.8	79.9	37.0	82.4	39.2	84.8	41.4	87.2	43.7	89.6	46.0	91.9				
88	34.0	79.0	36.3	81.6	38.6	84.2	41.1	86.8	43.4	89.2	45.7	91.6	48.0	93.9	50.5	96.3		
92	35.6	80.8	37.9	83.4	40.3	86.0	42.9	88.7	45.3	91.2	47.7	93.6	50.1	95.9	52.7	98.3	55.1	100.5
96	37.0	82.4	39.8	85.5	42.1	87.9	44.6	90.5	47.5	93.4	49.8	95.6	51.9	97.6	55.2	100.6	57.8	103.0
100	38.4	83.9	41.2	87.0	44.3	90.2	47.5	93.4	50.2	96.0	51.9	97.6	53.3	98.9	56.7	102.0	60.1	105.0
104	40.3	86.0	42.8	88.6	46.1	92.0	48.2	94.0	51.5	97.2	53.6	99.2	57.3	102.5	59.5	104.5	62.4	107.0
108	41.7	87.5	44.1	90.0	46.9	92.8	50.1	95.9	53.0	98.6	55.6	101.0	58.5	103.6	61.0	105.8	64.7	109.0
112	42.3	88.1	45.3	91.2	48.9	94.7	51.7	97.4	54.3	99.8	57.4	102.6	58.9	104.0	63.8	108.2	67.1	111.0
116	44.1	90.0	47.6	93.5	51.1	96.8	53.7	99.3	57.0	102.3	60.1	105.0	63.3	107.8	66.2	110.2	69.3	112.8
120	45.5	91.4	49.7	95.5	51.8	97.5	55.8	101.2	58.9	104.0	62.4	107.0	65.5	109.6	69.0	112.5	72.1	115.0
124	47.1	93.0	49.8	95.6	53.8	99.4	56.7	102.0	60.1	105.0	63.6	108.0	66.2	110.2	69.3	112.8	73.3	116.0
128	47.6	93.5	51.3	97.0	55.4	100.8	58.7	103.8	61.8	106.5	65.5	109.6	68.1	111.8	72.3	115.2	76.3	118.3
132	49.7	95.5	53.0	98.6	56.3	101.6	60.1	105.0	64.2	108.5	68.4	112.0	71.8	114.8	74.6	117.0	78.5	120.0
136	50.3	96.1	54.9	100.4	58.9	104.0	62.2	106.8	64.7	109.0	69.6	113.0	72.8	115.6	76.7	118.6	81.5	122.3
140	52.4	98.1	55.6	101.0	60.4	105.3	63.8	108.2	67.8	111.5	71.4	114.5	75.6	117.8	79.1	120.5	82.7	123.2
144	54.1	99.6	57.8	103.0	61.2	106.0	64.7	109.0	69.1	112.6	73.3	116.0	78.0	119.6	81.1	122.0	85.2	125.0

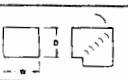
*Circular equivalent diameter (d_e). Calculated from $d_e = 1.3 \frac{(ab)^{.625}}{(a+b)^{.25}}$

†Large numbers in table are duct class.

جدول ۲۳ــ۳: طول معادل زانویی های چهارگوش [ft]

DUCT DIMENSIONS (in.)		RADIUS ELBOW NO VANES	RADIUS ELBOW—WITH VANES‡				SQUARE ELBOWS‡	
								
W	D	Radius Ratio† R/D = 1.25	R_1 = 6" (Recommended)		R_1 = 3" (Acceptable)		Double Thickness Turning Vanes	Single Thickness Turning Vanes
ADDITIONAL EQUIVALENT LENGTH OF STRAIGHT DUCT (FT)								
				Vanes		Vanes		
96	48	31	45	2	43	3	40	60
	36	25	36	2	31	3	30	45
	30	22	31	2	38	2	25	37
	24	19	33	1	29	2	20	30
	20	16	28	1	25	2	17	25
72	48	28	44	2	41	3	35	60
	36	23	33	2	29	3	29	45
	30	21	28	2	33	2	25	37
	24	17	29	1	25	2	21	30
	20	15	23	1	19	2	18	25
	16	13	18	1	16	2	15	20
	12	12			15	1	11	15
60	48	27	41	2	39	3	33	60
	36	22	31	2	27	3	27	45
	30	19	25	2	31	2	23	37
	24	16	27	1	26	2	20	30
	20	14	22	1	21	2	17	25
	16	12	16	1	15	2	13	20
	12	10			14	1	10	15
48	96*	45	35	3				
	48	26	35	2	34	3	29	60
	36	20	26	2	22	3	23	45
	30	18	23	2	28	2	21	37
	24	15	24	1	21	2	18	30
	20	14	19	1	17	2	15	25
	16	11	15	1	14	2	12	20
	12	9			13	1	10	15
	10	8			11	1	8	12
	8	8			9	1	7	10
42	42	23	28	2	26	3	24	53
	36	20	24	2	21	3	22	45
	30	17	21	2	26	2	20	37
	24	15	21	1	19	2	16	30
	20	13	18	1	16	2	14	25
	16	11	14	1	13	2	12	20
	12	9			13	1	9	15
	10	8			10	1	8	12
	8	7			8	1	6	10
36	72*	34	27	3				
	36	19	22	2	19	3	20	45
	30	16	19	2	22	2	18	37
	24	14	20	1	22	2	15	30
	20	12	17	1	15	2	13	25
	16	10	13	1	12	2	11	20
	12	9			12	1	9	15
	10	8			9	1	8	12
	8	7			8	1	6	10
32	32	17	19	2	16	3	17	40
	30	16	18	2	21	2	17	37
	24	14	19	1	17	2	15	30
	20	12	16	1	14	2	12	25
	16	10	12	1	12	2	11	20
	12	8			12	1	8	15
	10	7			9	1	7	12
	8	6			8	1	6	10

جدول ۲۴ــ۳: طول معادل زانویی های چهارگوش [ft]

DUCT DIMENSIONS (in.)		RADIUS ELBOW NO VANES	RADIUS ELBOW—WITH VANES‡				SQUARE ELBOWS‡	
								
W	D	Radius Ratio† R/D = 1.25	R_1 = 6″ (Recommended)		R_1 = 3″ (Acceptable)		Double Thickness Turning Vanes	Single Thickness Turning Vanes
ADDITIONAL EQUIVALENT LENGTH OF STRAIGHT DUCT (FT)								
				Vanes		Vanes		
28	28	15	14	2	17	2	14	34
	24	13	17	1	15	2	13	30
	20	12	15	1	13	2	12	25
	16	10	11	1	11	2	10	20
	12	8			11	1	8	15
	10	7			9	1	7	12
	8	6			8	1	6	10
24	96*	38	19	3			23	80
	72*	32	17	3			21	72
	48*	22	20	2	20	3	18	62
	24	13	16	1	14	2	12	30
	20	11	13	1	12	2	10	25
	16	10	11	1	10	2	9	20
	12	8			10	1	8	15
	10	7			8	1	7	12
	8	6			7	1	6	10
	6	5					4	8
20	80*	32	16	3			19	66
	60*	26	19	2			17	58
	40*	22	15	2	14	3	14	49
	20	11	12	1	10	2	10	25
	16	9	9	1	9	2	8	20
	12	7			9	1	7	15
	10	6			8	1	6	12
	8	5			7	1	5	10
	6	4					4	8
16	64*	26	9	3			14	48
	48*	21	12	2	12	3	12	43
	32*	15	11	2	9	3	11	38
	16	9	8	1	8	2	7	20
	12	7			8	1	6	15
	10	6			6	1	5	12
	8	5			6	1	5	10
	6	4					4	8
12	48*	19	8	2	8	3	10	33
	36*	16	7	2	7	3	9	30
	24*	11	8	1	8	2	8	26
	12	7			7	1	5	15
	10	6			5	1	5	12
	8	5			5	1	4	10
	6	4					3	8
10	40*	19	6	2	6	3	8	27
	30*	13	6	2	8	2	7	24
	20*	9	7	1	6	2	6	21
	10	5			5	1	4	12
	8	4			5	1	4	10
	6	4					3	8
8	32*	13	5	2	4	3	6	21
	24*	11	6	1	5	2	6	19
	16*	8	4	1	5	2	5	16
	8	4			4	1	3	10
	6	3					3	8
6	24*	10	4	1	4	2	4	15
	18*	8	3	1	4	2	4	13
	12*	6			4	1	3	11
	6	3					3	8

*Denotes Hard Bends as shown

Hard Bend 

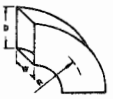
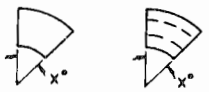
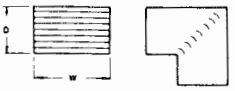
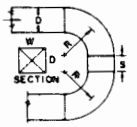
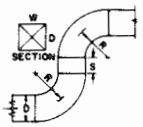
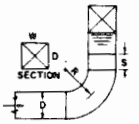
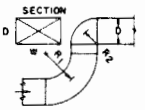
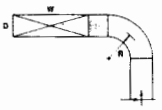
Easy Bend 

†For other radius ratios, see *Table 10*.

‡For other sizes, see *Table 10*.

Vanes must be located as illustrated in *Chart 6, page 24*, to have these minimum losses.

جدول ۲۵ــ۳: افت فشار اصطکاکی در وصاله‌های مختلف کانال چهارگوش

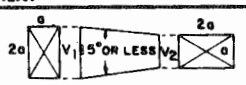
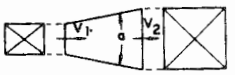
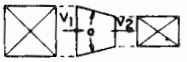
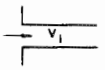
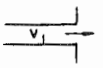
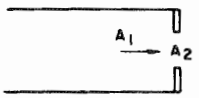
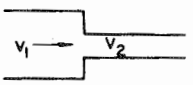
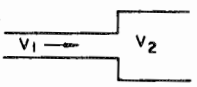
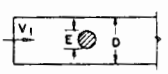
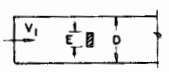
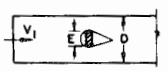
ELEMENT	CONDITIONS	L/D RATIO †
Rectangular Radius Elbow 	<table><tr><td rowspan="2">W/D</td><td colspan="5">R/D</td></tr><tr><td>.5</td><td>.75</td><td>1.00</td><td>1.25*</td><td>1.50</td></tr><tr><td colspan="6">L/D Ratio</td></tr><tr><td>.5</td><td>33</td><td>14</td><td>9</td><td>5</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td>45</td><td>18</td><td>11</td><td>7</td><td>4</td></tr><tr><td>3</td><td>80</td><td>30</td><td>14</td><td>8</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>125</td><td>40</td><td>18</td><td>12</td><td>7</td></tr></table>	
Rectangular Vaned Radius Elbow 	<table><tr><td rowspan="2">Number of Vanes</td><td colspan="4">R/D</td></tr><tr><td>.50</td><td>.75</td><td>1.00</td><td>1.50</td></tr><tr><td colspan="5">L/D Ratio</td></tr><tr><td>1</td><td>18</td><td>10</td><td>8</td><td>7</td></tr><tr><td>2</td><td>12</td><td>8</td><td>7</td><td>7</td></tr><tr><td>3</td><td>10</td><td>7</td><td>7</td><td>6</td></tr></table>	
X° Elbow 	Vaned or Unvaned Radius Elbow	X/90 times value for similar 90° elbow
Rectangular Square Elbow 	No Vanes	60
	Single Thickness Turning Vanes	15
	Double Thickness Turning Vanes	10
Double Elbow  **W/D = 1, R/D = 1.25°**	S = O	15
	S = D	10
Double Elbow  **W/D = 1, R/D = 1.25°**	S = O	20
	S = D	22
Double Elbow  **W/D = 1, R/D = 1.25° For Both**	S = O	15
	S = D	16
Double Elbow  **W/D = 2, R_1/D = 1.25°, R_2/D = .5**	Direction of Arrow	45
	Reverse Direction	40
Double Elbow  **W/D = 4, R/D = 1.25° for both elbows**	Direction of Arrow	17
	Reverse Direction	18

* 1.25 برای زانویی های شعاع بلند، بصورت استاندارد درآمده است.

† L و D برحسب فوت می‌باشند. D بعدی از مقطع کانال است که درشکل رسم شده در جدول فوق نشانداده شده و L طول معادلی است که بعداً باید با طول کانال مستقیم جمع شده حاصلجمع در نرخ افت اصطکاکی ضرب گردد تا افت فشار اصطکاکی کل بدست آید.

ادامه دارد...

دنبالهٔ جدول ۲۵ــ۳: افت فشار اصطکاکی در وصاله‌های مختلف کانال چهارگوش

ELEMENT	CONDITIONS	VALUE OF n‡
Transformer 	$V_2 = V_1$ S.P. Loss = nhv_1	.15
Expansion 	"n" Angle "a" V_2/V_1 | 5° | 10° | 15° | 20° | 30° | 40° .20 | .83 | .74 | .68 | .62 | .52 | .45 .40 | .89 | .83 | .78 | .74 | .68 | .64 .60 | .93 | .87 | .84 | .82 | .79 | .77 S.P. Regain = $n(hv_1 - hv_2)$	
Contraction 	a | 30° | 45° | 60° n | 1.02†† | 1.04 | 1.07 S.P. Loss = $n(hv_2 - hv_1)$ ††Slope 1" in 4"	
Abrupt Entrance 	S.P. Loss = nhv_1	.35
Bellmouth Entrance 		.03
Abrupt Exit 	S.P. Loss or Regain Considered Zero	
Bellmouth Exit 		
Re-Entrant Entrance 	S.P. Loss = nhv_1	.85
Sharp Edge Round Orifice 	A_2/A_1 | 0 | .25 | .50 | .75 | 1.00 n | 2.5 | 2.3 | 1.9 | 1.1 | 0 S.P. Loss = nhv_2	
Abrupt Contraction 	V_1/V_2 | 0 | .25 | .50 | .75 n | 1.34 | 1.24 | .96 | .52 S.P. Loss = nhv_2	
Abrupt Expansion 	V_2/V_1 | .20 | .40 | .60 | .80 n | .32 | .48 | .48 | .32 S.P. Regain = nhv_1	
Pipe Running Thru Duct 	E/D | .10 | .25 | .50 n | .20 | .55 | 2.00 S.P. Loss = nhv_1	
Bar Running Thru Duct 	E/D | .10 | .25 | .50 n | .7 | 1.4 | 4.00 S.P. Loss = nhv_1	
Basement Over Obstruction 	E/D | .10 | .25 | .50 n | .07 | .23 | .90 S.P. Loss = nhv_1	

Notes on page 42.

‡ n عددی است برای فشار سرعتی که در عبور از وصاله، تلف و یا کسب می‌شود. این مقدار کاهش یا افزایش فشار سرعتی را می‌توان توسط معادلهٔ زیر برحسب طول معادل کانال بدست آورد:

$$L = n \cdot \frac{h_v \times 100}{h_f}$$

که در آن:

L – طول معادل اضافی [ft]

h_v – ارتفاع فشار سرعتی در سرعت V_1 یا V_2 [in.wg]

h_f – نرخ افت اصطکاکی از نمودارهای ۲ــ۳ یا ۳ــ۳

n – شمارهٔ مربوط به وصالهٔ مورد نظر از جدول فوق

جدول ۲۶ــ۳: طول معادل زانویی های مدور [ft]

ELBOW DIAMETER (in.)	90° SMOOTH R/D = 1.5	90° 5-PIECE R/D = 1.5	90° 3-PIECE R/D = 1.5	45° 3-PIECE R/D = 1.5	45° SMOOTH R/D = 1.5
ADDITIONAL EQUIVALENT LENGTH OF STRAIGHT DUCT (FT)					
3	2.3	3	6	1.5	1.1
4	3	4	8	2	1.5
5	3.8	5	10	2.5	1.9
6	4.5	6	12	3	2.3
7	5.3	7	14	3.5	2.6
8	6	8	16	4	3
9	—	9	18	4.5	—
10	—	10	20	5	—
11	—	11	22	5.5	—
12	—	12	24	6	—
14	—	14	28	7	—
16	—	16	32	8	—
18	—	18	36	9	—
20	—	20	40	10	—
22	—	22	44	11	—
24	—	24	48	12	—

جدول ۲۷ــ۳: افت فشار اصطکاکی در وصاله های مختلف کانال مدور

ELEMENT	CONDITION	L/D RATIO*
90° Smooth Elbow	R/D = 1.5	9
90° 3-Piece Elbow	R/D = 1.5	24
90° 5-Piece Elbow	R/D = 1.5	12
45° 3-Piece Elbow	R/D = 1.5	6
45° Smooth Elbow	R/D = 1.5	4.5
90° Miter Elbow	Vaned Not Vaned	22 65
ELEMENT	**CONDITION**	**VALUE OF n†**
90° Tee‡ and 90°, 135° & 180° Cross‡ — Pressure Loss Thru Branch = nh_{v_2}	$\frac{V_2}{V_1}$ = 0.2 0.5 1.0 5.0	4.0 2.0 1.75 1.6
45° Tee‡ — Pressure Loss Thru Branch = nh_{v_2}	$\frac{V_2}{V_1}$ = 0.8 1.0 2.0 3.0	.10 .44 1.21 1.47
90° Conical Tee and 180° Conical Cross — Pressure Loss Thru Branch = nh_{v_2}	$\frac{V_2}{V_1}$ = 0.5 1.0 2.0 5.0	0.3 0.5 1.0 1.2

* L و D برحسب فوت می‌باشند. D قطر زانویی و L طول معادل زانویی است که بعداً باید با طول کانال مستقیم جمع شده حاصلجمع در نرخ افت اصطکاکی ضرب گردد تا افت فشار اصطکاکی کل بدست آید.

– مقدار افت فشار سرعتی که ممکن است تبدیل به طول معادل کانال گردد از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$L = n \cdot \frac{h_v \times 100}{h_f}$$

که در آن:

L – طول معادل اضافی [ft]

h_v – ارتفاع فشار سرعتی در سرعت V_2 [in.wg]

h_f – نرخ افت اصطکاکی در سرعت V_2 از نمودار ۲ــ۳ یا ۳ــ۳

n – شمارهٔ مربوط به سه‌راهه ها یا چهارراهه در جدول فوق

‡ سه‌راهه یا چهارراهه ممکن است دارای همان قطر کانال مستقیم و یا قطر کمتر باشد.

نوع محل	کانالهای اصلی		کانالهای انشعابی (شاخه ها)	
	رفت	برگشت	رفت	برگشت
ساختمانهای مسکونی	1000	800	600	600
آپارتمانها اتاقهای خواب هتل اتاقهای خواب بیمارستان	1500	1300	1200	1000
دفاتر خصوصی اتاق مدیران کتابخانه ها	2000	1500	1600	1200
تئاتر و سینما مدارس وتالارهای کنفرانس	1300	1100	1000	800
دفاتر عمومی رستوران درجهٔ یک فروشگاه درجهٔ یک بانک	2000	1500	1600	1200
فروشگاههای متوسط کافه تریاها	2000	1500	1600	1200
ساختمانهای صنعتی	3000	1800	2200	1500

جدول ۲۹ــ۳: سرعت‌های* پیشنهادی برای خروج هوا از دریچهٔ اتاق (fpm)

نوع محل	سرعت هوا دردریچهٔ اتاق
استودیوهای رادیو و ضبط صدا	300 – 500
ساختمانهای مسکونی	500 – 750
آپارتمانها	500 – 750
کلیساها و مساجد	500 – 750
اتاقهای خواب هتل	500 – 750
تئاترها	500 – 750
دفاتر خصوصی باارباب رجوع	500 – 750
دفاتر خصوصی بدون ارباب رجوع	500 – 800
سینماها	1000
دفاتر عمومی	1000 – 1250
طبقات بالایی فروشگاههای بزرگ	1500
طبقهٔ همکف فروشگاههای بزرگ	2000

* سرعت‌های مندرج در این جدول براساس سطح مفید دریچه تعیین شده‌اند، یعنی سطحی که از حاصلضرب ابعاد دریچه منهای سطوح تیغه‌های دریچه حاصل می‌آید.

علائم مشخصهٔ وسایل تأسیساتی روی نقشه

Symbol	Description	Symbol	Description
———	Sanitary drain	—LPS—	Steam (low pressure)
--SS--	Sub soil drain	—MPS—	Steam (med. pressure)
--S--	Storm drain	—HPS—	Steam (high pressure)
—AW—	Acid waste	—LPR—	Condensate (low pressure)
--AV--	Acid vent	—MPR—	Condensate (med. pressure)
------	Vent	—HPR—	Condensate (high pressure)
—CW—	Cold water	—HWS—	Heating water supply
—DS—	Distilled water	—HWR—	Heating water return
—DW—	Drinking water	—EGS—	Ethylene glycol supply
—DWC—	Drinking water circulating	—EGR—	Ethylene glycol return
—HW—	Hot water	—CWS—	Chilled water supply
—HWC—	Hot water circulating	—CWR—	Chilled water return
-HW 180°-	Hot water 180°	—CPD—	Condensate or vacuum pump discharge
-HWC 180°-	Hot water 180° circulating	—CD—	Condensate drain
—TW—	Tempered water	—FOS—	Fuel oil supply
—TWC—	Tempered water circulating	—FOR—	Fuel oil return
—F—	Fire protection water service	--FOV--	Fuel oil vent
—SM—	Sprinkler main	—RL—	Refrigerant liquid line
—SP—	Stand pipe	—RS—	Refrigerant suction line
—G—	Natural gas	—RD—	Refrigerant hot gas discharge line
—A—	Compressed air	—CS—	Condenser water supply
—PN—	Pneumatic tube	—CR—	Condenser water return
—V—	Vacuum line	—BBO—	Boiler blow off
—OX—	Oxygen line	—ES—	Exhaust steam
—LPG—	L.P. gas	—HCWS—	Heating & cooling water supply
	Sanitary drain underground	—HCWR—	Heating & cooling water return
	Direction of flow		Balancing valve
	Flexible connector		Running trap
	Strainer	CO OR CO	Clean out
	Union		Vacuum breaker
	Expansion joint		Gate valve
	Automatic control valve		Globe valve
	Pressure regulating valve		Check valve
	Safety relief valve		
	Blow off valve		Pressure relief valve
	F & T trap (cap #/hr)		Stop & waste valve
	Thermostatic trap		Stop & waste valve (in riser)
	Radiator valve		Automatic 3-way valve
	Flow control valve		Gas cock

FIGURE 22-4 Standard mechanical symbols.

	Air bleeder valve (radiant panel)		Fire alarm valve (sprinkler)
	Air vent		
	Gauge cock		Cold weather valve (sprinkler)
	Solenoid valve		Alarm gong (sprinkler)
	Thermostatic expansion valve (Refrigerant)	HB	Hose bibs
	Back pressure valve (refrigerant)	WH	Wall hydrant
	Sight glass	FH	Fire hydrant
	Pipe or round duct riser	MH	Manhole
GCO	Grade cleanout	SW	Street washer
WC	Water closet (tank type)	BT	Bath tub
WC	Water closet	SHD	Shower drain
UR	Urinal	FD	Floor drain
LAV	Lavatory	RD	Roof drain
KS	Kitchen sink	DS	Down spout
SS	Service sink	UH-1	Unit heater-propeller type
CSS	Clinic service sink	CUH	Cabinet unit heater
CRS	Classroom sink	9'0"-1-MBH	Fin tube (Figures=elements length, mark & MBH)
DF	Drinking fountain	C-1	Convector
EWC	Electric water cooler	UV-1	Unit ventilator
SH	Shower head	ID	Indirect waste drain
CS	Counter sink		
12/6	Rectangular duct-first figure is side show	12 X 6 G-1 250 6'-0"	Return or exh. grille (reg. similar) Figures = size, mark, cfm & distance above floor
12"	Round duct (figure=size)		
	Canvas connection		Round ceiling diffuser
	Volume damper		Square ceiling diffuser (supply)
	Turning vanes		Round ceiling diffuser (supply & return)
	Extractor		Square ceiling diffuser (supply & return)
	Supply duct		Square ceiling diffuser 3 way throw
	Return or exhaust duct		Square ceiling diffuser 2 way throw
ST	Sound trap		Motorized damper
12 X 6 R-1 250 6'-0"	Supply register (grille similar) Figures = size, mark, cfm & distance above floor		Gravity damper
		FD-1	Fire damper
	Fire hose cabinet	1	Heating riser No.
F-1	Special fixture	1	Exhaust fan riser No.
	Column number	1 M-2	Detail number
11	Plumbing riser No.		Drawing number
101	Room number		

FIGURE 22-1 Standard mechanical symbols (continued).

vert	Vertical
vol	Volume
VV	Variable volume
W	Watt
WBT	Wet-bulb temperature
WH	Worker-hour
wt	Weight
x hvy	Extra heavy

yd	Yard
yr	Year
%	Percentage
#	Number or pound

فصل چهارم : کاتالوگها

گزینش صحیح وسایل مورد نیاز یک سیستم گرمایش یا سرمایش امری بسیار حائز اهمیت است که سهل انگاشتن آن می‌تواند تمامی زحمات مبذوله در راه طرح و محاسبهٔ سیستم را بر باد دهد.

کاتولوگ، شناسنامهٔ هر وسیله و یا دستگاه است و چنانچه گزینش با توجه به تمامی جزئیات مندرج در کاتولوگ صورت گیرد، قطعاً از بروز بسیاری از مشکلات بعدی جلوگیری خواهد شد.

در این فصل جهت آشنایی خوانندگان با چگونگی درج اطلاعات فنی در کاتولوگ و نحوهٔ استخراج و مشخصات مورد نیاز با در اختیار داشتن معلومات حاصله از محاسبات، مجموعه‌ای از کاتولوگ های وسایل تأسیساتی که اغلب از میان آخرین مدل‌های ساخت کارخانجات معتبر ایرانی انتخاب شده‌اند، ارائه می‌گردد.

ترتیب ارائه کاتولوگ‌ها در این فصل به قرار زیر است :

برج خنک‌کن گالوانیزه ساخت شرکت ساران ۲۲۱
برج خنک‌کن فایبرگلاس ساخت شرکت ساران ۲۲۵
برج خنک‌کن ساخت شرکت مهراصل ۲۲۷
برج خنک‌کن سانتریفوژ ساخت شرکت مهکوه تهویه ۲۲۹
برج خنک‌کن ساخت شرکت مهکوه تهویه ۲۳۰
برج خنک‌کن فایبرگلاس ساخت شرکت آبشار ۲۳۱
پکیج یونیت تهویه مطبوع ساخت شرکت ساران ۲۳۲
پکیج یونیت تهویه مطبوع ساخت شرکت مهراصل ۲۳۴
پکیج یونیت تهویه مطبوع ساخت شرکت هواساز ۲۴۵
مینی ایرکاندشینر ساخت شرکت مهراصل ۲۵۰
دیگ آب داغ ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر .. ۲۵۱
دیگ بخار ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر ۲۵۳
پمپ WILO ساخت آلمان ـ گروه صنعتی ایران‌رادیاتور ۲۵۴
پمپ LG ساخت کره ـ گروه صنعتی ایران‌رادیاتور ۲۵۵
پمپ مدل FSD ساخت کمپانی EBARA ژاپن ۲۵۶
لوازم کنترل IMIT ساخت ایتالیا ـ گروه صنعتی ایران رادیاتور .. ۲۵۷
چیلر جذبی ساخت شرکت زهش ۲۵۸
چیلر جذبی ساخت شرکت ساران ۲۶۳
چیلر جذبی ساخت شرکت ساری پویا ۲۶۵
چیلر تراکمی ساخت شرکت ساران ۲۷۴
چیلر ساخت شرکت مهراصل ۲۸۲
چیلر تراکمی ساخت شرکت مهکوه تهویه ۲۹۱
دریچه ساخت مؤسسهٔ صنعتی نیما ۲۹۲
دریچه ساخت مؤسسهٔ فنی شاهرخی ۲۹۴
دی‌اریتور ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر ۲۹۸
دیگ چدنی ساخت شرکت ایرفو ۳۰۰
دیگ چدنی ساخت شرکت شوفاژکار ۳۰۳
دیگ چدنی ساخت شرکت لوله و ماشین‌سازی ایران ۳۰۹
انواع دیگ فولادی بخار و آب داغ ساخت شرکت پاکمن ۳۱۳
دیگ بخار یک مرحله‌ای ساخت شرکت پاکمن ۳۲۷
دیگ فولادی آب داغ ساخت شرکت پاکمن ۳۲۸
پکیج شوفاژ فولادی ساخت شرکت پاکمن ۳۳۰
انواع رادیاتورهای آلومینیومی ساخت گروه صنعتی‌ایران رادیاتور ۳۳۱
رادیاتور فولادی پانل ساخت شرکت صنعتی آژیر ۳۳۸
رادیاتور فولادی پره‌ای ساخت شرکت صنعتی آژیر ۳۳۹
رادیاتور فولادی پره‌ای مدل رادیانت ساخت شرکت صنعتی آژیر ۳۴۰
سختی‌گیر ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر ۳۴۱
سوپر پایپ ساخت شرکت سوپر پایپ اینترنشنال ۳۴۳
شوفاژدیواری ELEXIA ساخت‌فرانسه‌ـگروه صنعتی‌ایران رادیاتور. ۳۶۱
شوفاژ دیواری شرکت صنعتی بوتان ۳۶۲
فن‌کویل ساخت شرکت ساران ۳۶۶
فن‌کویل ساخت شرکت مهراصل ۳۷۱
فیلتر شنی ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر ۳۷۶
کندانسور هوایی ساخت شرکت ساران ۳۷۸
کندانسور هوایی ساخت شرکت مهر اصل ۳۸۰
مشعل‌های گازسوز ساخت گروه صنعتی ایران رادیاتور ۳۸۷
مشعل گازی ساخت شرکت پارس مشعل ۳۸۹
مشعل‌های گازوئیل‌سوز ساخت گروه صنعتی ایران رادیاتور ... ۳۹۲
مشعل گازوئیلی ساخت شرکت پارس مشعل ۳۹۴
مشعل‌های دوگانه‌سوز ساخت گروه صنعتی ایران رادیاتور ۳۹۸
مشعل دوگانه سوز ساخت شرکت پارس مشعل ۳۹۹
منبع کویل‌دار ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر . ۴۰۴
هواساز ساخت شرکت ساران ۴۱۱
هواساز ساخت شرکت مهر اصل ۴۱۶
هواساز ـ ایرواشر ساخت شرکت مهکوه تهویه ۴۳۴
هواساز ساخت شرکت هواساز ۴۳۵
یونیت هیتر ساخت شرکت ساران ۴۴۰
یونیت هیتر ساخت شرکت مهر اصل ۴۴۲
یونیت هیتر ساخت شرکت مهکوه تهویه ۴۴۳
یونیت کندانسور ساخت شرکت آریا ۴۴۴
یونیت کولر ساخت شرکت آریا ۴۴۶
لوله و اتصالات چدنی فاضلاب ساخت شرکت ایرفو ۴۵۰

Fig. 1

Correction Factor For One Stage Cooling Tower

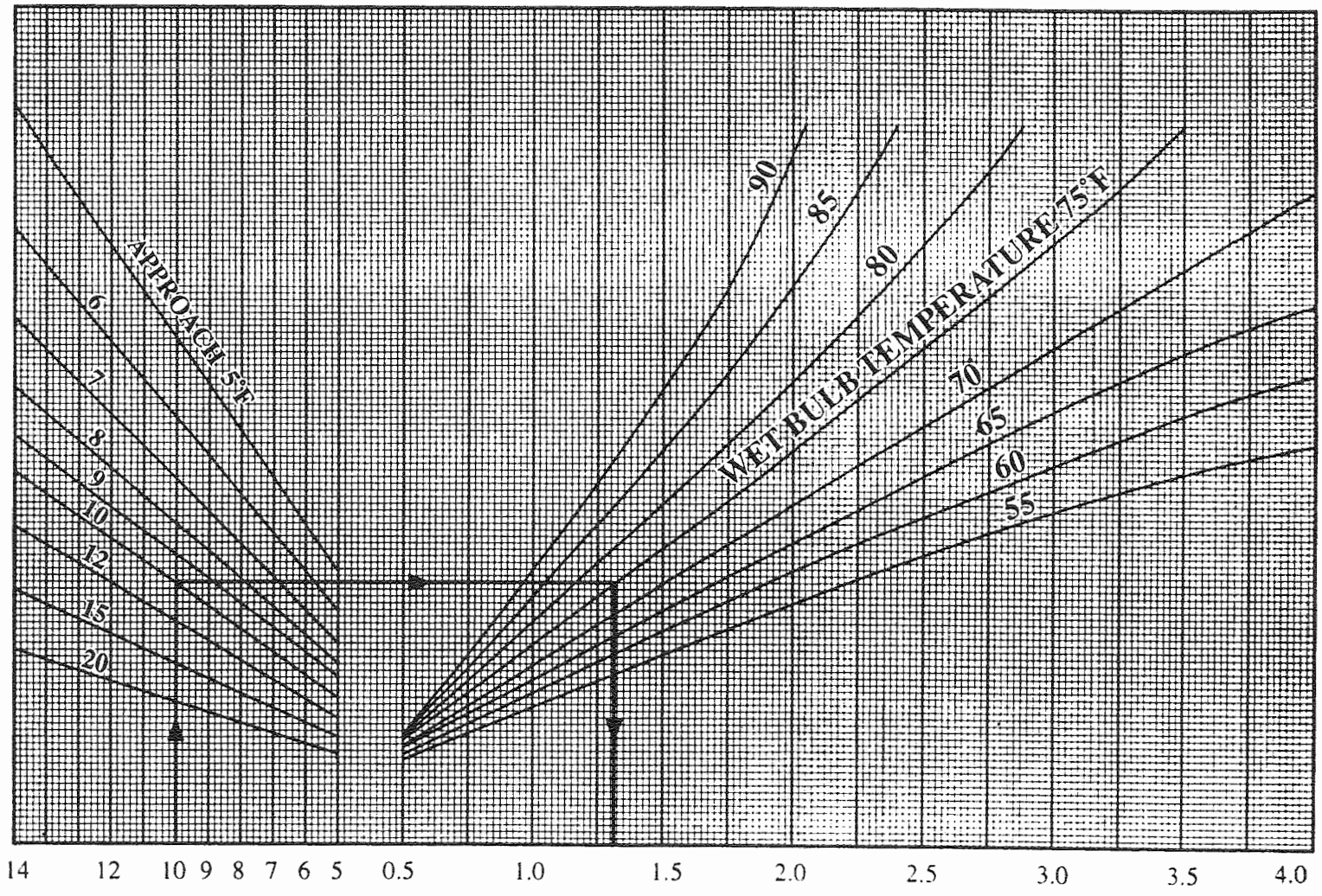
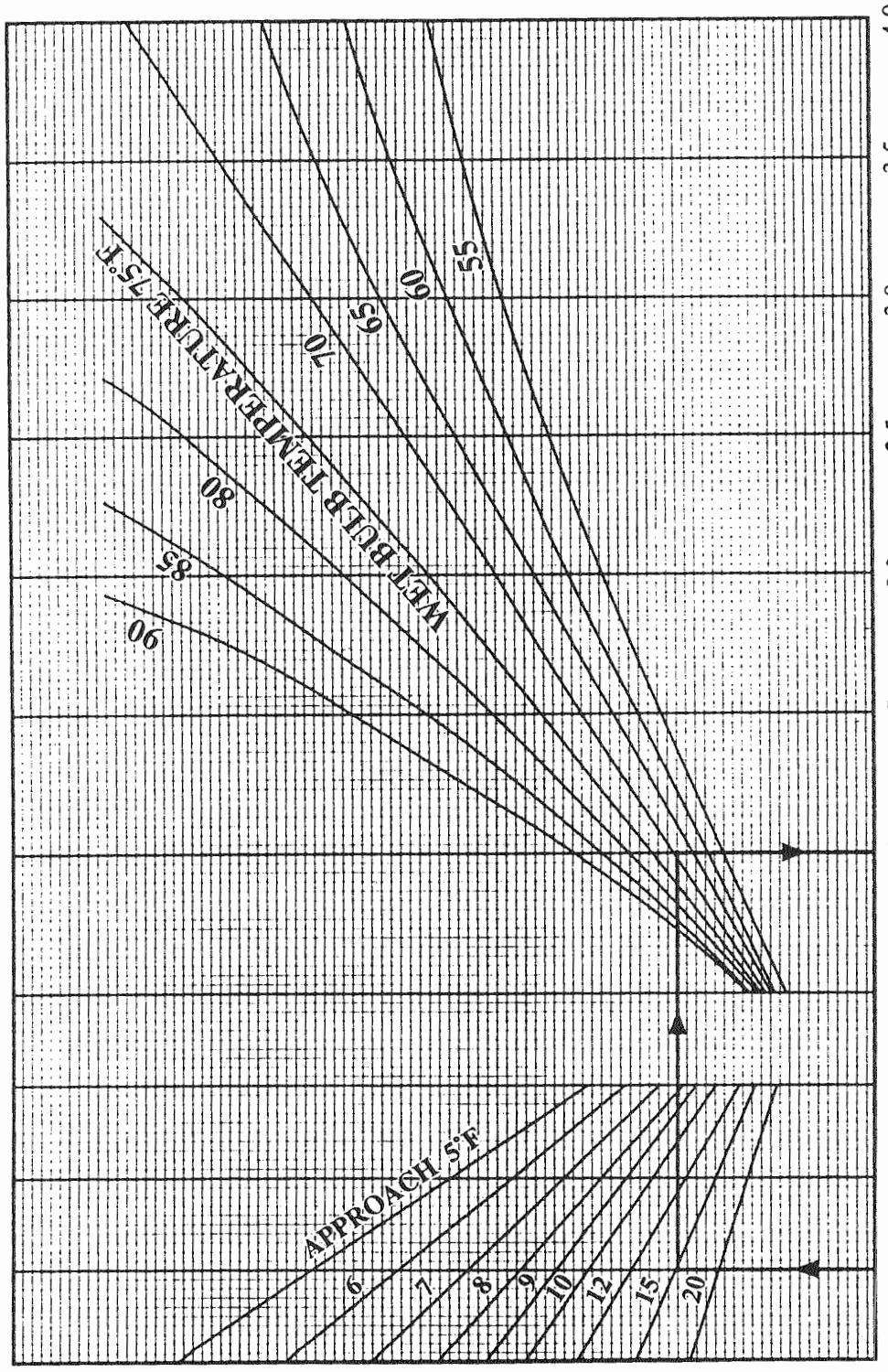


Fig. 2

Correction Factor For Two Stage Cooling Tower



Cooling Towers With Blower On One Side

Engineering Data

Model	CAP.	WATER FLOW RATE	BLOWER						ELECTRICAL DATA			WEIGHT (KG)			
					Motor (1)		Motor (2)					SINGLE STAGE		TWO STAGE	
	Tons	GPM	NO.	DIA. (IN)	NO.	OUTPUT HP	NO.	OUTPUT HP	SYSTEM KW INPUT	TOTAL AMP.	WIRE SIZE *	NET	OPER	NET	OPER
I SRCT 10	10	30	1	13"	1	1	-	-	1.1	2.25	4×1	330	420	370	460
I SRCT 15	15	45	1	17"	1	1 1/2	-	-	1.4	2.85	4×1	430	530	485	585
I SRCT 20	20	60	1	19"	1	2	-	-	2.0	4.00	4×1	475	645	545	715
I SRCT 25	25	75	1	19"	1	3	-	-	2.8	5.25	4×1	570	770	665	865
I SRCT 30	30	90	1	22"	1	3	-	-	2.8	5.25	4×1	665	1015	770	1120
I SRCT 35	35	105	1	22"	1	4	-	-	3.75	7.50	4×1.5	780	1210	910	1340
I SRCT 40	40	120	1	22"	1	5.5	-	-	4.9	8.90	4×1.5	830	1300	970	1440
I SRCT 50	50	150	1	22"	1	5.5	-	-	4.9	8.90	4×1.5	1000	1630	1180	1810
I SRCT 60	60	180	1	22"	1	5.5	-	-	4.9	8.90	4×1.5	1140	1940	1350	2150
I SRCT 75	75	225	2	22"	1	10	-	-	8.8	16.50	4×4	1425	2425	1680	2680
I SRCT 90	90	270	2	22"	1	10	-	-	8.8	16.50	4×4	1570	2720	1850	3000
I SRCT 105	105	315	2	22"	2	5.5	-	-	9.8	17.80	4×4	1665	3065	2010	3410
I SRCT 120	120	360	3	22"	1	10	1	5.5	13.7	25.40	4×6	2375	4025	2790	4440
I SRCT 140	140	420	3	22"	1	10	1	5.5	13.7	25.40	4×6	2850	4850	3330	5330
I SRCT 160	160	480	4	22"	2	10	-	-	17.6	33.00	4×10	3325	5625	3875	6175
I SRCT 180	180	540	4	22"	2	10	-	-	17.6	33.00	4×10	3375	5675	3955	6255
I SRCT 220	220	660	5	22"	5	5.5	-	-	24.5	44.50	4×16	3390	6790	3700	7500
I SRCT 260	260	780	6	22"	6	5.5	-	-	29.5	53.40	3×25/16	4750	8250	5565	9065
I SRCT 300	300	900	7	22"	7	5.5	-	-	34.3	62.30	3×25/16	5320	9220	6300	10200

Notes :

1- Two 5.5 HP electric motors can be installed in place of 10 HP electric motor when required.

** 2- Wire sizes given are max . Lenght , Of 50 m. And max. Ambient temperature of 50 ℃*

3 - Consider 23 feet of nozzle head per unit listed .

Dimensions & Conections

Model	DIMENSIONS (mm)			CONNECTIONS (IN)											
				INLET		OUTLET		MAKE UP		OVER FLOW		QUICK FILL		DRAN	
	L	W	H*	NO.	DIA.	NO.	DIA.	NO.	DIA.	NO.	DIA.	NO.	DIA.	NO.	DIA.
I SRCT 10	550	950	2000	1	1 1/2"	1	1 1/2"	1	1/2"	1	2"	1	1/2"	1	3/4"
I SRCT 15	750	950	2000	1	1 1/2"	1	1 1/2"	1	1/2"	1	2"	1	1/2"	1	3/4"
I SRCT 20	1000	950	2000	1	2"	1	2"	1	1/2"	1	2"	1	1/2"	1	3/4"
I SRCT 25	1000	1250	1960	1	2"	1	2"	1	1/2"	1	2"	1	1/2"	1	3/4"
I SRCT 30	1000	1450	2000	1	3"	1	3"	1	3/4"	1	2"	1	3/4"	1	3/4"
I SRCT 35	1000	1750	2000	1	3"	1	3"	1	3/4"	1	2"	1	3/4"	1	3/4"
I SRCT 40	1000	1950	2000	1	3"	1	3"	1	3/4"	1	2"	1	3/4"	1	3/4"
I SRCT 50	1250	1950	2000	1	3"	1	3"	1	3/4"	1	2"	1	3/4"	1	3/4"
I SRCT 60	1450	1950	2690	1	4"	1	4"	1	3/4"	1	2"	1	3/4"	2	3/4"
I SRCT 75	1750	1950	2690	2	3"	1	4"	1	1"	1	2"	1	1"	3	3/4"
I SRCT 90	1950	1950	2690	2	3"	1	4"	1	1"	1	2"	1	1"	3	3/4"
I SRCT 105	2400	1950	2690	3	3"	1	4"	1	1"	1	2"	1	1"	4	3/4"
I SRCT 120	2900	1950	2690	3	3"	1	5"	1	1"	1	2"	1	1"	4	3/4"
I SRCT 140	3350	1950	2690	4	3"	1	5"	1	1"	1	2"	1	1"	5	3/4"
I SRCT 160	3850	1950	2690	4	3"	2	4"	1	1"	1	2"	1	1"	5	3/4"
I SRCT 180	4000	1950	2690	5	3"	2	4"	1	1"	1	2"	1	1"	6	3/4"
I SRCT 220	4800	1950	2690	5	3"	3	4"	1	1"	1	2"	1	1"	6	3/4"
I SRCT 260	5750	1950	2690	6	3"	3	4"	1	1"	1	2"	1	1"	7	3/4"
I SRCT 300	6700	1950	2690	7	3"	3	5"	2	1"	2	2"	2	1"	9	3/4"

Notes :

** 1- Add 300 mm to "H" Dimension for additional stage*

2- All entries subject to change without notice

Cooling Towers With Blower On Both Side

Engineering Data

Model	CAP.	WATER FLOW RATE	BLOWER						ELECTRICAL DATA			WEIGHT (KG)			
			NO.	DIA. (IN)	Motor (1)		Motor (2)		SYSTEM KW INPUT	TOTAL AMP.	WIRE SIZE *	SINGLE STAGE		TWO STAGE	
	Tons	GPM			NO.	OUTPUT HP.	NO.	OUTPUT HP.				NET	OPER	NET	OPER
2 SRCT 340	340	1020	8	22"	8	5.5	-	-	39.2	71.2	3×25/16	6175	10675	7255	11755
2 SRCT 400	400	1200	10	22"	10	5.5	-	-	49.0	89.0	3×35/16	6650	12150	8000	13500
2 SRCT 450	450	1350	12	22"	12	5.5	-	-	58.8	106.8	3×50/25	8550	15350	10115	16915
2 SRCT 500	500	1500	12	22"	12	5.5	-	-	58.8	106.8	3×50/25	8550	15350	10115	16915
2 SRCT 580	580	1740	14	22"	14	5.5	-	-	68.6	124.6	3×70/35	9500	17000	11365	18865
2 SRCT 660	660	1980	16	22"	16	5.5	-	-	78.4	142.4	3×70/35	11875	20875	14010	23010
2 SRCT 740	740	2220	18	22"	18	5.5	-	-	88.2	160.2	3×95/50	13300	23300	15690	25690
2 SRCT 820	820	2460	20	22"	20	5.5	-	-	98.0	178.0	3×120/70	14725	25725	17385	28385
2 SRCT 900	900	2700	22	22"	22	5.5	-	-	107.8	195.8	3×120/70	16150	28650	19065	31565
2 SRCT 980	980	2940	24	22"	24	5.5	-	-	117.6	213.6	3×150/70	16625	30125	19800	33300
2 SRCT 1060	1060	3180	26	22"	26	5.5	-	-	127.4	231.4	3×150/70	19000	34000	22445	37445
2 SRCT 1140	1140	3420	28	22"	28	5.5	-	-	137.2	249.2	3×150/70	20900	36400	24600	40100

Notes :

1- Tower 5.5 HP electric motors can be installed in place of 10 HP electric motor when required.

** 2- Wire sizes given are for max. Lenght Of 50 m. And max. Ambient temperature of 50 ℃*

3 - Consider 23 feet of nozzle head per unit listed .

Dimensions & Connections

Model	DIMENSIONS (mm)			CONNECTIONS (IN)											
				INLET		OUTLET		MAKE UP		OVER FLOW		QUICK FILL		DRAN	
	L	W	H*	NO.	DIA.	NO.	DIA.	NO.	DIA.	NO.	DIA.	NO.	DIA.	NO.	DIA.
2 SRCT 340	3850	3860	2690	8	3"	4	5"	2	1"	2	2"	2	1"	10	3/4"
2 SRCT 400	4800	3860	2690	10	3"	4	5"	2	1"	2	2"	2	1"	12	3/4"
2 SRCT 450	5750	3860	2690	12	3"	4	5"	2	1"	2	2"	2	1"	14	3/4"
2 SRCT 500	5850	3860	2690	12	3"	4	5"	2	1"	2	2"	2	1"	14	3/4"
2 SRCT 580	6700	3860	2690	14	3"	4	5"	2	1"	2	2"	2	1"	16	3/4"
2 SRCT 660	7650	3860	2690	16	3"	4	5"	2	1"	2	2"	2	1"	18	3/4"
2 SRCT 740	8600	3860	2690	18	3"	6	5"	2	1"	2	2"	2	1"	20	3/4"
2 SRCT 820	9550	3860	2690	20	3"	6	5"	2	1"	2	2"	2	1"	22	3/4"
2 SRCT 900	10500	3860	2690	22	3"	6	5"	2	1"	2	2"	2	1"	24	3/4"
2 SRCT 980	11450	3860	2690	24	3"	6	5"	2	1"	2	2"	2	1"	26	3/4"
2 SRCT 1060	12400	3860	2690	26	3"	6	5"	2	1"	2	2"	2	1"	28	3/4"
2 SRCT 1140	13350	3860	2690	28	3"	6	5"	2	1"	2	2"	2	1"	30	3/4"

Notes :

** 1- Add 300 mm to "H" Dimension for additional stage.*

2- All entries subject to change without notice.

Head Office: 4th Floor, Saran Bldg, Shariati Ave, Tehran, Iran
Tel: (+98 21) 753 83 01-7 Fax: (+98 21) 750 82 00
E-mail: saran@saran-mfg.com Http://www.saran-mfg.com

Technical Data

Model	Nom. Tonnage	Pump		Fan			Weights	
		Water Flow Rate (GPM)	Nozzel Head (ft)	Motor Power (hp)	Air Flow Rate (C.F.M.)	DIA. (Cm)	NET (Kg)	OPR. (Kg)
SRFCT-60	60	204	8	2	14600	117	371	662
SRFCT-80	80	275	8	2	17800	117	410	771
SRFCT-90	90	310	10	3	22100	117	453	877
SRFCT-100	100	334	10	3	24500	117	518	996
SRFCT-125	125	430	11	4	27900	150	615	1326
SRFCT-150	150	516	11	4	30200	150	702	1434
SRFCT-175	175	602	13	4	33400	180	903	2513
SRFCT-200	200	689	14	5.5	48000	180	1044	2654
SRFCT-225	225	773	14	5.5	57800	180	1185	2796
SRFCT-250	250	862	15	7.5	66700	240	1297	3914
SRFCT-300	300	1021	15	7.5	77600	240	1496	4114
SRFCT-350	350	1205	16	7.5	84100	240	1617	5076
SRFCT-400	400	1387	16	10	91200	240	1860	5319
SRFCT-450	450	1561	17	10	107100	326	1987	7442
SRFCT-500	500	1738	17	10	120200	326	2031	7756

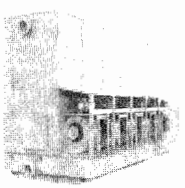
Head Office: 4th Floor, Saran Bldg, Shariati Ave, Tehran, Iran
Tel: (+98 21) 753 83 01-7 Fax: (+98 21) 750 82 00
E-mail: saran@saran-mfg.com Http://www.saran-mfg.com

Model	Connection Sizes						Dimensions	
	Inlet (in)	Outlet (in)	Over Flow (in)	Drain (in)	Make Up (in)	Quick Fill (in)	Dia. (Cm)	Height (Cm)
SRFCT-60	4	4	1 1/2	1 1/2	1/2	1/2	212	243
SRFCT-80	4	4	1 1/2	1 1/2	1/2	1/2	212	243
SRFCT-90	4	4	1 1/2	1 1/2	1/2	1/2	259	270
SRFCT-100	4	4	1 1/2	1 1/2	1/2	1/2	259	270
SRFCT-125	6	6	2	2	3/4	1	295	283
SRFCT-150	6	6	2	2	3/4	1	295	283
SRFCT-175	6	6	2	2	1	1	372	313
SRFCT-200	6	6	2	2	1	1	372	313
SRFCT-225	6	6	2	2	1	1	372	313
SRFCT-250	8	8	2	2	1	1	443	334
SRFCT-300	8	8	2	2	1	1	443	334
SRFCT-350	8	8	2	2	1 1/4	1 1/4	486	348
SRFCT-400	8	8	2	2	1 1/4	1 1/4	486	348
SRFCT-450	10	10	2	2	2x1	2x1	552	369
SRFCT-500	10	10	2	2	2x1	2x1	552	369

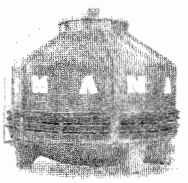
NOTE: Unit Height Does Not Include The Electric Motor.

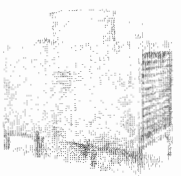
کارخانجات تولیدی مهر اصل

Cooling Towers



CTA Series Specifications





CUA Series Specifications

Selection Method:

Tower cooling calculations are based on data obtained on drawn air MASS standard conditions

Entering water temperature	35 °C	(95 F)
Leaving water temperature	29.5 °C	(85 F)
Ambient wet bulb temperature	25 °C	(77 F)

The selection tables can be used for warm and humid, if the situations conditions meet the design conditions. An increase in one or more of cooling tower can be selected by specifying new parameters as in following examples

Example 1

Given data :

Water flow rate	126 L/s
Entering water temperature	42 °C
Leaving water temperature	37 °C
Ambient wet bulb temperature	30 °C

Tower range = Entering water temperature - Leaving water temperature = 42 - 37

Tower range = 5 °C

Approach temperature = Leaving water temperature - Entering air Wet temperature = 37 - 30

Approach temperature = 7 °C

Choose CTAB or CTAD or CUA round type through a glance over on nominal data table by considering water flow rate

Actual capacity Q(Kw) = 105 Lit/s or Water = 105 Kg/s

$$Q = 4.2(Kj/Kg\ X\ C)\ X\ Water\ flow\ (Kg/s)\ X\ Temp.\ range$$

$$= 4.2 \times 105 \times 5 = 2205\ Kw$$

From table 1 next capacities more than

$$Nominal\ capacity = Actual\ X\ Correction\ factor$$

$$= 2671.2\ X\ 0.85 = 2270.52\ Kw$$

$$= 1946.42\ Kcal/h$$

Selected items: CTA0560 or CUA0600

Water distribution:

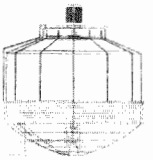
The water inlet is connected to the header which consists of alternate water flow pipes of PVC pipe. From the water is sprayed on the packing by the arms made of PVC which spring impulse from the water on the arms. The distribution header which is achieved by rotation of the arms so, and more distribution water, due to heavier water packing. And making the spray be even the middle and packing. Because water without losses.

Fan coupling:

The fan is driven by electro motor directly or indirect up to CUA 12 and key belt from 0 to 30 models, higher than 0 up to CUA 24

Performance data :

Model	Nominal Capacity	Nominal Water Flow	Motor Power	Fan DIA	Nominal air flow	Dimensions (m) Height	DIA	Weight (Kg) DRY	OPER	Pipe Connections(inch) In let	Out let	Drain	Make Up Flow	Quick Valve	Fill	Pump Head (m)	Pump Motor (Hz/Kw)
		(G.P.M)	(KW)	(in)	(cfm)												
CUA0010	10	35	0.75	0.50	2500	1.04	0.52	40	140	2	2 1/2	3/4	-	-	-	5	
CUA0020	20	70	1.5	0.76	4750	1.66	0.79	60	220	3	3 1/2	3/4	-	-	-	7.5	
CUA0040	40	140	1.5	0.76	7200	2.01	1.23	100	350	3	3 1/2	3/4	-	-	-	5	
CUA0060	60	210	2.2	1.00	12000	2.20	1.78	220	520	4	4 1/2	3/4	-	-	-	7.5	
CUA0080	80	280	3.7	1.20	14700	2.56	2.00	400	710	4	4 1/2	1	-	-	-	5.5	
CUA0100	100	350	5	1.30	17300	2.48	2.00	430	795	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5	
CUA0125	125	440	5	1.37	24000	2.80	2.15	500	900	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0150	150	525	7.5	1.50	28000	2.80	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0175	175	615	7.5	1.50	31000	2.80	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0200	200	700	7.5	1.50	33000	2.80	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0225	225	790	11	1.80	41000	2.80	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0250	250	880	11	1.80	47000	2.80	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0300	300	1050	15	2.4	57000	3.46	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0350	350	1230	15	2.4	64000	3.28	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0400	400	1400	15	2.4	64000	3.46	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0450	450	1580	15	3	75000	3.58	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0500	500	1750	15	3	75000	3.61	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	
CUA0600	600	2100	15	3	74000	3.87	2.15	500	1000	4	4 1/2	1	1/2	-	-	5.5	



Cooling Towers

Performance data :

Model	Nom. cap.		Nom. flow		Air flow rate		P.D.	Fan unit		Pump		Weight	
Keyword	(Kcal/h)	(kW)	(GPM)	(Lit)	(m3/hr)	(CFM)	(psi)	Quantity	(kW)	Qty. x Size	(kW)	Net (kg)	Charged
CTA30030	20	71	50	3.785	7200	4237	12.5	1 X 1.5		1 X380 (400)		800	870
CTA30038	25	88	60	4.542	10800	6357	12.5	1 X 2.2		1 X380 (400)		700	1400
CTA30048	40	141	120	7.570	14400	8476	12.5	1 X 2.2		1 X457 (600)		920	1230
CTA30060	50	176	150	9.463	18000	10595	12.5	1 X 4.0		1 X457 (600)		1070	1310
CTA30060	60	212	180	11.355	21600	12744	13.2	1 X 4.0		2 X380 (690)		1250	1850
CTA30078	70	247	210	13.248	25200	14832	13.2	1 X 5.5		2 X380 (690)		1300	1960
CTA30080	80	282	240	15.141	28800	17010	13.2	1 X 5.5		2 X457 (600)		1450	2080
CTA30100	100	353	300	18.926	36100	21274	13.2	1 X 7.5		2 X457 (600)		1700	2300
CTA30126	120	423	360	22.711	43200	25486	13.2	(1 X 5.5) X 2		3 X457 (600)		3795	3600
CTA30145	140	494	420	26.497	50400	29787	13.2	2 X 5.5		4 X380 (750)		3500	4700
CTA30165	160	564	480	30.282	57600	34029	13.2	2 X 9.6		4 X457 (600)		3700	4900
CTA30200	200	706	600	37.853	72000	42585	13.2	(1 X 7.5) X 3		5 X457 (600)		3980	6360
CTA30240	240	845	720	45.423	86700	51030	13.2	2 X 7.5		6 X457 (600)		4500	6500
CTA30320	320	1127	960	60.564	115200	67686	13.2	(2 X 7.5) X 2		10 X457 (600)		6700	9020
CTA30400	400	1408	1200	75.705	144000	84750	13.2	4 X 7.5		12 X380 (700)		7200	12800
CTA30480	480	1690	1440	90.846	172800	101664	13.2	6 X 5.5		12 X457 (600)		8400	13400
CTA30530	530	2042	1740	109.77	210600	123899	13.2	(2 X 7.5) X 5		14 X457 (600)		10200	14200
CTA30630	630	2265	1890	124.93	237930	139960	13.2	10 X 5.5		19 X457 (600)		13000	17600
CTA30740	740	2585	2220	140.06	267900	157665	13.2	(4 X 7.5) X 3		20 X457 (600)		16940	21500
CTA30820	820	2885	2460	155.20	295200	173645	13.2	(4 X 7.5) X 3		22 X457 (600)		17200	23500
CTA30990	990	3169	2700	170.34	326600	191877	13.2	(6 X 7.5) X 3		22 X457 (600)		18500	25100
CTA30990	990	3448	2940	185.48	356200	208607	13.2	(6 X 7.5) X 3		26 X457 (600)		19200	26400
CTA31060	1060	3731	3180	200.62	385000	225422	13.2	(6 X 7.5) X 3		28 X457 (600)		21000	28300
CTA31145	1140	4012	3420	215.75	412000	241456	13.2	(6 X 7.5) X 3		28 X457 (600)		22500	30600

- Water distribution system that dispenses inlet hot water over the wet deck surface evenly. Plastic or brass nozzles of distribution system presents suitable pressure drop to provide the most possible contact between water powder and air flow and optimize mass and heat transfer rate.
- Corrosion resistant, rustiness and light wet deck surfaces from galvanized steel sheets is the heart of cooling tower with special forming design to present not only mass and heat transfer maximum rate by full contact between circulative water and air flow but also lower resistance against air flow.
- Specially designed and formed galvanized drift eliminators to remove moisture from air and increase system performance plus decreasing of make up water use.
- A man sized access door for maintenance, service, inspection of floating valve and removal of the strainer, easily.
  Floating valve including rubber tube and floating leveler ball, vertically adjustable by its bolt on leading rail easily in control the level of basin water.
- Mologen brand, Aluminium shell type and high protective class electromotors protected against rain fall and dust by special covers.

Table 1 - Correction factor - SI unit

Approach	Temperature range (°C)												
Temp. (°C)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4	1.31	1.25	1.19	1.13	1.08	1.04	0.99	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77
5	1.39	1.33	1.27	1.21	1.16	1.11	1.07	1.02	0.98	0.94	0.90	0.86	0.83
6	1.47	1.41	1.35	1.29	1.24	1.19	1.14	1.09	1.05	1.01	0.97	0.93	0.89
7	1.56	1.49	1.43	1.37	1.32	1.27	1.21	1.17	1.12	1.08	1.04	1.00	0.96
8	1.64	1.58	1.51	1.45	1.40	1.34	1.29	1.24	1.20	1.15	1.11	1.07	1.03
9	1.73	1.66	1.60	1.54	1.48	1.42	1.37	1.32	1.27	1.23	1.18	1.14	1.10
10	1.82	1.75	1.68	1.62	1.56	1.50	1.45	1.40	1.35	1.30	1.26	1.21	1.17
11	1.91	1.84	1.77	1.70	1.64	1.58	1.53	1.47	1.42	1.38	1.33	1.28	1.24
12	2.00	1.93	1.86	1.79	1.73	1.67	1.61	1.55	1.50	1.45	1.40	1.36	1.31

Table 2 - Correction factor table - Imperial unit

Approach	Temperature range (°F)												
Temp. (°F)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
42	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
43	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
44	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
45	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
46	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
47	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
48	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
49	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18
50	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
51	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
52	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24
53	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26
54	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
55	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
56	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
57	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
58	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
59	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
60	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40

ISO - 9001-2000 ISO - 14001

HEAD OFFICE : No. 19 - ZOHREH St. - MOFATTEH Ave.
- TEHRAN - IRAN FAX : (0098-21) 8304147
TEL. : (0098-21) 8827535 , 8300756-7, 8300801, 8836562
FACTORY : SALIMI Industrial Zone - TABRIZ - IRAN
TEL : (0098-412) 4328262-5 FAX : (0098-412) 4328261
WWW.MEHRASL.WS E-Mail : mehrasl@mehrasl.ws

دفتر مرکزی: تهران - خیابان مفتح شمالی - خیابان زهره - شماره ۱۹۵
تلفن: ۲ - ۸۸۳۶۵۶۲ - ۰۲۱ - ۸۸۲۷۵۳۵۰ ۸۳۰۰۸۰۱ - ۷۰۸۳۰۷۵۶
فاکس: ۰۲۱ - ۸۸۳۰۴۱۴۷
کارخانه: تبریز - شهرک صنعتی شهید سلیمی
تلفن: ۵ - ۴۳۲۸۲۶۲ ۰۴۱۲ فاکس: ۰۴۱۲ - ۴۳۲۸۲۶۱

MEHKOH
Cooling Tower

Cooling Tower Physical Data

Model	Nominal Rating Tons	Blower	Motor	Air Flow	W. PD	Dimensions (CM)			Aprox. Weight	
		No x Size	No x HP	CFM	FT.W	L	W	H	Net Kg.	Oper Kg.
MCT-10-1	10	1 x 16"	1 x 1	3300	20	55	95	190	360	450
MCT-15-1	15	1 x 16"	1 x 2	4800	20	75	95	190	440	560
MCT-20-1	20	1 x 19"	1 x 2	6300	20	100	95	195	520	690
MCT-25-1	25	1 x 19"	1 x 4	8300	20	100	125	195	620	830
MCT-30-1	30	1 x 22"	1 x 4	9500	20	100	145	200	710	1070
MCT-35-1	35	1 x 22"	1 x 5.5	11500	20	100	170	200	840	1280
MCT-40-1	40	1 x 22"	1 x 7.5	13000	20	100	190	200	910	1385
MCT-50-1	50	1 x 22"	1 x 10	16200	23	120	190	200	1065	1685
MCT-60-1	60	1 x 22"	1 x 15	19500	23	145	190	280	1220	2200
MCT-70-1-2	70	2 x 22"	1 x 10	21600	23	165	190	280	1500	2600
MCT-75-1-2	75	2 x 22"	1 x 10	23500	23	175	190	280	1600	2750
MCT-80-1-2	80	2 x 22"	1 x 15	25000	23	185	190	280	1750	2800
MCT-90-1-2	90	2 x 22"	1 x 15	26600	23	195	190	280	1800	2900
MCT-100-1-2	100	2 x 22"	1 x 20	32500	23	240	190	280	1900	3100
MCT-120-1-3	120	3 x 22"	1 x 15 1 x 7.5	39000	23	290	190	280	2600	4220
MCT-140-1-3	140	3 x 22"	1 x 10 1 x 15	45500	23	335	190	280	3000	5100
MCT-150-1-3	150	3 x 22"	1 x 10 1 x 20	49400	23	370	190	280	3200	5300
MCT-165-1-4	165	4 x 22"	2 x 15	53000	23	390	190	280	3500	5850
MCT-180-1-4	180	4 x 22"	2 x 15	57000	23	420	190	280	3700	6000
MCT-200-1-4	200	4 x 22"	2 x 20	62000	23	465	190	280	3800	6150
MCT-225-1-5	225	5 x 22"	1 x 7.5 2 x 15	66800	23	490	190	280	4100	6800
MCT-250-1-6	250	6 x 22"	3 x 15	79000	23	580	190	280	5100	8400
MCT-280-1-6	280	6 x 22"	3 x 20	85800	23	645	190	280	5400	8600
MCT-300-1-7	300	7 x 22"	1 x 7.5 3 x 15	92700	23	680	190	280	5700	9500
MCT-330-1-8	330	8 x 22"	4 x 15	106400	23	780	190	280	6400	10850
MCT-360-2-4	360	8 x 22"	4 x 20	114400	23	435	375	280	6800	11200
MCT-400-2-5	400	10 x 22"	4 x 20 2 x 7.5	130.000	23	495	375	280	7000	12600
MCT-450-2-6	450	12 x 22"	6 x 20	151500	23	577	375	280	9000	15860
MCT-500-2-6	500	12 x 22"	6 x 20	156000	23	585	375	280	6500	16100
MCT-560-2-7	560	14 x 22"	2 x 7.5 6 x 20	180000	23	680	375	280	10000	17700

دفتر مرکزی: تهران، خیابان آزادی، شماره ۴۳۹، طبقه ۳، واحد ۱۵
تلفن: ۶۴۳۱۸۴۲ - ۶۴۳۷۷۷۱ تلفاکس: ۶۹۲۸۳۳۹

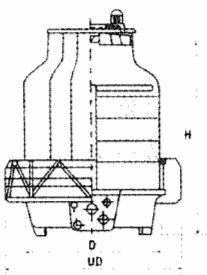
TABLE - 1 **COOLING TOWERS PHYSICAL DATA**

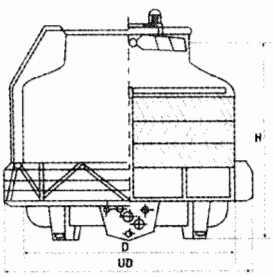
MODEL	NOMINAL RATING		PROPELLER FAN		MOTOR		OVERAL DIMENSIONS			APPROX. WEIGHT KG	
	TONS	GPM	NO	DIA.	NO	HP	W	L	H	NET	OPER.
MCT - 17 - 1S	17	51	1	85	1	¾	100	130	165	360	790
MCT - 20 - 1S	20	60	1	85	1	¾	100	130	175	420	960
MCT - 25 - 1S	25	75	1	85	1	1	100	130	185	560	1140
MCT - 35 - 1S	35	105	1	120	1	1	140	210	185	720	1350
MCT - 40 - 1S	40	120	1	120	1	1½	140	210	195	1000	2150
MCT - 55 - 1S	55	165	1	120	1	2	140	210	205	1020	2300
MCT - 68 - 1S	68	204	1	120	1	2	140	210	220	1115	2420
MCT - 85 - 1S	85	255	1	135	1	2	180	240	210	1570	2840
MCT - 110 - 1S	110	330	1	135	1	3	180	240	220	1930	3250
MCT - 125 - 1S	125	375	1	135	1	3	180	240	225	1980	3340
MCT - 135 - 1S	135	405	1	135	1	5.5	180	240	230	2160	3620
MCT - 170 - 2S	170	510	2	135	2	2	360	240	210	2720	5450
MCT - 220 - 2S	220	660	2	135	2	2	360	240	220	2430	6130
MCT - 250 - 2S	250	750	2	135	2	3	360	240	225	3960	6680
MCT - 270 - 2S	270	810	2	135	2	5.5	360	240	230	4320	7240
MCT - 330 - 1D	330	990	1	183	1	7.5	560	250	310	4070	9100
MCT - 370 - 1D	370	1110	1	183	1	7.5	560	250	320	4100	9150
MCT - 420 - 1D	415	1260	1	214	1	10	650	250	330	4550	11000
MCT - 460 - 1D	460	1380	1	214	1	15	700	250	340	5100	12000
MCT - 500 - 1D	500	1500	1	214	1	20	700	250	360	5200	12300
MCT - 660 - 2D	660	1980	2	183	2	7.5	560	620	310	8140	18200
MCT - 740 - 2D	740	2220	2	183	2	7.5	560	620	320	8200	18300
MCT - 840 - 2D	840	2520	2	214	2	10	650	620	330	9100	22000
MCT - 920 - 2D	920	2750	2	214	2	15	700	620	340	10200	24000
MCT - 1000 - 2D	1000	3000	2	214	2	20	700	620	360	10400	24600

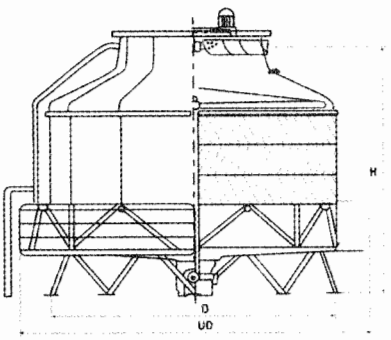
We reserve the right to make changes
in the dimensions and specification without notice.

دفتر مرکزی: تهران، خیابان آزادی، شماره ۴۳۹، طبقه ۳، واحد ۱۵
تلفن: ۶۴۳۱۸۴۲ - ۶۴۳۷۷۷۱ تلفاکس: ۶۹۲۸۳۳۹

A S R E G O S T A R E H A B S H A R C o .







TOWERS' SPECIFICATION

DATA	NOMINAL WATER FLOW	MOTOR POWER	FAN DIA.	FAN NOMINAL AIR FLOW	PUMP HEAD	DIMENSIONS (m) STANDARD AND LOW NOISE TYPE		WEIGHT (KG) STANDARD TYPE		WEIGHT (KG) LOW NOISE TYPE	
MODEL	(GPM)	(HP)	(m)	(CFM)	(m)	HEIGHT	DIA.	DRY	OPER	DRY	OPER
AGB - 8	28	¼	0.6	3000	1.3	1.4	0.93	52	120	54	122
AGB - 10	35	¼	0.6	3180	1.3	1.63	0.93	56	138	58	142
AGB - 15	53	½	0.8	6360	1.6	1.68	1.17	83	218	85	220
AGB - 20	71	½	0.8	7000	1.6	1.78	1.38	110	264	113	268
AGB - 25	88	½	0.8	7770	1.8	2.02	1.38	115	329	118	332
AGB - 30	105	1	0.9	8480	2	1.89	1.63	160	363	164	367
AGB - 40	141	1	0.9	9410	2	2	1.78	171	410	175	414
AGB - 50	176	1½	0.9	11300	2.2	2.34	1.87	215	515	219	519
AGB - 60	212	2	1.2	14500	2.5	2.37	1.99	399	708	405	714
AGB - 80	282	2	1.2	17100	2.5	2.48	2.1	431	792	437	798
AGB - 90	318	2	1.2	21800	3.1	2.35	2.59	459	854	471	864
AGB - 100	352	2	1.2	24100	3.1	2.57	2.59	519	943	529	953
AGB - 125	442	3	1.5	27500	3.5	2.38	2.95	629	1053	644	1068
AGB - 150	528	5	1.5	29700	3.5	2.62	2.95	789	1468	804	1483
AGB - 175	618	5	1.8	32900	3.8	2.62	3.33	874	1553	890	1569
AGB - 200	705	5	1.8	47100	4.4	2.92	3.71	1342	3043	1360	3060
AGB - 225	795	7½	1.8	57100	4.4	3.15	3.71	1462	3162	1480	3180
AGB - 250	880	7½	2.4	66500	4.7	3.66	4.39	1657	3357	1678	3379
AGB - 300	1050	7½	2.4	76900	4.7	3.28	4.39	1766	3473	1788	3494
AGB - 350	1230	10	2.4	83500	5	3.45	4.85	1861	3861	1885	3885
AGB - 400	1410	15	2.4	90700	5	3.68	4.85	2305	4305	2329	4329
AGB - 450	1580	15	3	106500	5.3	4.04	5.51	2535	5818	2565	5848
AGB - 500	1770	15	3	119500	5.3	4.27	5.51	2590	7155	2619	7185
AGB - 600	2120	15	3.3	139500	5.6	4.6	6.53	3493	10588	3524	10619
AGB - 700	2460	20	3.3	171000	5.6	4.83	6.53	3652	10747	3684	10779
AGB - 800	2830	25	3.6	197100	6.2	5	7.59	5229	12808	5264	12843
AGB - 1000	3520	30	3.6	217700	6.2	5.23	7.59	5449	13247	5483	13282
AGB - 1250	4400	30	4.2	270700	6.5	5.56	8.79	6476	15458	6516	15497

Design Basis : Th = 95 Tc = 85 Tw = 75 Deg. F
Due to the continuing modifications and developments of our products this information is subject to change without notice.

تهران ـ خیابان تجریش، خیابان ولیعصر طبقه فوقانی بازارکیش
تلفن : ۲۷۳۰۶۰۶ تلفکس : ۲۷۳۰۶۰۷
E-mail : Abshar@accir.com

Cooling Capacity

Model	Ambient Temp. = 100°F			Ambient Temp. = 105°F			Ambient Temp. = 110°F			Ambient Temp. = 115°F		
	TC	KW	THR	TC	KW	THR	TC	KW	THR	TC	KW	THR
SRPUR-3A	33840	2.5	42380	32860	2.65	41900	31850	2.85	41580	30850	3	41090
SRPUR-5A	50280	3.75	63080	48730	3.95	62210	47170	4.2	61500	45630	4.45	60820
SRPUR-7.5A	74420	5.5	93200	72380	5.85	92340	70270	6.2	91430	68170	6.55	90530

NOTE:
Data Based On Inlet Air D.B. = 80°F & W.B. = 67°F
T.D. = 20°F (Condensing Temp. - Ambient Temp. = 20°F)
Designs Based On T.D.'S Other Than 20°F Are Possible Upon Request.
Tc = Total Cooling Capacity (Btu/Hr)
Kw = Compressor Power Input
THR = Total Heat Rejection (Btu/Hr)

Heating Capacity
(Btu/Hr)

MODEL	Coil Inlet D.B. Temp.		
	50°F	60°F	70°F
SRPUR-3A	38700	34600	30500
SRPUR-5A	66000	59500	52500
SRPUR-7.5A	112000	101000	90000

NOTE:
Heating Capacity Based On Hot Water Entering Coil At 180°F And Leaving At 160°F For Design Conditions Other Than The Above, Please Contact Saran Application Engineering Department.

Engineering Data

Unitary Residential Packaged Air Conditioners

Model	Compressor Power	Air Flow Rate (Cfm)	Hot Water & D.X. Coil Face Area (Sq.Ft)	Refrigerant Charge (Kg)	Hot Water Conn. (In)	Weight (Kg)
SRPUR-3A	3 HP	1300	2.6	1.5	1	215
SRPUR-5A	5 HP	2000	4.1	2.5	1	310
SRPUR-7.5A	7.5 HP	3200	6.6	3.8	1 1/4	460

NOTE:

Air flow rate is based on external static press. of 0.25 WG and unit's internal static pressure.

Split Residential Packaged Air Conditioners

Model	Compressor Power	Air Flow Rate (CFM)	Coil Face Area (SQ.FT.)		Refrigerant Charge (Kg)	Weight (Kg)		D.L.	L.L.	Hot Water Conn. (In)
			D.X. Coil	Hot Water Coil		Indoor Unit	Outdoor Unit			
SRPUR-3A	3 HP	1300	2.6	2.1	1.5	125	120	5/8	3/8	1
SRPUR-5A	5 HP	2000	4.1	3.5	2.5	180	160	7/8	5/8	1
SRPUR-7.5A	7.5 HP	3200	6.6	5.5	3.8	220	250	1 1/8	7/8	1 1/4

NOTE:

Air flow rate is based on external static press. of 0.25 WG and unit's internal static pressure.

D.L. = Discharge Line (In.)

L.L. = Liquid Line (In.)

Electrical Data

Electrical System Data

Model	Max Kw Input	F L A	Wire Size (mm^2)
SRPUR-3A	4.83 * 5.6	11.45 * 23.15	4 x 2.5 * 2 x 6
SRPUR-5A	7	16.5	4 x 4
SRPUR-7.5A	9.55	21.8	4 x 6

NOTE:

Data based on supply of 380V/3 ϕ /50 Hz.

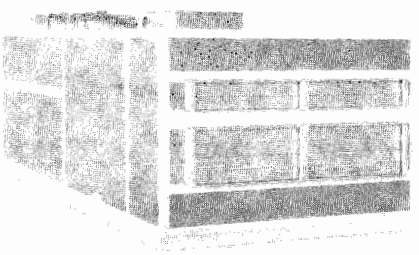
** Data based on supply of 220V/1 ϕ /50 Hz.*

FLA : Full Load Amps.

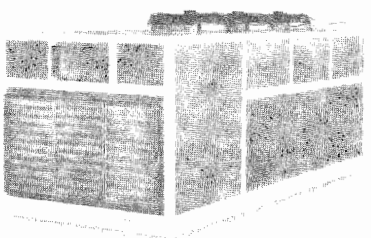
Head Office: 4th Floor, Saran Bldg, Shariati Ave, Tehran, Iran
Tel: (+98 21) 753 83 01-7 Fax: (+98 21) 750 82 00
E-mail: saran@saran-mfg.com Http://www.saran-mfg.com

MEHRASL کارخانجات تولیدی مهر اصل

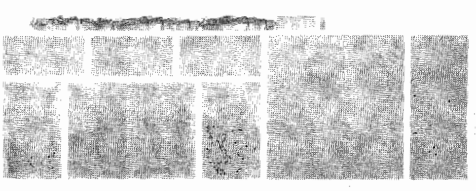
APC & RPC Package Units



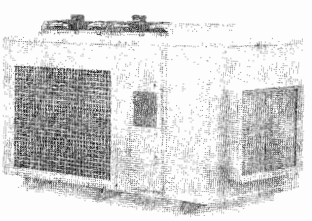
APC1



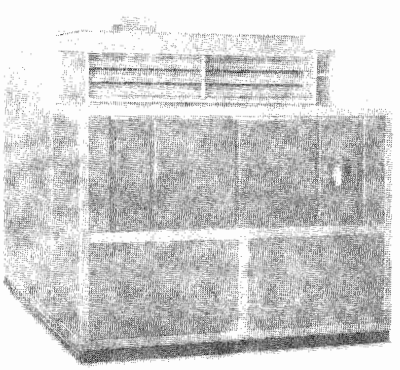
BY REQUEST *



APC1



APC2



RPC1



RPC2

* All the units are up flow type, other air discharge (front flow or down flow) are available by request.

RPC & APC Package Units

APC & RPC Package Units

MODEL KEYWORD

RPC	1	1	S	A	20	O	6	W

Product series:
RPC: Remote Air-cooled package unit
APC: Air-cooled package unit
WPC: Water-cooled package unit

Product Version

Number of Compressors:
1 or 2

Compressor type:
S: Reciprocating Semi hermetic
E: Compact Semi hermetic Screw
H: Reciprocating hermetic
F: Scroll hermetic

Compressor brand:
A: Carrier(Carlyle)
B: BITZER
O: Copeland or DWM Copeland
M: Maneurop

Nominal capacity:
(4-100 R.Ton ~ 13-350 KW)

Design improvements:
O: Original (without additional options)
M: With Microprocessor controller

Electrical power specifications:

(V-Ph-Hz)	(V-Ph-Hz)
1 :575-3-60	5 :200-1-60
2 :460-3-60	6 :400-3-50
3 :230-360	7 :220-1-50
4 :200-3-60	

Packing specifications:
D: Domestic packing
I: International packing
W: Without packing

* Optional for pipes, electrical heating and system cooling, the desired options are available upon request.
* For heating capacity shown, no motion is correct.
* The transformer capacity should be calculated separately.

APC & RPC Package Units

APC1 and RPC1 models physical data

Model	*PC1***20	*PC1***25	*PC1***30	*PC1***40	*PC1***50	*PC1***60	*PC1***70	*PC1***80	*PC12**100
INDOOR FAN (Evaporator)									
Fan model (NICOTRA)	AT 18" x 18"	AT 18" x18"	AT 22" x 22"	AT 18" x 18"	AT 18" x 18"	AT 22" x 22"	AT 22" x 22"	AT 28" x 28"	AT 28" x 28"
Number of fan	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Nominal cfm	8000	10000	12000	2 x 8000	2 x 10000	2 x 12000	2 x 14000	2 x 16000	2 x 20000
Range cfm	5000-12500	5000-13000	7400-13000	9500-25000	11300-37000	15000-37000	15000-37000	24000-40000	20000-48000
Fan speed (rpm)	736	763	700	736	770	720	750	500	550
Motor power (kW)	5.5	5.5	11	2 x 5.5	2 x 5.5	2 x 11	2 x 11	2 x 18.5	2 x 18.5
INDOOR COIL (Evaporator)*									
No. of rows / Fin per meter	6 / 472	4 / 472	6 / 472	6 / 472	4 / 394	6 / 394	6 / 472	6 / 472	6 / 551
Total face area (M²)	1.45	1.725	1.725	2.93	4.4	4.4	4.4	5.5	5.5
FILTER AND DAMPERS									
Filter face area (M²)	1.9	2.25	2.25	3.375	5	5	5	6.75	6.75
Fresh air face area (M²)	0.118	0.272	0.272	0.39	0.39	0.382	0.382	0.573	0.573
Return air face area (M²)	0.354	0.408	0.408	0.995	0.995	0.995	0.995	1.34	1.34
For APC series**									
OUTDOOR COIL (Condenser)									
Num. of rows / Fin per meter	4 / 472	3 / 394	4 / 394	4 / 551	3 / 394	4 / 394	4 / 551	3 / 394	4 / 551
Num. Of fan / fan diameter	2 / 710	3 / 710	3 / 710	4 / 710	6 / 710	6 / 710	6 / 710	3 / 1000	3 / 1000
Total face area (M²)	2.4	3.0	3.6	4.12	6.75	6.75	6.75	14.6	14.6

* Hot water coil , steam coil , electrical heater and humidifier upon request.

** For RPC series you can select a wide range of suitable air cooled condenser with referring to MEHR ASL AIR COOLED CONDENSER CATALOGUE.

APC2 models Physical data

Model	APC21**4	APC21**5	APC21**6	APC21**7	APC21**8	APC21**10	APC21**12	APC21**15	APC21**20
INDOOR FAN (Evaporator)*									
Fan model	AT 10" x 10"	AT 10" x 10"	AT 12" x 12"	AT 12" x 12"	AT 15" x15"	AT 15" x 15"	AT 15" x 15"	AT 15" x 15"	AT 15" x 15"
Number of fan	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nominal cfm	1600	2000	2400	2800	3000	4000	4800	6000	8000
Range cfm	1200-2000	1500-2500	2000-3000	2300-3300	2300-3700	3000-5000	3500-6000	5000-7000	6000-10000
Fan speed (rpm)	800	900	900	950	720	750	770	800	900
Motor power (Kw)	0.55	0.75	0.75	1.5	2.2	2.2	3	4	5.5
INDOOR COIL (Evaporator)**									
No. of rows / Fin per meter	4 / 473	4 / 473	4 / 473	4 / 473	4 / 473	6 / 473	6 / 473	6 / 472	6 / 551
Total face area (m²)	0.3	0.37	0.45	0.52	0.6	0.69	0.75	0.94	1.2
OUTDOOR COIL (Condenser)									
Num. of rows / Fin per meter	4 / 551	4 / 551	3 / 551	3 / 551	3 / 551	4 / 551	3 / 551	3 / 551	4 / 551
Num. Of fan / fan diameter	1 / 500	1 / 630	2 / 500	1 / 710	1 / 710	1 / 710	2 / 630	2 / 710	2 / 710
Total face area (M²)	0.67	0.84	1.1	1.2	1.39	1.39	2.1	3.2	3.2

* Motor driven fan could be mounted for this models upon request.

** Hot water coil, steam coil, electrical heater and humidifier upon request.

ISO - 9001-2000 ISO - 14001

HEAD OFFICE : No. 19 - ZOHREH St. - MOFATTEH Ave. - TEHRAN - IRAN FAX : (0098-21) 8304147
TEL. : (0098-21) 8827535 , 8300756-7, 8300801, 8836562
FACTORY : SALIMI Industrial Zone - TABRIZ - IRAN TEL : (0098-412) 4328262-5 FAX : (0098-412) 4328261
WWW.MEHRASL.WS E-Mail : mehrasl@mehrasl.ws

دفتر مرکزی: تهران - خیابان مفتح شمالی - خیابان زهره - شماره ۱۹ تلفن: ۸۸۳۶۵۶۲ - ۸۳۰۰۸۰۱ - ۷۰۸۳۰۰۷۵۶ - ۰۲۱ - ۸۸۲۷۵۳۵۰
فاکس: ۰۲۱ - ۸۳۰۴۱۴۷
کارخانه: تبریز - شهرک صنعتی شهید سلیمی تلفن: ۵ - ۴۳۲۸۲۶۲ - ۰۴۱۲ فاکس: ۴۳۲۸۲۶۱ - ۰۴۱۲

APC & RPC Package Units

RPC 2 models physical data

Model	RPC21**15	RPC22**20	RPC22**25	RPC22**30	RPC2***40
INDOOR FAN (Evaporator)*					
Fan model	AT 15" x15"	AT 12" x 12"	AT 15" x15"	AT 15" x 15"	AT 15" x 15"
Number of fan	1	2	2	2	2
Nominal cfm	6000	2 x 4000	2 x 5000	2 x 6000	2 x 8000
Range cfm	4000-11000	5800-15000	7200-19000	7200-19000	7500-20000
Fan speed (rpm)	700	910	727	753	810
Motor power (Kw)	3	2 x 2.2	2 x 3	2 x 3	2 x 4
INDOOR COIL (Evaporator)**					
No. of rows / Fin per meter	4 / 394	4 / 394	4 / 394	4 / 394	6 / 473
Total face area (m²)	1.3	1.81	2.2	2.24	2.24
REFRIGERANT CONNECTION					
System 1 :Hot gas-Liquid	1 1/8"-7/8"	7/8"-5/8"	1 1/8"-5/8"	1 1/8"-7/8"	1 1/8"-7/8"
System 2 :Hot gas-Liquid	----	7/8"-5/8"	7/8"-5/8"	1 1/8"-7/8"	1 1/8"-7/8"

* Motor driven fan could be mounted for this models upon request.

** Hot water coil, steam coil, electrical heater and humidifier upon request.

Cooling capacity

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	R.T (R22)	KW(R407C)	IN.P (KW) R22	407C	Compressor model
APC21SB4	40	17.38	4.94	16.76	3.69	3.53	2CC-4.2
	45	16.23	4.62	15.44	4.12	3.92	
	50	15.10	4.29	14.13	4.51	4.28	
	55	13.93	3.96	12.83	4.87	4.62	
	60	12.62	3.65	11.53	5.20	4.97	
APC21FO5	40	17.8	5.06	16.9	3.89	3.69	ZR 72KC-TFD
	45	16.9	4.81	15.8	4.34	4.15	
	50	16	4.55	14.8	4.78	4.66	
	55	14.9	4.24	13.7	5.22	5.23	
	60	13.8	3.92	12.7	5.66	5.86	
APC21HO5	40	16.4	4.7	-	4.3	-	CRNQ-0500-TFD
	45	15.2	4.3	-	4.6	-	
	50	14.1	4	-	4.8	-	
	55	12.9	3.7	-	5.1	-	
	60	11.9	3.4	-	5.4	-	
APC21HM5	40	17.88	5.09	17.05	4.1	4.39	MT Z 65 – 4 or MT 65 – 4
	45	16.68	4.74	15.72	4.45	4.62	
	50	15.47	4.4	14.37	4.8	4.84	
	55	14.28	4.06	12.99	5.12	5.08	
	60	13.09	3.72	11.61	5.43	5.31	
APC21SB6	40	24.4	6.94	23.8	5.03	4.86	4EC-6.2
	45	22.9	6.51	21.9	5.64	5.4	
	50	21.3	6.06	20.1	6.22	5.95	
	55	19.8	5.63	18.9	6.76	6.52	
	60	18.2	5.18	16.34	7.26	7.13	
APC21SB7	40	26.90	8.22	29.00	5.86	5.76	4DC-7.2
	45	27.90	7.94	26.80	6.54	6.39	
	50	26.10	7.42	24.60	7.19	7.03	
	55	24.20	6.88	22.40	7.82	7.70	
	60	22.40	6.37	20.30	8.44	8.40	
APC21FO8	40	25.80	7.33	24.96	5.92	5.78	ZR 90-K3-TWD
	45	24.54	6.98	23.40	6.58	6.47	
	50	23.28	6.62	21.84	7.25	7.24	
	55	21.96	6.24	20.28	7.78	8.09	
	60	20.64	5.87	18.72	8.30	9.00	
APC21HO8	40	25.2	7.2	-	6.6	-	QR 90 K1-TFD
	45	23	6.5	-	6.9	-	
	50	20.9	5.9	-	7.2	-	
	55	18.6	5.3	-	7.5	-	
	60	16.4	4.7	-	7.7	-	
APC21HM8	40	26.64	7.58	26.11	6.51	6.39	MT Z 100 - 4 or MT Z 100 - 4
	45	24.76	7.04	23.99	6.96	6.82	
	50	22.87	6.5	21.87	7.4	7.25	
	55	21.1	6	19.67	7.88	7.66	
	60	19.33	5.5	17.47	8.36	8.06	
APC21SA8	40	27.20	7.74	-	5.00	-	06DA8*8
	45	25.47	7.24	-	5.60	-	
	50	23.75	6.75	-	6.10	-	
	55	22.02	6.26	-	6.60	-	
	60	20.30	5.77	-	7.10	-	

Copeland Carrier Bitzer Maneurope

I.N.P: Compressor input power

**Data for R1034A is also available by request.*

APC & RPC Package Units

Cooling capacity

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	R.T (R22)	KW(407C)	R.T (407C)	IN.P (KW) R22	IN.P (KW) 407C	Compressor model
	40	63.10	18.06	61.20	17.51	7.61	10.13	
	45	58.10	16.63	56.30	16.11	8.23	10.95	
*PC*1SB20	50	52.70	15.08	51.00	14.60	8.90	11.84	4N-20.2
	55	46.70	13.36	45.20	12.93	9.63	12.81	
	60	40.00	11.44	38.70	11.07	10.43	13.87	
	40	120.60	29.64			15.00		
	45	110.35	27.48			16.50		
*PC*1SA25	50	99.20	25.38			20.70		06EA265
	55	87.35	23.42			21.20		
	60	75.50	21.47			22.00		
	40	92.70	23.41	72.80	18.47	19.57	18.47	
	45	84.30	22.38	77.25	17.87	20.63		
*PC*1SB25	50	73.70	20.95	67.90	16.01	19.56		4N-25.2
	55	59.50	19.77	63.20	20.04	21.54		
	60	65.50	18.57	58.00	22.00	23.10		
	40	96.60	26.98		17.60	5.30		
	45	88.80	25.11		19.31	5.90		06EA537
*PC*2SA25	50	82.10	23.35		21.40	6.50		
	55	76.10	21.64		23.18	7.20		06DA824
	60	70.10	19.94		24.90	8.00		
	40	108.6	31.2		22.44	6.64	6.70	
	45	103.3	29.4		24.50	7.38	7.53	
*PC*1SA30	50	96.8	27.5		26.60	8.33	8.20	06EA275
	55	90.2	25.7		28.40	9.74	9.42	
	60	83.6	23.8		30.20	10.50	10.46	
	40	135.40	29.50	102.25	30.94	27.62		
	45	126.80	26.38	95.60	23.61	29.13		
*PC*2SB30	50	94.40	26.87	91.40	26.33	31.96		2 x 4N-15.2
	55	88.70	25.23	80.00	28.51	28.43		
	60	82.00	23.61	74.60	30.70	27.2		
	40	94.40	26.85	90.00	15.44	18.47		
	45	89.45	25.44	83.83	21.12	25.14		
*PC*1SB30	50	84.50	24.03	77.00	22.80	27.80		4G-30.2
	55	79.70	22.67	77.40	24.50	29.15		
	60	74.90	21.30	70.70	27.30	27.90		
	40	116.4	33		22.00			
	45	109.1	31.00		24.60			
*PC*2SA30	50	101.9	29.98		27.20			2 x 06DA823
	55	94.7	26.96		29.50			
	60	87.6	24.92		32.50			
	40	134.1	41.0		30.20			
	45	126.0	39.0		34.00			
*PC*1SA40	50	127.1	36.1		37.43			06EA290
	55	118.1	33.6		39.60			
	60	110.5	31.5		41.70			
	40	164.8	44.80		26.60			
	45	144.6	41.12		32.40			
*PC*2SA40	50	134.4	38.23		38.20			2 x 06EA256
	55	124.7	35.30		37.90			
	60	114	32.42		40.60			

Cooling capacity

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	R.T (R22)	KW(407C)	R.T (407C)	IN.P (KW) R22	IN.P (KW) 407C	Compressor model
	40	35.7	8.73	39.7	9.69	5.19		
	45	33.2	8.20	37.0	9.12	6.12	7.01	
APC21FO10	50	29.4	7.06	35.1	8.61	9.60		ZR 19M5-TWD
	55	25.0	7.04	34.2	8.67	9.54		
	60	20.4	5.03	33.4	8.29	10.65		
	40	13.3	9.2			9.36		
	45	12.5	9.4			9.59		
APC21HO10	50	10.5	7.7			9.59		QR 12 M1-TFD
	55	10.4	8.3			10.20		
	60	10.8	5.0			10.80		
	40	34.81	9.81	36.2	9.82	6.2		
	45	32.23	9.12	37.66	9.25	6.77		MT Z 125 - 4
APC21HM10	50	29.86	8.5	28.5	9.73	9.10		MT 125 - 4
	55	27.49	7.91	26.13	10.46	9.76		
	60	25.07	7.13	23.53	11.03	10.44		
	40	96.30	10.05		17.60	6.30		
	45	88.75	9.90		19.31	7.10		
APC21SA16	50	81.20	8.87		21.40	7.93		06DA824
	60	73.65	8.17		23.18	8.80		
	60	66.30	7.40		24.90	9.70		
	40	39.30	10.61	38.40	10.87	6.64	6.70	
	45	36.30	10.04	33.80	9.57	7.38	7.53	
APC21SB10	50	33.30	9.44	31.40	8.93	8.33	8.44	4N-15.2
	55	31.20	8.87	29.50	8.74	9.42		
	60	29.10	8.29	26.90	10.50	10.46		
	40	46.00	12.90	47.60	8.33	8.20		
	45	42.60	12.12	46.80	9.59	9.23		
APC21SB12	50	40.10	11.41	38.00	10.77	10.30		4T-12.2
	55	37.60	10.66	35.20	11.58	11.44		
	60	35.20	10.01	32.00	12.81	12.64		
	40	68	16.66		13.00			
	45	54.4	15.47		12.60			
APC15SA15	50	52.8	14.45		14.60			06DA837
	55	47.2	13.45		14.80			
	60	43.8	12.46		15.80			
	40	52.5	14.80	50.7	10.47	10.01		
	45	49.1	14.14	47.5	11.64	11.57		
APC15SS15	50	46.5	13.34	44.3	12.76	12.62		4P-15.2
	55	44	12.64	41.6	14.26	14.09		
	60	41.4	11.72	39.7	15.55	15.37		
	40	72.8	20.60		13.00			
	45	72	19.7		14.20			
RPC22SA20	50	67.2	18.74		15.50			2 x 06DA824
	55	62.4	17.87		16.80			
	60	57.6	16.97		18.10			
	40	77.40	22.00		14.80			
	45	72.20	20.56		16.20			
*PC*1SA20	50	67.00	19.15		17.60			06EA290
	55	62.10	17.58		19.06			
	60	57.20	16.24		20.32			

Cooling capacity

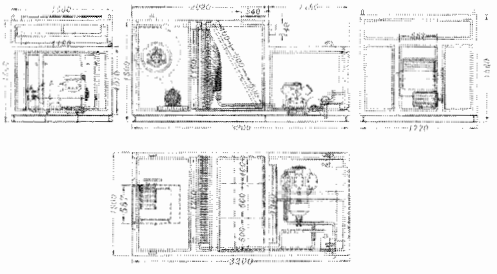
MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	R.T (R22)	KW(407C)	R.T (407C)	IN.P (KW) R22	IN.P (KW) 407C	Compressor model
	40	250.9	69.2			38.6		
	45	239.9	67.8			39.4		06EA275
	50	229.0	65.1			39.5		
*PC*2SA70	55	209.4	59.5			39.0		06EA295
	60	194.1	55.2			41.8		
	40	236.10	67.15	206.10	48.64	48.47		
	45	221.70	63.21	208.15	52.02	50.64		4G-30.2
*PC*2SB70	50	213.30	60.67	193.20	57.00	55.99		4G-40.2
	55	200.90	56.57	180.55	60.65	62.53		
	60	187.80	53.27	167.95	66.50	68.24		
	40	239.40	67.90	206.00	53.50	52.22		
	45	224.90	63.86	202.50	56.41	57.00		
*PC*1SB70	50	211.50	59.15	194.80	63.60	61.80		6F-070.2
	55	197.45	56.16	180.65	68.30	66.95		
	60	183.40	52.18	174.50	73.20	72.10		
	40	227.00	64.50	224.00	46.70	45.30		
	45	211.00	60.24	208.70	50.05	49.30		
*PC*1EB70	50	196.90	55.92	193.40	55.00	53.40		CSH7551-70
	55	175.64	51.06	174.30	60.30	61.25		
	60	153.70	46.27	157.50	65.60	66.10		
	40	268.2	76.47		64.8			
	45	251.2	72		69.6			
*PC*2SA80	50	234.3	66.3		74.6			2 x 06EA295
	55	237.6	67.5		79.1			
	60	221.0	62.5		83.4			
	40	353.40	80.50	272.70	53.40	56.60		
	45	322.80	76.57	251.00	62.43	63.00		
*PC*2SB80	50	292.20	73.27	231.80	69.40	68.80		3 x 6G-40.2
	55	241.23	68.50	210.70	73.20	74.70		
	60	274.85	63.94	203.83	82.60	81.60		
	40	289.00	72.60	264.00	55.20	53.60		
	45	263.20	69.11	238.20	60.15	58.10		
*PC*1EB80	50	237.00	64.55	218.00	69.13	69.20		LSH7500-80
	55	206.83	58.60	196.25	71.25	69.85		
	60	192.20	56.61	178.50	72.40	78.70		
	40	314.40	90.1	301.50	73.60	70.40		
	45	317.80	90.32	304.30	78.90	75.70		
*PC*2SB100	50	306.50	89.96	278.50	84.20	83.60		2 x 6F-80.2
	55	291.30	85.53	267.10	90.40	94.90		
	60	268.20	79.74	256.20	96.60	95.60		
	40	246.60	70.42	269.20	66.66	64.60		
	45	305.60	81.57	278.34	72.60	70.20		2 x
*PC*2EB100	50	268.60	76.22	257.42	78.62	76.40		CSH6551-50
	55	247.40	72.36	235.70	86.00	84.50		
	60	228.60	64.51	219.06	93.40	92.60		

Cooling capacity

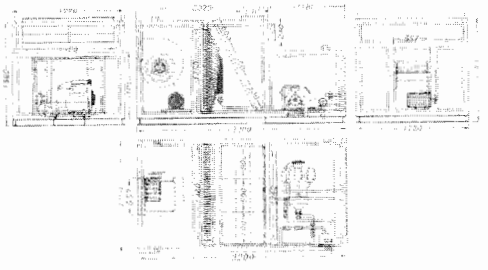
MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	R.T (R22)	KW(407C)	R.T (407C)	IN.P (KW) R22	IN.P (KW) 407C	Compressor model
	40	141.70	40.30	135.90	38.66	26.20	25.00	
	45	135.25	38.47	125.60	37.70	31.50		
*PC*1SB40	50	128.80	36.63	115.90	34.20	34.00		6G-40.2
	55	120.60	34.30	106.15	37.60	37.35		
	60	112.40	31.97	109.40	41.00	40.70		
	40	122.00	36.12	120.40	25.22	24.20		
	45	120.20	34.10	115.00	28.04	29.90		
*PC*2SB40	50	113.40	32.26	107.60	30.86	29.60		2 x 4N-20.2
	55	106.70	30.35	100.30	32.59	32.00		
	60	100.00	28.44	93.00	36.37	34.40		
	40	207	50.86		39.6			
	45	192	48.8		43.5			
*PC*2SA60	50	178.4	50.74		47.3			2x 06EA295
	55	164.7	49.64		50.7			
	60	151	42.96		54			
	40	157.20	47.65	160.50	36.60	35.20		
	45	156.80	45.16	150.15	39.40	38.35		
*PC*1SB60	50	152.40	42.16	139.80	42.10	41.50		6F-60.2
	55	141.75	40.22	128.95	45.20	42.15		
	60	131.10	37.28	118.10	48.30	42.60		
	40	164.90	46.81	157.20	38.14	37.94		
	45	156.00	44.37	146.30	39.64	39.60		
*PC*2SB60	50	147.40	41.02	135.80	39.14	39.15		2 x 6H-20.2
	55	139.00	39.51	125.40	41.67	42.65		
	60	130.60	37.14	117.00	45.23	46.20		
	40	152.80	43.46	148.00	32.36	32.60		
	45	143.80	40.76	138.15	36.37	35.10		
*PC*1SB50	50	134.80	38.11	128.70	39.30	39.20		LSH6551-50
	55	125.70	35.90	119.40	43.00	42.25		
	60	116.60	32.25	105.90	46.70	46.90		
	40	319.6	92.5		44.8			
*PC*2SA90	50	299.6	86.8		49.9			2 x 06EA275
	55	193.5	55		53.0			
	60	180.5	51.3		56.0			
	40	167.2	47.6		49.4			
	45	164.60	53.70	169.00	36.58	35.94		
*PC*2SB90	50	128.90	50.88	167.10	42.24	42.27		
	55	120.00	40.27	154.60	46.60	46.60		2 x 4G-30.2
	60	158.40	46.94	144.80	50.10	50.80		
	40	142.60	42.34	138.00	34.60	35.00		
	45	265.75	76.80	201.80	42.80	42.00		
	40	194.25	56.15	193.30	46.33	46.75		
	45	152.80	51.96	174.90	50.90	50.70		6GC - 60.2
*PC*1SB60	50	121.10	46.62	160.90	52.93	56.20		
	55	159.50	45.36	152.20	60.20	59.80		
	60	150.00	54.04	184.50	39.40	39.33		
	45	176.35	51.51	171.90	43.90	43.16		
*PC*1EB60	50	168.70	47.88	159.90	47.90	47.20		CSH6551-60
	55	156.55	44.33	146.70	52.95	52.60		
	60	144.40	41.07	132.10	58.00	58.60		

APC & RPC Package Units

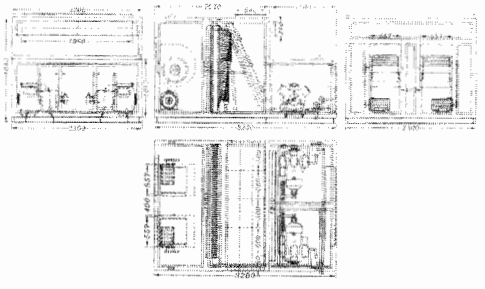
- RPC1 Models Dimension:



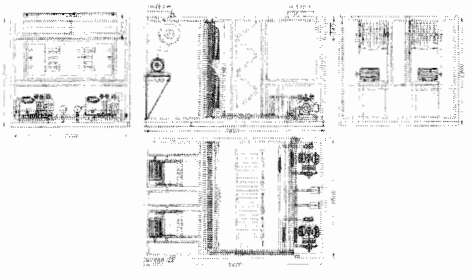
- RPC11**20



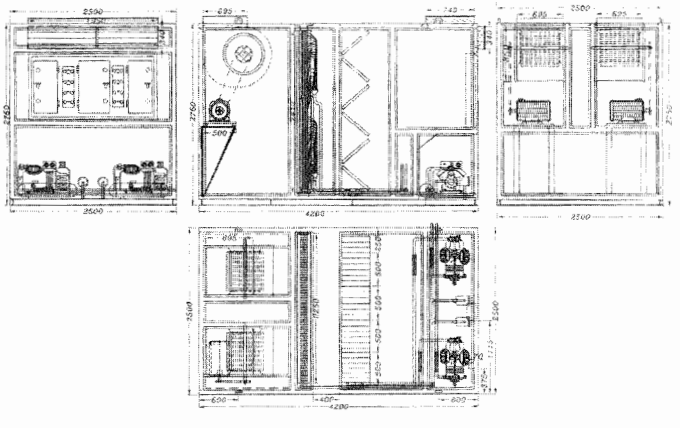
- RPC1**25
- RPC1**30



- RPC1***40



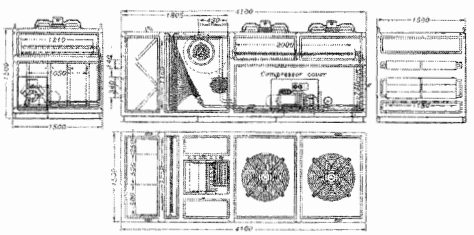
- RPC1***50, - RPC1***70
- RPC1***60



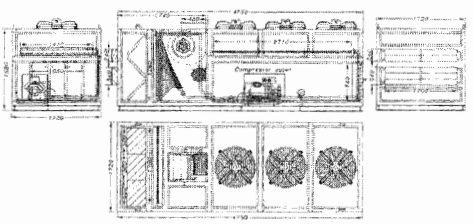
- RPC1***80, - RPC1***100

APC & RPC Package Units

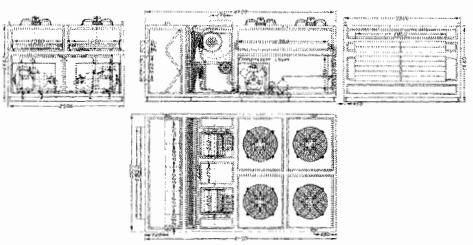
- APC1 Models Dimension:



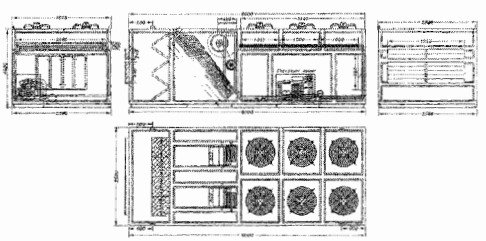
- APC11**20



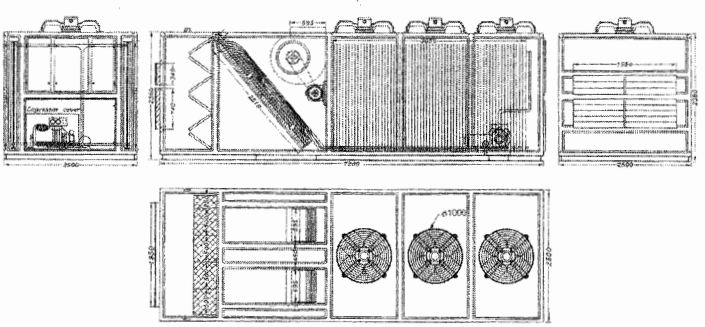
- APC1***25
- APC1***30



- APC1***40



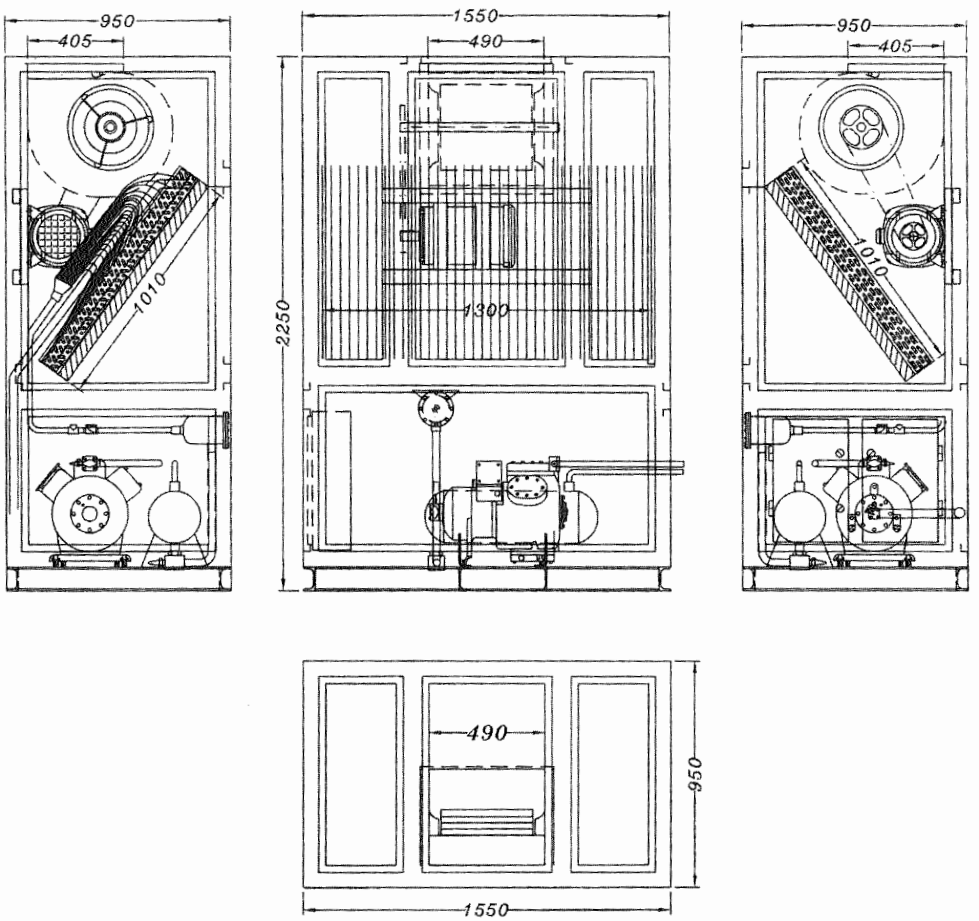
- APC1***50, - APC1***70
- APC1***60



- APC1***80, - APC1***100

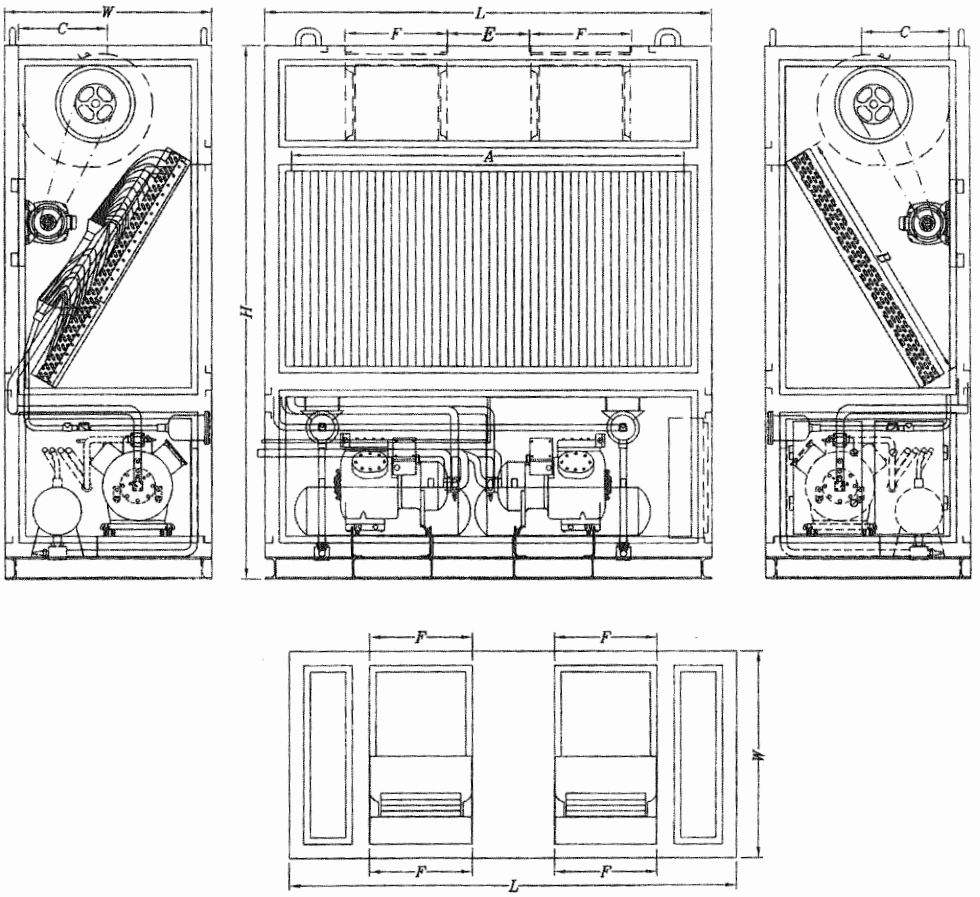
APC & RPC Package Units

RPC21S*15 Model Dimension:



APC & RPC Package Units

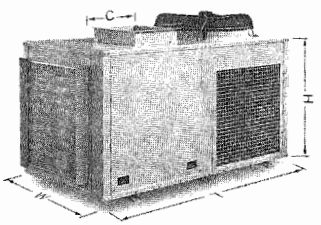
RPC22**20, RPC22**25, RPC22**30, RPC22**40 Models Dimension:



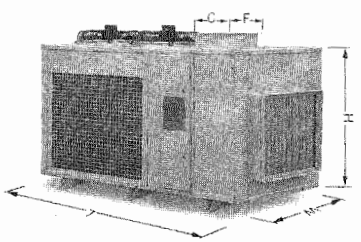
MODEL	L	W	H	A	B	C	E	F
PRC22**20	2030	950	2100	1780	1010	341	340	395
PRC22**25	2060	950	2450	1810	1210	405	360	490
PRC22**30	2100	950	2450	1800	1210	405	400	490
PRC22**40	2250	1000	2500	1850	1210	405	400	490

APC & RPC Package Units

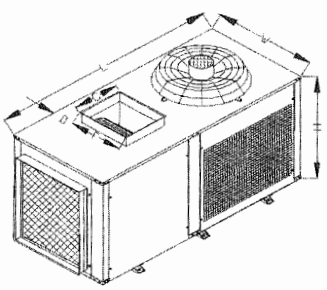
APC2 models dimension:

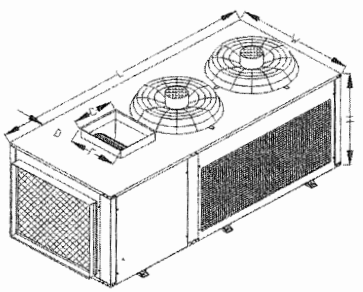


APC21SB4 - APC21H*5 - APC21SB7 - APC21**8
APC21**10 - APC21SB12 - APC21S*15
APC21S*20



APC21SB6 - APC21SB12 - PCA21S*15
APC21S*20



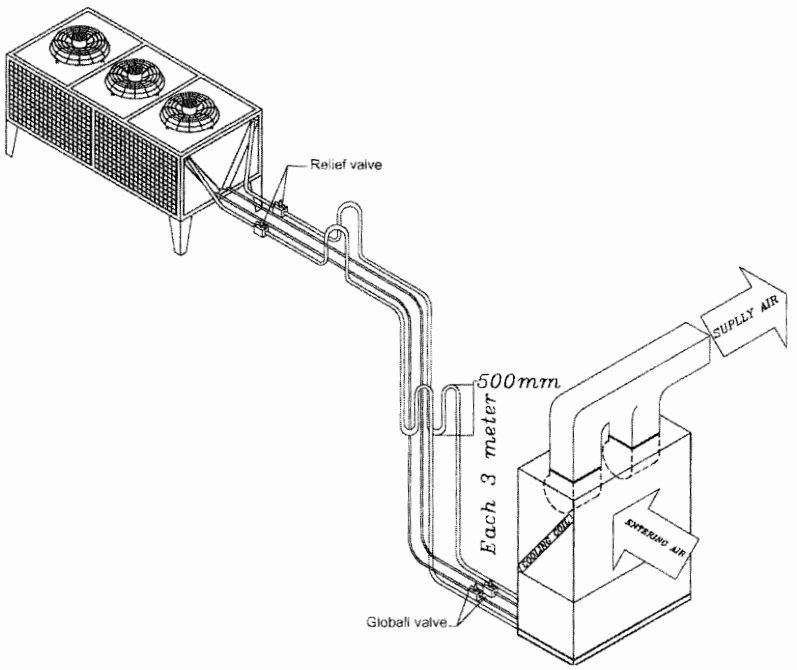


MODEL	L	W	H	C	E	F
APC21SB5	1640	750	750	289	210	331
APC215**	1640	940	750	289	305	331
APC21SB6	1940	940	1000	341	305	395
APC21SB7	1940	940	1000	341	272	395
APC218**	1940	940	1000	404	235	471
APC2110**	1940	940	1000	404	235	471
APC21SB12	2460	1240	1000	404	385	471
APC21S*15	2940	1240	1100	404	385	471
APC21S*20	2940	1240	1250	404	385	471

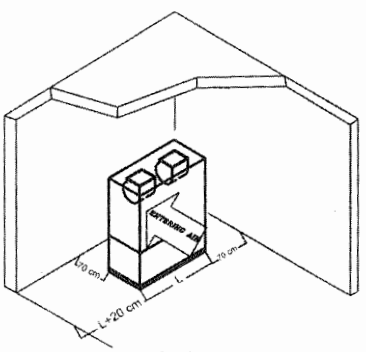
MEHRASL کارخانجات تولیدی مهر اصل

APC & RPC Package Units

AIR COOLED PACKEG INSTALATION



The above piping method is only a general suggestion. For a specific application please contact our design Dep.



Minimum distance advisable from the walls

SINCE 1967 تاسیس ۱۳۴۶

پکیج هوایی و آبی هواساز

HAVASAZ AIR & WATER COOLED PACKAGED UNIT

PHYSICAL & ELECTRICAL DATA

TABLE - 1 - (SINGLE COMPRESSOR)

HPU MODELS	HPU-03-1		HPU-04-1		HPU-05-1		HPU-08-1		HPU-10-1	
	W	A	W	A	W	A	W	A	W	A
COMPRESSOR :										
NOMINAL CAPACITY (TONS)*	3.0		4.0		5.0		7.5		10	
NO. Of Compressor	1		1		1		1		1	
Type	hermetic		hermetic		hermetic		hermetic		semi-herm.	
Voltage	380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50	
F.L.A.**	7.2		8.6		10.5		13.7		17.8	
CONDENSER COIL*** REFER TO HAVASAZ AIR COOLED CONDENSER CATALOGE .										
EVAPORATOR COIL										
Number Of Rows	4		4		4		4		4	
Fins Per INCH	10		10		10		10		10	
Total Face Area ($ft.^2$)	2.4		3.2		4.2		6		8	
Material Of Fins	Aluminum									
Material Of Tubes	Copper									
Tube OD (in.)	3/8"		3/8"		3/8"		3/8"		3/8"	
EVAPORATOR BLOWER & MOTOR										
Blower quantity - Size (in.)	1 - 10*08		1 - 12*09		1 - 12*12		1 - 15*11		1 - 15*15	
Nominal total air flow (cfm)	1200		1600		2000		3000		4000	
Fan rpm Range	675-1260		540-1140		580-1160		475-1045		480-1090	
Voltage	380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50	
Refrigerant Charge (R22) lb.	3.5	1.7	4.5	2.2	5.5	2.7	12.1	4.5	14.5	6.2
CLEANABLE AIR FILTERS										
Face area ($ft.^2$)	2.4		3.2		4.0		6.0		8.0	
Thickness (in)	1		1		1		1		1	
OPERATING WEIGHT										
Base unit cu/al+(lb)	560	360	660	450	790	570	910	680	1170	890

* based on 95 F ambient air and 67 F entering wet bulb
** F.L.A. - Full Load Amp.
*** with turbulator
\+ cu/al - copper/aluminum

NOMENCLATURE

H PU A W R — 20 — 1

HAVASAZ
PACKAGED UNIT
AIR COOLED
WATER COOLED

TYPE
R - Roof Top
V - Vertical
HC - Horizontal Compact
H - Horizontal
X - With Mixing Box
S - Split

SIZE - TONS

03 - 3	25 - 25
04 - 4	30 - 30
05 - 5	35 - 35
08 - 8	40 - 40
10 - 10	50 - 50
15 - 15	60 - 60
20 - 20	70 - 70
	80 - 80

COMPRESSORS
1 - 1 Comp. Unit
2 - 2 Comp. Unit

LEGEND

BF - Bypass Factor
Ew - Entering Water
Edb - Entering Dry-Bulb
Ewb - Entering Wet-Bulb
KW - Compressor Motor Power Input
Ldb - Leaving Dry-Bulb
Lwb - Leaving Wet-Bulb
SHC - Sensible Heat Capacity (1000 Btu/h)
TC - Total Capacity (1000 Btu/h)
THR - Total Heat Rejection
MBH - (Btu/Hr)/1000
FPS - FT. per Second

www.HAVASAZ.com
Info@HAVASAZ.com

SINCE 1967 تاسیس ۱۳۴۶

پکیج هوایی و آبی هواساز

HAVASAZ AIR & WATER COOLED PACKAGED UNIT

PHYSICAL & ELECTRICAL DATA

TABLE – 2 – (SINGLE COMPRESSOR)

HPU MODELS	HPU–15–1		HPU–20–1		HPU–25–1		HPU–30–1		HPU–35–1		HPU–40–1	
	W	A	W	A	W	A	W	A	W	A	W	A
COMPRESSOR :												
NOMINAL CAPACITY (TONS)*	15		20		25		30		35		40	
No. Of Compressor	1		1		1		1		1		1	
Type	semi–herm.		semi–herm.		semi–herm.		semi–herm.		semi–herm.		semi–herm.	
Voltage	380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50	
F.L.A.**	24.2		26.4		33.8		39.3		53.7		58.8	
CONDENSER COIL***												
REFER TO HAVASAZ AIR COOLED CONDENSER CATALOGE.												
EVAPORATOR COIL												
Number Of Rows	4		4		4		4		4		4	
Fins Per INCH	10		10		10		10		10		10	
Total Face Area ($ft.^2$)	11.0		14.4		20.0		22.5		28.0		32.0	
Material Of fins					Aluminum							
Material Of Tubs					Copper							
Tube OD (in.)	3/8″		3/8″		3/8″		3/8″		3/8″		3/8″	
EVAPORATOR BLOWER & MOTOR												
Blower quantity – Size (in.)	1 – 15*15		1 – 20*20		1 – 20*20		2 – 15*15		2 – 15*15		2 – 20*15	
Nominal total air flow (cfm)	5,500		7,200		10,000		11,250		14,000		16,000	
Fan rpm Range	475–1090		390–795		390–795		520–1090		520–1090		400–800	
Voltage	380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50	
Refrigerant Charge (R22)	25.8	10.6	25.8	10.5	26.1	14.8	37.5	15.5	50.0	20.0	61.1	25.4
CLEANABLE AIR FILTERS												
Face area ($ft.^2$)	11.0		14.4		20.0		22.5		28.0		32.0	
Thickness (In)	1		1		1		1		1		1	
OPERATING WEIGHT												
Base unit cu/al+(lb)	1360	1050	1532	1200	1675	1320	1910	1500	2183	1680	2381	1870

* based on 95 F ambient air and 67 F entering wet bulb
** F.L.A. – Full Load Amp.
*** with turbulator
+ cu/al – copper/aluminum

شرکت تولیدی و صنعتی هواساز (سهامی خاص)
دفتر مرکزی: تهران، خیابان شهید بهشتی (عباس آباد)، خیابان سرافراز (دریای نور)، پلاک ۲، مجتمع دریای نور، طبقه ۴، واحدهای ۴۰۳ و ۴۰۵ کد پستی: ۱۵۸۷۶
تلفن: ۸۷۵۳۹۱۰ (شش خط) فاکس: ۸۷۵۳۹۱۱
کارخانه: کیلومتر ۱۸ جاده قدیم کرج، منطقه صنعتی اسماعیل آباد
تلفن: ۶۰۲۶۷۸۰ – ۲۲۲۵۷ (۰۲۲۶۹)، فاکس: ۶۰۲۶۷۵۰

SINCE 1967 تاسیس ۱۳۴۶

پکیج هوایی و آبی هواساز

HAVASAZ AIR & WATER COOLED PACKAGED UNIT

PHYSICAL & ELECTRICAL DATA

TABLE – 3 – (TWO COMPRESSORS)

HPU MODELS	HPU–10–2		HPU–15–2		HPU–20–2		HPU–30–2		HPU–40–2	
	W	A	W	A	W	A	W	A	W	A
COMPRESSOR :										
NOMINAL CAPACITY (TONS) * each	5		7.5		10		15		20	
No. of compressor	2		2		2		2		2	
Type	hermetic		hermetic		semi–herm.		semi–herm.		semi–herm.	
Voltage	380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50	
F.L.A.**	21.0		27.4		35.6		48.4		52.8	
CONDENSER COIL *** REFER TO HAVASAZ AIR COOLED CONDENSER CATALOGE.										
EVAPORATOR COIL										
Number Of Rows	4		4		4		4		4	
Fins Per Inch	10		10		10		10		10	
Total Face Area ($ft.^2$)	8.0		12.4		14.8		25.0		31.4	
Material Of Fins	Aluminum									
Material Of Tubes	Copper									
Tube OD (in.)	3/8"		3/8"		3/8"		3/8"		3/8"	
EVAPORATOR BLOWER & MOTOR										
Blower quantity – Size (in.)	1 – 15*15		1 – 15*15		1 – 20*20		2 – 15*15		2 – 20*15	
Nominal total air flow (cfm)	4,000		6,200		7,400		12,500		15,700	
Fan rpm Range	475–1090		475–1090		400–795		520–1090		400–800	
Voltage	380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50	
Refrigerant Charge (R22) lb	25.5	10	24.3	9.1	28	12.1	53.8	23.2	54	24
CLEANABLE AIR FILTERS										
Face area ($ft.^2$)	8.0		12.4		14.8		25.0		31.4	
Thickness (in)	1		1		1		1		1	
OPERATING WEIGHT										
Base unit cu/al+(lb)	1585	1150	1875	1400	2300	1700	2560	1950	3000	2300

* based on 95 F ambient air and 67 F entering wet bulb
** F.L.A. = Full Load Amp.
*** with turbulator
\+ cu/al – copper/aluminum

HAVASAZ INDUSTRIAL AND MANUFACTURING CO.

Head office: No. 2, Sarafraz str., Shahid Beheshti Ave.,
Daryayeh noor Bldg.,Unit 404 and 405,
Postal Code: 15876, Tehran-Iran
Tel.: (9821) 8754910 Fax: (9821) 8754911

Factory: Km. 18 Karaj old Rd.,
Esmaeel Abad Industrial City, Tehran-Iran,
Tel.: (9821) 6026780, Fax: (9821) 6026750

SINCE 1967 تاسیس ۱۳۴۶

پکیج هوایی و آبی هواساز

HAVASAZ AIR & WATER COOLED PACKAGED UNIT

PHYSICAL & ELECTRICAL DATA

TABLE – 4 – (TWO COMPRESSORS)

HPU MODELS	HPU-50-2		HPU-60-2		HPU-70-2		HPU-80-2	
	W	A	W	A	W	A	W	A
COMPRESSOR :								
NOMINAL CAPACITY (TONS) * each	25		30		35		40	
No. of compressor	2		2		2		2	
Type	semi-herm.		semi-herm.		semi-herm.		semi-herm.	
Voltage	380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50	
F.L.A.**	67.6		78.6		107.6		117.6	
CONDENSER COIL *** REFER TO HAVASAZ AIR COOLED CONDENSER CATALOGE.								
EVAPORATOR COIL								
Number Of Rows	4		4		4		4	
Fins Per Inch	10		10		10		10	
Total Face Area ($ft.^2$)	40.0		45.0		56.0		64.0	
Material Of Fins	Aluminum							
Material Of Tubes	Copper							
Tube OD (In.)	3/8"		3/8"		3/8"		3/8"	
EVAPORATOR BLOWER & MOTOR								
Blower quantity – Size (In.)	2 – 20*20		2 – 20*20		2 – 22*22		2 – 22*22	
Nominal total air flow (cfm)	20,000		22,500		28,000		32,000	
Fan rpm Range	385-800		385-800		380-790		380-790	
Voltage	380/3/50		380/3/50		380/3/50		380/3/50	
Refrigerant Charge (R22) lb	61	24.5	74.8	31	124	51	121.5	51
CLEANABLE AIR FILTERS								
Face area ($ft.^2$)	40.0		45.0		56.0		64.0	
Thickness (In)	1		1		1		1	
OPERATING WEIGHT								
Base unit cu/al (lb)	3500	2800	4100	3250	4560	3600	5000	3900

* based on 95 F ambient air and 67 F entering wet bulb
** F.L.A. = Full Load Amp.
*** with turbulator
+ cu/al – copper/aluminum

SINCE 1967 تاسیس ۱۳۴۶

پکیج هوایی و آبی هواساز

HAVASAZ AIR & WATER COOLED PACKAGED UNIT

HEATING CAPACITIES

TABLE – 26 – (HEATING CAPACITY (BTUH) – MBH * 1000 * COIL FACE AREA)

190 AVG WATER TEMP. – 6FPS												
Face Velocity(FPM)			500		550		600		700		800	
EDB	Rows	Fins	MBH	LDB	MBH	LDB	MBH	LDB	MBH	LDB	MBH	LDB
40	2	8	41.5	116.8	44.1	114.2	46.2	111.2	51.5	108.1	55.7	104.4
		10	46.7	126.4	49.4	123.1	52.0	120.2	57.2	115.6	62.5	112.3
		12	51.5	135.3	54.1	131.0	57.2	128.2	63.0	123.3	68.3	119.0
	3	8	53.5	139.0	56.7	135.4	60.4	133.2	66.2	127.5	71.9	123.2
		10	57.7	146.3	61.9	144.2	66.7	142.9	74.6	138.6	81.4	134.2
		12	64.1	158.7	68.3	154.9	73.5	153.4	82.4	148.9	90.8	145.0
50	2	8	38.8	121.7	41.2	119.3	43.2	116.5	48.1	113.6	52.0	110.1
		10	43.6	130.7	46.1	127.6	48.6	124.9	53.4	120.6	58.4	117.5
		12	48.1	139.0	50.6	135.0	53.4	132.4	58.8	127.8	63.8	123.8
	3	8	50.0	142.5	53.0	139.1	56.4	137.0	61.8	131.7	67.2	127.7
		10	53.9	149.8	57.8	147.3	62.3	146.1	69.7	142.1	76.0	138.0
		12	59.9	160.9	63.8	157.3	68.6	155.9	77.0	151.7	84.8	148.1
60	2	8	36.0	126.6	38.2	124.3	40.1	121.8	44.7	119.0	48.3	115.8
		10	40.5	134.9	42.8	131.8	45.1	129.5	49.6	125.5	54.2	122.7
		12	44.7	142.6	46.9	138.9	49.6	136.5	54.6	132.2	59.2	128.5
	3	8	46.4	145.8	49.2	142.7	52.4	140.8	57.4	135.9	62.3	132.1
		10	50.0	152.6	53.7	150.3	57.8	149.2	64.7	145.5	70.6	141.7
		12	55.6	162.9	59.2	159.6	63.7	158.3	71.4	154.4	78.7	151.0
70	2	8	33.2	131.4	35.3	129.4	37.0	127.0	41.2	124.5	44.6	121.5
		10	37.4	139.1	39.5	136.5	41.6	134.2	45.8	130.5	50.0	127.8
		12	41.2	146.2	43.3	142.8	45.8	140.6	50.4	136.6	54.6	133.2
	3	8	42.8	149.2	45.4	146.3	48.3	144.6	53.0	140.0	57.5	136.6
		10	46.2	155.4	49.5	153.4	53.4	152.3	59.7	148.9	65.1	145.4
		12	51.3	165.0	54.6	161.9	58.8	160.7	65.9	157.1	72.6	154.0

GENERAL :

Capacity ratings give values in MBH/Sq. Ft. Coil Face–Area and the LDB (Leaving Dry Bulb in degrees F) for 190 degree average water temprature , 6 FPS water velocity , and 40 , 50 , 60 and 70 degree entering air conditions.
Direct selection is possible for most common operating conditions . Intermediate conditions may be selected by direct interpolation.

INFORMATION REQUIRED FOR SELECTION

Air Quantity in CFM – (Standard Air 70 F and 29.92 " Hg.)
Water Quantity in GPM
Entering Air DB Temperature in degree F.
Heating Load – Btu/(Hr*Coil Face Area*1000)
Face Velocity Limitation – FPM Standard Air

FORMULAS :

$$\text{Average Water Temp.} = \frac{(\text{Entering Water Temp.} + \text{Leaving Water Temp.})}{2} \qquad \text{(Eq. 4)}$$

$$\text{Total Heating MBH} = \frac{1.08 * \text{CFM} * \text{Air Temperature Rise}}{1000} \qquad \text{(Eq. 5)}$$

$$\text{Total Heating MBH} = \text{GPM} * \frac{(\text{Entering Water Temp.} - \text{Leaving Water Temp.})}{2} \qquad \text{(Eq. 6)}$$

$$\text{GPM} = \frac{\text{Total Heating MBH} * 2}{(\text{Entering Water Temp.} - \text{Leaving Water Temp.})} \qquad \text{(Eq. 7)}$$

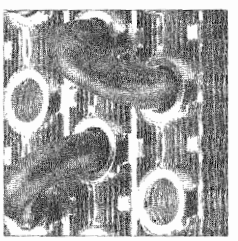
$$\text{CFM (std. air)} = \text{CFM (other)} * \frac{13.35\ (\text{specific volume std. air})}{\text{specific volume (other)}} \qquad \text{(Eq. 8)}$$

NOTE : specific volumes for various air conditions are shown on psychrometric charts and ASHRAE Handbook of Fundamentals.

MEHRASL کارخانجات تولیدی مهر اصل

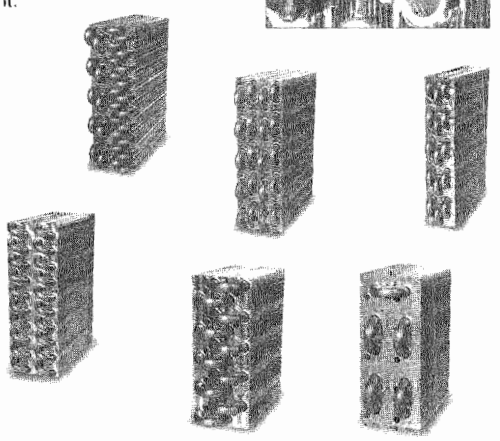
Fins &Tube Heat Exchanger-Mini Air Condiioners

Mehr Asl Fins & Tube Heat Exchangers:



Mehr Asl is the largest producer of Coils and Fins in Iran and Middle East.These products are used extensively in Air conditioning and refrigeration applications.

For more information about these products please refer to our "Fins and Coils catalogue," or contact our Sales department.

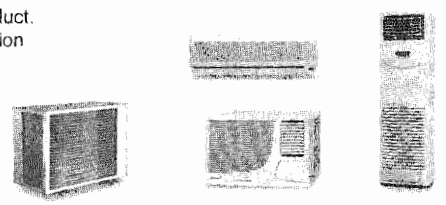


Fin material : Alminium or copper
Tube size : 3/8" & 5/8"
Tube type (copper) : inner groved & plain
Fin thickness : 80-200 micron
Fin plate types : plain, V vaffle & slit type
Row number : 1-12
Coil length : 100-7200 mm
Coil height : 100-2300 mm
Fins per inches : 4-18 F.P.I

Mehr asl Mini Air Conditioners.

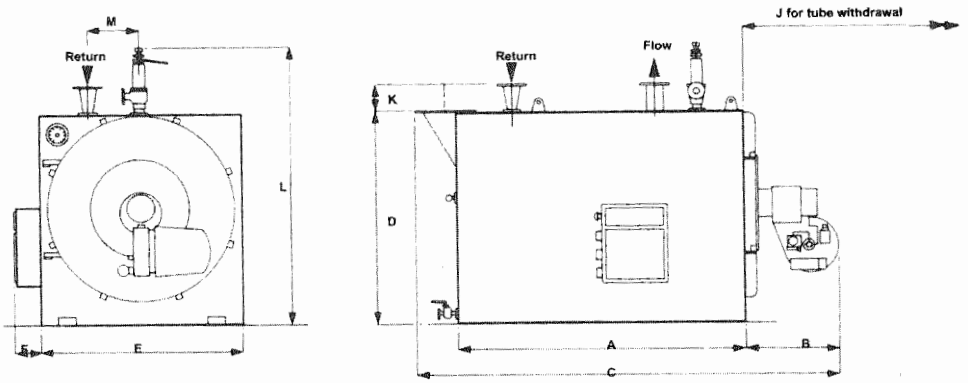
We are proud to introduce our mini Air Conditioner line of Product. To serve the need of residential places and also small production units. They come in four different series as following:

- CAL series: compact Air-cooled units.
- WA series: window mounted units.
- PA series: Split units.
- DPA series: Ducted Split units.



Nominal cooling capacities : 9000 -180000 Btu/hr

Design Data & Dimensions
HARARAT GOSTAR Hot Water Boilers



MODEL		HW5	HW6	HW7	HW8	HW9	HW10	HW12	HW 14	Hw16	HW18	HW20	HW24
Boiler Ratings	KW	1465	1758	2051	2345	2638	2930	3517	4103	4689	5275	5861	7033
	KCAL/HR 10^3	1260	1510	1760	2020	2270	2525	3024	3528	4032	4536	5040	6048
	BTU/HR 10^6	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24
Dimensions	A mm	2623	2623	2923	2923	2923	3193	3250	4020	4020	4880	4880	4880
	B mm	835	835	975	975	975	975	800	800	800	1000	1000	1000
	C mm	3843	3843	4410	4410	4410	4680	4960	5630	5630	6470	6470	6470
	D mm	1965	1965	2290	2290	2290	2290	2545	2545	2545	2755	2755	2755
	E mm	1850	1850	2150	2150	2150	2150	2320	2320	2320	2530	2530	2530
	F mm	200	200	250	250	250	250	200	200	200	300	300	300
	J mm	2440	2440	2740	2740	2740	3010	3130	3795	3795	4420	4420	4420
	K mm	250	250	250	250	250	250	245	245	245	245	245	245
	L mm	2670	2670	2895	2895	2895	2895	3332	3444	3444	3730	3730	3730
	M mm	345	345	345	345	345	345	360	360	360	400	400	400
Recommended Chimney Dia.	mm	330	355	380	405	430	455	510	560	610	635	685	710
Safety Valve Dia.	mm	65	65	75	75	75	75	2x65	2x65	2x65	2x75	2x75	2x75
Flow Connection Dia.	mm	150	150	150	150	150	150	203	203	203	203	250	250
Return Connection Dia.	mm	150	150	150	150	150	150	203	203	203	203	250	250
Drain Valve Dia.	mm	25	25	32	32	32	32	50	50	50	50	50	50
Oil Connection Dia.	B.S.P.	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
Fuel Consumption (Oil)	Kg/Hr	148.5	178.2	208	237.6	267.3	300	356.4	415.6	475.2	534.6	594	713
Fuel Consumption (Gas)	M^3/Hr	171.9	206.2	240.6	275	309.3	347.1	412.5	481	550	618	667	801
Boiler Weight-Empty	Tonne	3.88	3.88	8.27	8.27	8.27	8.27	10.3	10.3	12.1	18	18.5	19
Boiler Weight-Full	Tonne	7.28	7.28	13.5	13.5	13.5	14.42	17	17	20.5	30.4	31.7	32.7

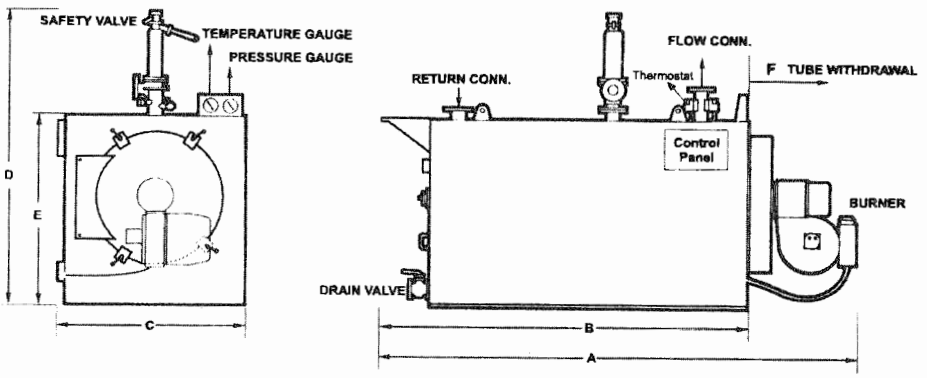
Notes:

1. Standard Working Pressure 9.31 Bar.G, 0.92 N/mm², 135 P.S.I.G (Higher or Lower Pressures also available).
2. Fuel Consumption (Oil) based upon G.C.V. 42815 kJ/kg (18407 BTU/Lb) and boiler efficiency of 83%.
3. Fuel Consumption (Gas) based upon G.C.V 38500 kJ/m^3 (1043 BTU/Ft3) and Boiler efficiency of 79%.
4. All dimensions and weights are approximate only. Refer to Engineering Dept. for detailed information.

HARARAT GOSTAR

Email:info@hararat-gostar.com Http://www.hararat-gostar.com

Design Data & Dimensions
HARARAT GOSTAR Hot Water Boilers



Boiler Ratings	KW	293	366	513	586	732	879	1025	1172	1319	1465	1612	1760
	KCAL/HR 10^3	253	316	442	505	631	758	884	1010	1136	1263	1389	1515
	BTU/HR 10^6	1	1.25	1.75	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
Dimensions	Amm	2515	2946	2946	2946	2946	3404	3404	3404	3937	3937	3937	3937
	Bmm	1854	1854	2108	2108	2108	2464	2464	2464	2997	2997	2997	2997
	Cmm	991	991	1219	1219	1219	1575	1575	1575	1676	1676	1676	1676
	Dmm	1778	1778	2007	2007	2007	2134	2134	2134	2311	2311	2311	2311
	Emm	1143	1143	1295	1295	1295	1473	1473	1473	1600	1600	1600	1600
	Fmm	1727	1727	2032	2032	2032	1981	1981	1981	2438	2438	2438	2438
Recommended chimney Dia.	mm	152	203	229	229	254	254	280	280	305	330	356	380
Safety Valve Dia.	mm	25	25	32	32	32	40	40	40	50	50	50	50
Flow Connection Dia.	mm	65	65	80	80	80	100	100	100	125	125	125	150
Return Connection Dia.	mm	65	65	80	80	80	100	100	100	125	125	125	150
Drain Valve Dia.	mm	25	25	32	32	32	40	40	40	50	50	50	50
Oil Connection Dia.	B.S.P.	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
Fuel Consumption (oil)	Kg/Hr	30	37.5	52.5	60	75	90	105	120	135	150	165	180
Fuel Consumption (Gas)	M^3/Hr	35	43	61	69	87	104	121	139	156	174	191	208
Boiler Weight-Empty	Tonne	2.05	2.35	2.40	2.42	3.20	4.03	4.1	4.14	4.89	4.92	4.96	5
Boiler Weight-Full	Tonne	2.35	3.03	3.07	3.15	3.67	5.44	5.47	5.49	6.7	6.71	6.73	6.74

Notes:

1.Standard Working Pressure 9.31 Bar.G,0.92 N/mm², 135 P.S.I.G (Higher or Lower Pressures also available).
2.Fuel Consumption (oil) based upon G.C.V. 42815 kj/kg (18407 BTU/Lb) and boiler efficiency of 83%.
3.Fuel Consumption (Gas) based upon G.C.V 38500 kj/m³ (1043 BTU/Ft3) and Boiler efficiency of 79%.
4.All dimensions and weights are approximate only .Refer to Engineering Dept. for detailed information.

HARARAT GOSTAR

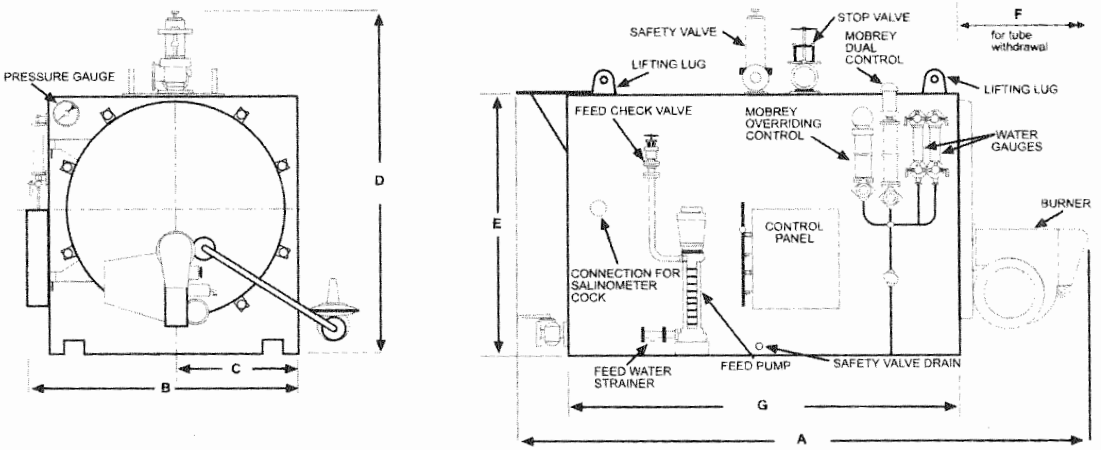
E-mail: hararatg@safineh.net Http://www.Safineh.net/~hararatg

No. 543, Taleghani Ave. P.O.Box : 15875 - 5371 Tehran-iran

Tel : (021) 765889, 765893 Fax : (021) 764531

دیگ بخار ساخت شرکت تولیدی و مهندسی حرارت گستر

Design Data & Dimensions
HARARAT GOSTAR Steam Boilers



STANDARD WORKING PRESSURE OF 1040 kN/m2, 150 PSI, 10.55 kg/cm2, 10.2ATMS

Evaporation	kg/h	550	1000	1250	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
F.&A. 100°C (212°F)	lb/h	1210	2200	2750	3300	4400	5500	6600	7700	8800	9900	11000
	kw	345	627	784	941	1254	1568	1881	2195	2508	2822	3135
Dimensions (Diesel)	Amm	2920	3162	3162	3739	3739	4094	4094	4840	4840	5240	5240
	Bmm	1420	1923	1923	2123	2123	2523	2523	2745	2745	2945	2945
	Cmm	560	775	775	875	875	1075	1075	1175	1175	1275	1275
	Dmm	1750	2185	2185	2385	2385	2860	2860	3165	3170	3370	3370
	Emm	1450	1673	1673	1873	1873	2298	2298	2573	2573	2773	2773
	Fmm	1600	1980	1980	2440	2440	2740	2740	3200	3200	3200	3200
	Gmm	1970	2163	2163	2623	2623	2923	2923	3353	3353	3353	3353
Recommended Chimney Dia.	mm	200	205	230	280	305	355	370	405	430	455	485
Safety Valve Dia.	mm	40	40	40	50	50	65	65	65	65	80	80
Steam Stop Valve Dia.	mm	50	65	65	80	80	100	100	125	125	125	125
Blow Down Valve Dia.	mm	32	32	32	32	32	32	32	32	32	50	50
Feed Check Valve Dia.	mm	25	25	25	25	25	25	25	40	40	40	40
Feed Pump Inlet Dia.	mm	25	25	25	25	25	25	32	32	32	32	32
Feed Water Strainer Dia.	mm	25	32	32	32	32	32	40	40	40	40	40
Oil Inlet Connection Dia.	B.S.P	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1"	1"	1"	1"
Fuel Consumption (Diesel)	kg/h	33	60	75.1	90.1	120.1	150.1	180.1	210.2	240.2	270.2	300
Fuel Consumption (Diesel)	L/hr	39,3	71,5	89.4	107.2	143	178.8	214.5	250.2	286	321.7	358
Fuel Consumption (Nat. Gas)	M3/hr	41,1	74,7	93.3	112	149.3	186.6	224	261.3	298.6	335.9	373
Boiler Weight - Empty	Tonnes	1.58	3.8	3.8	4.07	4.07	5.72	7.5	9.9	10.4	11.4	12
Boiler Weight - to N.W.L.	Tonnes	2.16	5,3	5.3	6.15	6.15	8.7	12.2	16.4	16.7	17.7	19
Boiler Weight - Full of Water	Tonnes	2.56	5,7	5.7	6.85	6.85	9.68	13.3	18.0	18.3	19.3	20.6

NOTES:
1- Oil fuel consumption based on Class D: BS2869 N.C.V. 35863 kJ/L (15422 BTU/L).
2- Gas Fuel Consumption based on gas N.C.V. 34828 kj / M3 (935 BTU/Ft3).
3- Nett Efficiencies of up to 89%.
4- All dimensions and weights are approximate only.
5- Fuel consumption based on boiler working pressure of 10.34 Barg.

HARARAT
GOSTAR

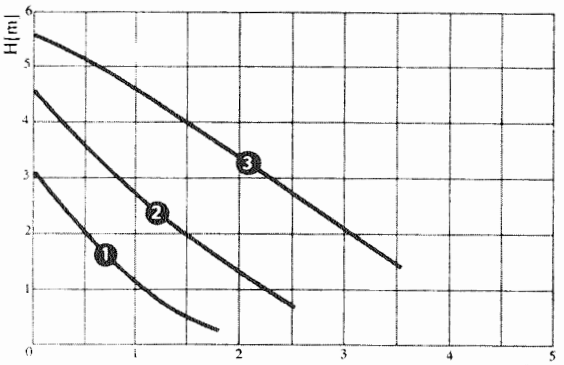
E-mail: hararatg@safineh.net **Http://www.Safineh.net/~hararatg**

No. 543, Taleghani Ave. P.O.Box : 15875 - 5371 Tehran-iran

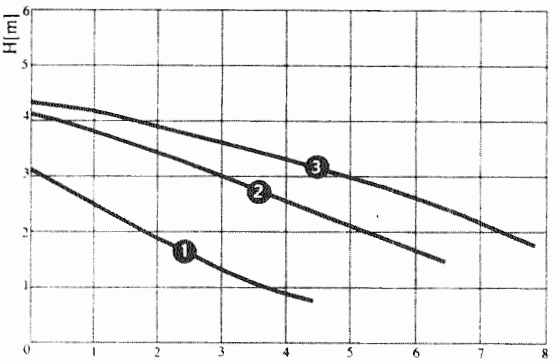
Tel : (021) 765889, 765893 Fax : (021) 764531

پمپ WILO ساخت آلمان (گروه صنعتی ایران رادیاتور)

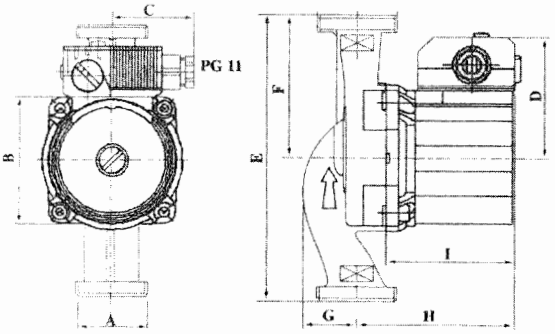
WILO . . . *Efficient . Comfort . Quality*

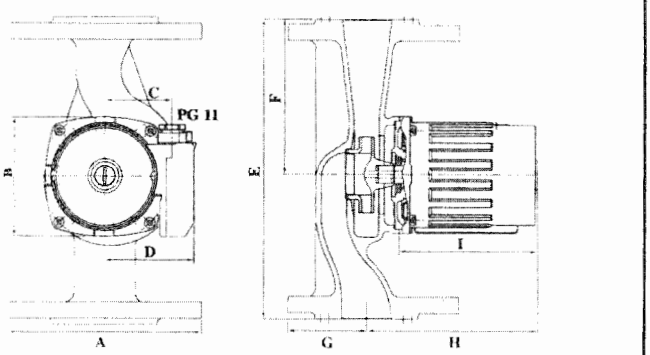


Models Star Rs 25/6 & 30/6



Model RL 40/40





MEASUREMENTS - WEIGHTS

PUMP MODEL	DN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Weight
		mm									Kg
STAR RS 25/6 - 130	1"	32	92.5	54	76.0	130	90	33	97	79	2.2
STAR RS 25/6 - 180	1"	32	92.5	54	76.0	180	90	33	97	79	2.4
STAR RS 30/6 - 180	1¼"	40	92.5	54	76.0	180	90	33	97	79	2.6
RL 40/40	2"	156	97.0	54	83.3	250	130	65	140	113.5	7.8

PERFORMANCE CHARACTERISTICS

PUMP MODEL	Speed Selection	Power W	Motor R.P.M	Capacity			Head		Other Pump Data
				M^3/h	L/Min	US Gallon/Min	Meter	Foot	
STAR RS 25/6 - 130	1 Min	41 - 50	1200	1.8	30	7.93	3.1	10.2	230 V ~ 50 Hz IP 42 Fluid Temp. range - 10 ° C to + 110 ° C Max. Working Pressure 10 Bar
	2	56 - 75	1900	2.7	45	11.89	4.5	14.8	
	3 Max	77 - 99	2200	3.6	60	15.85	5.6	18.4	
STAR RS 25/6 - 180	1 Min	41 - 50	1200	1.8	30	7.93	3.1	10.2	
	2	56 - 75	1900	2.7	45	11.89	4.5	14.8	
	3 Max	77 - 99	2200	3.6	60	15.85	5.6	18.4	
STAR RS 30/6 - 180	1 Min	41 - 50	1200	1.8	30	7.93	3.1	10.2	
	2	56 - 75	1900	2.7	45	11.89	4.5	14.8	
	3 Max	77 - 99	2200	3.6	60	15.85	5.6	18.4	
RL 40/40	1 Min	99	1700	4.0	66.7	17.62	3.2	10.5	
	2	133	2370	6.0	100	26.42	4.1	13.5	
	3 Max	166	2700	8.0	133.3	35.22	4.4	14.4	

IRANRADIATOR

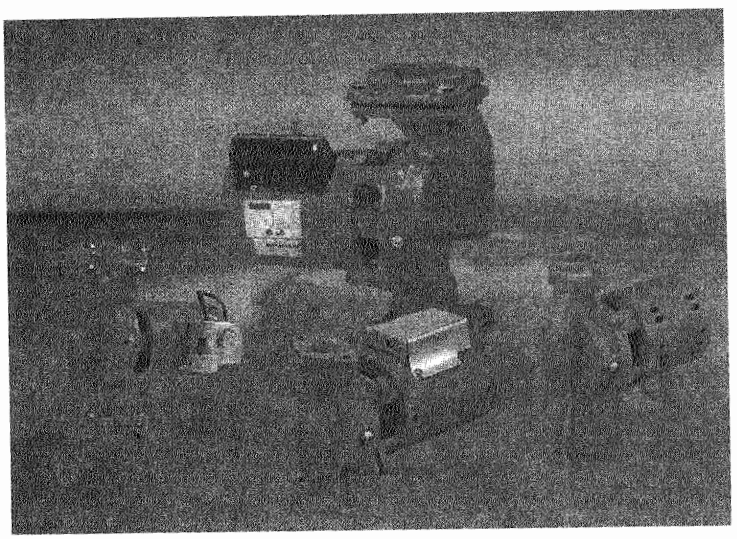
IRAN RADIATOR CO. LTD.
No. 495, TALEGHANI AVE.,
TEHRAN 15718 IRAN
TEL. (00-98-21) 883 55 19, 20, 21
FAX. (00-98-21) 883 05 23, 4
E-mail Address ALL-THERM@NEDA.NET
info@IRAN-RADIATOR.COM

WWW.IRAN-RADIATOR.COM

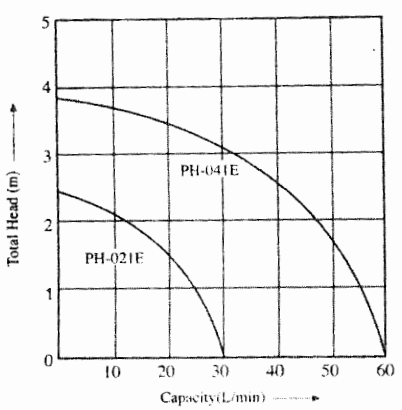


پمپ LG ساخت کره (گروه صنعتی ایران رادیاتور)

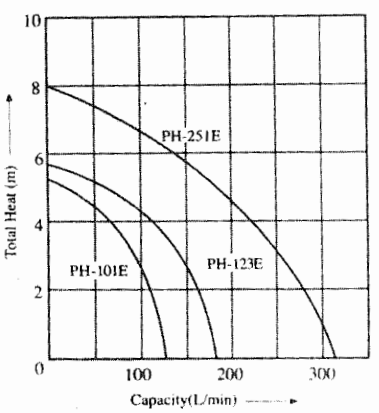
LG Pumps . . . *Efficient . Comfort . Quality*



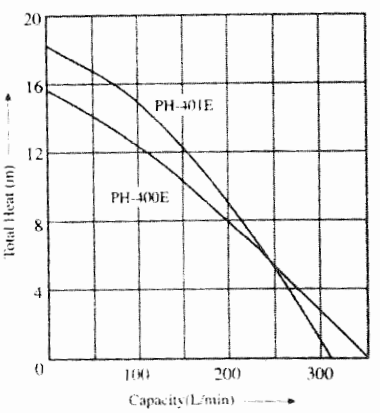
- A wide range of sizes for any setting.
- Specially designed for water boosting and heating system.
- Runner free impeller for easy maintenance.
- Self-priming pump.
- Low noise.
- No Leakage.
- Operates automatically whether water faucet is open or not.



Models PH-021 E, PH-041 E



Models PH-101 E, PH-123 E, PH-251 E



Model PH-400 E, PH-401 E

PUMP PERFORMANCE CHARACTERISTICS

MODEL	Power source	Power (W)	Capacity (L/Min)	Head (M)	Pipe Connection Suction & Discharge		Weight (Kg)
					mm	Inch	
PH-021 E	220 V 50 Hz Single Phase	20	25	2	25	1"	4
PH-041 E		40	28	3.5	25	1"	6.5
PH-101 E		100	85	4.5	40	1 ½"	12
PH-123 E		125	150	5.5	50	2"	19
PH-251 E		250	210	7.5	65	2 ½"	21
PH-400 E		800	300	15.5	80	3"	30
PH-401 E		962	250	19	50	2"	30

ایران رادیاتور
IRANRADIATOR
IRAN RADIATOR CO. LTD.
No. 495, TALEGHANI AVE.,
TEHRAN 15718 IRAN.
TEL: (00–98–21) 883 55 19, 20, 21
FAX: (00–98–21) 883 05 23, 4
E-mail Address : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM

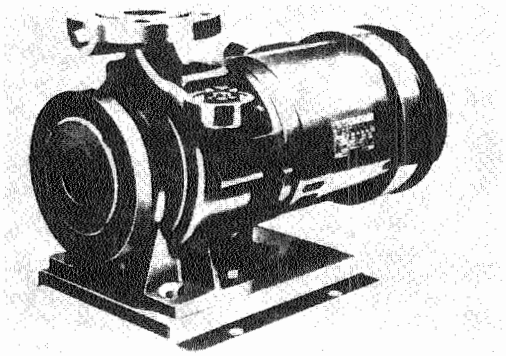
WWW. IRAN-RADIATOR.COM

2 YEARS GUARANTEE

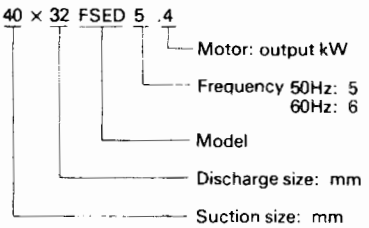
MODEL FSD (Motor Close Coupled)

■ Specifications

	Standard	Optional
Liquid	Fresh water	
Temperature	0 ~ 80°C (32 ~ 176°F)	81 ~ 100°C (177 ~ 212°F)
Max. suction pressure (kgf/cm²)	$10.2 - \frac{\text{Shut off head}}{10}$	
Re. NPSH	Below 4 m	
Synchronous speed	3000 min⁻¹/50 Hz 3600 min⁻¹/60 Hz	
Installation	Indoors	
Materials Casing Impeller Shaft Others	 Cast iron Cast iron but 32 × 32FSFD ...304 stainless steel 403 stainless steel but 32 × 32FSFD ...304 stainless steel	 Bronze
Flange	JIS 10kgf/cm² GR.F.	
Construction Impeller type Stuffing box Bearing	 Enclosed Mechanical seal Sealed ball	
Accessories	Bed . . . . . 1 Priming funnel & valve . . . . . 1 (excepting below 50 × 40φ)	



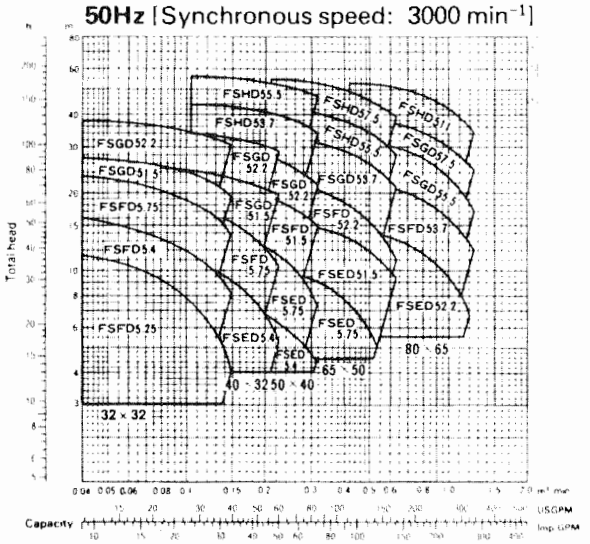
Symbols



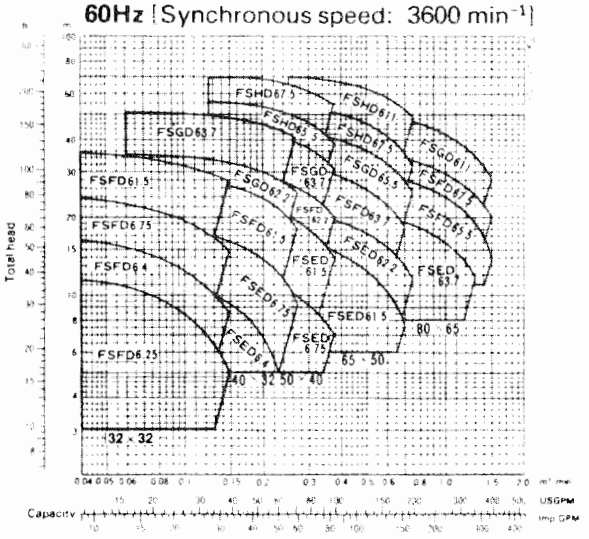
■ Selection Charts

Model FSD

50Hz [Synchronous speed: 3000 min⁻¹]



60Hz [Synchronous speed: 3600 min⁻¹]



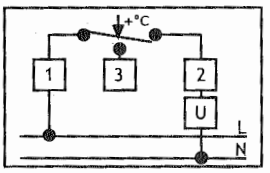
لوازم کنترل IMIT ساخت ایتالیا (گروه صنعتی ایران رادیاتور)

IMIT . . . *Efficient . Comfort . Accuracy*

BRC — CONTACT ADJUSTABLE THERMOSTAT — ترموستات جداری

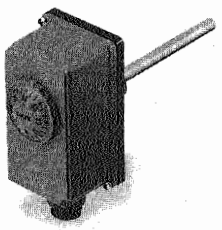


- Adjustable temperature : 20° / 90° C
- Complete with fastening spring-band L = 220 mm
- Metalcrom-paste tube also included
- 3 Terminals

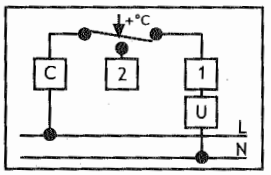


- تنظیم دمای : ۲۰° / ۹۰° C
- همراه با فنر نصب به طول L = 220 mm
- خمیر اتصال متالکروم
- ۳ ترمینال اتصال

TC2 — IMMERSION ADJUSTABLE THERMOSTAT — ترموستات مستغرق

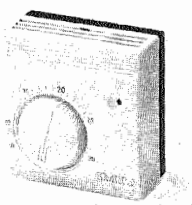


- Adjustable temperature : 0° / 90° C
- 1/2 " protection pocket L = 100 mm
- 3 Terminals

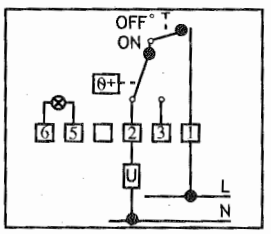


- تنظیم دمای : ۰° / ۹۰° C
- غلاف محافظ ۱/۲" به طول L = 100 mm
- ۳ ترمینال اتصال

TA2n — ROOM THERMOSTAT — ترموستات اطاقی



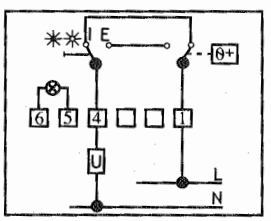
- Adjustable temperature : 5° / 30° C
- Warning Lamp
- On / Off switch
- 3 Terminals



تک فصل :

- تنظیم دمای : ۵° / ۳۰° C
- چراغ هشدار
- کلید روشن / خاموش
- ۳ ترمینال اتصال

- Adjustable temperature : 5° / 30° C
- Warning Lamp
- Summer / Winter mode switch
- 3 Terminals



دو فصل :

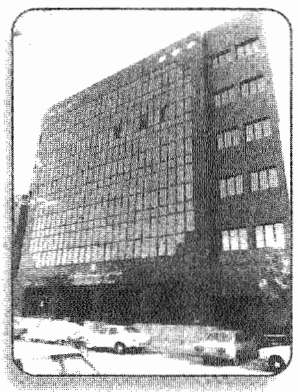
- تنظیم دمای : ۵° / ۳۰° C
- چراغ هشدار
- کلید تابستان / زمستان
- ۳ ترمینال اتصال

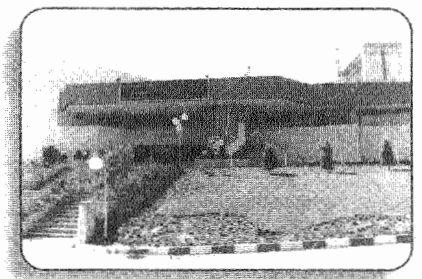
ایران رادیاتور
IRANRADIATOR
گروه صنعتی ایران رادیاتور
تهران : خیابان طالقانی – نبش چهارراه بهار
شماره ۴۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ – ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ – ۸۸۱۰۸۴۷
فاکس : ۴ – ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیک : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW. IRAN-RADIATOR.COM

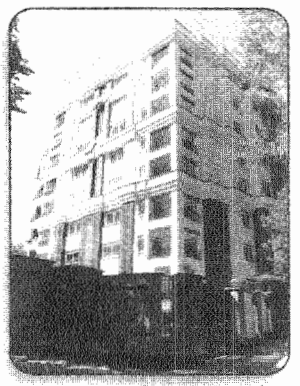
یک سال گارانتی

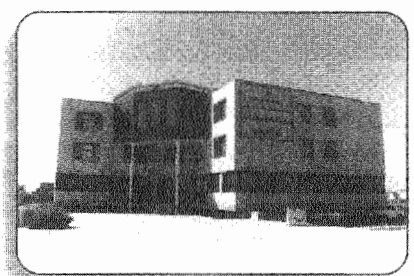
چیلر جذبی ساخت شرکت زهش

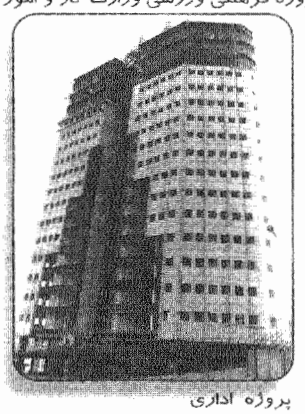
80 MODELS - FROM 40 TO 1240 TONS

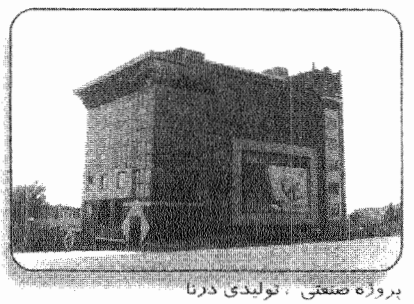

اداره مرکزی شیلات


پروژه فرهنگی ورزشی وزارت کار و امور اجتماعی


پروژه مسکونی تهران


پروژه وزارت اموراقتصادی ودارایی شهرستان کرج


پروژه اداری


پروژه صنعتی ، تولیدی دارنا

LOW TEMPERATURE MODELS

Model		14ZB	40L	50L	60L	70L	90L	011L	013L	015L	017L
Nominal Capacity		TON	40	50	60	70	90	110	130	150	170
Chilled Water	Flow Rate	gpm	96	120	144	168	216	264	312	360	408
	Pressure Drop	ft.w	7.0	8.0	8.0	10.0	10.0	11.0	12.5	14.8	15.6
Cooling Water	Flow Rate	gpm	220	275	330	385	495	605	715	825	935
	Pressure Drop	ft.w	5.4	7.4	6.8	8.0	9.4	10.0	11.7	14.8	15.6
Hot Water	Flow Rate	gpm	124	155	186	217	279	341	403	465	527
	Pressure Drop	ft.w	8.7	13.4	11.4	15.3	14.4	15.9	19.0	25.0	21.1
Electrical Power	Solution Pump	KW	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	Refrigerant Pump	KW	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Dimensions	Length	cm	365	365	365	365	365	365	420	420	420
	Width	cm	111	111	111	111	133	133	153	153	153
	Height	cm	225	225	225	225	240	240	270	270	270

Note :

1 - Chilled Water Temperature : 55/45 °F

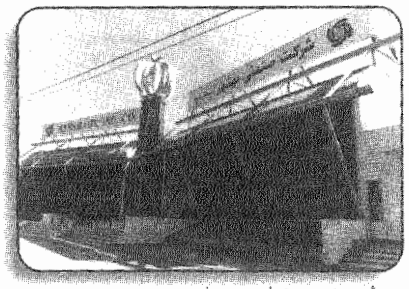
2 - Cooling Water Temperature : 85/97.3 °F

3 - Hot Water Temperature : 194/180 °F

4 - Fouling factor of all tubes is 0.0005

5 - Maximum allowable operating pressure of chilled , cooling and hot water is 8 Kgf/cm^2

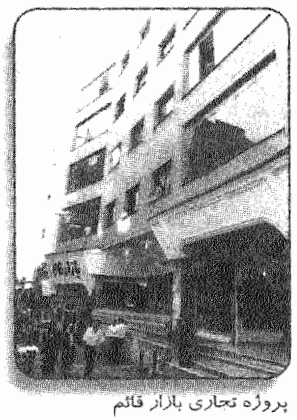
ZAHESH



پروژه صنعتی . تولیدی بهشهر



شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های‌نفتی ایران



پروژه تجاری بازار قائم



بیمارستان ابن سینا

HOT WATER MODELS

Model		14ZB	40H	50H	60H	70H	90H	011H	013H	015H	017H	019H
Nominal Capacity		TON	40	50	60	70	90	110	130	150	170	190
Chilled Water	Flow Rate	gpm	96	120	144	168	216	264	312	360	408	456
	Pressure Drop	ft.w	7.0	8.0	8.0	10.0	10.0	12.1	13.4	14.8	18.7	19.5
Cooling Water	Flow Rate	gpm	160	200	240	280	360	440	520	600	680	760
	Pressure Drop	ft.w	4.0	4.3	4.5	4.7	5.4	6.7	8.0	8.6	10.1	10.9
Hot Water	Flow Rate	gpm	80	100	120	140	180	220	260	300	340	380
	Pressure Drop	ft.w	4.3	6.6	6.1	8.3	6.7	9.8	11.4	11.7	14.7	13.1
Electrical Power	Solution Pump	KW	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	Refrigerant Pump	KW	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Dimensions	Length	cm	365	365	365	365	365	365	365	420	420	420
	Width	cm	111	111	111	111	133	133	133	153	153	153
	Height	cm	225	225	225	225	240	240	240	270	270	270

Note :

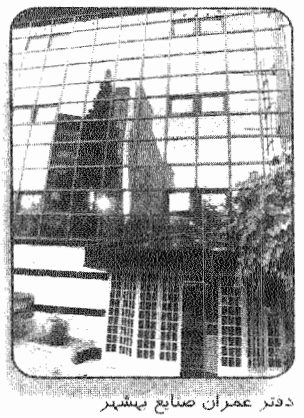
1 - Chilled Water Temperature : 55/45 °F

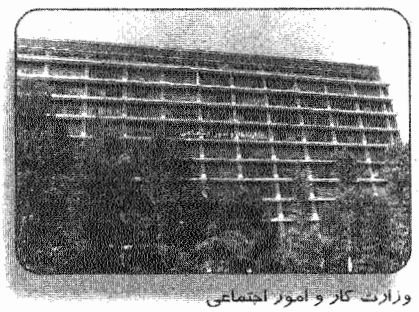
2 - Cooling Water Temperature : 85/100 °F

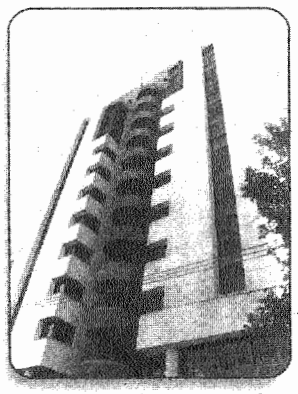
3 - Hot Water Temperature : 248/230 °F

4 - Fouling factor of all tubes is 0.0005

5 - Maximum allowable operating pressure of chilled , cooling and hot water is 8 Kgf/cm^2


دفتر عمران صنایع بهشهر


وزارت کار و امور اجتماعی

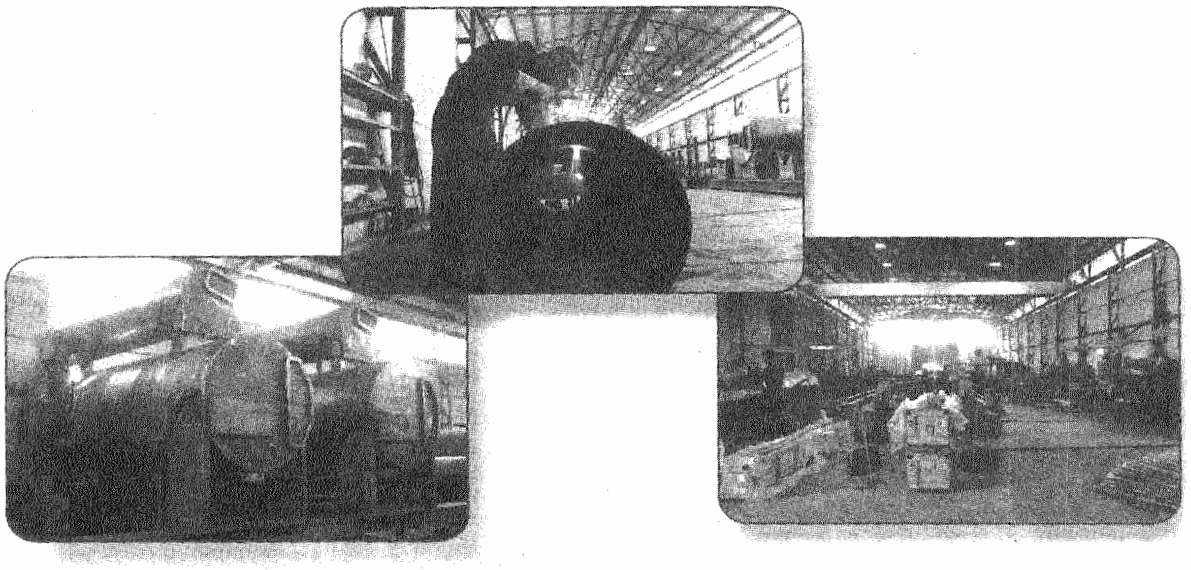

پروژه مسکونی تهران

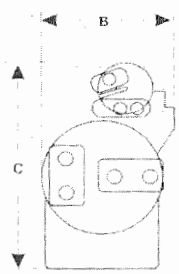
STEAM FIRED MODELS

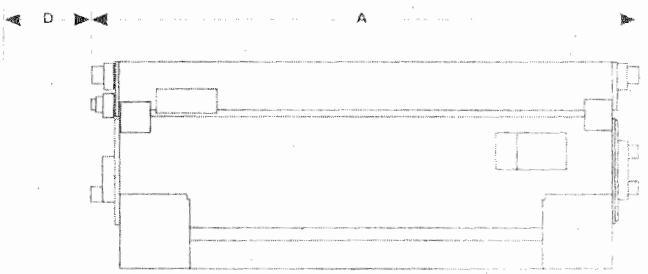
Model			14ZB	40S	50S	60S	70S	90S	011S	013S	015S	017S	019S
Nominal Capacity			TON	40	50	60	70	90	110	130	150	170	190
Chilled Water	Flow Rate		gpm	96	120	144	168	216	264	312	360	408	456
	Pressure Drop		ft.w	7.0	8.0	8.0	10.0	10.0	12.1	13.4	14.8	18.7	19.5
Cooling Water	Flow Rate		gpm	156	195	234	273	351	429	507	585	663	741
	Pressure Drop		ft.w	4.0	4.3	4.5	4.7	5.4	6.7	8.0	8.6	10.1	10.9
Steam	Consumption Rate		lb/hr	724	905	1086	1267	1629	1991	2353	2715	3077	3439
	Pressure		psig	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Electrical Power	Solution Pump		KW	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	Refrigerant Pump		KW	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Dimensions	Length		cm	365	365	365	365	365	365	365	420	420	420
	Width		cm	111	111	111	111	133	133	133	153	153	153
	Height		cm	225	225	225	225	240	240	240	270	270	270

Note :
1 - Chilled Water Temperature : 55/45 °F
2 - Cooling Water Temperature : 85/100 °F
3 - Fouling factor of chilled and cooling water is 0.0005
4 - Maximum allowable operating pressure of chilled , cooling and hot water is 8 Kgf/cm^2

ZAHESH





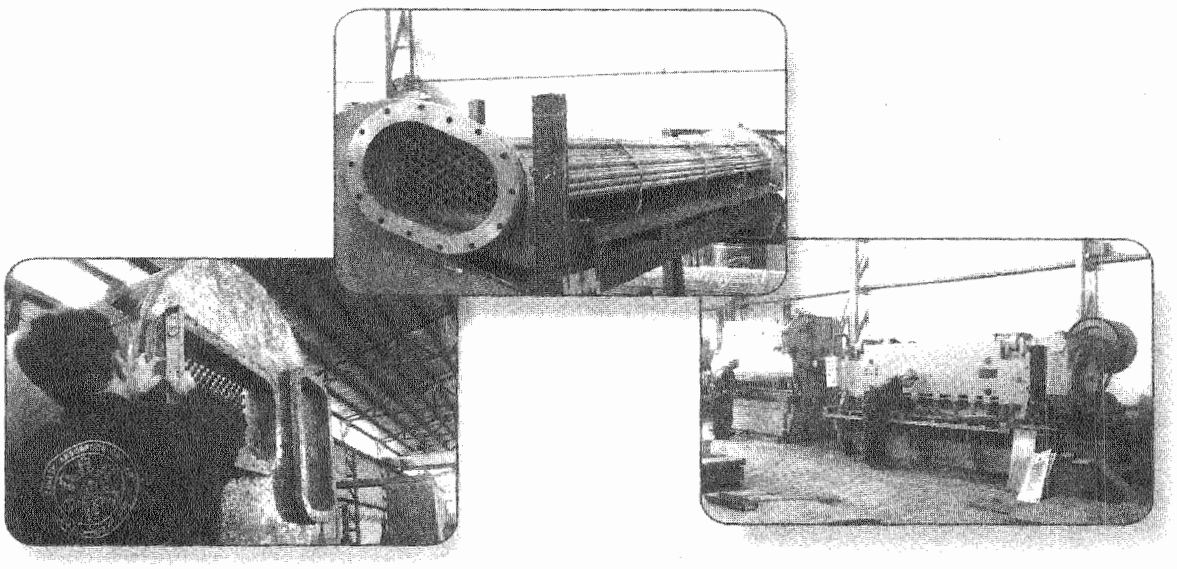


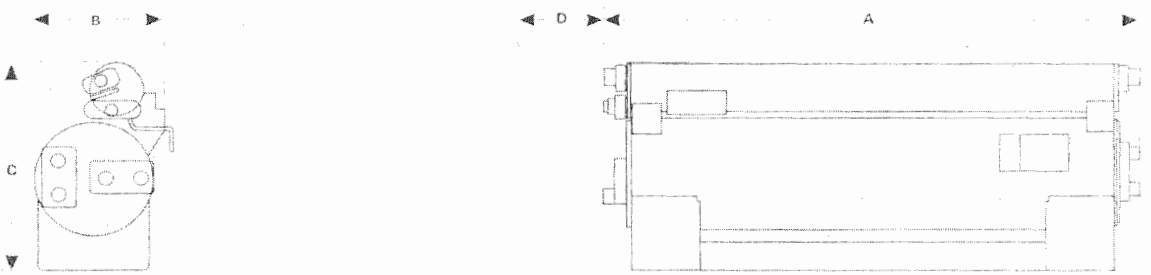
DIMENSIONS AND NOZZLE SIZE

HOT WATER AND LOW TEMPERATURE MODELS

MODEL	Dimensions (cm)				Nozzle Size (inch)		
14ZB	A	B	C	D	Evap.	Abs-Cond.	Gen.
40H ,50H ,60H ,70H	365	111	225	300	4	4	3
90H ,011H ,013H	365	133	240	300	4	5	4
015H ,017H ,019H	420	153	270	350	5	6	5
40L ,50L	365	111	225	300	4	4	3
60L ,70L	365	111	225	300	4	5	4
90L ,011L	365	133	240	300	4	6	5
013L ,015L ,017L	420	153	270	350	5	6	5

8 0 M O D E L S - F R O M 4 0 T O 1 2 4 0 T O N S .





DIMENSIONS AND NOZZLE SIZE

STEAM FIRED MODELS

MODEL	Dimensions (cm)				Nozzle Size (inch)			
14ZB	A	B	C	D	Evap.	Abs-Cond.	Gen.	
							Steam	Cond.
40S ,50S ,60S ,70S	365	111	225	300	4	4	2 ½	1
90S ,011S ,013S	365	133	240	300	4	5	3	1 ¼
015S ,017S ,019S	420	153	270	350	5	6	4	1 ¼

ZAHESH

SARAN

Hot Water Driven Absorption Chiller

Specification

Standards

Item		Model	SRALC-30		SRALC-40		SRALC-50		SRALC-60		SRALC-70		SRALC-85		SRALC-100		SRALC-115		SRALC-130		SRALC-150	
Inlet/Outlet Temperature of Chilled Water		°C	12-7	13-8	12-7	13-8	12-7	13-8	12-7	13-8	12-7	13-8	12-7	13-8	12-7	13-8	12-7	13-8	12-7	13-8	12-7	13-8
Cooling Capacity		USRT	28	30	37	40	47	50	55	60	65	70	79	85	93	100	108	115	122	130	139	150
Chilled Water	Flow Rate	m³/h	16.9	18.1	22.4	24.2	28.4	30.2	33.3	36.3	39.3	42.3	47.8	51.4	56.2	60.5	65.3	69.6	73.8	78.6	84.1	90.7
	Pressure Drop	mAq	3.8	4.4	3.8	4.5	5.5	6.2	4.6	5.3	5.7	6.6	5.4	6.3	4.5	5.2	4.4	5.0	4.1	4.6	7.5	8.7
	Connection Size	A	65				80								100							
	Pass No.	_	EVEN								ODD						EVEN				ODD	
Cooling Water	Inlet/Outlet Temperature	°C	31.0 ⟶ 36.5																			
	Flow Rate	m³/h	36.6	39.3	48.4	52.3	61.5	65.4	72.0	78.5	85.1	91.6	103.4	111.2	121.7	130.9	141.3	150.5	159.6	170.1	181.9	196.3
	Pressure Drop	mAq	4.1	4.7	3.9	4.7	7.1	8.1	6.8	8.1	7.8	9.1	8.4	9.8	5.3	6.2	5.7	6.4	6.3	7.2	7.6	8.8
	Connection Size	A	80				100						125							150		
	Pass No.	_	EVEN														ODD				EVEN	
Hot Water	Inlet/Outlet Temperature	°C	95.0 ⟶ 80.0																			
	Flow Rate	m³/h	7.8	8.3	10.3	11.1	13.1	13.9	15.3	16.7	18.1	19.5	22.0	23.6	25.9	27.8	30.0	32.0	33.9	36.2	38.7	41.7
	Pressure Drop	mAq	2.0	2.3	1.9	2.2	2.2	2.5	2.3	2.8	3.5	4.1	3.4	3.9	2.7	3.2	2.6	3.0	2.7	3.1	3.0	3.4
	Connection Size	A	40				50						65							80		
	Pass No.	_	EVEN																			
Pump	Solution Pump	KW	0.55 + 0.4								0.75 + 1.4						2.2 + 1.5					
	Refrigerant Pump	KW	0.2								0.4						0.4				0.75	
	Vacuum Pump	KW	0.4																			
Electric Power Capacity		kvA	4.5								6.0						9.5				10	
Cable Thickness		mm²	2								3.5						8					
Area to Keep Warm		m²	6.0				8.5				9.5						11.5				15.0	
Area to Keep Cool		m²	4.5				6.5				7.5						9.5				12.5	
Dimensions	Length (L)	mm	1,760				2,320				2,602						3,240				4,320	
	Width (W)	mm	1,423				1,630				1,834						1,825				1,835	
	Height (H)	mm	1,845				1,845				2,030						2,033				2,044	
Tube Removal Length		mm	1,300				1,800				2,000						2,900				4,000	
Weight	Rigging	Ton	3.2		3.3		4.4		4.5		4.9		5.0		5.5		5.7		5.9		7.1	
	Operating	Ton	3.3		3.4		4.6		4.8		5.3		5.5		6.0		6.2		6.4		8.1	

Note: 1. maximum permissible pressure is 8kg/cm² G for water and cooling water is 16kg /cm² G for hot water circuit.

2. Fouling factor of chilled, hot and cooling water : 0.0001 m² h °C/Kcal

3. The described spec.can be reformed for progressing engineering technique without notice.

Hot Water Driven Absorption Chiller

SRALC-170	SRALC-190	SRALC-210	SRALC-240	SRALC-270	SRALC-300	SRALC-350	SRALC-400	SRALC-450	SRALC-500	SRALC-550	SRALC-600	SRALC-650
12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8	12-7 13-8
158 170	177 190	194 210	221 240	252 270	280 300	324 350	375 400	420 450	465 500	515 550	555 600	605 650
95.6 102.8	107.0 114.9	117.3 127.0	133.7 145.2	152.4 163.3	169.3 181.4	196.0 211.7	226.8 241.9	254.0 272.2	282.2 302.4	311.5 332.6	335.7 362.9	365.9 393.1
7.0 8.1	4.7 5.4	6.7 7.9	7.1 8.3	5.0 5.8	7.0 8.0	9.9 11.6	4.8 5.5	5.0 5.8	6.5 7.5	6.6 7.6	8.4 9.8	8.3 9.6
100		125				150			200			250
		ODD			EVEN	ODD		EVEN	ODD	EVEN	ODD	EVEN
					31.0 ⟶ 36.5							
206.8 222.5	231.6 248.6	253.9 274.8	289.2 314.1	329.8 353.8	366.4 392.5	424.0 458.0	490.7 523.4	549.6 588.9	608.5 654.3	673.9 719.7	726.3 758.2	791.7 850.6
7.6 8.7	8.3 9.6	7.9 9.3	7.9 9.3	8.5 9.8	6.8 7.8	7.4 8.7	7.9 9.0	8.5 9.7	10.3 11.9	11.0 12.6	12.8 13.6	14.9 15.7
150		200				250			300			350
		EVEN						ODD				
					95.0 ⟶ 80.0							
44.0 47.3	49.2 52.9	54.0 58.4	61.5 66.8	70.1 75.1	77.9 83.5	90.1 97.4	104.3 111.3	116.8 125.2	129.4 139.1	143.3 153.0	154.4 166.9	168.3 180.8
3.0 3.5	3.1 3.5	3.0 3.5	3.0 3.5	2.9 3.4	1.7 2.0	1.8 2.1	2.9 3.3	2.9 3.3	1.5 1.7	1.6 1.8	1.9 2.3	2.0 2.3
80			100			125				150		
					EVEN							
2.2 + 1.5			3.7 + 1.5				5.5 + 2.2				5.5 + 3.7	
			0.75						1.5			
					0.4							
10			14		14	19.7	20		20		25	
8			14		22	22	22		22		22	
15			17		22	22	25		30		30	
12.5			14		19	19	22		26		26	
4,320			4,560		5,560	5,560	6,700		7,180		7,650	
1,835			2,002		2,045	2,045	2,180		2,300		2,300	
2,044			2,207		2,385	2,385	2,515		2,780		2,780	
4,000			4,000		5,000	5,000	6,000		6,500		7,000	
7.3	7.5	9.0	9.3	9.6	11.5	11.8	14.3	14.6	19.8	20.2	26.0	26.5
8.3	8.3	10.0	10.3	10.6	12.5	12.8	15.8	16.1	21.8	22.2	28.0	28.5

Note: 1. maximum permissible pressure is 8kg/cm^2 G for water and cooling water is 16kg /cm^2 G for hot water circuit.

2. Fouling factor of chilled, hot and cooling water : 0.0001 m^{2}h°C/Kcal

3. The described spec.can be reformed for progressing engineering technique without notice.

Head Office: 4th Floor, Saran Bldg, Shariati Ave, Tehran, Iran
Tel: (+98 21) 753 83 01-7 Fax: (+98 21) 750 82 00
E-mail: saran@saran-mfg.com Http://www.saran-mfg.com

چیلر جذبی ساخت شرکت ساری پویا

شرکت ساری پویادارنده گواهینامه ISO 9001:2000 از موسسه DQS آلمان در زمینه طراحی – ساخت و خدمات پس از فروش انواع چیلرهای جذبی یک مرحله ای از ۱۰۰ الی ۱۴۰۰ تن تبرید ، دو مرحله ای از ۱۰۰ الی ۱۴۰۰ تن تبرید و همچنین چیلر – هیتر شعله مستقیم به ظرفیت برودتی ۳۰ الی ۱۰۰۰ تن تبرید ،در راستای خود کفایی و تامین نیاز کشور به انواع چیلرهای جذبی‌گام های موثری را برداشته است و با به کارگیری انرژی حرارتی به جای انرژی الکتریکی ، عدم استفاده از گازهای مخرب لایه ازن ، استهلاک بسیار کم ، کارکرد بدون صدا و ارتعاش و توانمندی‌تولید برودت در ظرفیتهای بالا تا حد ۲۰۰۰ تن تبرید از نکات قابل ملاحظه در انتخاب این نوع چیلرها می باشد . حتی به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی حرارتی ،استفاده از انرژی خورشیدی نیزبرای تولید برودت در چیلرهای جذبی یک مرحله ای امکان پذیر است .

همچنین بخش تحقیق و توسعه شرکت ساری پویا در خصوص به کارگیری چیلرهای جذبی جهت به ظرفیت رساندن توربینهای گازی در فصل گرما با استفاده از انرژی حرارتی دود خروجی از توربین تحقیقات جامعی را به عمل آورده و آنرا پیگیری می نماید .

همچنین یادآور میشود که شرکت ساری پویا با درک اهمیت و جایگاه چیلرهای جذبی که کاربرد آن در برجهای اداری و مسکونی،هتلها، بیمارستانها ، دانشگاهها و نظایر آن رو به فزونی است ، ضمن رعایت کلیه اصول فنی ومهندسی‌و به کارگیری‌استانداردهای بین‌المللی رایج در کلیه مراحل طراحی و ساخت بر اساس الزامات سیستم مدیریت کیفیت ISO 9001-2000 موسسه DQS آلمان اقدام به تاسیس بخش هایی نموده که با حساسیت کلیه مراحل تهیه مواد اولیه ،طراحی و فرایند تولید را زیر نظرداشته و امکان بروز هر گونه عیب و ایراد احتمالی را منتفی می سازد .

همچنین با توجه به اینکه درچیلرهای جذبی، خلاء (واکیوم)، نقش بسیارحساس‌و تعیین‌کننده‌ای دارد . در مراحل تولید ، ضمن انجام تستهای رایج فشار و واکیوم ، چیلرهای تولید شده با روش نشت یابی اسپکترومتر هلیوم مورد آزمایش قرار می گیرند و در صورت نیاز جهت حصول اطمینان کامل و به منظور تست ظرفیت برودتی در بخش ازمایش عملکرد چیلر درکارخانه ، شارژ لیتیوم بروماید شده و راه اندازی می گردند .

بنابراین محصولی که‌از کارخانه خارج می شود از هرلحاظ مطمئن‌و قابل اعتماد خواهد بود و کارشناسان بخش خدمات پشتیبانی شرکت نیز در کلیه مراحل حمل ، نصب و راه اندازی و بهره‌برداری ، خدمات مشاوره ای لازم را به‌مشتریان ارائه خواهند داد .

Standard Specifications Sari Puya Single Effect Models ■■

Model				SSE10	SSE15	SSE20	SSE25	SSE30	SSE35	SSE40	SSE45	SSE50	SSE60	SSE70	SSE80	SSE100	SSE120	SSE140
Average Capacity ■			TR	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	1000	1200	1400
Chilled Water	Flow Rate		GPM	288	372	413	564	655	746	871	984	1070	1356	1481	1690	2179	2755	2964
	No. of pass	Eva.	--	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
	Pressure Drop		Ft.W	5.5	9	12	14	19	25	15	20	25	20	25	35	35	40	45
	Nozzle Size		Inch	5	5	5	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	12	12
Cooling Water	Flow Rate		GPM	480	620	688	940	1022	1244	1452	1640	1784	2260	2460	2816	3632	4592	4940
	No. of pass	Abs.	--	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
		Con.	--	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pressure Drop		Ft.W	17	33	17	24	25	33	28	27	15	28	15	20	16	15	20
	Nozzle Size		Inch	6	6	6	8	8	8	8	10	10	10	10	10	12	14	14
Steam	Consumption		Lb/hr	2244	2898	3216	4395	5105	5816	6788	7664	8340	10566	11538	13165	16980	21468	23095
	No. of pass		--	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nozzle Size		Inch	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	8	10	10	10
			Inch	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Electrical Supply	Solution Pump		Kw	2.2	2.2	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	5.5	7.5	7.5	11	11	11	11
	Refrigerant Pump		Kw	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	3.7	3.7	3.7	3.7	5	5	5
	Vacuum Pump		Kw	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6
	Total		Kw	3.5	3.5	5	5	6.1	6.1	6.1	6.3	9.6	11.6	11.6	15.1	16.6	16.6	16.6
Unit Dimensions		L	mm	3490	4500	5300	5000	5500	6100	6500	6500	6320	6320	6320	6610	6610	6610	6610
		W	mm	1250	1500	1300	1550	1560	1580	1600	1800	1640	1640	1640	2000	2000	2200	2300
		H	mm	2280	2280	2280	2725	2900	2940	2900	3100	3300	3300	3300	4000	4000	4000	4000

The data are based on :

1. Chilled Water Temperature 54°F ——— 44°F
2. Cooling Water Temperature 85°F ——— 100°F
3. Steam Pressure 9 psig

■ For nominal and actual capacities, refer to table(2) "Unit Ratings".

■■ Specifications subject to change without prior notice.

SARI PUYA MODEL SSE

Hot Water Selection Unit Instructions

1- Determine required equivalent Steam pressure to generator according the procedure of Steam unit selection Step 1 thru 4.
2- Required Hot Water GPM/TON
Using the equivalent generator Steam pressure and Hot Water inlet temperature , and enter them to curve fig- 4, then read the required Hot Water GPM/TON
3- Hot Water required = TON x GPM/TON
4- Heat input to generator = TON x 18.7 x 965

5- Hot Water Range = $\frac{\text{Generator Heat}}{500 \times \text{Hot Water GPM}}$

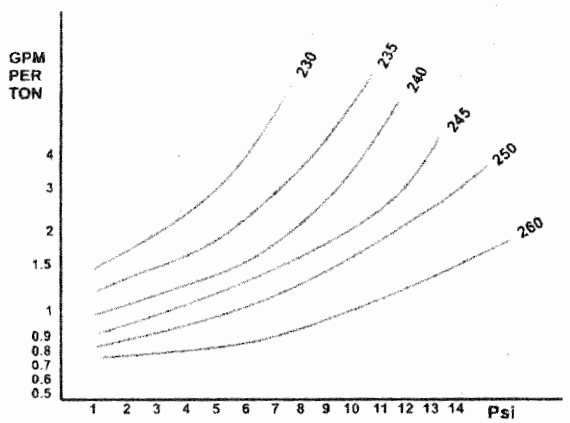
6- Leaving Hot Water Temp.= Entering Hot Water Temp. - Hot water range

7- Heat input to Evaporator = TON x 12000
8- Total Heat Rejection = Evaporator Heat + Generator Heat

9- Cooling Water Range = $\frac{\text{Total Heat Rejection}}{500 \times \text{Cooling Water GPM}}$

10- Leaving cooling water temp = Entering Cooling Water Temp.+ Cooling Water Range

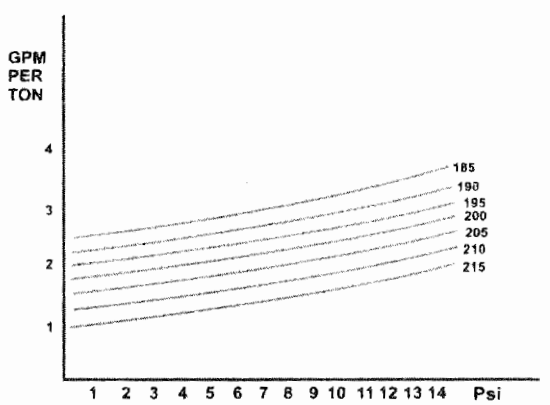
HOT WATER SUPPLY TEMP. F°



EQUIVALENT STEAM PRESSURE TO GENERATOR

Fig. 4-a

WARM WATER SUPPLY TEMP F°



EQUIVALENT STEAM PRESSURE TO GENERATOR "FOR MODEL SSE-A"

Fig. 4-b

MODEL SSE 10

Cooling Water Temp.F	Leaving Chilled Water Temp.F	STEAM PRESSURE TO GENERATOR FLANGE PSIG												
		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
80	42			136	133	131	129	126	123	119	116	113	111	108
	43			139	136	134	132	126	125	121	118	116	114	109
	44	147	144	141	139	136	133	130	128	125	122	118	115	111
	45	150	147	145	142	139	136	133	130	127	124	121	118	115
	46	154	151	148	144	141	138	135	132	129	126	123	120	117
85	42			123	120	117	115	112	109	106	103	100	98	95
	43			125	122	119	117	114	112	109	106	102	100	96
	44	132	129	127	125	123	120	117	114	111	108	105	102	99
	45	134	131	129	127	125	122	119	117	114	111	107	104	100
	46	138	135	132	130	127	125	122	119	116	113	109	106	102
90	42			110	106	104	101	98	96	92	89	86	83	80
	43			112	108	106	103	100	98	95	92	88	86	81
	44	118	115	113	110	108	106	103	100	96	93	90	87	84
	45	120	117	115	112	110	108	105	102	99	96	92	89	85
	46	122	120	118	115	113	110	107	105	101	98	95	92	89
95	42			97	92	91	87	84	83	78	75	72	68	65
	43			98	94	93	89	86	84	81	78	74	70	67
	44	104	101	99	95	93	92	89	86	81	78	75	72	69
	45	106	103	101	97	95	94	91	87	84	81	77	74	70
	46	107	105	104	100	99	95	92	91	86	83	81	78	76

MODEL SSE 15

Cooling Water Temp.F	Leaving Chilled Water Temp.F	STEAM PRESSURE TO GENERATOR FLANGE PSIG												
		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
80	42			175	172	169	167	163	159	154	150	146	143	139
	43			179	175	172	170	166	161	158	153	149	146	142
	44	190	187	184	180	176	172	168	164	160	157	153	149	145
	45	194	191	188	183	179	175	171	168	164	160	156	152	148
	46	199	195	191	186	182	178	174	171	167	163	159	155	151
85	42			159	156	152	148	144	141	137	133	129	126	122
	43			162	158	155	151	147	145	141	136	132	129	125
	44	170	167	164	162	158	155	151	147	143	140	135	131	126
	45	174	170	167	164	161	158	154	151	147	143	138	134	129
	46	178	174	171	168	165	161	157	153	149	146	141	137	132
90	42			142	137	134	131	127	124	119	115	111	107	103
	43			145	140	136	133	129	127	122	118	114	109	105
	44	152	149	146	142	139	136	132	129	125	121	116	112	107
	45	155	152	149	145	143	140	136	132	128	124	119	115	110
	46	158	155	152	148	146	143	139	135	131	127	122	118	113
95	42			125	118	116	111	110	107	101	97	93	88	84
	43			126	120	118	114	111	109	103	100	95	90	86
	44	134	131	128	122	120	117	113	111	107	102	97	93	88
	45	136	134	131	126	125	122	118	113	109	105	100	96	91
	46	138	136	133	128	127	125	121	117	113	108	103	99	94

Table 2(Unit Ratings)

MODEL SSE 20

Cooling Water Temp.F	Leaving Chilled Water Temp.F	STEAM PRESSURE TO GENERATOR FLANGE PSIG												
		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
80	42			194	191	188	185	181	177	172	167	163	159	155
	43			198	195	191	188	184	180	175	170	166	162	157
	44	211	206	202	200	195	191	187	183	178	174	169	165	160
	45	215	211	207	203	199	194	190	186	182	178	173	169	164
	46	221	216	212	208	202	198	194	190	185	181	176	172	167
85	42			176	173	169	165	161	157	152	147	143	140	136
	43			179	176	172	168	164	160	155	151	146	143	138
	44	189	185	182	179	176	172	168	164	159	155	150	146	141
	45	193	189	186	182	179	175	171	167	162	158	153	149	144
	46	198	194	190	186	183	179	174	170	166	162	157	152	147
90	42			157	152	149	145	141	137	132	128	123	119	114
	43			159	154	152	148	144	140	135	131	126	122	117
	44	169	165	162	157	155	151	147	143	138	134	129	125	120
	45	172	168	165	161	158	155	151	147	142	137	132	128	123
	46	175	172	169	165	162	158	154	150	145	141	136	131	126
95	42			138	131	129	125	121	117	112	109	103	98	92
	43			140	133	131	127	124	119	115	111	106	101	96
	44	149	145	142	135	134	130	126	122	117	113	108	104	99
	45	151	147	144	140	137	135	131	127	122	116	111	107	102
	46	152	150	148	144	141	137	134	130	124	120	115	110	105

MODEL SSE 25

Cooling Water Temp.F	Leaving Chilled Water Temp.F	STEAM PRESSURE TO GENERATOR FLANGE PSIG												
		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
80	42			265	261	256	253	247	242	233	225	221	217	213
	43			270	266	261	257	251	246	238	231	226	221	216
	44	288	282	276	272	267	261	255	250	244	238	232	226	220
	45	294	288	282	278	272	266	260	254	248	243	236	230	223
	46	302	295	289	282	276	271	265	259	253	548	241	235	228
85	42			241	236	230	225	219	214	208	202	196	191	185
	43			245	240	235	230	224	219	213	207	200	195	188
	44	258	253	249	245	240	235	229	224	218	212	205	199	192
	45	263	258	254	249	245	240	234	228	222	217	210	204	197
	46	270	265	260	254	250	245	238	232	226	221	214	208	201
90	42			215	207	203	199	193	188	181	175	169	162	156
	43			218	211	206	202	197	192	185	179	172	165	159
	44	230	225	221	215	211	207	201	196	189	182	175	168	161
	45	235	230	226	220	216	212	206	200	193	187	181	175	169
	46	240	235	230	225	221	216	210	205	198	192	185	179	172
95	42			189	178	176	173	167	162	154	148	142	133	127
	43			191	181	179	176	170	165	157	150	143	135	129
	44	202	197	193	185	182	179	173	168	160	152	145	139	133
	45	207	202	198	191	187	184	178	172	164	157	150	144	137
	46	210	205	200	196	192	187	182	178	170	163	156	150	143

Table 2(Unit Ratings)

MODEL SSE 30

Cooling Water Temp.F	Leaving Chilled Water Temp.F	STEAM PRESSURE TO GENERATOR FLANGE PSIG												
		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
80	42			309	303	298	294	286	281	273	265	259	253	247
	43			315	310	304	299	291	285	278	271	264	258	250
	44	334	327	321	317	310	303	296	290	284	277	270	262	254
	45	341	335	329	322	315	308	301	295	288	282	274	268	260
	46	351	343	336	327	320	314	309	301	294	287	280	273	266
85	42			280	274	268	261	255	249	242	234	228	222	216
	43			286	278	274	265	260	254	245	240	235	227	221
	44	300	294	289	285	279	273	267	260	253	246	239	231	232
	45	306	300	295	289	284	278	272	265	257	251	244	236	228
	46	314	307	301	297	290	284	278	270	263	257	250	242	235
90	42			250	241	236	231	225	218	210	203	196	189	182
	43			255	247	241	237	230	223	215	208	201	194	197
	44	268	262	257	250	246	240	234	227	220	213	206	198	191
	45	273	267	262	256	251	246	241	233	226	218	211	203	195
	46	278	273	268	262	257	251	245	238	231	223	216	209	202
95	42			220	210	205	200	196	187	178	175	164	156	148
	43			221	215	210	204	199	190	185	178	169	162	153
	44	235	230	225	215	214	207	201	194	187	180	173	165	159
	45	240	235	230	224	219	214	209	201	194	185	178	170	162
	46	242	240	235	229	224	218	213	207	200	189	183	176	170

MODEL SSE 35

Cooling Water Temp.F	Leaving Chilled Water Temp.F	STEAM PRESSURE TO GENERATOR FLANGE PSIG												
		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
80	42			351	345	340	335	327	320	311	302	294	288	281
	43			358	351	346	341	333	326	317	308	300	294	287
	44	381	373	366	361	353	346	338	331	322	315	306	299	293
	45	389	382	375	367	359	351	334	337	329	321	313	305	297
	46	400	391	383	373	365	358	350	343	335	327	319	311	303
85	42			319	313	305	298	292	284	278	267	261	253	245
	43			327	318	312	304	297	291	283	275	267	258	250
	44	342	336	330	324	318	311	304	296	288	280	271	263	255
	45	348	342	336	330	323	317	309	302	294	286	277	269	261
	46	358	350	343	337	330	323	315	307	300	292	283	275	267
90	42			285	274	269	263	249	247	241	232	223	215	207
	43			288	280	274	266	259	253	247	237	228	220	212
	44	305	299	292	285	280	274	266	259	250	242	234	226	218
	45	311	305	299	291	286	280	272	265	256	248	239	231	223
	46	317	311	305	298	293	286	278	271	262	254	245	238	230
95	42			251	235	233	225	207	210	204	195	187	176	170
	43			250	245	239	331	224	216	210	201	192	185	176
	44	268	264	256	246	243	237	230	222	212	204	198	191	181
	45	274	270	263	257	249	243	236	229	218	210	201	193	187
	46	276	276	269	259	256	250	243	236	224	216	207	205	193

Table 2(Unit Ratings)

For Capacities equal or more than 400 TR refer to original SSE catalog.

Sari Puya Direct Fired (SDF) Models
Standard Specifications■

Models		SDF3	SDF5	SDF7	SDF10	SDF15	SDF20	SDF25	SDF30	SDF35	SDF40	SDF45	SDF50	SDF60	SDF80	SDF100
Average capacity Tons■■		30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	800	1000
Heating capacity 10^3 kcal/h		76	114	170	228	350	450	570	750	850	950	1100	1200	1500	2000	2400
Chilled water flow rate m^3/hr		18	30	45	60	90	120	150	180	210	240	270	300	360	480	600
Cooling water flow rate m^3/hr		22	36	54	72	108	144	180	216	252	288	324	360	432	576	720
Heating water flow rate m^3/hr		9.5	14.5	21	28	40	60	70	92	102	120	135	150	185	250	300
Hot water flow rate m^3/hr (conditional)		4.5	7	10	14	20	30	35	45	54	60	67	75	90	125	150
Gas consumption Nm^3/h		12	17.5	25.5	37.5	53.5	66.5	88	103	119	136	154	174	210	274	334
Electricity demand kW		6.5	7	7.35	8.5	9.9	9.9	10.9	16.5	17.5	17.5	17.5	25.9	29	35	35
Dimensions	Length mm	2500	2600	3500	3500	4500	5300	5500	5500	5500	6500	6500	6500	6500	6500	6500
	Width mm	2200	2650	2700	2800	2800	2800	2800	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3500	3500
	Height mm	2300	2300	2300	2300	2300	2600	2700	2700	2700	2700	3100	3100	3100	3600	4000
Operating Wt. Ton (Approx.)		4.5	5.3	6.5	8.5	10	13	16	17.5	20	22	28	32	35	40	48
Exhaust gas flow rate m^3/hr		148	220	330	420	700	860	1200	1400	1600	1800	2000	2300	2800	3600	4500

■ Specifications subject to change without prior notice.

1- Chilled water temperature in/out : 12°c ⟶ 7°c(53.5°F ⟶ 44.5°F)
2- Cooling water temperature in/out : 30° c ⟶ 38°c (86°F ⟶ 100.4°F)
3- Heating water temperature in/out : 57°c ⟶ 65°c (134.6°F ⟶ 149°F)
4- Domestic hot water temperature in/out : 44°c ⟶ 60°c (111.2°F ⟶ 140°F)

■■ For nominal and actual capacities, refer to table(3) "Unit Ratings".

Standard Specifications
Sari Puya Double Effect (SDE) Models

Model				SDE 10	SDE 15	SDE 20	SDE 25	SDE 30	SDE 35	SDE 40	SDE 45	SDE 50	SDE 60	SDE 70	SDE 80	SDE 100	SDE 120	SDE 140
Average capacity Tons ■			TR	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	1000	1200	1400
Chilled Water	Flow Rate		m3/hr	54.5	81	109	137	164	191	218	245	273	327	382	436	545	654	763
	No. of Pass	Eva.	—	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Outlet / Inlet Temp		°c	6.5°C → 12°C (44°F → 54°F)														
	Nozzle Size		—	80	100	100	150	150	200	200	200	200	267.4	267.4	267.4	318.5	355.6	355.6
Cooling Water	Flow Rate		m3/hr	70	109	138	181	208	254	277	327	346	415	484	553	691	829	967
	No. of Pass	Abs	—	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Con.	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Inlet / Outlet Temp		°c	29.5°C → 37.8°C (85°F → 100°F)														
	Nozzle Size		mm	150	150	150	200	200	200	250	250	250	318.5	318.5	318.5	355.6	406.4	406.4
Steam	Consumption Max.		Kg/hr	445	667.5	890	1112.5	1336	1557.5	1761	20025	2227	2672	3118	3563	4454	5345	6236
	No. of Pass	Gen.	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nozzle Size	Inlet	mm	40	40	40	65	80	80	80	80	80	89.1	89.1	89.1	114.3	114.3	114.3
		Outlet	mm	25	25	25	40	40	50	50	50	50	60.5	60.5	60.5	89.1	89.1	89.1
	Steam Control Valves Size		mm	40	40	40	40	40	50	50	50	50	60.5	60.5	60.5	76.3	76.3	76.3
Total Electrical Consumption			Kw	6.45	6.8	6.8	8	8.4	8.4	10.3	13.5	13.5	13.5	13.5	16.9	20	22.5	22.5
Dimensions		Length	mm	3490	4500	5300	5000	5500	6100	6500	6500	6320	6320	6700	6700	6700	6700	6700
		Width	mm	1750	2100	1820	2170	2190	2220	2240	2520	2300	2300	2350	2350	2550	3000	3220
		Height	mm	2450	2450	2450	2930	2930	2940	2940	3100	3300	3300	3700	3700	3700	3700	3700

Note1) : Steam Pressure 120 psig

Note2) : Specification Subject to Change Without Prior Notice

■ For nominal and actual capacities, refer to table(3) "Unit Ratings".

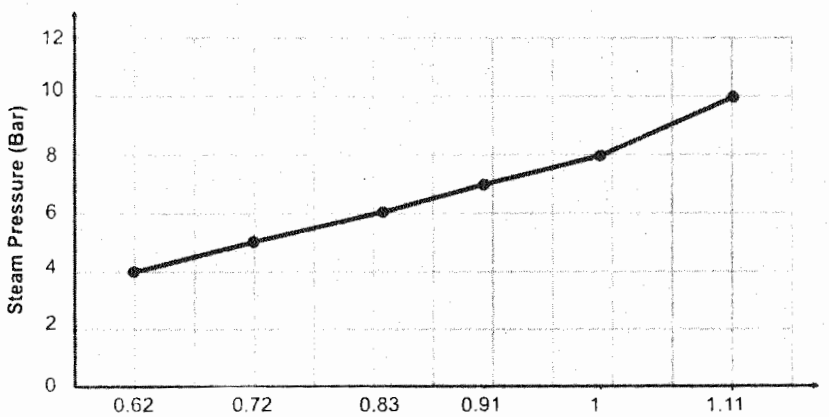


Diagram No.3: Capacity Correction factor

CAPACITIES CHANGES IN TERMS OF COOLING WATER AND CHILLED WATER TEMPERATURE VARIATION
SARI PUYA DIRECT FIRED(SDF) & DOUBLE EFFECT(SDE) MODELS

Cooling water temp. °F	Leaving chilled water temp. °F	UNIT MODEL																		
		SDF3	SDF5	SDF7	SDF10 SDE10	SDF15 SDE15	SDF20 SDE20	SDF25 SDE25	SDF30 SDE30	SDF35 SDE35	SDF40 SDE40	SDF45 SDE45	SDF50 SDE50	SDF60 SDE60	SDF80 SDE80	SDF100 SDE100	SDF120	SDE140
80	42	33	55	74	113	163	207	265	309	351	403	455	504	628	769	1026	1275	1370
	43	34	56	79	116	166	209	270	315	358	412	465	515	646	812	1049	1303	1401
	44	35	58	81	118	168	212	276	321	366	421	476	525	655	829	1067	1332	1433
	45	36	60	83	121	171	219	282	329	375	429	485	537	667	850	1095	1356	1459
	46	37	62	86	123	174	222	289	336	385	435	491	549	677	866	1117	1375	1480
85	42	29	49	67	100	144	194	241	280	319	365	413	457	568	722	931	1154	1241
	43	30	50	68	102	147	198	245	286	327	375	418	465	579	734	946	1175	1264
	44	31	52	70	105	151	202	249	289	330	379	423	473	589	749	962	1197	1288
	45	32	54	72	107	154	207	254	295	336	385	435	482	599	760	981	1217	1309
	46	33	56	74	109	157	212	260	301	343	393	445	492	612	777	1002	1243	1338
90	42	24	42	56	86	127	176	215	250	285	320	361	408	498	644	831	1011	1088
	43	25	43	58	88	129	179	218	255	288	326	368	413	507	653	842	1030	1109
	44	26	44	60	90	132	182	221	257	292	333	375	419	517	662	854	1050	1130
	45	27	46	62	92	136	186	226	262	299	340	384	428	529	676	872	1076	1157
	46	28	47	64	95	139	190	230	268	305	348	393	437	541	690	890	1100	1183
95	42	18	34	47	72	110	157	189	220	251	275	309	360	428	566	731	868	935
	43	20	35	49	74	111	159	191	221	250	280	318	363	440	572	738	885	953
	44	21	36	50	75	113	162	193	225	256	285	327	366	445	578	746	903	972
	45	22	37	52	77	118	165	198	230	263	295	333	374	460	592	763	935	1005
	46	23	38	53	81	121	169	200	235	269	303	341	381	470	603	778	957	1025

Table 3(Unit Ratings)

Liquid Chiller

PERFORMANCE DATA; FOR WATER COOLED CHILLERS

EVAPORATOR LEAVING WATER TEMP. = 45(F)

Models	Condenser Leaving Water Temperature (F)																	
	85						95						105					
	QE	WC	Evap. W.F.D. [ΔT=10 F]		Cond. W.F.D. [ΔT=10 F]		QE	WC	Evap. W.F.D. [ΔT=10 F]		Cond. W.F.D. [ΔT=10 F]		QE	WC	Evap. W.F.D. [ΔT=10 F]		Cond. W.F.D. [ΔT=10 F]	
	Tons	KW	GPM	PD	GPM	PD	Tons	KW	GPM	PD	GPM	PD	Tons	KW	GPM	PD	GPM	PD
1 SRLC 5	5.4	4.1	12.9	2.0	15.8	2.8	5.0	4.6	12.0	1.8	15.3	2.8	4.7	5.0	11.2	1.6	14.9	2.7
1 SRLC 10	10.1	7.3	24.2	3.0	28.9	6.3	9.5	7.9	22.6	2.7	27.8	5.9	8.9	8.5	21.2	2.4	26.9	5.5
1 SRLC 15	13.5	9.5	32.3	3.8	38.5	5.4	12.7	10.4	30.4	3.3	37.2	5.1	11.9	11.3	28.5	2.4	36.0	4.7
1 SRLC 20	16.3	11.0	39.1	3.6	46.2	6.3	15.4	12.0	36.9	3.1	44.8	5.9	14.5	12.9	34.8	2.6	43.3	5.5
1 SRLC 25	20.5	13.9	49.1	4.3	58	9.9	19.3	15.2	46.3	3.9	56.2	9.3	18.2	16.6	43.5	3.4	54.9	8.7
1 SRLC 30	24.6	17.2	58.9	6	70.1	7.7	23.2	18.7	55.6	5.4	67.8	7.2	21.8	20.1	52.2	4.8	65.4	6.8
1 SRLC 35	30.4	21.5	72.9	10.0	87.0	5.5	28.9	23.5	69.2	8.8	84.9	5.4	27.0	25.8	64.7	7.6	82.0	5.1
1 SRLC 40	35.0	25.9	83.8	6.3	100.5	5.4	32.9	27.9	78.7	5.6	96.9	5.0	30.9	30.3	73.9	5.0	93.8	4.7
1 SRLC 50	44.3	29.7	106.0	10.5	127.0	7.8	42.4	32.8	101.5	10.0	124.2	6.8	39.5	35.9	94.6	9.5	113.6	6.0
1 SRLC 60	53.1	36.2	271.1	9.5	152.6	9.6	50.2	40.0	120.2	8.8	142.5	9.2	46.2	43.7	110.6	7.0	141.3	8.1
2 SRLC 30	27.0	19.0	64.6	6.9	77.0	5.4	25.4	10.4	60.8	6.0	74.4	5.1	23.8	22.7	57.0	5.3	71.9	4.7
2 SRLC 40	32.6	21.9	78.1	6.8	92.2	6.3	30.8	23.9	73.8	5.8	89.4	5.9	29.0	25.8	69.5	4.9	86.4	5.5
2 SRLC 50	40.8	27.8	97.8	9.2	115.6	9.9	38.5	30.4	92.3	8.7	112.0	9.3	36.2	33.2	86.7	8.0	108.5	8.7
2 SRLC 60	49.1	34.5	117.5	14.2	139.6	7.6	46.3	37.5	110.8	12.8	135.1	7.1	43.5	40.2	104.1	11.6	130.4	6.7
2 SRLC 70	60.9	43.2	145.6	18.7	174.1	5.5	57.3	47.0	137.3	18.1	168.4	5.4	53.6	51.6	128.3	17.3	162.7	5.1
2 SRLC 80	68.6	51.7	164.3	17.5	197.4	5.2	64.4	55.6	154.3	17.1	190.3	4.8	60.5	60.2	144.8	16.6	184.1	4.5
2 SRLC 100	87.7	59.5	210.0	16.0	251.9	7.8	83.5	65.2	200.0	14.7	246.2	6.8	78.0	76.8	186.7	13.2	239.2	6.0
2 SRLC 120	105.5	72.8	252.6	15.8	303.9	9.6	99.4	80.0	238.0	14.0	294.7	9.2	91.7	87.9	219.5	12.5	282.2	8.1
3 SRLC 60	48.9	32.8	117.0	13.4	138.0	6.3	46.2	35.8	110.6	12.1	133.8	5.9	43.5	38.7	104.1	10.6	129.3	5.5
3 SRLC 75	60.9	41.6	145.9	18.0	172.6	9.9	57.6	45.4	138.0	16.2	167.3	9.3	54.1	49.7	129.5	14.5	161.9	8.7
3 SRLC 90	73.4	51.5	175.7	15.0	207.3	7.6	69	55.6	165.2	13.4	200.0	7.1	65.0	60.2	155.6	12.0	193.6	6.7
3 SRLC 105	91.2	64.4	218.3	15.0	258.7	5.5	85.8	70.4	205.5	13.4	250.4	5.4	80.2	77.3	192.1	12.0	241.8	5.1
3 SRLC 120	102.0	76.0	244.2	19.3	290.6	5.2	96.1	82.3	230.0	17.5	281.2	4.8	89.6	89.9	214.6	15.5	271.2	4.5
3 SRLC 150	131.0	89.0	313.6	19.5	376.3	7.8	125	98.0	299.2	18.0	368.9	6.8	116.6	108	279.1	16.0	356.3	6.0
3 SRLC 180	157.6	108.7	377.3	20.5	453.9	9.6	148.7	120.0	356.0	19.2	441.0	9.2	137.0	131.0	328.0	15.8	421.4	8.1
4 SRLC 80	65.2	43.7	156.0	16.8	182.5	5.2	61.4	47.2	147.1	15.0	176.3	4.8	57.9	51.4	138.7	13.5	171.0	4.5
4 SRLC 100	82.1	55.5	196.6	9.6	230.5	7.8	77.6	60.5	185.6	8.9	223.5	6.8	72.8	66.3	174.5	7.9	216.2	6.0
4 SRLC 120	98.0	68.7	234.5	10.4	276.7	9.6	92.3	74.0	220.9	9.4	267.0	9.2	86.7	80.3	207.7	8.3	258.3	8.1
4 SRLC 140	121.6	85.9	291.2	18.9	344.9	7.0	113.8	94.7	272.5	17.9	332.6	6.5	107.0	103.0	256.2	16.8	322.3	6.0
4 SRLC 160	136.5	101.6	326.7	17.3	389.1	8.4	128.5	110.1	307.7	15.3	376.5	7.8	120.0	120.0	287.4	13.5	363.3	7.3
4 SRLC 200	174.5	119.0	417.8	17.5	501.6	10.4	166.5	130.2	398.6	16.0	491.0	10.2	155.3	144.1	371.8	13.3	474.6	9.6
4 SRLC 240	210.2	144.0	503.2	19.2	604.7	11.2	198.0	160.0	474.0	17.0	587.6	10.7	182.7	174.8	437.4	14.0	562.0	9.7

QE - Actual evaporator cooling capacity. [1 ton of ref. = 12000 BTU/HR]
WC - Compressor motor power input at 380V, 3Ø, 50 Hz
PD - Water pressure drop [Ft. WG]
QC - Condenser total heat rejection [MBH=1000BTU/HR]
W.F.D. - Water flow data.

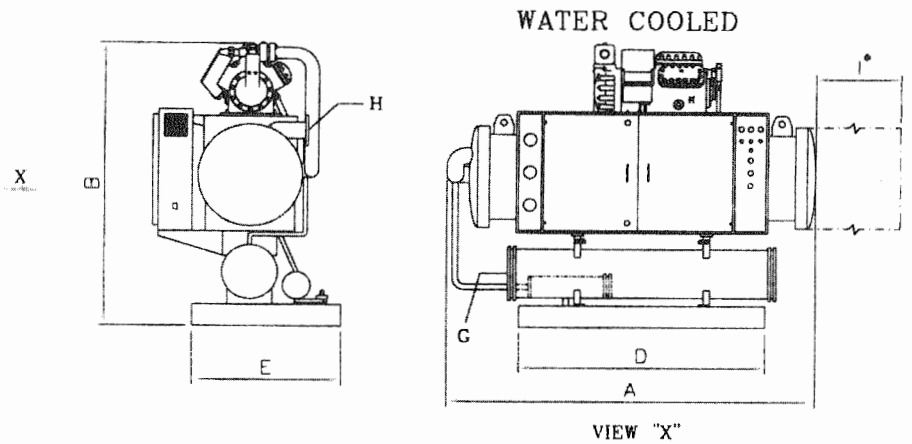
Performance data; for air cooled chillers

Evaporator leaving water temp. = 45(F)

Models	Condensing Temperature (F)																			
	115					120					125					135				
	QE	WC	QC	Evap. W.F.D. [ΔT=10°F]		QE	WC	QC	Evap. W.F.D. [ΔT=10°F]		QE	WC	QC	Evap. W.F.D. [ΔT=10°F]		QE	WC	QC	Evap. W.F.D. [ΔT=10°F]	
	Tons	KW	MBH	GPM	PD	Tons	KW	MBH	GPM	PD	Tons	KW	MBH	GPM	PD	Tons	KW	MBH	GPM	PD
1 SRLC 5	4.5	4.9	63.4	10.7	1.4	4.4	5.1	61.0	10.5	1.3	4.3	5.3	60.0	10.2	1.3	3.8	5.7	55.8	9.1	1.2
1 SRLC 10	8.9	9.3	135.2	21.3	2.4	8.5	9.4	131.9	20.4	2.2	8.2	9.6	128.8	19.6	2.1	7.5	10.2	122.6	18.0	1.8
1 SRLC 15	12.0	12.0	182.3	28.7	2.4	11.6	12.5	178.7	27.8	2.2	11.2	12.9	134.1	26.8	2.0	10.3	13.7	167.8	24.7	1.6
1 SRLC 20	14.7	13.7	219.6	35.2	2.7	14.2	14.3	215.5	34.0	2.5	13.7	14.8	211.3	32.8	2.3	12.7	15.8	203.0	30.4	2.0
1 SRLC 25	18.3	17.6	275.9	43.8	3.5	17.7	18.3	270.7	42.4	3.2	17.1	19.0	265.4	41.0	2.9	15.9	20.2	254.6	38.1	2.4
1 SRLC 30	22.0	21.4	331.2	52.7	5.0	21.2	22.1	324.5	50.8	4.7	20.4	22.9	317.6	48.8	4.4	18.9	24.3	303.7	45.3	3.9
1 SRLC 35	27.1	27.5	412.7	64.7	7.7	26.2	28.5	404.8	62.7	7.2	25.2	29.6	396.8	60.3	6.7	23.4	31.5	380.9	56.0	6.0
1 SRLC 40	31.0	32.1	474.7	74.2	5.1	29.9	33.3	465.4	71.6	4.8	29.0	34.3	457.6	69.4	4.5	26.7	36.7	437.0	63.9	4.0
1 SRLC 50	40.2	32.7	682.2	96.3	9.2	38.7	39.2	589.2	92.7	8.9	37.2	40.6	576.1	89.1	8.6	34.4	43.1	549.8	82.4	8.0
1 SRLC 60	46.4	46.4	704.8	111.1	7.1	44.7	48.2	689.8	107.0	6.7	42.6	46.7	673.1	102.7	6.3	39.0	52.3	634.6	93.4	5.5
2 SRLC 30	24.0	24.2	364.3	57.5	5.4	32.2	25.0	357.1	55.6	5.1	22.3	25.8	349.9	53.4	4.8	20.7	27.5	335.4	49.6	4.3
2 SRLC 40	29.3	27.4	438.1	70.2	5.1	28.3	28.5	429.9	67.8	4.8	27.3	29.6	421.6	65.4	4.5	25.4	31.5	404.9	60.8	3.8
2 SRLC 50	36.5	35.2	550.2	87.4	8.1	35.3	36.6	539.9	84.5	7.5	34.1	37.9	529.3	81.6	7.1	31.6	40.3	507.8	75.7	6.2
2 SRLC 60	43.7	42.7	660.2	104.6	11.7	42.2	44.2	646.9	101.0	11.2	40.6	45.7	633.3	97.2	10.7	37.6	48.5	605.5	90.0	9.7
2 SRLC 70	54.1	54.9	824.4	129.5	17.7	52.2	57.0	808.7	125.0	17.2	50.3	59.1	792.8	120.4	16.7	46.6	63.0	761.1	111.6	15.9
2 SRLC 80	60.7	63.8	931.9	145.3	16.7	58.5	66.2	913.4	140.1	16.3	56.3	68.5	894.8	134.8	16.0	52.1	72.8	857.6	124.7	15.2
2 SRLC 100	80.3	75.5	1206.0	192.3	14.0	77.4	78.4	1180.0	185.3	13.5	74.5	81.1	1154.0	178.4	13.0	68.8	86.3	1102.0	164.7	12.0
2 SRLC 120	92.5	92.8	1408.0	221.5	13.7	89.1	96.3	1378.0	213.3	13.0	85.5	99.4	1345.0	209.7	12.3	77.7	104.6	1268.0	186.0	11.0
3 SRLC 60	43.7	41.1	655.9	104.6	10.7	42.3	42.8	643.7	101.3	10.0	40.8	44.3	631.3	97.7	9.3	38.0	47.3	606.4	91.0	8.0
3 SRLC 75	54.4	52.8	821.1	130.2	14.7	52.6	54.8	805.7	125.9	14.0	50.7	56.7	790.0	121.4	13.3	47.1	60.3	758.1	112.8	12.0
3 SRLC 90	65.2	52.9	979.7	156.1	12.1	62.9	66.1	959.9	150.6	11.3	60.6	68.3	939.7	145.1	10.5	56.1	72.3	898.5	134.3	9.0
3 SRLC 105	80.8	82.1	1226.0	193.5	12.2	78.0	85.3	1202.0	186.8	11.4	75.2	88.4	1179.0	180.0	10.6	69.8	94.2	1132.0	167.1	9.0
3 SRLC 120	89.6	95.2	1373.0	214.5	15.5	86.4	98.6	1345.0	206.9	14.5	83.2	102.0	1318.0	199.2	13.5	77.0	108.3	1263.0	184.4	11.6
3 SRLC 150	120.0	113.2	1804.0	287.3	15.6	115.8	117.5	1765.0	277.3	14.8	111.3	121.6	1726.0	266.5	14.0	102.8	129.2	1648.0	246.1	12.5
3 SRLC 180	137.7	139.0	2100.0	329.7	15.9	132.8	144.1	2056.0	318.0	14.7	127.3	148.8	2006.0	304.8	13.4	115.6	156.5	1891.0	276.8	10.0
4 SRLC 80	58.1	54.7	867.0	139.1	13.5	56.1	56.8	851.0	134.3	12.7	54.2	58.9	834.6	129.8	12.0	50.4	62.8	801.8	120.7	10.4
4 SRLC 100	73.2	70.4	1097.0	175.3	8.0	70.7	73.1	1076.0	169.3	7.5	68.3	75.6	1055.0	163.5	7.0	63.5	80.4	1012.0	152.0	6.0
4 SRLC 120	87.0	85.0	1308.0	208.3	8.4	83.9	88.1	1281.0	200.9	7.8	80.9	91.1	1254.0	193.7	7.2	74.9	96.5	1199.0	179.3	6.0
4 SRLC 140	107.7	109.5	1633.6	257.9	16.9	104.0	113.7	1603.0	249.0	16.3	100.2	117.9	1571.0	239.9	15.7	92.9	125.6	1509.0	222.4	14.5
4 SRLC 160	120.1	127.1	1839.0	287.5	13.5	115.8	131.8	1803.0	277.3	12.6	111.5	136.3	1766.0	267.0	11.7	103.1	144.7	1693.0	246.8	9.9
4 SRLC 200	159.8	150.9	2404.0	382.6	16.0	154.2	156.6	2352.0	369.2	15.5	148.2	162.0	2300.0	354.8	15.0	136.9	172.3	2197.0	327.8	14.0
4 SRLC 240	183.8	185.4	2804.0	440.1	14.6	177.1	192.2	2745.0	424.0	13.3	169.9	198.5	2678.0	406.8	11.9	154.4	208.8	2525.0	369.7	8.9

QE - Actual evaporator cooling capacity. [1 ton of ref. = 12000 BTU/HR]
WC - Compressor motor power input at 380V, 3Ø, 50 Hz
PD - Water pressure drop [Ft. WG]
QC - Condenser total heat rejection [MBH=1000BTU/HR]
W.F.D. - Water flow data.

One Compressor models

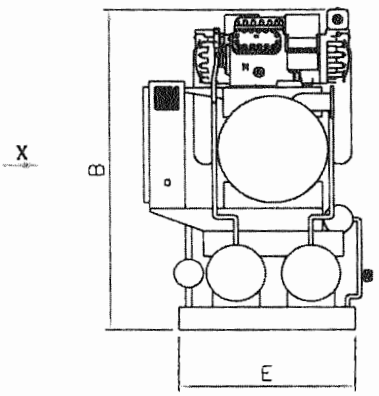


Dimensions

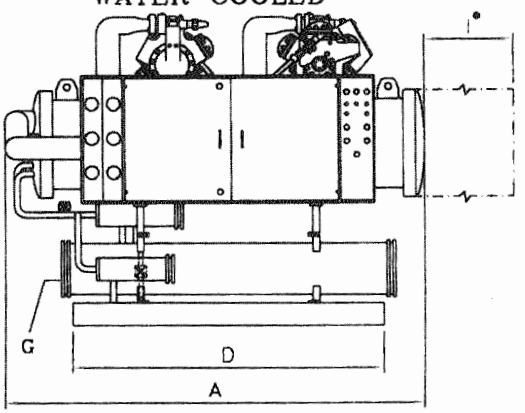
Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	D.L	L.L
1 SRLC 5 W, A	1700	1150	1000	700	600	650	2 x 1 1/2"	1 1/2"	1500	5/8"	5/8"
1 SRLC 10 W, A	1700	1250	1100	700	600	650	2 x 2"	2"	1500	1 1/8"	7/8"
1 SRLC 15 W, A	2000	1300	1100	700	600	650	2 x 2"	2"	1800	1 1/8"	7/8"
1 SRLC 20 W, A	2000	1300	1100	700	600	650	2 x 2 1/2"	2 1/2"	1800	1 1/8"	7/8"
1 SRLC 25 W, A	2500	1300	1100	700	600	650	2 x 2 1/2"	2 1/2"	2300	1 1/8"	1 1/8"
1 SRLC 30 W, A	2500	1300	1100	1000	600	650	2 x 2 1/2"	3"	2300	1 3/8"	1 1/8"
1 SRLC 35 W, A	2500	1300	1100	1000	600	650	2 x 2 1/2"	3"	2300	1 3/8"	1 1/8"
1 SRLC 40 W, A	2500	1450	1250	1000	600	650	2 x 3"	3"	2300	1 3/8"	1 1/8"
1 SRLC 50 W, A	2500	1650	1400	1000	600	700	2 x 3"	3"	2300	1 5/8"	1 3/8"
1 SRLC 60 W, A	2500	1650	1400	1000	600	700	2 x 3"	3"	2300	1 5/8"	1 3/8"

Note: For air cooled models, discharge & liquid line sizes are based on a maximum distance of 15 meters between chiller and air cooled condenser.
D. L = Discharge Line
L. L = Liquid Line
** Servicing space to be allowed on either end.*

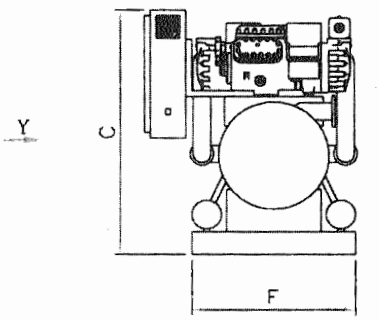
Two compressor models



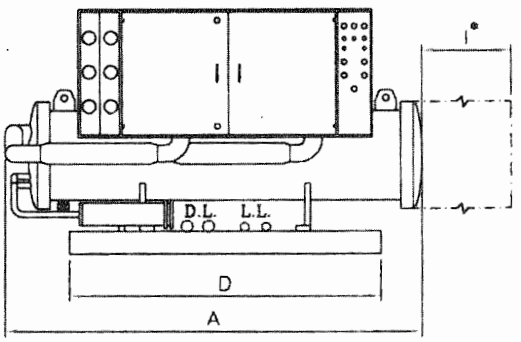
WATER COOLED



VIEW "X"



AIR COOLED



VIEW "Y"

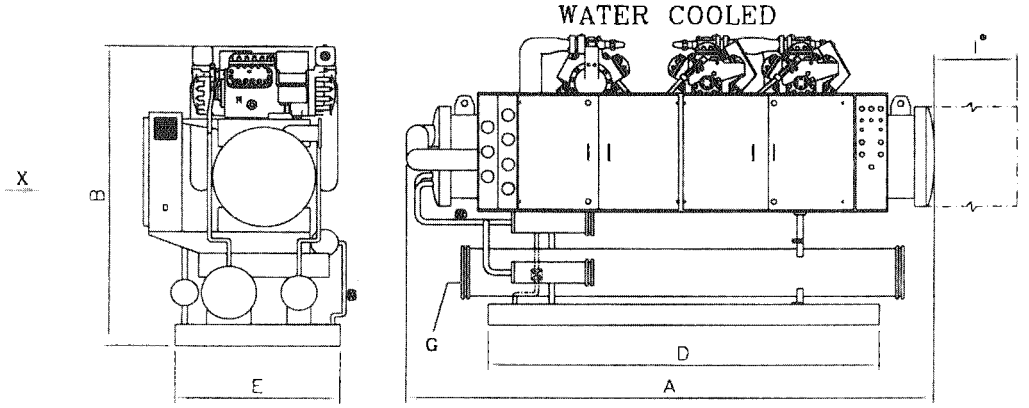
Dimensions

Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	D.L	L.L
2 SRLC 30 W, A	2500	1350	1150	1400	750	850	4 x 2"	3"	2300	2 x 1 1/8"	2 x 7/8"
2 SRLC 40 W, A	2500	1400	1200	1400	750	850	4 x 2 1/2"	3"	2300	2 x 1 1/8"	2 x 7/8"
2 SRLC 50 W, A	2500	1400	1200	1400	750	850	4 x 2 1/2"	3"	2300	2 x 1 1/8"	2 x 1 1/8"
2 SRLC 60 W, A	2900	1400	1200	1400	750	850	4 x 2 1/2"	3"	2700	2 x 1 3/8"	2 x 1 1/8"
2 SRLC 70 W, A	2900	1450	1250	1400	750	850	4 x 2 1/2"	4"	2700	2 x 1 3/8"	2 x 1 1/8"
2 SRLC 80 W, A	2900	1500	1300	1400	750	850	4 x 3"	4"	2700	2 x 1 3/8"	2 x 1 1/8"
2 SRLC 100 W, A	2900	1800	1550	1500	850	950	4 x 3"	5"	2700	2 x 1 5/8"	2 x 1 3/8"
2 SRLC 120 W, A	2900	1800	1550	1500	850	950	4 x 3"	5"	2700	2 x 1 5/8"	2 x 1 3/8"

Note: For air cooled models, discharge & liquid line sizes are based on a maximum distance of 15 meters between chiller and air cooled condenser.
D. L = Discharge Line
L. L = Liquid Line
** Servicing space to be allowed on either end.*

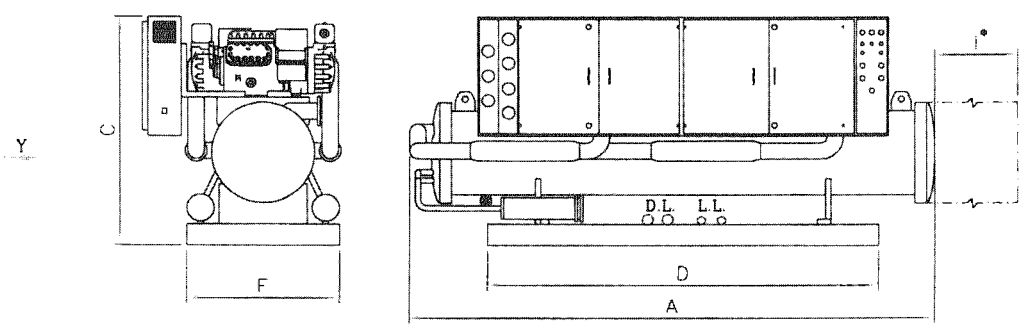
Three Compressor models

WATER COOLED



VIEW "X"

AIR COOLED



VIEW "Y"

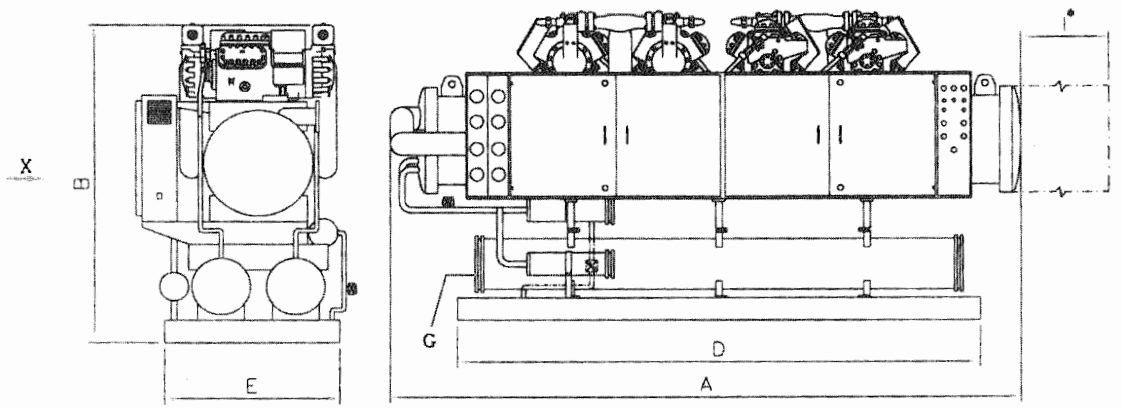
Dimensions

Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	D.L	L.L
3 SRLC 60 W, A	3000	1450	1200	1800	800	900	2 x 3" 2 x 2 1/2"	3"	2800	1 5/8" 1 5/8"	1 5/8" 1 5/8"
3 SRLC 75 W, A	3000	1500	1200	1800	850	950	2 x 3" 2 x 2 1/2"	4"	2800	1 5/8" 1 5/8"	1 5/8" 1 5/8"
3 SRLC 90 W, A	3500	1500	1200	1800	850	950	2 x 3" 2 x 2 1/2"	4"	3300	1 5/8" 1 5/8"	1 5/8" 1 5/8"
3 SRLC 105 W, A	3200	1600	1300	1800	850	950	2 x 3" 2 x 2 1/2"	5"	3000	1 5/8" 2 1/8"	1 5/8" 1 5/8"
3 SRLC 120 W, A	3500	1650	1300	1800	900	1000	4 x 3"	5"	3300	1 5/8" 2 1/8"	1 5/8" 1 5/8"
3 SRLC 150 W, A	3500	1850	1500	2050	950	1050	2 x 4" 2 x 3"	5"	3300	1 5/8" 2 1/8"	3 x 1 3/8"
3 SRLC 180 W, A	4000	1900	1500	2050	1000	1100	2 x 4" 2 x 3"	6"	3800	1 5/8" 2 1/8"	3 x 1 3/8"

Note: For air cooled models, discharge & liquid line sizes are based on a maximum distance of 15 meters between chiller and air cooled condenser.
D. L = Discharge Line
L. L = Liquid Line
** Servicing space to be allowed on either end.*

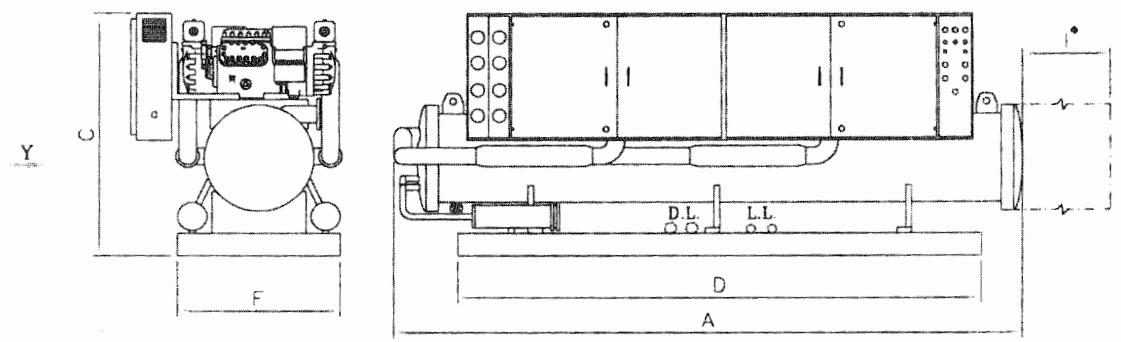
FOUR COMPRESSOR MODELS

WATER COOLED



VIEW "X"

AIR COOLED



VIEW "Y"

DIMENSIONS

Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	D.L	L.L
4 SRLC 80 W, A	3500	1500	1250	2250	800	900	4 x 3"	5"	3300	2 x 1 5/8"	2 x 1 1/8"
4 SRLC 100 W, A	3500	1550	1300	2250	900	1000	4 x 3"	5"	3300	2 x 1 5/8"	2 x 1 3/8"
4 SRLC 120 W, A	3500	1550	1300	2250	900	1000	4 x 3"	5"	3300	2 x 2 1/8"	2 x 1 3/8"
4 SRLC 140 W, A	3500	1650	1350	2250	900	1000	4 x 3"	5"	3300	2 x 2 1/8"	2 x 1 3/8"
4 SRLC 160 W, A	3500	1750	1400	2250	1000	1100	4 x 3"	5"	3300	2 x 2 1/8"	2 x 1 3/8"
4 SRLC 200 W, A	4100	1900	1550	2600	1000	1100	4 x 4"	6"	3800	2 x 2 5/8"	4 x 1 3/8"
4 SRLC 240 W, A	4600	1950	1550	2600	1100	1200	4 x 4"	6"	4300	2 x 2 5/8"	4 x 1 3/8"

Note: For air cooled models, discharge & liquid line sizes are based on a maximum distance of 15 meters between chiller and air cooled condenser.
D. L = Discharge Line
L. L = Liquid Line
** Servicing space to be allowed on either end.*

Technical data

Single compressor models:

		Model	1 SRLC - 5		1 SRLC - 10		1 SRLC - 15		1 SRLC - 20		1 SRLC - 25		1 SRLC - 30		1 SRLC - 35		1 SRLC - 40		1 SRLC - 50		1 SRLC - 60	
			Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled
Electrical Data	Compressor motor (Per Unit)	HP	5		10		15		20		25		30		35		40		50		60	
		RLA	6.5	7.5	14.3	17.1	19	22.9	22.2	25.7	27.8	32.2	31.8	37.1	43.7	50.8	48.3	55.8	65.9	75.7	79.1	90.4
		FLA	7.2	8.4	16.3	19.6	21.8	26.4	25.3	29.2	31.5	36.6	36.6	42.6	49.8	58.2	54.9	63.7	73.5	85.7	88.6	103.2
		MOC	9		21.3		28.8		30.5		40.1		47.7		62.4		71.8		91.6		107	
		LRA	55		121		129		160		192		218		284		347		444		544	
	System	Max KW Input	3.8	4.6	8.8	10.9	11.9	14.8	13.9	16.8	18	21.6	21.9	26	27.9	33.4	33.1	39.7	38.5	46.5	46.7	56.1
		FLA	7.2	8.4	16.3	19.6	21.8	26.4	25.3	29.2	31.5	36.6	36.6	42.6	49.8	58.2	54.9	63.7	73.5	85.7	88.6	103.2
		* Wire Size	4 x 4	4 x 4	4 x 4	4 x 4	4 x 6	4 x 6	4 x 10	4 x 10	4 x 10	4 x 10	4 x 16	4 x 16	4 x 16	4 x 16	3x25/16	3x25/16	3x25/16	3x35/16	3x35/16	3x50/16
Physical Data		Oil Charge (U.S Gals)	0.5		1		1		1		1.1		1.1		1.1		2		2		2	
		** Ref. Charge (Kg)	2.5	1.5	5	3	7.5	4.5	10	6	12.5	7.5	15	9	17.5	10.5	20	12	25	15	30	18
		Oper. Weight (Kg)	360	310	460	410	670	570	770	660	820	700	970	810	1050	840	1220	1110	1380	1180	1585	1350

Two compressor models:

		Model	2 SRLC - 30		2 SRLC - 40		2 SRLC - 50		2 SRLC - 60		2 SRLC - 70		2 SRLC - 80		2 SRLC - 100		2 SRLC - 120	
			Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled
Electrical Data	Compressor motor (Per Unit)	HP	15		20		25		30		35		40		50		60	
		RLA	19	22.9	22.2	25.7	27.8	32.2	31.8	37.1	43.7	50.8	48.3	55.8	65.9	75.7	79.1	90.4
		FLA	21.8	26.4	25.3	29.2	31.5	36.6	36.6	42.6	49.8	58.2	54.9	63.7	73.5	85.7	88.6	103.2
		MOC	28.8		30.5		40.1		47.7		62.4		71.8		91.6		107	
		LRA	129		160		192		218		284		347		444		544	
	System	Max KW Input	23.8	29.6	27.8	33.6	36	43.2	43.8	52	55.8	66.8	66.2	79.4	77	93	93.4	112.2
		FLA	43.6	52.8	50.6	58.4	63	73.2	73.2	85.2	99.6	116.4	109.8	127.4	147	171.4	177.2	206.4
		* Wire Size	4 x 16	4 x 16	4 x 16	3x25/16	3x25/16	3x25/16	3x25/16	3x35/16	3x50/25	3x50/25	3x50/25	3x70/35	3x70/35	3x95/50	3x95/50	3x120/70
Physical Data		Oil Charge (U.S Gals)	2		2		2.2		2.2		2.2		4		4		4	
		** Ref. Charge (Kg)	15	9	20	12	25	15	30	18	35	21	40	24	50	30	60	36
		Oper. Weight (Kg)	1210	1010	1370	1150	1450	1200	1690	1380	1910	1500	2140	1690	2200	1750	2350	1810

Note: LRA: Locked Rotor Amps
MOC: Maximum Operating Current
FLA: Full Load Amps
RLA: Rated Load Amps
* Suggested cable size based on copper conductor under full load conditions (FLA) at maximum ambient temperature of 50C and maximum distance of 70m.
** Excluding the amount of refrigerant for an air cooled condenser & relevant pipings.

Technical data

Three compressor models:

		Model	3 SRLC - 60		3 SRLC - 75		3 SRLC - 90		3 SRLC - 105		3 SRLC - 120		3 SRLC - 150		3 SRLC - 180	
			Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled
Electrical Data	Compressor motor (Per Unit)	HP	20		25		30		35		40		50		60	
		RLA	22.2	25.7	27.8	32.2	31.8	37.1	43.7	50.8	48.3	55.8	65.9	75.7	79.1	90.4
		FLA	25.3	29.2	31.5	36.6	36.6	42.6	49.8	58.2	54.9	63.7	73.5	85.7	88.6	103.2
		MOC	30.5		40.1		47.7		62.4		71.8		91.6		107	
		LRA	160		192		218		284		347		444		544	
	System	Max KW Input	41.7	50.4	54	64.8	65.7	78	83.7	100.2	99.3	119.1	115.5	139.5	140.1	168.3
		FLA	75.9	87.6	94.5	109.8	109.8	127.8	149.4	174.6	164.7	191.1	220.5	257.1	265.8	309.6
		* Wire Size	3x25/16	3x35/16	3x35/16	3x50/25	3x50/25	3x70/35	3x95/50	3x90/50	3x95/50	3x120/70	3x150/70	3x185/95	3x185/95	3x240/120
Physical Data		Oil Charge (U.S Gals)	3		3.3		3.3		3.3		6		6		6	
		** Ref. Charge (Kg)	30	18	37.5	22.5	45	27	52.5	31.5	60	36	75	45	90	54
		Oper. Weight (Kg)	1890	1550	2160	1750	2500	2000	2880	2250	2980	2350	3100	2470	3280	2630

Four compressor models:

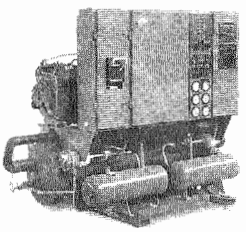
		Model	4 SRLC - 80		4 SRLC - 100		4 SRLC - 120		4 SRLC - 140		4 SRLC - 160		4 SRLC - 200		4 SRLC - 240	
			Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled	Water Cooled	Air Cooled
Electrical Data	Compressor motor (Per Unit)	HP	20		25		30		35		40		50		60	
		RLA	22.2	25.7	27.8	32.2	31.8	37.1	43.7	50.8	48.3	55.8	65.9	75.7	79.1	90.4
		FLA	25.3	29.2	31.5	36.6	36.6	42.6	49.8	58.2	54.9	63.7	73.5	85.7	88.6	103.2
		MOC	30.5		40.1		47.7		62.4		71.8		91.6		107	
		LRA	160		192		218		284		347		444		544	
	System	Max KW Input	55.6	67.2	72	86.4	87.6	104	111.6	133.6	132.4	158.8	154	186	186.8	224.4
		FLA	101.2	116.8	126	146.4	146.4	170.4	199.2	232.8	219.6	254.8	252	292.8	292.8	340.8
		* Wire Size	3x50/25	3x50/25	3x70/35	3x70/35	3x70/35	3x95/50	3x120/70	3x185/95	3x150/70	3x185/95	3x185/95	3x240/120	3x240/120	3x300/150
Physical Data		Oil Charge (U.S Gals)	4		4.4		4.4		4.4		8		8		8	
		** Ref. Charge (Kg)	40	24	50	30	60	36	70	42	80	48	100	60	120	72
		Oper. Weight (Kg)	2570	2150	3000	2450	3200	2600	3680	2900	3880	3100	4100	3300	4350	3550

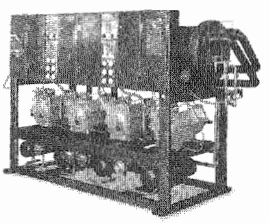
Note:
LRA: Locked Rotor Amps
MOC: Maximum Operating Current
FLA: Full Load Amps
RLA: Rated Load Amps
* Suggested cable size based on copper conductor under full load conditions (FLA) at maximum ambient temperature of 50°C and maximum distance of 70m.
** Excluding the amount of refrigerant for an air cooled condenser & relevant pipings.

Head Office: 4th Floor, Saran Bldg, Shariati Ave, Tehran, Iran
Tel: (+98 21) 753 83 01-7 Fax: (+98 21) 750 82 00
E-mail: saran@saran-mfg.com Http://www.saran-mfg.com

MEHRASL کارخانجات تولیدی مهر اصل

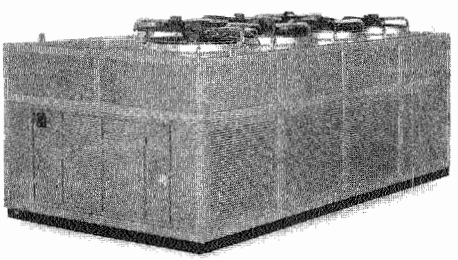
Chillers



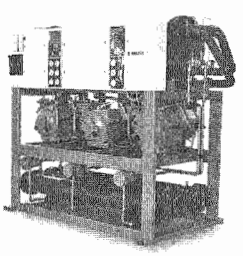


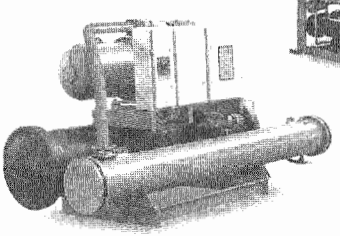
RLC: Remote air-cooled Liquid chillers

ALC: Packaged Air-cooled Liquid chillers



(Special order)





WLC: Water-cooled Liquid chillers

Chillers

MODEL KEYWORD

WLC	3	S	B	140	O	6	W

Production series
WLC: Water-cooled Liquid chillers
RLC: Remote air-cooled Liquid chillers
ALC: Packaged Air-cooled Liquid chillers

Number of compressors
(1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6)

Compressor type
H: Reciprocating Hermetic
S: Reciprocating Semi hermetic
E: Compact Semi Hermetic Screw
F: Scroll Hermetic

Compressor brand
A: Carrier (Carlyle)
O: Copeland or DWM Copeland
B: Bitzer

Nominal capacity (5-560 RT)

Design improvements
O: Original (without additional options)
M: Microprocessor controller

Electrical power specifications

(V-Ph-Hz)	(V-Ph-Hz)	(V-Ph-Hz)
1 :575-3-60	4 :200-3-60	6 :400-3-50
2 :460-3-60	5 :200-1-60	7 :220-1-50
3 :230-360		

Packing specifications
D :Domestic packing
I: International packing
W: Without packing

Chillers

MEHRASL **C Liquid Chiller

"C series liquid chillers are compact energy-efficient units designed to use in many commercial and industrial applications like office buildings, apartments, hotels, schools, hospitals, amusement centers, oil refineries, steel mills, food processing plants, petrochemical plants, paper mills and anywhere you need to decrease the temperature of water, alcohol, oil or any other liquids or fluids.
MEHR ASL WLC, ALC series liquid chillers are packaged units complete designed to reduce installation time and costs. These units have been completed with cooler, compressors, condensers, refrigerant and power circuits, controls, refrigerant and oil charges that only need the addition of a condenser water supply, connection to the electrical power and chilled liquid distribution system. For RLC must be order for cooled condenser separately.
United Technologies Carrier brand Carlyle, Bizer and Copeland high performance compressors used in the "C series liquid chillers are matched to MEHR ASL high efficiency heat exchangers. The compressors are mounted on heavy-duty spring or rubber vibration isolators to minimize vibration transmission to the buildings. A crankcase heater that is always on during compressor off cycles protects the system against refrigerant migration and oil dilution and the potentially expensive problems they can cause. Compressor motors are protected against overheating and potential damage by quick sensing elements.

R134a REFRIGERANT:

R134a was the first chlorine type (ODP=0) HFC refrigerant that was tested comprehensively. It is now used world-wide in many refrigeration and air- conditioning units with good results. As well as being used as a pure substance, R134a is also applied as a component of variety.

R134a has similar thermodynamic properties to R12:
Refrigeration capacity, energy requirement, temperature properties and pressure levels are comparable, at least in air conditioning and medium temperature refrigeration plants. This refrigerant can therefore be used as an alternative for most R12 applications.
For some application R134a is even preferred as a substitute for R22, an important reason being the limitations to the use of R22 in new plants. However, the lower volumetric refrigeration capacity of R134a requires a larger compressor displacement than with R22. There are also limitations in the application with low evaporating temperatures to be considered.
MEHR ASL Corporation taking advantage of modern technology and compressors for R134a refrigerant offers chillers with almost the same cooling capacity same body size, more displacement and the cost as R22 refrigerant . The following diagram shows a comparison between the usage of new compressors and R134a with R407c. As it is shown in the diagram, we can achieve a higher COP with R134a in most cases.

NOTE: Packaged R134a is now available for customized chillers. Also economizer is optional for chiller with screw compressor. Please do not hesitate to contact us for more information.
**Chiller is models equipped with screw compressor.*

MODEL KEYWORD

WLC A S B 140 O 0 W

Model/Design series:
WLC: Water-cooled Liquid chillers
RLC: Remote air-cooled Liquid chillers
ALC: Packaged Air-cooled Liquid chillers

Number of compressors:
(1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6)

Compressor type:
H: Reciprocating Hermetic
S: Reciprocating Semi Hermetic
E: Compact Semi Hermetic Screw
F: Scroll Hermetic

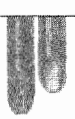
Compressor brand:
A: Carrier (Carlyle)
O: Copeland or DWM Copeland
9: 98zer

Nominal capacity (cold R12):

Design sub-variations:
O: Original (without additional options)
M: Microprocessor controller

Electrical power characteristics:
(V-Ph-Hz) (V-Ph-Hz) (V-Ph-Hz)
1 :575-3-60 4 :200-3-60 6 :400-3-50
2 :460-3-60 5 :200-1-60 7 :220-1-60
3 :230-3-60

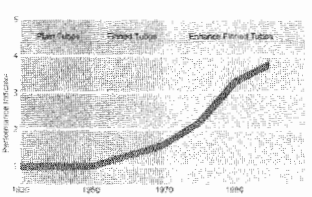
Packing specifications:
D: Domestic packing
I: International packing
W: Without packing



WATER COOLED CONDENSERS :

Water cooled condenser series ASTCA are used with WLC type chillers. Enhanced finned tube manufactured by Wieland 19 mm in diameter are used with this type of condensers. This type of tube has very high heat transfer than smooth and single finned tubes.
Customized condenser with stainless steel tubes and sea water coolant are also available. For more information refer to the water cooled condenser catalogue.





AIR COOLED CONDENSERS :



Air cooled condenser series Ac, Av, and Ak are used with chillers of type RLC and ALC. They are designed based on ARI 410-81 standard and MEHR ASL laboratory results.
Copper tubes with 3/8" OD size are used with our condensers. The fin arrangements are 14 fin per inch with Staggered geometry of 25 x 19 for aluminum fins and 25 x 12.5 for copper fins. For more information refer to the Air Cooled Condenser Catalogue.
The fans used for condenser units are mostly external rotor types which are made by world's famous producers such as Nicotra, Ziehl-Abegg and...

PARTS :

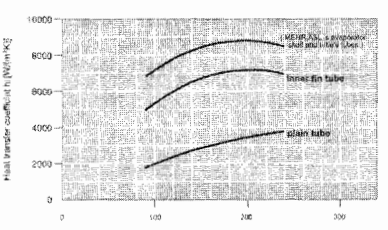
All the parts used for assembling such as service valves, expansion valves, sight-glass, liquid valves are provided from works famous producers such as Danfoss, Alco, Castel, and...



EVAPORATOR :

Evaporator series SETA are used with "C series chillers. Finned copper tubes (Wieland- or Cutokumpu) which have a higher heat transfer than smooth tubes are used with this type of evaporators.
Aluminum baffles are used for cross flow of the liquid and higher heat transfer rate. The shell and headers and tube sheets are made of high quality steel with the modern CNC machines. The shell is isolated with special rubber insulator liners for stronger installation. For more information refer to the shell and tube evaporator catalogue.

The following diagram shows an increase in efficiency of MEHR ASL evaporator shell and tube's tube.



Test conditions Evaporating temperature Tp = 0 °C Vapour quality at inlet 20%
Refrigerant R 134a Suction super heat Tsup= 5K Water velocity Wa = 2.5 m/s

Chillers

SELECTION METHOD FOR CHILLER

There is a simple selection method propose for **°C series water cooled liquid chillers used on MASSL standard units as follows:

Wanted to have 10 l/s chilled water & water outlet temp. 7 °C & 5.5 °C (~10 °F) temp. drop in cooler.If ambient dry bulb temp. is 35 °C and cooling tower can supply cooling water with 25 °C, which chiller is suitable?
In this catalogue we can find three type of liquid chiller: WLC, ALC, and RLC.its to find suitable chiller for 3 types (of course for RLC, ALC no need for cooling tower)

Cooling capacity= Q (Kw), 10L/s of water ~ 10Kg/s of water

Q (Kw) = 4.2 (KJ/kg. °C) * Water Flow (Kg/s) * Temp. Drop (°)
= 4.2 * 10 * 5.5 = 231 Kw =66.37 R.T

Attention: 4.2= water specific heat.
Assumption: used refrigerant = R22 and fouling factor for compresser = 0.0002 (sqm)/°C.to find suitable chiller we should calculated condensing temp.

Condensing temp. = Condensing inlet water temp. + A
For this assumption: A= 10
Condensing temp. = 25 + 10 = 35 °C

With referring to capacity tables you can select WLC1EB080 for this chiller.used STCAB2080 condenser therefore: A=10.8 (refer to pag.35)
Condensing temp. = 25 + 10.8 = 35.8

With referring to capacity tables suitable model is **WLC1EB080**

- If you want to use RLC chiller
You can select a suitable air cooled condenser with refer to air cooled chiller.
- For ALC chiller
All of our air cooled condenser on ALC models design with °C differential temp.

Condensing temp. = 35 + 15 = 50 °C

By referring to capacity tables The **ALC2SB090** model is suitable.

NOTE: Capacity of water cooled condenser calculated with(fouling factor equal to 0.0002(sqm)/ kj)
For other conditions contact with MEHR ASL

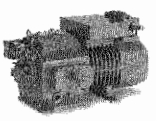
THE COMPRESSORS USED IN LIQUID CHILLER

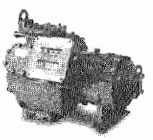
The compressors used with our units are provided from the world's famous producers such as Carrier (8 - 40 R-ton), Copeland (5 - 10 R-ton) in two type of hermetic and scroll, Bitzer (15 - 140 R-ton) in two types of semi-hermetic and screw. The advantage of screw and scroll compressors are lower noise & vibration, higher efficiency and longer working hours than reciprocating compressor. For more information contact with them directly.


- Copland reciprocating hermetic compressor


- Copland Hermetic Scroll compressor


- Bitzer compact screw compressor


- Bitzer reciprocating Semi - hermetic compressor


- United Technology Carrier (Carlyle reciprocating semi-hermetic compressor- Carrier corporation)

Copeland BITZER Carrier Carlyle

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(407C)	COOLING CAPACITY R.T(407C)	COOLING CAPACITY Kw(R407C)	IN.P (KW) R22	IN.P (KW) 407C	Condenser model for WLC	C.W.F.R Liter/S	C.P.D KPa
▲ ***1HO010	30	48.2	13.6		9.1		STCAA2010	1.98	29
	35	45.1	12.8		9.6			1.53	25
	40	32.3	9.2		9.9			1.46	26
	45	29.5	8.4		9.5			1.28	24
	50	26.6	7.6		9.8			1.19	27
	55	23.8	6.8		10.2			1.05	27
	60	20.8	5.9		10.8			0.90	26
▲▲ ***1SA010	30	54.4	9.8		5.1		STCAA2040	1.45	29
	35	52.1	9.4		5.9			1.38	28
	40	29.8	8.4		6.4			1.25	28
	45	27.6	7.8		6.9			1.20	28
	50	25.4	7.2		7.5			1.10	27
	55	23.5	6.6		8			1.01	27
	60	22.2	6		8.5			0.92	26
▲ ***2FO010	30	38.8	11.04	45	6.44	6.8	2 x STCAA2025	1.69	29
	35	37.2	10.56	44	7.11	6.6		1.65	26
	40	35.6	10.13	43	7.76	6.85		1.65	25
	45	33.8	9.61	39	8.67	6.8		1.47	28
	50	32.6	9.16	38	7.99	6.75		1.39	27
	55	29.8	8.49	34	10.4	6.84		1.35	27
	60	27.6	7.85	32	11.3	7.07		1.20	26
▲ ***2HO010	30	37.4	10.6		7.4		2 x STCAA2905	1.62	29
	35	35.1	10.0		8.0			1.53	29
	40	33.0	9.3		8.5			1.43	28
	45	30.4	8.7		9.1			1.32	28
	50	28.1	8		10.2			1.22	27
	55	25.8	7.3		4.3			1.12	27
	60	10.8	3		4.9			0.47	26
▲▲▲ ***1SB015	30	46.3	13	40.8	9.4	8.7	STCAA2015	2.10	27
	35	46.8	13	54.6	10.4	9.2		2.00	27
	40	43.6	12.3	49.2	11.4	10.2		1.90	26
	45	41.2	11.7	39.5	12.5	10.2		1.79	26
	50	38.4	10.9	38.1	13.6	11.1		1.66	25
	55	36.4	10.3	34	14.4	11.1		1.56	25
	60	34.6	9.8	33.8	15.2	11.1		1.48	24
▲▲ ***1SA015	30	54.3	15.4	50.1	9.7	10.2	STCAA2015	2.50	31
	35	52.9	15	49.1	10.8	10.2		2.41	31
	40	47.6	13.5	44.1	12.2	10.2		2.07	30
	45	44.4	12.6	41.1	13.1	10.2		1.93	30
	50	41.5	11.7	38.4	14.2	10.2		1.77	29
	55	38.1	10.8	35.3	15.2	10.2		1.66	29
	60	29.6	8.4	27.4	15.9	10.2		1.52	28
▲ ***2FO015	30	47.0	13.4	36.2	9.1	8.7	2 x STCAA2008	2.00	30
	35	45.3	12.8	34.8	9.8	8.64		1.97	29
	40	43.6	12.3	41.5	9.9	8.64		1.87	29
	45	42.9	12.1	39.2	11.0	8.64		1.78	28
	50	39.8	11.04	36.4	12.1	8.64		1.69	28
	55	36.8	10.41	33.4	13.0	8.64		1.56	24
	60	34.4	9.73	31.2	13.8	8.64		1.50	23
▲ ***2HO015	30	60.1	17.0		11.8		2 x STCAA2010	2.60	26
	35	58.1	16.7		13.6			2.39	26
	40	55.1	14.7		12.3			2.17	25
	45	46.1	13.1		13.9			2.09	25
	50	41.1	11.9		14.4			1.91	24
	55	37.1	10.6		14.9			1.64	24
	60	32.1	9.0		13.5			1.43	23

C.W.F.R: Cooler Water Flow Rate C.P.D: Cooler Pressure Drop IN.P (KW): POWER

▲ Copeland Compressor ▲▲ Bitzer Compressor ▲▲▲ Bitzer Compressor

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(407C)	COOLING CAPACITY R.T(407C)	COOLING CAPACITY Kw(R407C)	IN.P (KW) R22	IN.P (KW) 407C	Condenser model for WLC	C.W.F.R Liter/S	C.P.D KPa
▲ ***1FO035	30	20.4	5.82		3.22	3.06	STCAA2005	0.97	7
	35	19.6	5.29		3.56	3.3		0.81	7
	40	17.5	5.06		3.89	3.65		0.77	5
	45	16.6	4.81		4.34	4.13		0.73	5
	50	16	4.55		4.79	4.56		0.76	5
	55	14.9	4.24		5.22	5.05		0.66	5
	60	13.8	3.92		5.66	5.69		0.60	5
▲ ***1HO060	30	18.8	5.3		3.7		STCAA2005	0.87	7
	35	17.5	5.0		4.0			0.75	7
	40	16.4	4.7		4.3			0.71	6
	45	15.2	4.3		4.6			0.66	6
	50	14.1	4.0		4.8			0.67	6
	55	12.5	3.7		5.1			0.56	5
	60	11.9	3.4		5.4			0.50	5
▲ ***1FO060	30	23.6	6.77	23.8	4.07	4.2	STCAA2008	1.03	11
	35	22.85	6.44	22	4.6	4.32		0.99	21
	40	21.5	6.11	20.8	4.83	4.47		0.93	20
	45	20.45	5.82	19.5	5.48	5.29		0.88	20
	50	19.4	5.52	18.2	6.04	6.01		0.84	19
	55	18.3	5.26	16.5	6.48	6.24		0.80	19
	60	17.2	4.95	15.6	6.92	7.0		0.75	18
▲ ***1HO080	30	29.9	8.5		5.6		STCAA2004	1.28	21
	35	27.5	7.8		6.3			1.18	21
	40	25.2	7.3		6.9			1.10	20
	45	27.0	6.9		6.8			1.00	20
	50	26.4	6.9		7.5			0.97	19
	55	16.8	5.1		7.5			0.8	18
	60	16.4	4.7		8.1			0.71	16
▲▲ ***1SA080	30	26.2	7.5		3.6		STCAA2008	1.14	20
	35	24.6	7		4.4			1.07	20
	40	23.1	6.6		5			1.00	19
	45	21.5	6.1		5.4			0.93	19
	50	19.8	5.6		5.8			0.86	18
	55	19.3	5.5		6.2			0.79	18
	60	18.7	4.7		6.6			0.73	18
▲ ***1FO010	30	33.5	9.54	33.1	8.47	8.4	STCAA2010	1.46	26
	35	32.1	9.13	31.5	9.1	8.56		1.40	26
	40	30.7	8.73	30.2	9.73	8.72		1.33	26
	45	29.2	8.29	28.7	7.52	7.56		1.22	26
	50	27.6	7.80	26.1	8.21	8.56		1.06	27
	55	26.3	7.34	24.9	8.79	9.04		1.15	27
	60	25.2	7.02	24.5	9.19	9.52		1.10	26

C.W.F.R: Cooler Water Flow Rate C.P.D: Cooler Pressure Drop IN.P (KW): POWER

▲ Copeland Compressor ▲▲ Bitzer Compressor ▲▲▲ Bitzer Compressor

Chillers

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	KW(407C)	IN.P (KW) R22	407C	Condenser model for W.C	C.W.E.R Liter/S	C.P.D KPa
▲▲ ***12AA030	30	109.6	29.9		13.4		4.72	32
	35	103.9	28.6				5.43	36
	40	98.2	27.1		24.4		4.19	31
	45	91.8	25.3		26.1	2 x STCAA2035	3.96	31
	50	83.4	23.4		28.4		3.59	30
	55	76.2	21.7		30.5		3.33	30
	60	70.1	19.9		31.6		3.09	29
▲▲▲ ***25B035	30	99.6	27.5	16.9	18.5	1 x STCAA2015	4.28	36
	35	91.5	26.1	17.7	20.8		4.09	36
	40	87.2	24.8	18.4	22.9		3.73	35
	45	81.4	23.4	19.5	21.2		3.52	33
	50	77.9	22.7	19.9	22.3		3.38	32
	55	72.6	20.7	20.2	25.5		3.17	30
	60	67.6	19.3	20.5	26.7		2.95	27
▲▲ ***15A045	70	135.4	35.0		26.9		5.80	310
	35	127.5	36.2		31.1		5.54	42
	40	119.4	34.0		30.2		5.18	50
	45	111.8	31.3		35.5	STCAA2040	4.82	50
	50	103.8	29.5		37.1		4.82	58
	55	96.2	27.4		38.5		4.18	55
	60	88.8	25.3		40.4		3.88	50
▲▲▲ ***30B060	30	131.0	37.1	22.4	25.3	1 STCAA2045	8.06	70
	35	124.3	33.4	23.1	28.8		7.41	67
	40	112.9	33.6	24.8	30.3		6.13	59
	45	111.6	31.7	25.5	32.5		4.65	79
	50	105.2	29.9	26.3	34.8		4.58	74
	55	99.1	28.5	27.1	37.4		4.31	68
	60	93	26.3	28.2	39.5		4.04	57
▲▲ ***25A040	30	149.5	41.7		26.6		6.57	35
	35	139.6	38.9		29.1		5.93	33
	40	127.4	35.5		31.9		5.64	34
	45	118.2	33.7		33.8	2 x STCAA2020	5.14	34
	50	109.2	31.1		36.4		4.79	40
	55	100.2	28.6		38.6		4.35	35
	60	91.1	26.9		41.4		3.96	31
▲▲▲ ***30B040	30	136.3	38.1	14.0	22.9	1 x STCAA2025	5.99	54
	35	111.9	31.8	14.7	26.1		4.85	37
	40	105.5	30.0	15.2	27.6		4.58	31
	45	99.1	28.4	15.6	29.1		4.35	31
	50	92.7	26.6	16.0	30.6		4.07	30
	55	87.9	25.0	16.4	32.3		3.80	30
	60	82.8	23.5	16.9	34.2		3.60	29
▲▲ ***15A050	70	165.4	45.0		31.2		8.41	40
	35	154.8	41.1		32.3		7.82	40
	40	145.9	37.9		33.7		7.29	39
	45	136.3	43.9		45.4	2 x STCAA2025	6.71	39
	50	141.9	42.3		48.9		6.17	50
	55	129.9	39.9		50.9		5.85	38
	60	118.5	35.7		53.8		5.34	37
▲▲▲ ***30B050	30	134.1	43.8	19.8	31.3	1 STCAA2035	6.70	57
	35	145.4	41.6	20.1	35.3		6.32	55
	40	139.9	39.5	20.1	37.5		5.94	54
	45	131.6	37.4	20.4	40.5		5.72	54
	50	126.4	35.6	20.7	43.1		5.43	52
	55	117.5	33.4	20.7	46.2		5.12	47
	60	110.2	31.4	20.8	49.0		4.89	44

C.W.F.R : Cooler Water Flow Rate C.P.D : Cooler Pressure Drop IN.P (KW) : INPUT POWER

▲ Copeland Compressor | ▲▲ Bitzer Compressor | ▲▲▲ Bitzer Compressor

- CORLING CAPACITIES R22

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW	KW(407C)	IN.P (KW) R22	407C	Condenser model for W.C	C.W.F.R Liter/S	C.P.D KPa
▲▲ ***15A070	30	154.2	43.5		28.5		6.41	35
	35	144.5	41.1		30.3		5.28	35
	40	137.9	39.0		32.1		5.96	34
	45	128.9	36.9		34.6	2 x STCAA2025	5.64	34
	50	122.4	34.8		36.9		5.17	33
	55	115.2	32.8		39.1		5.01	33
	60	109	30.7		41.9		4.75	31
▲▲▲ ***25A060	30	206.2	58.5		39.7		8.89	57
	35	194.2	55.2		44.1		8.44	55
	40	181.9	51.9		47.7		7.83	54
	45	169.5	48.2		51.4	2 x STCAA2030	7.37	52
	50	157.3	44.5		54.1		6.82	47
	55	144.4	41.1		57.4		6.28	44
	60	131.6	37.4		59.8		5.72	39
▲▲▲ ***30B060	30	202.7	57.1	49.0	34.0	1 STCAA2040	8.70	57
	35	191.9	52.3	47.9	43.6		8.06	54
	40	174.4	49.6	48.7	46.3		7.59	51
	45	164.8	46.5	50.2	49.5		7.16	49
	50	155.9	44.1	44.5	53.6		6.74	46
	55	145.1	41.3	45.5	56.5		6.32	44
	60	133.9	38.5	47.1	60.1		5.91	39
▲▲ ***15A070	30	174.9	49.0	39.4	34.0	2 x STCAA2030	7.49	44
	35	165.0	47.1	39.1	36.9		7.23	43
	40	157.2	44.7	38.9	40.4		6.82	39
	45	148.5	42.2	39.2	43.1		6.45	38
	50	140.3	39.9	37.9	46.1		6.15	38
	55	132.1	37.8	38.2	49.2		5.74	38
	60	124.1	35.3	38.5	54.0		5.43	37
▲▲▲ ***30B070	30	206.4	57.8		38.7		10.57	56
	35	204.3	53.8		42.4		9.75	54
	40	210.5	59.8		46.1		9.15	51
	45	196.7	55.8		51.3		8.53	51
	50	183.4	51.9		55.1		7.95	50
	55	169.4	47.7		59.1		7.32	50
	60	154.5	44.3		70.1		6.66	47
▲▲▲ ***15B070	35	227.9	63.8		47.6		9.84	55
	40	217.9	60.4		51.6		9.23	51
	45	200.7	57		55.7		8.72	50
	50	185.5	53.7		60.9		8.11	51
	55	172.2	50.4		65.1		7.75	51
	60	161.9	47.5		69.5		7.41	51
▲▲▲ ***25B070	35	248.2	62.1		42.5		9.49	52
	40	227.1	66.9		46.6		9.61	52
	45	199.5	55.5		50.1		8.54	47
	50	185.6	52.8		54.2		8.08	47
	55	174.4	49.9		58.1		7.63	47
	60	165.1	47.5		62.1		7.41	47
▲▲ ***25A060	30	212.5	77.2		57.0		11.78	58
	35	204.6	72.4		62.1		11.37	58
	40	194.9	67.5		66.4		10.56	55
	45	182.1	62.6		72.3	2 x STCAA2025	9.25	56
	50	170.8	58.3		76.4		8.63	54
	55	160.5	54.7		81.0		8.08	53
	60	147.5	50.6		90.7		7.52	53

C.W.F.R : Cooler Water Flow Rate C.P.D : Cooler Pressure Drop Watt(P) Power

▲ Copeland Compressor | ▲▲ Bitzer Compressor | ▲▲▲ Bitzer Compressor

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	KW(407C)	IN.P (KW) R22	407C	Condenser model for W.C	C.W.E.R Liter/S	C.P.D KPa
▲▲▲ ***25B080	30	282.5	77.5	56.2	51.5	2 x STCAC2040	13.39	35
	35	243.5	70.7	229.7	58.9		10.81	31
	40	240.8	67.1	227.5	60.5		11.21	28
	45	223.1	63.5	209.9	57.9		9.70	24
	50	210.5	59.0	199.6	56.7		9.13	23
	55	199.2	56.4	174.9	74.8		8.92	22
	60	186.5	52.9	171.1	83.3		8.19	24
▲▲ ***30A090	30	300.2	85.9		59.5	1 x STCAC2030	13.45	39
	35	291.2	82.8		66.2		12.96	38
	40	276.8	77.6		71.2		11.99	37
	45	254.1	72.5		77.7		11.06	35
	50	235.6	67.9		93.1		10.24	34
	55	216.5	61.5		86.1		9.42	34
	60	197.3	56.2		89.8		8.60	30
▲▲▲ ***25B060	30	297.2	81.8	277.3	53.4	1 STCAC2040 + 1 STCAC2020	12.48	37
	35	277.4	77.5	268.2	57.8		11.97	36
	40	260.1	73.9	248.3	60.2		11.1	34
	45	248.2	70.9	237.3	57.5		10.73	34
	50	234.6	66.4	219.6	73.6		10.13	32
	55	224	62.7	198.4	76.2		9.74	31
	60	213.6	60.2	187.4	81.3		9.22	34
▲▲ ***15A100	30	331.7	97.3		68.5	2 x STCAC2030	14.86	44
	35	321.9	91.8		75.1		13.98	44
	40	301.4	85.7		81.1		13.17	42
	45	281.1	79.5		82.3		12.23	37
	50	263.5	74.2		91.4	1 STCAC2040	11.39	42
	55	249.9	69.8		96.3		10.64	42
	60	235.6	66.7		100.3		9.89	43
▲▲▲ ***25B100	30	308.1	87.9	309.1	55.0	2 x STCAC2030	13.46	30
	35	290.5	83.5	285.6	70.9		12.79	35
	40	277.9	79.1	269.4	69.1		12.31	34
	45	263.3	75.2	253.7	81.3		11.45	35
	50	246.9	70.9	231.2	86.1		10.66	34
	55	234.7	66.7	214.6	93.6		10.06	34
	60	220.1	62.8	198.9	99.1		9.59	32
▲▲▲ ***15B100	30	355.5	99.3	304.6	58.9	2 x STCAC2030 + 1 STCAC2040	15.45	36
	35	346.9	93.8	316.6	65.9		14.81	36
	40	329.4	89.2	299.4	71.1		14.06	35
	45	290.1	79.9	261.8	76.5		13.01	35
	50	263.0	83.8	302.5	81.3		10.86	37
	55	241.2	65.8	282.7	86.4		10.02	34
	60	217.5	61.8	165.8	94.4		9.44	33
▲▲▲ ***25B110	30	307.5	94.9	349.3	57.8	2 x STCAC2030 + 1 STCAC2040	14.12	44
	35	330.4	94.3	362.8	76.8		14.37	46
	40	312.4	89.1	339.1	84.3		13.46	42
	45	296.3	84.7	319.5	89.8		12.46	41
	50	279.4	78.5	300.6	96.3	2 x STCAC2040	12.15	42
	55	262.7	74.7	280.2	101.1		11.47	42
	60	246.3	70.8	259.8	107.9		10.73	41
▲▲ ***35A110	30	374.8	106.5		77.9	3 STCAC2030	16.29	48
	35	391.5	100.1		85.8		15.76	45
	40	379.9	103.8		85.2		14.54	48
	45	357.9	94.5		96.4		13.39	44
	50	348.4	91.5		103.4	2 x STCAC2040	12.48	43
	55	334.1	79.1		109.9		12.51	45
	60	323.4	90.2		117.6		11.58	42

C.W.F.R : Cooler Water Flow Rate C.P.D : Cooler Pressure Drop IN.P (KW) : INPUT POWER

▲ Copeland Compressor | ▲▲ Bitzer Compressor | ▲▲▲ Bitzer Compressor

Chillers

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R134a)	R 1/922	Kw(R407C)	IN P (KW) R22	407C	Condenser model for W.C	C.W.F.R Liter/S	C.P.D KPa
***35B150	30	462.2	131.6	460.2	97.5	99.3	5 x STCAC2060	20.15	58
	35	439.2	124.9	436.4	102.8	104.9		19.13	56
	40	416.9	118.5	414.3	113.6	115.8		18.17	52
	45	394.6	112.3	392.1	125.5	128.0		17.17	57
	50	373.3	106.2	371.2	129.2	131.8		16.23	59
	55	352.0	100.1	350.0	138.0	140.8		15.29	56
	60	331.9	94.4	330.2	147.1	150.0		14.39	54
***45A150	30	523.9	149.0	521.5	111.5	113.7	6 x STCAA2040	22.78	71
	35	497.3	141.4	495.1	121.3	123.7		21.62	71
	40	471.5	134.1	469.5	131.5	134.1		20.58	78
	45	446.2	126.9	444.3	143.9	146.8		19.48	70
	50	420.8	119.7	419.1	150.3	153.3		18.39	69
	55	398.1	112.6	396.5	158.9	162.1		17.34	64
	60	372.5	105.9	371.0	169.2	172.6		16.22	68
***45B180	30	591.6	142.7	588.4	97.9	99.8	4 x STCAA2040	21.62	70
	35	576.8	136.6	573.8	107.4	109.6		20.73	70
	40	562.8	128.6	559.8	116.3	118.6		19.67	69
	45	527.1	123.7	524.5	124.6	127.1		18.69	64
	50	503.6	114.0	501.2	137.7	140.5		17.65	66
	55	396.1	108.1	394.0	143.4	147.0		16.62	58
	60	306.6	101.4	305.2	156.0	159.4		15.65	67
***35B170	30	541.6	164.9	539.3	128.3	131	2 x STCAC2060 + STCAC2070	23.54	73
	35	514.0	146.3	511.6	139.6	142.5		22.37	73
	40	487.7	138.7	485.5	151.3	154.5		21.21	73
	45	459.6	103.1	458.2	130.7	134.1		20.04	70
	50	434.3	123.5	432.5	145.8	149.1		18.89	71
	55	409.1	116.3	407.5	167.1	171.1		17.77	70
	60	382	109.1	380.7	196.1	200.6		16.65	79
***35B180	30	581.1	165.1	578.6	112.0	114.6	3 x STCAC2060	25.26	79
	35	564.1	157.6	561.8	131.5	134.6		24.03	78
	40	553.1	148.6	551.1	137.1	140.4		22.75	78
	45	493.0	140.6	490.8	149.8	153.3		21.47	78
	50	464.9	132.2	463.2	160.3	164.3		20.21	77
	55	429.2	121.1	427.5	167.7	171.8		18.97	77
	60	402.8	115.9	401.2	191.2	195.8		17.72	76
***35A200	30	677.1	192.6	674.3	164.1	167.9	5 x STCAA2040	28.44	84
	35	636.4	181.1	633.8	155.3	159.1		27.06	46
	40	597.5	169.9	595.1	154.8	158.5		25.65	43
	45	557.8	158.6	555.7	179.1	183.4		24.29	49
	50	518.6	147.7	516.8	186.5	191		22.89	42
	55	481.2	136.9	479.6	192	196.7		20.90	42
	60	444.0	126.3	442.6	201.8	206.7		19.20	41
***35B200	30	616.1	175.2	613.5	139.6	143.1	4 x STCAA/2060	26.79	42
	35	589.6	167.7	587.2	154.8	158.5		25.69	43
	40	565.9	158.1	563.8	161.5	165.2		24.17	41
	45	529.6	149.8	527.8	169.5	173.4		22.83	41
	50	497.7	141.6	496.0	172.2	176.5		21.64	40
	55	459.2	130.9	457.7	186.4	190.7		20.43	40
	60	447.3	127.5	445.8	196	178.1		19.18	39
***35B210	30	671.3	190.9	668.8	142.8	210.8	5 x STCAC2070	29.18	80
	35	626.7	181.1	624.4	158.2	162.4		27.65	80
	40	602.1	171.2	599.8	172.0	176		26.15	79
	45	566.8	161.2	564.9	182.8	187		24.64	79
	50	531.9	151.2	530.2	196.8	201.4		23.11	78
	55	494.8	140.7	493.2	213.1	218.0		21.51	78
	60	458.9	130.5	457.5	218.5	223.7		19.95	77

C.W.F.R: Cooler Water Flow Rate C.P.D: Cooler Pressure Drop IN.P: INPUT POWER

▲ Copeland Compressor ■ Bitzer Compressor ▲▲▲ Danfoss Compressor

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	R 1/922	Kw(R407C)	IN P (KW) R22	407C	Condenser model for W.C	C.W.F.R Liter/S	C.P.D KPa
***25B120	30	382.9	111.4	381.3	76.6	78.3	2 x STCAC4040	17.08	53
	35	370.9	106.1	369.4	84.9	86.8		16.22	59
	40	352.5	100.6	351.0	90.3	92.3		15.38	51
	45	334.7	95.7	333.4	97.6	99.7		14.55	57
	50	315.7	89.8	314.5	104.9	107.2		13.73	51
	55	297.4	84.6	296.3	112.7	115.2		12.93	51
	60	279.4	79.5	278.4	121.4	124.0		12.13	50
***30A120	30	406.3	115.5	404.7	69.4	71	3 x STCAC4040	17.85	55
	35	392.9	108.6	391.4	84.7	86.6		16.91	61
	40	374.3	101.9	372.9	90.1	92.1		15.88	52
	45	334.7	96.2	334.0	108.0	110.3		14.90	70
	50	311.2	88.6	310.1	111.3	113.7		13.93	61
	55	284.7	82.1	283.8	115.6	118.1		12.95	51
	60	266.4	75.8	265.6	121.1	123.7		11.96	50
***45A120	30	412.4	117.3	410.7	76.3	78	4 x STCAB2030	17.93	53
	35	398.3	112.4	396.8	80.2	82		16.95	60
	40	383.9	107.5	382.6	86.4	88.3		15.90	52
	45	348.0	96.4	346.9	102.7	104.9		14.74	52
	50	313.8	90.3	312.8	109.2	111.6		13.65	51
	55	286.1	82.1	285.2	114.5	117.0		12.50	51
	60	263.4	74.9	262.7	119.7	122.3		11.46	50
***25B120	30	397.4	110.2	395.8	74.0	75.6	2 x STCAC2060	16.84	52
	35	368.1	104.7	366.7	87.6	89.6		16.05	52
	40	358.1	99.2	356.8	91.6	93.6		15.17	73
	45	329.2	93.6	327.9	99.8	102		14.31	51
	50	299.8	88.1	298.6	106.9	109.2		13.47	70
	55	290.5	82.7	289.4	111.9	114.4		12.64	69
	60	271.2	77.3	270.2	123.8	126.5		11.81	49
***30B130	30	417.5	117.7	415.9	86.2	88.1	STCAC2060 + STCAC2070	18.15	43
	35	396.3	112.7	394.8	90.1	92.1		17.22	63
	40	375.1	106.7	373.7	104.7	107		16.31	55
	45	353.9	100.8	352.6	115.0	117.6		15.37	57
	50	332.1	94.5	330.9	118.5	121		14.44	51
	55	311.4	88.9	310.3	129.3	132.2		13.49	51
	60	292.8	82.1	291.8	131.1	134		12.56	50
***45A140	30	477.0	135.7	475.2	97.3	99.4	2 x STCAA2060 + 2 x STCAA2040	20.74	59
	35	460.5	127.5	458.9	106.9	109.2		19.57	68
	40	427.3	119.7	425.9	113.7	116.2		18.30	57
	45	390.6	111.7	389.2	122.7	125.4		17.07	57
	50	364.7	103.7	363.4	130.2	133.1		15.86	60
	55	336.6	96.9	335.5	138.6	141.7		14.65	56
	60	309.4	88.9	308.4	140.6	143.8		13.48	56
***45B140	30	439.1	124.9	437.5	91.5	93.6	2 x STCAA2060 + 2 x STCAA2040	19.05	65
	35	417.1	118.6	415.6	99.3	101.5		18.14	65
	40	396.8	112.6	395.3	107.9	110.3		17.21	64
	45	374.8	106.5	373.5	113.6	116.2		16.29	64
	50	354.1	100.7	352.8	120.1	122.8		15.37	63
	55	333.8	94.9	332.6	128.4	131.2		14.51	63
	60	313.8	89.2	312.8	130.4	133.2		13.64	62
***35B160	30	447.6	127.3	445.7	86.2	88.1	2 x STCAA2060 + 2 x STCAA2040	19.48	66
	35	434.6	120.7	432.8	100.1	102.3		18.42	66
	40	401.4	114.2	399.8	114.7	117.2		17.45	65
	45	377.9	107.5	376.4	121.9	124.5		16.42	65
	50	358.1	100.6	356.8	123.7	126.4		15.42	64
	55	329.9	93.9	328.8	141.4	144.4		14.38	64
	60	300.9	87.0	299.9	145.2	148.2		13.39	63

C.W.F.R: Cooler Water Flow Rate C.P.D: Cooler Pressure Drop IN.P: INPUT POWER

▲ Copeland Compressor ■ Bitzer Compressor ▲▲▲ Danfoss Compressor

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	R 1/922	Kw(R407C)	IN P (KW) R22	407C	Condenser model for W.C	C.W.F.R Liter/S	C.P.D KPa
***75B250	30	740.9	40.8	738.2	28.7	29.2	STCAC2060	6.24	37
	35	635.2	36.7	632.9	33.7	34.4		5.92	31
	40	529.8	31.8	528.3	34.8	35		5.60	30
	45	529	31.3	527.5	37.5	38.4		5.22	30
	50	511.5	31.7	509	41.2	42.1		4.84	28
	55	501.5	29.0	500	44.3	45.2		4.40	25
	60	51.2	25.6	50.9	47.8	48.7		3.96	28
***150B80	30	177.5	50.5	177.0	34.8	35.6	STCAB2060	7.72	42
	35	169.4	49.2	168.9	38.5	39		7.38	42
	40	161.1	46.9	160.7	42.5	43.2		7.02	39
	45	151.5	43.1	151.2	46.9	47.9		6.59	34
	50	141.7	40.3	141	50.5	51.4		6.16	36
	55	132.0	37.1	131.7	54.3	55.3		5.72	29
	60	118.9	33.8	118.7	53.0	54.1		5.17	32
***150B70	30	212.0	70.3	197.8	41.8	42	STCAB2070	9.22	29
	35	200.7	57.1	199.45	44.5	45.4		8.72	29
	40	189.0	53.8	188.5	48.9	49.8		8.20	29
	45	179.2	49.8	178.7	54.1	55.1		7.80	27
	50	161.1	45.8	160	57.5	58.5		7.09	27
	55	149.6	41.8	148.6	62.1	63.1		6.33	27
	60	125.4	35.7	124.5	69.7	70.8		5.46	26
***150B80	30	249.4	69.2	248.5	42.7	43.7	STCAB2060	10.58	35
	35	230.9	65.7	229.7	60.5	45.05		10.04	39
	40	218.2	62.1	216.9	57.5	58.2		9.46	34
	45	203.1	57.6	202.2	63.2	64.2		8.86	34
	50	189.1	53.8	188.2	67.6	68.5		8.22	32
	55	173.0	49.2	172.1	75.2	76.2		7.56	32
	60	157.0	44.8	156.3	82.7	83.7		6.90	31
***150B90	30	275.4	78.1	273.8	53.6	54.7	STCAB2060	11.97	35
	35	263.0	74.8	261.9	58.4	59.5		11.43	36
	40	250.5	71.5	249.4	64.2	65.4		10.88	34
	45	235.4	67.0	234.5	71.3	72.5		10.24	34
	50	220.2	62.6	219.5	78.7	79.9		9.57	33
	55	203.8	57.7	203.1	84.0	85.4		8.85	33
	60	188.4	52.7	187.8	91.5	92.8		8.06	32
***200B100	30	297.4	81.7	279.8	57.9	58.6	STCAB2060	12.49	35
	35	272.6	77.5	271.1	63.4	65.2		11.85	36
	40	257.1	73.2	255.8	69.1	70.1		11.24	34
	45	240.7	68.3	239.3	75.1	76.2	2 x STCAC2060	10.44	34
	50	222.8	63.4	221.7	82.5	83.8		9.69	33
	55	203.7	57.9	202.8	89.6	91.0		8.86	32
	60	185.0	51.9	184.2	97.0	98.4		8.08	30
***150B110	30	349.2	99.3	347.3	64.7	65.7	STCAC2110	15.18	44
	35	329.6	94.0	328.0	70.2	62.96		14.17	44
	40	310.1	88.9	308.5	76.3	77.4		13.65	43
	45	288.5	82	287.1	85.4	86.7		12.54	42
	50	265.3	75.5	264.2	91.3	92.5		11.53	42
	55	239.6	68.2	238.6	98.8	100.2		10.42	42
	60	215.1	61.2	214.3	107.6	108		9.35	41
***200B120	30	364.9	100.6	363.3	87.6	88.7	2 x STCAC2060	15.43	45
	35	339.9	97.4	338.3	77.0	78		14.73	45
	40	307.8	91.6	306.4	85.1	86.3		14.05	44
	45	303	86.2	301.8	91.9	93.2		13.18	44
	50	283.6	80.8	282.5	101.2	102.5		12.22	43
	55	261.2	74.3	260.3	111.6	113.2		11.26	42
	60	237.8	67.8	236.9	125.1	126.8		10.24	42

C.W.F.R: Cooler Water Flow Rate C.P.D: Cooler Pressure Drop IN.P: INPUT POWER

▲ Copeland Compressor ■ Bitzer Compressor ▲▲▲ Danfoss Compressor

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)	R 1/922	Kw(R407C)	IN P (KW) R22	407C	Condenser model for W.C	C.W.F.R Liter/S	C.P.D KPa
***65A240	30	810.9	231.1	808.3	172.8	174.8	4 x STCAA2040	35.28	44
	35	783.9	217.5	781.4	188.3	190.5		33.21	64
	40	716.9	203.9	714.6	199.1	201.5		31.18	43
	45	689.1	190.4	686.9	219.9	222.5		29.18	45
	50	625.4	177.3	623.4	222.6	225.3		27.16	42
	55	577.2	164.2	575.4	231.6	234.4		25.11	42
	60	532.8	151.5	531.2	242.2	245.1		23.17	41
***65B240	30	785.9	223.5	783.4	159.8	161.8	6 x STCAA2060	34.17	58
	35	748.9	212.2	746.5	168.2	170.2		32.43	56
	40	707.1	201.1	705.0	187.8	190.2		30.74	55
	45	666.5	189.4	664.5	202.9	205.3		28.93	54
	50	633.6	179.8	631.8	208	210.2		27.46	54
	55	595.5	169.2	593.8	224.6	227.1		25.87	54
	60	559.4	159.1	557.8	236.2	238.9		24.32	53
***150B240	30	774.8	220.4	772.5	151.9	153.8	4 x STCAB2060	33.59	54
	35	756.2	209.4	754.1	175.3	177.5		32.01	54
	40	697.5	198.4	695.6	183.6	186.1		30.33	53
	45	674.9	187.3	673.1	197.3	199.8		28.69	52
	50	612.8	176.3	611.2	211	213.4		26.85	52
	55	581.5	165.4	580.0	227.7	230.6		25.20	52
	60	543.5	154.5	542.1	241.8	244.7		23.63	51
***150B240	30	770.2	210.1	768.2	160.2	162.3	5 x STCAA2060	33.49	54
	35	732.9	208.2	729.9	178.4	180.8		31.82	54
	40	704.9	197.5	703.1	189.1	191.6		30.2	53
	45	669.2	187.2	667.6	202.9	205.5		28.62	52
	50	622.2	176.9	620.6	215.2	218.0		27.05	52
	55	586.6	166.6	585.0	230.1	233.0		25.51	52
	60	551.7	156.9	550.2	242.2	245.2		23.99	51
***200B240	30	890	254.8	906	190.4	193.2	4 x STCAB2060	38.82	63
	35	848.9	241.4	847.2	212.2	215.0		36.91	63
	40	802.9	229.3	784.9	229.4	232.2		34.95	62
	45	756.1	214.9	754.8	243.9	247.0		32.98	61
	50	708.9	201.5	707.7	262.3	265.4		30.91	61
	55	656.8	187.7	655.8	280.9	284.0		28.89	61
	60	611.8	174.6	610.9	296.3	299.6		26.93	60
***200B200	30	908.5	271.4	906.9	169.8	174	4 x STCAB2060	42.13	66
	35	862.2	261.7	860.9	219.1	223.1		40.01	66
	40	821.9	248.5	820.4	234.4	238.5		37.91	64
	45	783.1	234.1	781.9	249.2	253.4	5 x STCAB2060	35.79	63
	50	734.9	220.4	734.0	267.2	271.5		33.66	64
	55	727.1	206.8	726.2	279.9	284.5		31.61	64
	60	679.3	193.2	678.6	297.2	301.9		29.54	63
***250B150	30	1119.9	318.2	1125.9	239.1	243.9	5 x STCAB2060	48.40	77
	35	1051.2	301.8	1057.0	259.3	264.3		46.14	72
	40	1003.4	285	1009.2	283.4	288.5		43.85	79
	45	944.9	268.7	950.5	304.7	309.7		41.57	76
	50	885.8	251.5	890.6	328.1	333.0		39.31	75
	55	824.7	234.8	829.6	336.5	341.5		37.06	75
	60	765.8	217.5	770.5	351.2	356.0		34.85	74
***250B200	30	1340.7	381.9	1348.4	298.1	303.3	4 x STCAB2060	58.34	86
	35	1233.4	352.2	1239.8	319.2	324.5		56.36	86
	40	1094.1	342.5	1097.2	344.6	349.7		52.26	86
	45	1123.5	322.4	1129.4	366	371.5	4 x STCAB2070	49.28	85
	50	1062.8	302.3	1069.2	390.1	395.6		46.21	84
	55	990.2	281.9	995.8	419.2	424.9		43.23	84
	60	917.7	261.1	922.9	427.8	433.6		39.90	81

C.W.F.R: Cooler Water Flow Rate C.P.D: Cooler Pressure Drop IN.P: INPUT POWER

▲ Copeland Compressor ■ Bitzer Compressor ▲▲▲ Danfoss Compressor

Chillers

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)/R.T(R22)	KW(R407C)/R.T(R407C)	I.N.P (KW) R22	407C	Condenser model for WLC	C.W.F.R L/sec/S	C.P.D KPa
▲▲▲ ***3EB240	30	638.1	150.9	122	124.7	4 xSTCAC407D	27.68	45
	35	602.6	171.2	145.6	133.8		26.17	43
	40	567.2	161.1	139.6	140.9		24.69	44
	45	526.5	149.9	151.1	159.7		22.85	44
	50	463.3	137.5	174.6	172.6		21.01	43
	55	438.8	124.2	207.8	169.9		19.98	43
	60	376.1	107.0	192.6	209.1		16.36	42
▲▲▲ ***2EB240	30	685.9	168.7	139.2	129.4	4 xSTCAC211D	30.32	45
	35	630.9	156.0	140.9	134.5		28.73	45
	40	623.3	177.2	155.5	152.9		27.09	44
	45	575.9	164.1	164.5	164.8		25.06	44
	50	559.6	150.9	191.4	183.0		23.07	43
	55	479.3	136.3	200.8	199.7		20.64	43
	60	430.4	122.4	188.2	215.1		18.71	41
▲▲▲ ***3EB240	30	730.4	207.7	162.3	143.2	4 xSTCAD20HD	31.76	46
	35	692.6	197.0	162.5	157.4		30.11	46
	40	656.0	186.2	167.5	172.4		28.68	45
	45	611.2	173.8	186.3	191.0		26.87	45
	50	557.3	161.4	206.6	202.6		24.67	44
	55	518.1	147.7	208.1	225.7		22.51	44
	60	472.9	132.9	195.3	247.8		20.47	43
▲▲▲ ***4EB240	30	709.7	201.5	157.5	153.2	4 xSTCAB20HD	30.86	46
	35	677.8	192.8	164.5	154.0		29.47	46
	40	646.7	183.7	170.9	169.9		28.07	45
	45	609.3	172.4	191.1	193.7		26.28	45
	50	564.8	161.2	213.5	202.4		24.64	44
	55	522.4	148.6	214.1	227.1		22.71	44
	60	472.5	135.2	199.5	255.0		20.67	43
▲▲▲ ***2EB250	30	792.9	225.5	172.1	149.8	4 xSTCAD20HD	34.47	56
	35	752.1	213.9	178.7	161.9		32.70	55
	40	718.3	202.3	186.2	177.8		30.93	54
	45	683.8	188.8	206.1	195.2		28.68	54
	50	618.5	175.2	226.8	212.5		26.79	53
	55	563.8	160.3	223.8	234.9		24.51	53
	60	516.8	145.2	204.1	258.1		22.29	52
▲▲▲ ***2EB270	30	826.1	234.9	187.5	168.9	4 xSTCAD20HD	36.92	57
	35	788.6	224.4	194.8	175.3		34.36	57
	40	751.7	213.8	203.6	192.7		32.68	56
	45	706.3	200.9	224.5	214.0		30.71	56
	50	650.8	187.8	247.3	238.0		28.73	56
	55	599.2	173.3	244.0	261.8		26.49	55
	60	548.1	158.2	222.6	278.1		24.18	54
▲▲▲ ***2EB320	30	907.3	286.5	229.0	186.9	4 xSTCAD21HD	39.16	64
	35	860.9	264.9	238.0	193.2		37.43	64
	40	807.5	253.4	248.8	213.4		35.67	63
	45	799.1	229.9	275.1	229.1		111.57	63
	50	721.2	205.1	304.5	248.7		31.26	62
	55	664.5	189.1	298.5	265.9		28.90	62
	60	609.2	173.3	272.8	283.1		26.48	61
▲▲▲ ***4EB280	30	846.3	241.3	192.8	169.3	4 xSTCAB20HD	36.88	63
	35	802.0	229.2	199.8	174.6		34.99	62
	40	747.0	215.1	210.1	194.1		32.91	62
	45	709.5	199.3	235.1	212.3		30.48	62
	50	644.4	183.3	253.6	230.1		28.03	61
	55	592.3	168.8	251.4	253.2		25.92	58
	60	541.7	152.7	229.0	278.7		23.80	58

C.W.F.R :Cooler Water Flow Rate C.P.D :Cooler Pressure Drop I.N.P :INPUT POWER

▲ Copeland Compressor ▲▲ Bitzer Compressor ▲▲▲ Stally Compressor

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)/R.T(R22)	KW(R407C)/R.T(R407C)	I.N.P (KW) R22	407C	Condenser model for WLC	C.W.F.R L/sec/S	C.P.D KPa
▲▲▲ ***1EB120	30	304.8	112.0	78.4	74.8	STCAC2125	17.24	53
	35	276.1	107.0	93.4	81.9		16.50	53
	40	253.8	101.2	94.2	88.9		15.46	52
	45	231.9	96.4	103.5	97.0		14.43	52
	50	209.1	87.8	107.5	106.3		13.40	51
	55	181.8	80.2	105.1	117.4		12.29	50
	60	155.3	72.6	103.2	127.1		11.10	50
▲▲▲ ***2EB140	30	424.1	120.6	105.6	83.2	2 xSTCAC207D	12.44	56
	35	401.2	114.1	122.6	88.2		17.45	55
	40	378.5	107.7	118.6	97.1		16.46	54
	45	350.3	99.6	125.3	106.2		15.22	54
	50	322.1	91.6	130.0	115.9		14.01	53
	55	291.2	82.8	128.5	126.8		12.66	53
	60	256.0	71.3	120.1	137.9		10.91	52
▲▲▲ ***1EB140	30	460.7	138.2	97.1	83.5	STCAC2140	20.59	58
	35	439.5	122.4	104.5	91.6		18.72	58
	40	410.3	116.7	109.3	100.1		17.94	57
	45	1289.9	384.2	463.3	111.6		59.78	97
	50	360.5	102.5	123.3	124.3		15.98	56
	55	332.3	94.5	124.5	132.8		14.46	56
	60	304.5	85.5	122.4	145.0		13.24	55
▲▲▲ ***3EB160	30	431.0	122.6	119.2	91.3	3 xSTCAC2050	19.24	56
	35	408.7	116.2	124.5	98.9		17.77	55
	40	389.4	109.9	132.2	98.0		16.80	54
	45	360.2	102.4	140.4	109.9		15.60	54
	50	334.1	94.0	143.9	115.2		14.53	53
	55	305.6	86.9	137.7	127.3		13.29	53
	60	273.1	77.7	128.5	136.5		11.90	52
▲▲▲ ***2EB160	30	486.6	138.5	127.6	96.5	3 xSTCAC2060	21.17	59
	35	461.8	131.3	127.2	104.9		20.06	59
	40	439.7	124.2	141.6	111.0		19.05	58
	45	407.6	115.9	149.1	127.3		17.72	58
	50	378.3	107.6	150.6	138.1		16.45	57
	55	345.3	98.4	147.5	150.5		15.05	56
	60	313.9	89.2	138.2	165.2		13.86	56
▲▲▲ ***3EB180	30	539.7	261.9	147.2	139.2	3 xSTCAC2060	30.96	45
	35	577.6	190.6	169.0	154.0		25.47	46
	40	645.7	185.5	183.4	159.6		28.57	45
	45	600.3	172.4	198.1	184.1		26.36	45
	50	566.8	163.2	200.9	202.4		24.56	44
	55	527.4	149.6	201.3	227.1		22.71	44
	60	473.6	135.2	213.6	250.2		20.57	43
▲▲▲ ***2EB180	30	550.7	156.5	106.2	105.0	2 xSTCAC2060	23.96	71
	35	525.9	149.6	108.1	115.9		22.87	71
	40	501.2	142.6	107.8	128.0		21.79	70
	45	470.9	133.9	113.5	142.2		20.47	70
	50	440.9	125.3	116.2	151.3		19.15	69
	55	407.8	115.9	114.5	165.8		17.69	68
	60	370.7	105.4	108.5	180.4		16.12	68
▲▲▲ ***4EB200	30	574.6	161.5	119.0	115.0	4 xSTCAA20HD	24.99	76
	35	544.9	155.0	122.6	126.7		23.59	76
	40	515.2	146.5	127.1	139.3		22.40	77
	45	483.3	136.9	129.2	150.1		20.96	77
	50	443.6	126.7	124.5	165.6		19.27	76
	55	407.4	115.9	120.1	177.1		17.71	76
	60	364.1	103.6	110.2	191.5		15.83	76

C.W.F.R :Cooler Water Flow Rate C.P.D :Cooler Pressure Drop I.N.P :INPUT POWER

▲ Copeland Compressor ▲▲ Bitzer Compressor ▲▲▲ Stally Compressor

- WLC**** CHILLER DIMENSION WITH HERMETIC & SEMI-HERMETIC COMPRESSORS

Model	L(mm)	H(mm)	W(mm)	G.W.(kg)
WLC1H0005	1250	1100	750	2
WLC1H1004	1250	1100	750	2
WLC1**010	1250	1700	800	2
WLC1**015	1350	1200	800	2
WLC1**020	1350	1200	850	3
WLC1**025	1350	1250	900	3
WLC1**030	1350	1250	950	3
WLC1**040	1350	1300	950	3
WLC1**050	1350	1350	950	3
WLC1**060	1850	1350	900	3
WLC1**070	1850	1350	950	3
WLC2H0040	1500	1100	850	2
WLC2**015	1500	1100	850	2
WLC2**020	1500	1200	900	3
WLC2**030	2000	1200	900	3
WLC2**040	2000	1200	950	3
WLC2**050	2000	1250	950	3
WLC2**060	2000	1250	1000	3
WLC2**070	2000	1250	1050	3
WLC2**080	2000	1300	1050	3
WLC2*B080	2000	1300	1000	4
WLC2*B100	2000	1300	1050	4
WLC2*B110	2500	1350	1000	4
WLC2*B120	2500	1350	1050	4
WLC2*B130	2500	1350	1100	4
WLC2*B140	2500	1350	1150	4
WLC3*B100	2500	2000	1300	4
WLC3*B110	2500	2000	1300	4
WLC3**15	2000	2000	1300	4
WLC3**20	2000	2100	1320	4
WLC3*B150	2500	2100	1320	4
WLC3*B170	2500	2100	1320	5
WLC3*B190	2800	2200	1350	5
WLC3*B200	2800	2200	1360	5
WLC3*B210	2800	2000	1360	5
WLC4S**25	3500	2200	1320	5
WLC4S**30	3500	2200	1320	5
WLC4S**40	3500	2200	1320	5
WLC4S*B200	3500	2300	1320	5
WLC4S*B240	3500	2700	1320	5
WLC4S*B280	3500	2700	1320	6
WLC5S**200	3800	2700	1320	5
WLC5S*B250	3800	2800	1330	6
WLC5S*B300	3800	2400	1850	6
WLC5S*B350	3800	2400	1850	6
WLC6S**240	4800	2300	1320	6
WLC6S*B300	4800	2400	1850	6
WLC6S*B420	4800	2400	1500	6

L.D. Engine size varies com ection



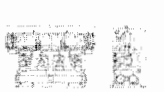
WLC1*** CHILLER DIMENSION



WLC2*** CHILLER DIMENSION



WLC3S** CHILLER DIMENSION



WLC4S** CHILLER DIMENSION



WLC5S** CHILLER DIMENSION

WLC6S** CHILLER DIMENSION

- COOLING CAPACITIES

MODEL	COND TEMP	COOLING CAPACITY KW(R22)/R.T(R22)	KW(R407C)/R.T(R407C)	I.N.P (KW) R22	407C	Condenser model for WLC	C.W.F.R L/sec/S	C.P.D KPa
▲▲▲ ***4EB320	30	972.8	277.0	196.2	166.0	4 xSTCAD20HD	42.54	66
	35	923.5	262.7	194.4	205.9		40.16	66
	40	873.3	248.4	212.3	228.9		37.97	65
	45	815.0	231.9	219.1	254.7		35.43	65
	50	766.8	215.1	229.1	270.2		32.88	64
	55	690.2	196.9	206.5	301.9		30.10	64
	60	627.8	178.6	180.0	332.4		27.30	63
▲▲▲ ***3EB320	30	1047.7	298.0	202.4	194.9	3 xSTCAD21HD	45.55	63
	35	981.2	281.9	208.5	210.9		43.10	63
	40	904.8	265.9	225.9	228.2		40.69	62
	45	865.4	245.1	246.0	247.2		37.82	62
	50	785.9	226.4	276.1	274.4		34.60	61
	55	719.1	204.5	274.3	299.6		31.25	61
	60	648.4	183.5	254.2	322.7		28.06	61
▲▲▲ ***4EB360	30	1184.9	335.2	267.2	211.8	4 xSTCAB20HD	47.98	65
	35	1051.6	298.2	262.8	233.7		46.75	65
	40	1002.3	283.1	284.6	252.0		43.98	64
	45	941.7	267.8	312.9	285.4		40.94	64
	50	861.1	250.6	330.5	314.7		38.31	63
	55	812.2	231.0	348.2	338.4		35.31	63
	60	741.5	210.9	327.2	375.7		32.24	61
▲▲▲ ***4EB374	30	1188.6	338.1	268.2	224.4	3 xSTCAD21HD	51.77	79
	35	1128.1	320.9	269.3	245.2		49.05	79
	40	1066.9	303.1	279.9	266.7		46.29	78
	45	995.7	283.2	295.8	290.8		43.09	78
	50	924.6	262.9	324.6	316.6		40.19	77
	55	845.6	240.5	305.2	352.3		36.77	77
	60	768.9	217.6	281.2	383.0		33.30	76
▲▲▲ ***3EB420	30	1353.2	384.5	304.6	256.2	3 xSTCAD21HD	58.78	66
	35	1301.4	367.3	304.8	274.8		56.15	66
	40	1230.7	350.0	319.2	300.2		53.51	65
	45	1149.3	324.5	332.6	334.7		49.38	65
	50	1061.7	301.8	336.8	369.9		47.03	64
	55	967.7	277.1	317.5	375.9		43.35	64
	60	873.6	250.8	302.6	438.1		39.75	63
▲▲▲ ***4EB440	30	1397.0	397.3	304.6	258.7	4 xSTCAC21HD	60.74	68
	35	1321.2	375.9	318.1	281.2		57.46	68
	40	1245.4	354.5	333.6	304.0		54.19	67
	45	1153.7	328.1	332.5	325.6		50.16	67
	50	1061.2	301.8	336.8	369.9		46.14	66
	55	958.7	272.7	317.5	385.5		41.68	66
	60	856.5	244.7	302.6	438.2		37.41	65
▲▲▲ ***4EB530	30	1569.7	451.0	354.6	299.2	4 xSTCAC21HD	68.95	69
	35	1504.2	427.9	352.5	327.0		65.40	69
	40	1422.8	404.6	370.2	355.6		61.86	68
	45	1327.8	377.5	377.2	390.5		57.73	68
	50	1232.5	350.8	373.2	425.0		53.59	67
	55	1127.5	320.7	352.5	439.5		49.02	67
	60	1021.7	290.4	334.6	512.0		44.40	66
▲▲▲ ***4EB560	30	1900.8	512.7	410.3	333.9	4 xSTCAC21HD	78.35	61
	35	1721.8	489.7	409.5	366.3		74.88	99
	40	1640.9	466.7	429.2	400.2		71.34	97
	45	1530.3	435.2	437.3	448.3	4 xSTCAC2140	66.54	97
	50	1442.3	410.2	443.2	497.4		62.71	91
	55	1329.8	378.1	428.2	531.8		57.81	91
	60	1216.3	346.0	410.3	580.2		52.97	90

C.W.F.R :Cooler Water Flow Rate C.P.D :Cooler Pressure Drop I.N.P :INPUT POWER

▲ Copeland Compressor ▲▲ Bitzer Compressor ▲▲▲ Stally Compressor

Chillers

- RLC*** CHILLER DIMENSION WITH HERMETIC & SEMI-HERMETIC COMPRESSORS

Model	L(mm)	H(mm)	W(mm)	C(pcs)
RLC11H0068	1250	1170	750	2
RLC1**068	1450	1150	750	2
RLC1**019	1250	1250	850	3
RLC15*015	1350	1300	900	2
RLC15*020	1350	1200	870	2
RLC15*025	1350	1250	880	3
RLC15*025	1250	1250	850	3
RLC15*040	1350	1100	900	3
RLC15H060	1350	1300	1100	5
RLC15H065	1850	1300	900	3
RLC18H070	1850	1350	900	3
RLC2H0010	1100	1100	900	2
RLC2**015	1500	1100	850	2
RLC2**025	1500	1200	900	2
RLC22*030	2000	1250	900	3
RLC25*040	2000	1200	950	2
RLC25*050	2000	1200	950	3
RLC25*065	2000	1200	1000	3
RLC23*070	2000	1250	1000	3
RLC25*080	2000	1250	1000	3
RLC28H090	2000	1300	1100	4
RLC28H100	2000	1300	1100	4
RLC28B110	1500	1350	1100	4
RLC28B120	2100	1350	1100	4
RLC28B130	2200	1350	1100	4
RLC28B140	2200	1350	1100	4
RLC35*065	2300	1900	1000	4
RLC35*100	2300	1900	1100	4
RLC35*110	2300	1900	1100	4
RLC35*120	2300	2000	1100	4
RLC35B150	2400	2000	1300	4
RLC35B170	2400	2000	1120	5
RLC35B180	2400	2100	1350	5
RLC35B200	2500	2100	1350	5
RLC35R210	2500	2100	1350	5
RLC45*120	3000	2100	1120	5
RLC45*140	3000	2100	1120	5
RLC45*160	3000	2100	1120	5
RLC45B200	3000	2100	1320	5
RLC45B240	3000	2100	1320	5
RLC45B280	3000	2100	1320	6
RLC65*200	3000	2200	1120	5
RLC65B250	3000	2200	1320	5
RLC65B260	3000	2200	1600	6
RLC65B360	3000	2300	1600	8
RLC65*440	4000	2300	1600	8
RLC65B400	4000	2300	1600	8
RLC65B420	4000	2300	1600	8

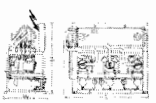
(2 Evaporator water connection)



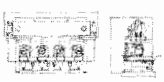
RLC1*** CHILLER DIMENSION



RLC2*** CHILLER DIMENSION



RLC3S** CHILLER DIMENSION



RLC4S** CHILLER DIMENSION

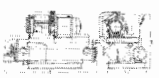
RLC5S** CHILLER DIMENSION

RLC6S** CHILLER DIMENSION

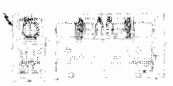
- WLC*EB* CHILLER DIMENSION WITH SCREW COMPRESSORS

Model	L(mm)	H(mm)	W(mm)	C(pcs)
WLC1EB060	1400	1400	1000	3
WLC1EB080	1600	1400	1000	3
WLC1EB070	1900	1400	1000	3
WLC1EB090	2350	1450	1050	3
WLC1EB090	2350	1450	1050	3
WLC1EB110	2400	1500	1100	4
WLC1EB125	2400	1500	1100	4
WLC1EB140	2400	1500	1100	4
WLC2EB100	2800	1900	950	4
WLC2EB120	2800	1900	950	4
WLC2EB140	2800	1900	950	4
WLC2EB160	2800	1900	950	5
WLC2EB180	2800	1950	1000	5
WLC2EB220	2900	2000	1050	5
WLC2EB250	3500	2050	1050	6
WLC2EB280	3500	2100	1050	5
WLC3EB150	2800	2350	1300	4
WLC3EB180	2800	2350	1350	5
WLC3EB210	2800	2400	1350	5
WLC3EB240	3200	2400	1400	6
WLC3EB270	3350	2500	1400	5
WLC3EB320	3400	2500	1500	5
WLC3EB375	3700	2500	1900	6
WLC3EB420	3900	2500	1900	6
WLC4EB280	4000	2450	1200	5
WLC4EB340	4000	2500	1375	6
WLC4EB260	4000	2500	1400	5
WLC4EB320	4000	2550	1450	6
WLC4EB380	4550	2500	1400	6
WLC4EB440	4500	2400	1900	6
WLC4EB500	4500	2500	1900	6
WLC4EB560	4500	2600	1900	8

(2 Evaporator water connection)



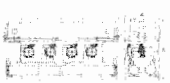
WLC1EB* CHILLER DIMENSION



WLC2EB* CHILLER DIMENSION



WLC3EB* CHILLER DIMENSION



WLC4EB* CHILLER DIMENSION

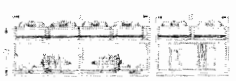
- ALC*** CHILLER DIMENSION

Model	L(mm)	H(mm)	W(mm)	C(pcs)
ALC11H0068	1500	700	700	2
ALC1**068	1900	700	700	2
ALC1**019	1600	700	1000	2
ALC15*015	1600	700	1000	2
ALC15*020	2300	1000	1200	2
ALC15*025	2300	1000	1200	2
ALC15*030	2300	1400	1200	2
ALC15*040	2400	1500	2200	3
ALC15B060	3200	1600	2200	3
ALC15B065	3200	1600	2200	3
ALC15B070	4300	1600	2200	3
ALC2H0010	4000	1550	2200	3
ALC25*015	1900	700	1000	2
ALC25*020	2300	1000	1200	2
ALC25*030	2300	1400	1200	2
ALC25*040	2400	1500	2200	3
ALC25*050	2300	1600	2200	3
ALC25*060	3200	1600	2200	3
ALC25*070	4300	1600	2200	3
ALC25*080	4300	1600	2200	3
ALC25B090	5300	1600	2200	3
ALC2*B100	5300	1600	2200	3
ALC2*B120	5300	2600	2500	4
ALC2*B140	5300	2600	2500	4
ALC3EB150	5300	2600	2500	4
ALC3EB160	6200	2600	2500	5
ALC3EB200	6300	2600	2500	5
ALC3EB250	7500	2600	2500	6
ALC3EB280	7500	2600	2500	6
ALC35*100	4000	2000	2500	3
ALC35*120	5200	2600	2500	4
ALC3*B150	7800	2600	2500	4
ALC3*B180	7800	2600	2500	5
ALC3*B210	7800	2600	2500	5
ALC3EB240	7800	2600	2500	6
ALC3EB270	10500	2600	2500	6
ALC3EB320	10500	2600	2500	6
ALC3EB370	11300	2600	2500	6
ALC4EB280	8000	2600	2500	5
ALC4EB240	8000	2600	2500	5
ALC4EB260	8660	2600	2500	6
ALC4EB320	8000	2600	2500	6
ALC4EB360	11900	2600	2500	6
ALC4EB440	11900	2600	2500	6
ALC4EB500	12300	2600	2500	6

(2 Evaporator water connection)



ALC1** CHILLER DIMENSION



ALC2*** CHILLER DIMENSION



ALC3*** CHILLER DIMENSION

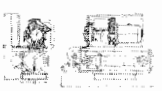


ALC4EB* CHILLER DIMENSION

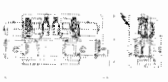
- RLC*EB* CHILLER DIMENSION WITH SCREW COMPRESSORS

Model	L(mm)	H(mm)	W(mm)	C(pcs)
RLC1EB050	1400	1400	1000	3
RLC1EB060	1900	1400	1000	3
RLC1EB070	1900	1400	1000	3
RLC1EB080	2350	1450	1050	3
RLC1EB090	2350	1450	1500	4
RLC1EB110	2400	1500	1150	4
RLC1EB125	2400	1500	1150	4
RLC1EB140	2400	1500	1150	4
RLC2EB100	2800	1800	950	4
RLC2EB120	2800	1800	950	4
RLC2EB140	2800	1800	950	4
RLC2EB160	2800	1800	950	5
RLC2EB180	2800	1850	1000	5
RLC2EB220	2900	1900	1050	5
RLC2EB250	3500	1950	1050	6
RLC3EB150	2800	2250	1350	4
RLC3EB180	2800	2250	1350	5
RLC3EB210	2800	2350	1350	5
RLC3EB240	3200	2350	1400	6
RLC3EB270	3200	2400	1400	6
RLC3EB320	3300	2400	1500	6
RLC3EB375	3300	2400	1900	6
RLC3EB420	3300	2400	1900	6
RLC4EB280	4000	2400	1200	5
RLC4EB340	4000	2400	1220	6
RLC4EB260	4000	2400	1400	5
RLC4EB320	4000	2400	1450	6
RLC4EB360	4000	2400	1400	6
RLC4EB440	4500	2500	1500	6
RLC4EB500	4500	2500	1900	6
RLC4EB560	4500	2500	1900	8

(2 Evaporator water connection)



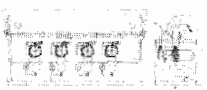
RLC1EB* CHILLER DIMENSION



RLC2EB* CHILLER DIMENSION



RLC3EB* CHILLER DIMENSION

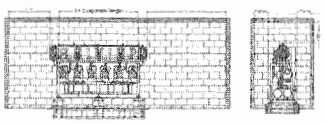


RLC4EB* CHILLER DIMENSION

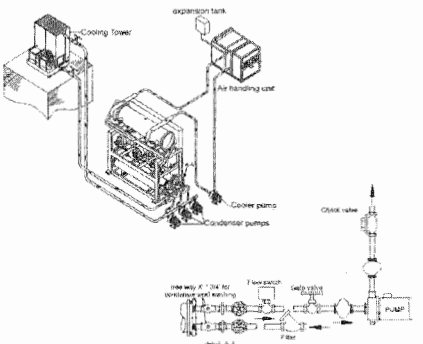
Chillers

POSITIONING AND PIPING

Minimum distance advisable from the wall:



-The service valves shown in the sketch are only chosen and installed by the user.



This detail of piping must be excuted for each condensor line

The above piping method is only a general suggestion. For a specific application contact our design Dep.

- DIMENTION & PRESSURE DROP FOR WATER COOLED CONDENSERS

For calculation of total pressure drop in the condensers use this table

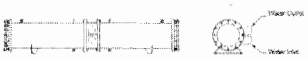


Condenser Table

MODEL	ΔP [bar]	L [mm]	D [inch]	C3 [inch]	A
STCAA2005	0.18	1000	6	1 1/2	11.6
STCAA2008	0.18	1500	6	1 1/2	11.6
STCAA2010	0.18	1000	8	1 1/2	11.6
STCAA2015	0.19	1000	8	1 1/2	11.7
STCAA2020	0.19	1000	8	2	11.7
STCAA2025	0.19	1000	10	2	11.7
STCAA3030	0.20	1000	10	2	11.7
STCAC2030	0.40	2000	8	2	10.4
STCAA2040	0.22	1000	12	3	11.7
STCAC2040	0.40	2000	8	3	10.4
STCAA2050	0.22	1000	12	3	11.6
STCAB2050	0.31	1500	10	3	10.8
STCAC2050	0.43	2500	10	3	10.4
STCAB2060	0.31	1500	12	3	10.8

MODEL	ΔP [bar]	L [mm]	D [inch]	C3 [inch]	A
STCAC2070	0.46	2000	10	3	10.4
STCAB2070	0.30	1500	12	4	10.8
STCAC2070	0.44	2000	10	4	10.8
STCAB2080	0.32	1500	12	4	10.4
STCAD2080	0.45	2000	12	4	8.1
STCAB2090	0.38	1500	14	4	10.8
STCAC2090	0.44	2000	12	4	10.4
STCAD2090	0.66	3000	10	4	8.2
STCAC2110	0.42	2000	12	4	10.4
STCAD2110	0.67	3000	12	4	8.2
STCAC2125	0.43	2000	14	4	10.4
STCAD2125	0.65	3000	12	4	8.1
STCAC2140	0.44	2000	14	4	10.4
STCAD2140	0.66	3000	12	4	8.2

A= Condensing Temp. - Water inlet Temp.



- Condensers linked for chillers with 4 compressor

Attention: The selection method range values the use of °C as inlet water chillers only for any other liquid chilling selection method applied as directly

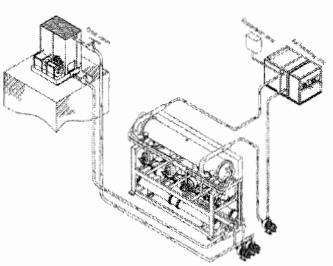
DIMENSION OF COOLER FLANGES :

Dimensions of typical commercial steel flanges that are used in coolers' water connections according to ASA B16.5-1960

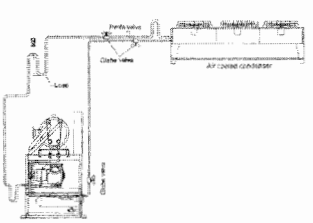


NOMINAL SIZE [inch]	O [mm]	R [mm]	W [mm]	X [mm]	DIAMETER of BOLTS	NUMBER of BOLTS HOLES
2	152	92	92	78	16	4
3	191	127	91	108	19	4
4	229	157	116	135	16	8
5	254	186	144	164	19	8
6	279	216	171	192	19	8

- WATER COOLED LIQUID CHILLERS INSTALATION (4 COMPRESSORS)



- AIR COOLED LIQUID CHILLERS (RLC) INSTALATION



The above piping method is only a general suggestion. For a specific application contact our design Dep.

ISO - 9001-2000 ISO - 14001

HEAD OFFICE : No. 19 - ZOHREH St. - MOFATTEH Ave.
- TEHRAN - IRAN FAX : (0098-21) 8304147
TEL. : (0098-21) 8827535 , 8300756-7, 8300801, 8836562
FACTORY : SALIMI Industrial Zone - TABRIZ - IRAN
TEL : (0098-412) 4328262-5 FAX : (0098-412) 4328261
WWW.MEHRASL.WS E-Mail : mehrasl@mehrasl.ws

دفتر مرکزی: تهران – خیابان مفتح شمالی – خیابان زهره – شماره ۱۹۵
تلفن: ۸۸۳۶۵۶۲ – ۸۳۰۰۸۰۱ – ۸۳۰۰۷۵۶ – ۸۸۲۷۵۳۵ – ۰۲۱
فاکس: ۸۳۰۴۱۴۷ – ۰۲۱
کارخانه: تبریز – شهرک صنعتی شهید سلیمی
تلفن: ۵ – ۴۳۲۸۲۶۲ – ۰۴۱۲ فاکس: ۴۳۲۸۲۶۱ – ۰۴۱۲

شرکت صنعتی
مهکوه تهویه
(سهامی خاص)
MEHKOOH

WATER CHILLER

مشخصات فنی و مزایای چیلرهای تراکمی شرکت مهکوه تهویه

- چیلرهای تراکمی در دو مدل آبی و هوایی بصورت مجزا و یکپارچه از ظرفیت ۱۰ الی ۱۶۰ تن اسمی.
- کمپرسورهای مصرفی نوع نیمه‌بسته مارک کریر آمریکا
- اواپراتور بصورت پوسته و لوله، لوله‌های تبادل حرارت از جنس مس (MULTY PASS) با فین داخلی مارک ویلند آلمان
- کندانسور آبی بصورت پوسته و لوله، لوله‌های تبادل حرارت از جنس مس نوع (LOW FIN) با فین خارجی مارک ویلند آلمان
- کندانسور هوایی با کوئیل از لوله مسی با فین پلیت آلومینیومی از ۸ الی ۱۴ فین‌در اینچ با فنهای آکسیال (MULTY WING) مقاوم تا ۱۱۰ درجه سانتیگراد.

تابلو برق شامل کنتاکتورهای قدرت و فرمان ـ کلیدهای اصلی، کنترل فاز و سایر حفاظتها از مارک تله مکانیک مرلن رژن.

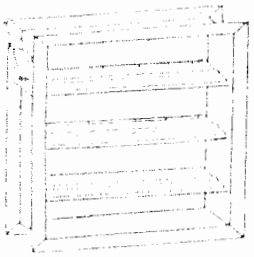
Reciprocating Liquid Chiller Rating

MODEL	NOMINAL TONS	WATER COOLED (RATINGS MBH)			AIR COOLED (RATINGS MBH)		
		80 °F	85 °F	90 °F	95 °F	105 °F	115°F
MLCH-10-1	10	122	117	113	107	99	90
MLCH-15-1	15	166	159	155	147	136	125
MLCH-20-1	20	221	213	206	195	179	163
MLCH-25-1	25	293	279	270	255	233	212
MLCH-30-1	30	315	303	294	279	257	235
MLCH-40-1	40	414	397	386	367	340	313
MLCH-20-2	20	244	234	226	214	198	180
MLCH-30-2	30	332	318	310	294	272	250
MLCH-40-2	40	442	426	412	390	358	326
MLCH-50-2	50	586	558	540	510	466	424
MLCH-60-2	60	630	606	588	558	514	470
MLCH-80-2	80	828	794	772	734	680	626
MLCH-90-3	90	945	909	882	837	771	705
MLCH-120-3	120	1242	1191	1158	1101	1020	939
MLCH-100-4	100	1172	1116	1080	1020	932	848
MLCH-120-4	120	1260	1212	1176	1116	1028	940
MLCH-160-4	160	1656	1588	1544	1468	1360	1252

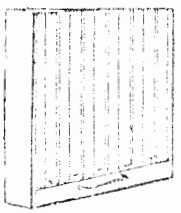
Allratings are based on 45 & 55 °F ent, & leaving water temperature, at 40 °F saturated suction temperature

دفتر فروش : تهران ـ خیابان آزادی ـ تقاطع خوش ـ ساختمان ۴۳۹ ـ طبقه سوم ـ واحد ۱۵ ـ کدپستی ۱۴۵۷۹
تلفکس : ۶۴۳۱۸۴۲ ـ ۶۴۳۷۷۷۱ ـ ۶۹۲۸۳۳۹

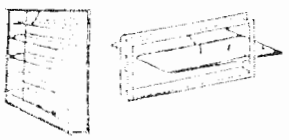
NIMA INDUSTRY DOOR GRILLE



SAND TRAPE LOUVER



WOLUDE DAMPERS



FIRE DAMPERS

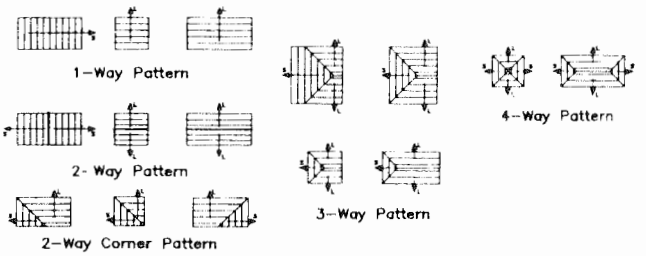




NIMA INDUSTRY SQUARE AND RECTENGULAR DIFFUSERS

1WAY 2WAY 3WAY 4WAY

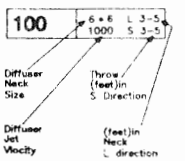
MATERIAL:ALUMINIUM EXTRUDED OR STEEL--CONSTRUCSION.



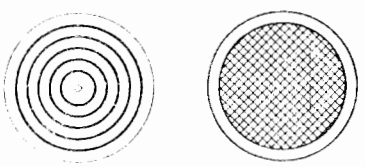
4 Way Pattern Size Selection Table

C.F.M	TYPE 4	TYPE 4					
100	6×6 L 3–5 1000 S 3–5	6×9 L 3–5 670 S1–3	6×12 L 3–5 500 S1–3				
125	6×9 L 3–5 1250 S 3–5	6×9 L 4–6 830 S 2–4	6×12 L 4–6 630 S 1–3	6×15 L 4–6 500 S 1–3			
150	6×9 L 4–6 1500 S 4–6	6×9 L 4–6 1000 S 3–5	6×12 L 4–6 750 S 2–4	6×15 L 4–6 600 S 1–3	6×18 L 4–6 500 S 1–3		
175	6×9 L 5–6 1750 S 5–6	6×9 L 3–5 1170 S 3–5	6×12 L 5–6 880 S 3–4	6×15 L 5–6 700 S 2–4	6×18 L 5–6 500 S 1–3		
200	6×9 L 6–11 2000 S 6–11	6×12 L 6–11 1330 S 4–6	6×12 L 6–11 1000 S 3–5	6×15 L 6–11 800 S 2–4	6×18 L 6–11 670 S 1–3	6×12 L 6–11 570 S 1–3	
250	6×9 L 7–13 2500 S 7–13	6×12 L 7–13 1670 S 4–6	6×12 L 7–13 1250 S 4–6	6×15 L 7–13 1000 S 3–5	6×18 L 7–13 830 S 3–4	6×12 L 7–13 720 S 2–4	
300	6×9 L 6–15 3000 S 6–15	6×12 L 6–15 2000 S 6–15	6×12 L 6–15 1500 S 4–6	6×15 L 6–15 1200 S 4–6	6×18 L 6–17 1000 S 3–5	6×21 L 6–17 800 S 3–4	6×24 L 6–14 750 S 3–4

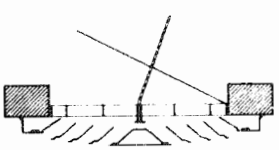
EXPLANTION OF SIZE SELECTION TABLES



NIMA INDUSTRY FIXED PATTERN ROUND DIFFUSER FOR CEILING INSTALLATION

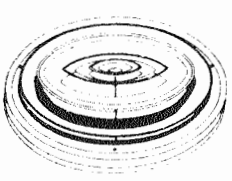


MODEL 70A

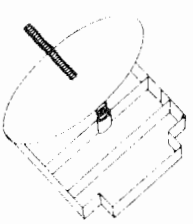


ROUND AIR DIFFUSER MODEL 74

Size INCH	C.F.M	Throw Feet	SET VEL F.P.M
6	100–200	2–6	700–1300
9	150–350	3–8	700–1300
12	450–1000	7–16	700–1300
15	600–1500	10–19	700–1300
18	1200–2200	12–23	700–1300
20	1400–2400	13–26	700–1300
21	1700–3500	15–29	700–1300
24	2200–4500	16–32	700–1300



ROUND SQUARE DIFFUSER MODEL 75



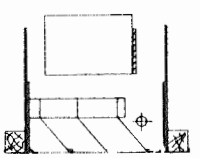
DAMPER FOR STRAIGHT SECTION OF DUCT MODEL 507

NIMA INDUSTRY LINEAR DIFFUSERS

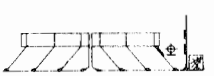
80° DEFLECTION CORE FOR CEILING AND SIDE WALL INSTALLATION ONE WAY OR TWO WAY

Listed Size In	C.F.M F T	Throw Feet	vk F.P.M	Size
7/13	50	6–10 4–7	470 300	9
7/13	75	9–14 6–10	720 430	9 1/4
7/13	100	12–19 9–14	940 550	10 1/4
7/13	125	16–23 12–17	1100 670	11
7/13	150	20–28 14–21	1420 860	11 1/4
7/13	175	22–32 16–23	1650 1000	11 1/4
7/13	200	23–33 19–27	1900 1100	12
7/13	250	23–33	1400	12 1/4
7/13	300	28–40	1700	12 1/4
7/13	350	30–42	200	13 1/4

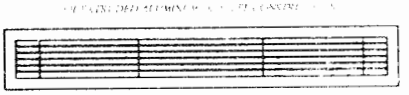
LINEAR DIFFUSERS FOR CEILING OR SIDE WALL APPLICATION, ARE DEVELOPED TO MEET THE PRESENT DAY TREND OF LINEAR AND MODULAR ARCHITECTURAL SIMPLICITY



ONE WAY FOR CEILING OR SIDE WALL MODEL 321



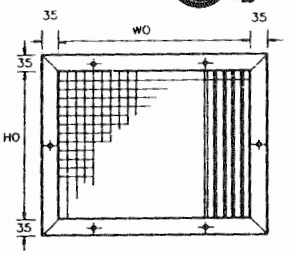
LINEAR TWO WAY FOR CEILING MODEL 322



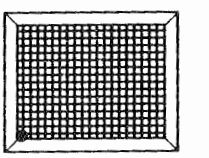
NIMA INDUSTRY — SUPPLY AIR REGISTERS

NIMA

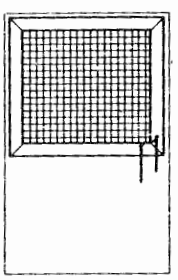
OUBLE DEFLECTION SUPPLY AIR REGISTERS OMBNE WITH AN MULTI LOUVER DAMPERS EGISTERS ARE FURNISHED IN EITHER EUMINIUM OR STEEL CONSTRUCTION WITH ARALLEL BLADES DAMPER



Size Inch		C.F.M	Throw Feet	Jet vel F.P.M
4*	8	50–150	6–18	500–1600
	10	75–200	7–20	»
6*	10	125–350	9–25	»
	12	150–425	10–27	»
	14	175–500	11–30	»
	16	225–625	12–32	»
	18	275–750	13–33	»
	20	300–850	13–35	»
	24	350–975	14–39	»
8*	12	225–625	12–32	»
	14	300–850	13–35	»
	16	325–900	13–37	»
	18	350–975	14–38	»
	20	400–1125	16–41	»
	24	450–1250	17–43	»
	30	600–1650	18–47	»
10*	20	600–1300	17–45	»
	24	600–1650	18–47	»
	30	700–700	2.10	»
	36	900–2150	18–47	»
12*	20	600–1650	18–47	»
	24	700–1900	20–50	»
	30	900–2150	22–52	»
	36	1000–2600	25–54	»
	20*20	900–2150	22–25	»



REGISTER WITH PARALLEL DAMPER MODEL 315

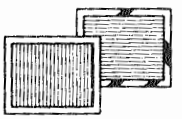


REGISTER WITH DAMPER AND KEY CHAIN MODEL 316

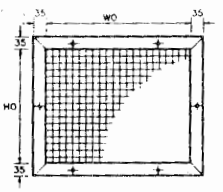
NIMA INDUSTRY — SUPPLY AND RETURN AIR GRILLES

NIMA

SINGLE AND DOUBLE DEFLECTION VERTICAL OR HORIZONTAL FRONT BARS ARE AVALABEL IN ERTHER ALUMINUM EXTRUDED OR STEEL CONSTRUCTION.

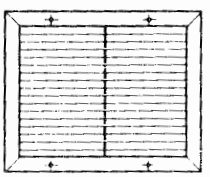


GRILLE, V.H MODEL 311



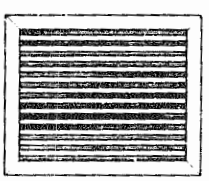
SUPPLY AIR GRILLE V&H MODEL 312

Size Inch		C.F.M	Throw Feet	Jet Vel F.P.M
4*	8	20–50	0.22	0.03–0.15
	10	20–70	0.28	»
6*	10	25–80	0.42	»
	12	30–100	0.50	»
	14	40–150	0.58	»
	16	50–150	0.67	»
	18	60–180	0.75	»
	20	100–300	1.00	»
	24	100–300	1.00	»
8*	12	50–150	0.67	»
	14	60–180	0.78	»
	16	70–220	0.88	»
	18	80–260	1.00	»
	20	90–300	1.10	»
	24	100–350	1.30	»
	30	150–500	1.70	»
	36	200–700	2.00	»
10*	20	100–350	1.40	»
	24	150–500	1.70	»
	30	200–700	2.10	»
	36	250–850	2.30	»
12*	20	150–500	1.70	»
	24	200–700	2.00	»
	30	250–850	2.30	»
	36	300–950	3.00	»
20*20		250–1000	2.80	»



RETURN AIR GRILLE MODEL 313

RETURN AIR GRILLES ARE A-COMBINATION OF A GRILLE WITH FIXED BARS.



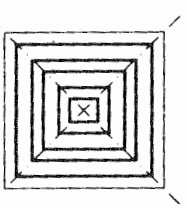
MODEL 314 RETURN AIR GRILLE TYPE 2

NIMA INDUSTRY — SQUARE DIFFUSERS FOR CEILING INSTALLATION

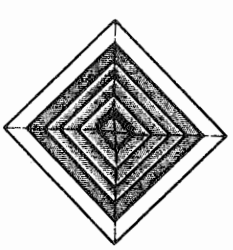
NIMA

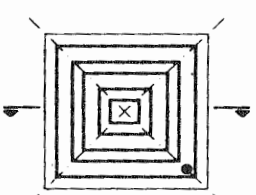
SQUARE OR RECTANGULAR AIR DEFFUSERS ARE DESIGNED TO PROVIDE THE PROPER AIR DISTRIBTION CHARACTERISTICS
MATERIAL: ALUMINIUM EXTRUDED OR STEEL CONSTRUCTION

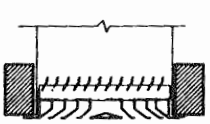
Size In Inch	C.F.M	Throw Feet	Jet vel F.P.M
6*6	100–200	TF–5–11 TN–5–11	1000–2000
9*9	150–400	TF–5–14 TN–5–14	670–1800
12*12	250–700	TF–6–17 TN–6–17	630–1750
15*15	400*1000	TF–8–19 TN–8–19	640–1400
18*18	550–1400	TF–9–23 TN–9–23	610–1560
21*21	1000*1600	TF–12–22 TN–12–22	650–1310
24*24	1000–1800	TF–12–22 TN–12–22	630–1130
27*27	1400–2000	TF–15–22 TN–15–22	890–1000



DIFFUSER WITHOUT DAMPER MODEL 319



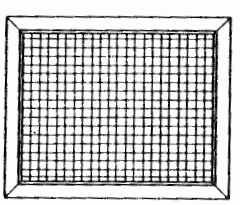




DIFFUSER WITH THE DAMPER PARALLEL BLADES MODEL 320

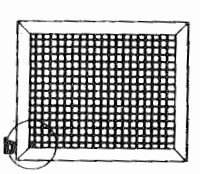
NIMA INDUSTRY

NIMA

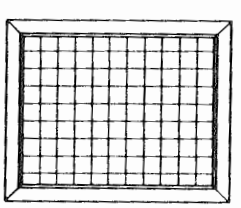


EGG CRATE RETURN EXHAUST AND GRILLES WITH FIXED BLADES FABIRCATED ALUMINIUM OR STEEL

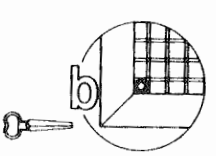
*OF 1/2" * 1/2" SQUARES MODEL 317*



REGISTER WITH PARALLEL DAMPER MODEL 315/a



E.G.G. CRATE MODEL 318 FABRICATED ALUMINIUM OF 3/4" 3/4" SQUARES*

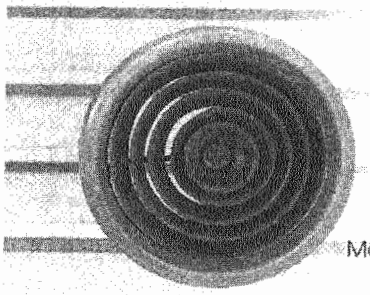


دفتر مرکزی : تهران، نارمک، میدان نبوت، جنب شهرداری پلاک ۷۱۰ طبقه چهارم
کارخانه : کیلومتر ۲۰ جاده خاوران - بلوار پاکدشت (خاتون آباد) خیابان محب پلاکهای ۴۰ و ۴۲
تلفن‌های : ۷۹۰۳۳۲۷ و ۷۹۰۷۵۷۵ فاکس ۷۸۱۴۳۱۳ و ۷۹۰۷۱۱۰

SHAHROKHI TECHNICAL INSTITUTE

موسسه فنی شاهرخی
سازنده انواع دریچه های تنظیم هوا

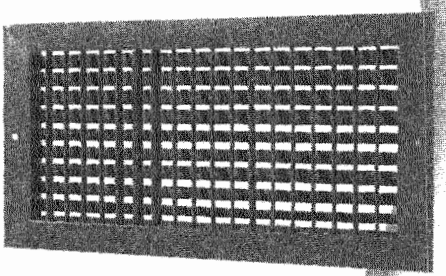
Round Diffuser سقفی گرد



Model : RD1

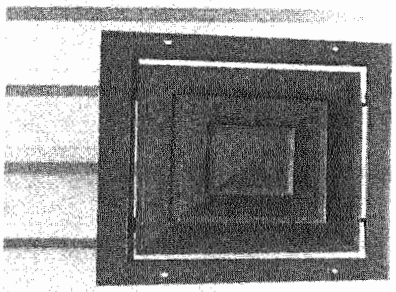
Supply grille

دریچه پره لنزی دو طرفه

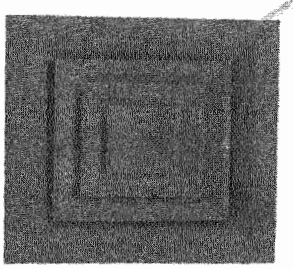


Model : SG7

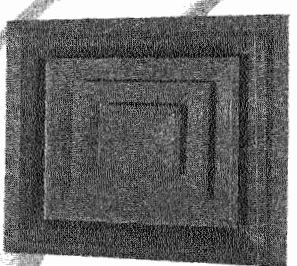
Ceiling Diffuser سقفی چهارگوش



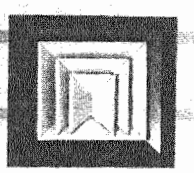
Model : SDO



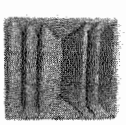
Model : SDW



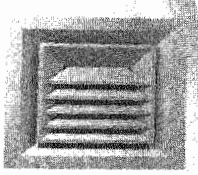
Model : SDS



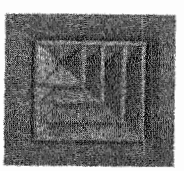
Model : SDW-3W



Model : SDW-2W



Model : SDW-1W



Model : SDW-2W-C

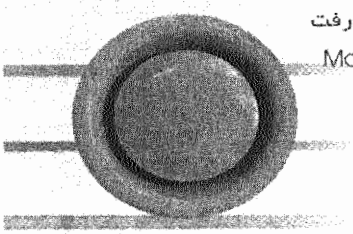
www.shahrokhi.com Email:info@shahrokhi.com

SHAHROKHI
TECHNICAL INSTITUTE

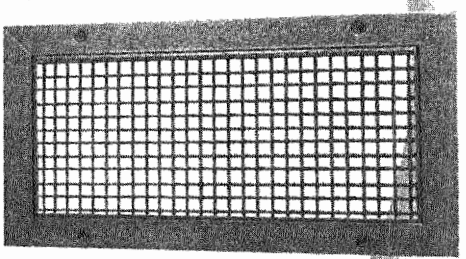
موسسه فنی شاهرخی
سازنده انواع دریچه های تنظیم هوا

Disc Valves دریچه سونایی

دریچه سونایی رفت
Model : SDV

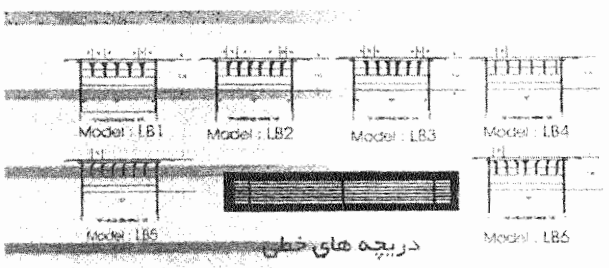


Egg Crate Grille دریچه شبد تخم مرغی



دریچه شبد تخم مرغی چهار گوش
Model : SEC

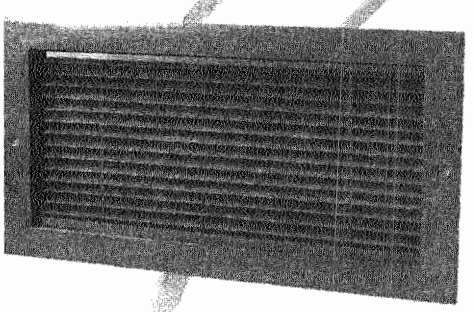
Linear Bar Grilles دریچه خطی گریل



دریچه های خطی

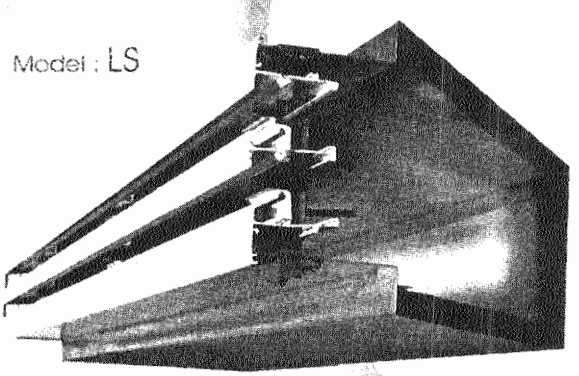
Door Louver دریچه پادری

Model : DL

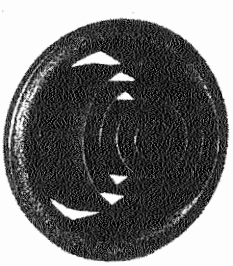


Linear Slot Diffuser دریچه خطی اسلوت

Model : LS



Jet Nozzle



www.shahrokhi.com Email:info@shahrokhi.com

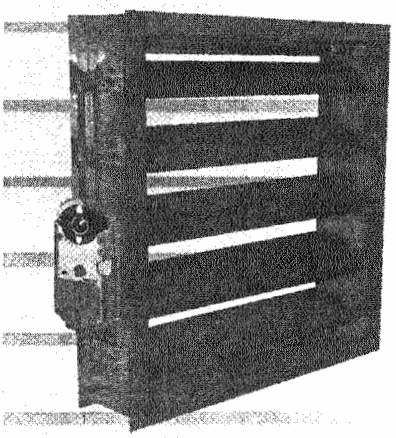
2

SHAHROKHI
TECHNICAL INSTITUTE

موسسه فنی شاهرخی
سازنده انواع دریچه های تنظیم هوا

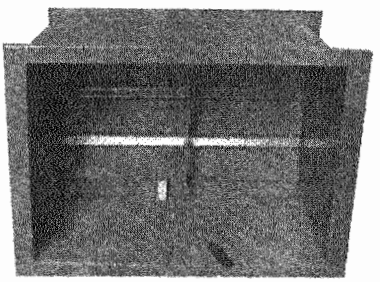
Motorized Fire Damper

Model :MFD



Fire Damper فایر دمپر

Model :FD

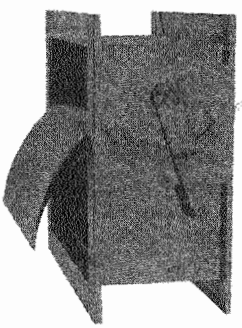


فیوز فایر دمپر

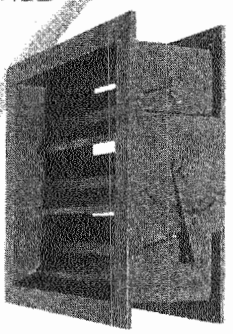


Duct Damper دمپر کانال

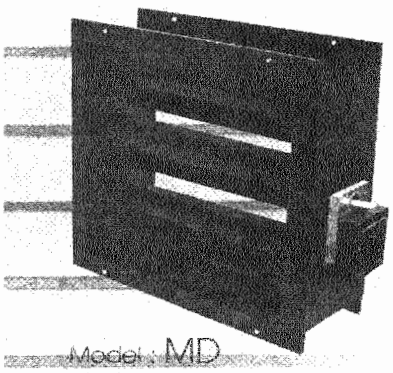
Model : SPD



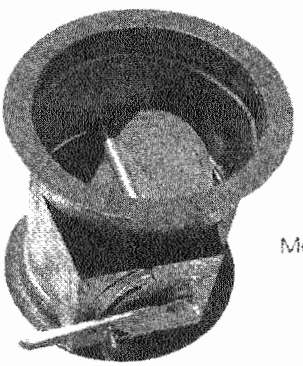
Model : MLD



Model : MD



Round Duct Damper



Model : RMD

www.shahrokhi.com Email:info@shahrokhi.com

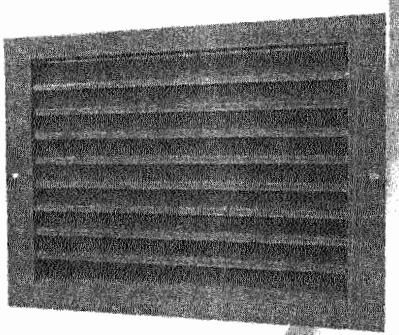
3

SHAHROKHI
TECHNICAL INSTITUTE

موسسه فنی شاهرخی

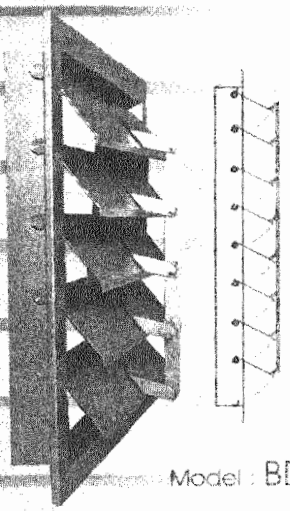
سازنده انواع دریچه های تنظیم هوا

Intake Louver لوور اتاق هوارسان



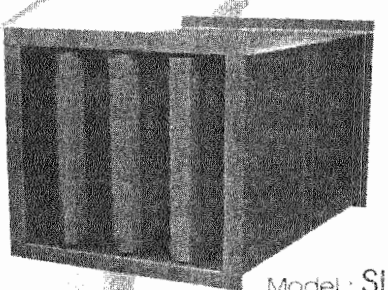
Model : IL

Balance Damper بالانس دمپر



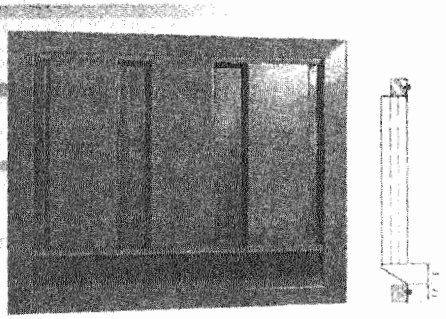
Model : BD

Silencer صداگیر



Model : SI

Sand Trap Louver لوور سند تراپ



Model : STL

دفتر مرکزی : تهرانپارس ، فلکه اول ، خیابان ۱۴۲ غربی
پلاک ۱۴۲ تلفکس : ۷۸۶۲۷۰۰ - ۷۸۶۷۰۷۴ - ۷۸۸۴۵۶۳
کارخانه : جاجرود، سعیدآباد، کوچه ارس تلفن : ۰۲۲۱۲۵۲۳۳۶۹

Head Office :No.142,The west 142,1 th.sq,Tehranpars Tehran-IRAN
Tel & Fax : (+9821) 7862700 - 7867074 - 7884563
Factory : Chapar gaz Ave.,Saeed Abad,Jajrood Tel: (+980221252)3369

www.shahrokhi.com Email:info@shahrokhi.com

TYPE "SLH" DEAERATOR

Hararat Gostar SLH Deaerator is ideal for all kinds of steam boilers. It is available in sizes from 9,000 to 800,000 LB/HR capacity to meet installation requirements for the widest range of industrial, commercial and institutional service. SLH Deaerators offer unsurpassed value especially where space is of prime importance.

DEAERATION BENEFITS

The primary function of the Hararat Gostar SLH Deaerator is to remove non-condensable gases, (oxygen and free carbon dioxide) from make-up water used for boiler feed, and from return condensate. Removal of oxygen and free carbon dioxide protects piping, pumps, as well as boilers and condensate return lines from these corrosive gases.

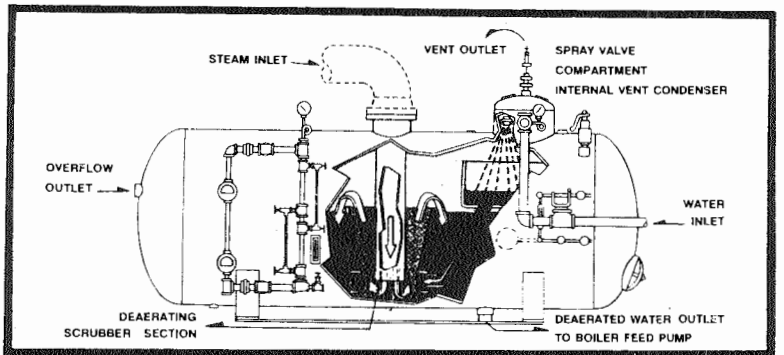
ADVANTAGES

1. **Complete heating and deaeration** assured by violent scrubbing action occuring in Deaerator scrubber section.
2. **Minimum headroom and space requirements** are kept by Hararat Gostar unique compact construction.
3. **Simple and inexpensive installation** results from Deaerator being furnished complete, including type 304 stainless steel internal vent condenser, spray valves, inlet control valve, overflow control, thermometer, sentinel relief valve, pressure gauge, gauge glasses and where necessary, heat exchanger and circulating pump.
4. **Maximum deaeration efficiency** is achieved by preheating water to near steam temperature in the preheater section.
5. **Minimum steam vented** results from a unique internal direct contact vent condenser.
6. **Easy maintenance** - 11",15" oval manhole and the handhole make it easy to access.

GUARANTEES

The Hararat Gostar type "SLH" low headroom horizontal Deaerator is guaranteed to:

1. Reduce oxygen in water to less than.005 CC/LIT.
2. Reduce the titratable free CO2 to zero.
3. Heat the water to the temperature of saturated steam at the pressure maintained within the heater.
4. Operate efficiently at all rates of flow from 3% to 100% of rating.



PRINCIPLES OF OPERATION — اصول کارکرد

WATER FLOW

Incoming cold water first enters the spray valve compartment where stainless steel spray valves direct the flow in conical sheets through the stainless steel internal direct contact vent condenser into the steam atmosphere of the preheater section. Here most of the corrosive gases are removed before the water strikes steel surfaces. This hot and partially deaerated water then passes from the preheater section to the deaerating steam scrubber section where final and complete deaeration is accomplished as the water is vigorously scrubbed with a large excess of oxygen free steam.

STEAM FLOW

Steam is introduced uniformly through a steam distributor into the deaerator scrubber section. There the steam collides at high velocity with the heated and partially deaerated water entering the scrubber section from the preheater compartment. Violent scrubbing and mixing action occurs, even at very low load conditions. This action mechanically scrubs the last remaining traces of noncondensable gases out of the preheated water. Thus, the deaerated water discharging from the top of the steam scrubber section is free of all measurable, non-condensable gases. The steam separates from the deaerated water at the outlet of the scrubber section and passes into the preheater section to continue the cycle. Vented steam is condensed in the internal direct condenser with a tiny wisp of steam being vented to atmosphere to carry away the non-condensable gases released from the water.

INTERNAL VENT CONDENSER

The internal direct contact vent condenser is a stainless steel section beneath the spray valve compartment where non-condensable gases are separated from the preheater section and concentrated before being discharged to atmosphere.

جریان آب

آب سرد ورودی ابتدا به محفظه اسپری والو وارد شده، توسط اسپری والوهای مخصوص به صورت صفحات مخروطی از داخل کندانسور ونت به محفظه بخار قسمت پیش گرمکن اسپری می‌شود، درنتیجه اکثر گازهای خورنده قبل از برخورد آب با سطوح فولادی از آن جدا می‌شوند. این آب داغ که تا حدی هواگیری شده از قسمت اسکرابر عبور کرده، هواگیری کامل بر اثر اختلاط آب با مقدار زیاد بخار انجام می‌گیرد.

جریان بخار

بخار به طور یکنواخت از میان لوله توزیع کننده بخار به قسمت اسکرابر دی اریتور وارد شده، با سرعت زیاد با آب داغی که تا حدی هواگیری شده و از محفظه پیش گرمکن به قسمت اسکرابر وارد می‌شود برخورد می‌کند. این برخورد و اختلاط در شرایط بار بسیار کم نیز صورت می‌پذیرد. این مرحله به طور مکانیکی آخرین مقادیر باقی‌مانده گازهای غیرقابل تقطیر را از آب جدا می‌سازد، بنابراین آب خارج شده از قسمت اسکرابر عاری از کلیه گازهای غیرقابل تقطیر می‌گردد. بخار جدا شده از آب خروجی اسکرابر به داخل پیش گرمکن وارد شده، سیکل ادامه می‌یابد. بیشتر این بخار به غیر از مقدار کمی که جهت خارج کردن گازهای غیرقابل تقطیر به هوای خارج تخلیه می‌شود، در کندانسور تقطیر می‌گردد.

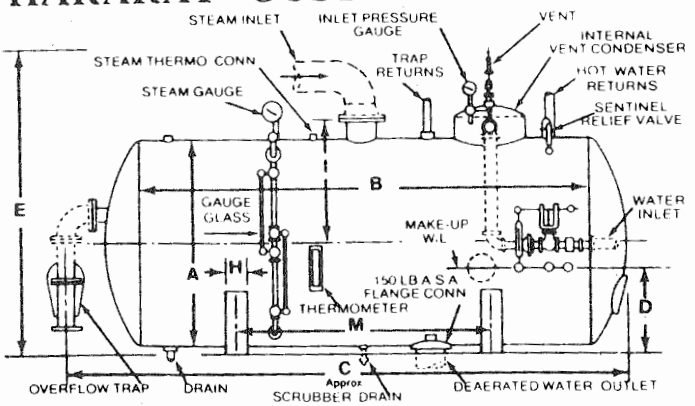
کندانسور داخلی ونت

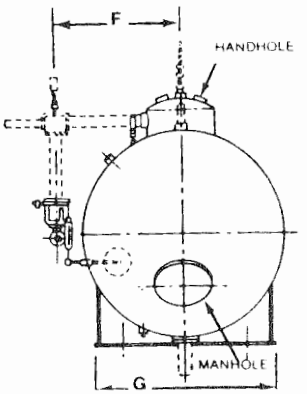
کندانسور داخلی ونت از فولاد ضدزنگ ساخته می‌شود و زیر اسپری والوها، جایی که گازهای غیرقابل تقطیر از پیش گرمکن جدا شده و قبل از تخلیه شدن به هوای خارج متمرکز می‌شوند، قرار دارد.

دفتر مرکزی : تهران، خیابان طالقانی شرقی، شمارهٔ ۵۴۳ صندوق پستی: ۵۳۷۱-۱۵۸۷۵

تلفن : ۷۶۵۸۸۹-۷۶۵۸۹۳ تلکس : HGSR ۲۲۳۷۳۷ فاکس : ۷۶۴۵۳۱

DESIGN DATA & DIMENSIONS
HARARAT GOSTAR "SLH" DEAERATOR SERIES





Broken lines indicate piping furnished by purchaser.

OUTLET CAPACITY LBS./HR.	CONNECTIONS						STORAGE PER FT. ADDED LENGTH	WEIGHT-LBS.		
	DRAIN	INLET	OUTLET	OVERFLOW	STEAM	RETURNS		SHIP.	OPER.	FLOOD.
9,000	1 1/2"	1"	4"	1"	4"	1"	475	1,920	4,100	5,600
18,000	2"	1 1/2"	4"	1 1/2"	6"		475	2,360	6,500	8,700
30,000		1 1/2"	5"	1 1/2"	6"	1 1/4"	475	3,010	9,500	13,100
50,000		2"	6"	2"	8"	1 1/2"	710	4,200	14,600	20,500
70,000		2"	6"	2"	10"	2"	1,110	5,160	19,300	25,800
90,000	2 1/2"	3"	8"	3"	10"		1,110	5,860	23,800	33,200
110,000		4"	8"	4"	12"	2 1/2"	1,110	6,900	29,000	40,200
150,000		4"	10"	4"	12"		1,200	8,000	37,400	48,600
200,000		4"	12"	6"	16"	3"	2,340	8,300	46,600	54,300
250,000		6"	12"	6"	16"		2,340	9,700	57,500	68,600
300,000		6"	12"	6"	18"		2,340	11,300	68,400	81,700
400,000		8"	12"	6"	20"	4"	3,800	13,700	87,900	102,900
500,000		8"	12"	6"	24"		3,800	16,400	109,100	126,800
650,000		10"	14"	8"	30"		3,800	20,500	141,100	164,800
800,000		10"	16"	8"	30"		3,800	24,200	172,600	201,600

OUTLET CAPACITY LBS./HR.	STORAGE LBS.	DIMENSIONS									
		A	B	C Approx.	D	E	F	G	H	I	M
9,000	1,500	4'-0"	3'-6"	6'-6"	18"	6'-6"	2'-10"	3'-8"	4"	2'-6"	2'-6"
18,000	3,000	4'-0"	6'-3"	9'-3"	19"	6'-6"	2'-10"	3'-8"	4"	2'-6"	5'-0"
30,000	5,000	4'-0"	10'-6"	13'-6"	19"	6'-6"	2'-10"	3'-8"	4"	2'-6"	6'-0"
50,000	8,333	5'-0"	11'-3"	14'-10"	2'-2"	7'-3"	3'-4"	4'-8"	4"	3'-0"	
70,000	11,667	6'-0"	10'-0"	13'-8"	2'-9"	8'-6"	3'-10"	5'-6"	6"	3'-6"	
90,000	15,000	6'-0"	13'-0"	16'-8"	2'-9"	8'-6"	3'-10"	5'-6"	6"	3'-6"	8'-0"
110,000	18,333	6'-0"	16'-3"	19'-11"	2'-9"	8'-10"	3'-10"	5'-6"	6"	3'-6"	10'-0"
150,000	25,000	6'-0"	20'-0"	23'-8"	3'-0"	8'-10"	3'-10"	5'-6"	6"	3'-6"	12'-0"
200,000	33,333	8'-0"	13'-3"	17'-8"	4'-5"	11'-4"	4'-10"	6'-10"	8"	4'-6"	8'-0"
250,000	41,667	8'-0"	16'-9"	21'-2"	4'-5"	11'-4"	4'-10"	6'-10"	8"	4'-6"	10'-0"
300,000	50,000	8'-0"	20'-6"	25'-0"	4'-5"	11'-6"	4'-10"	6'-10"	8"	4'-6"	12'-0"
400,000	66,667	10'-0"	16'-6"	21'-6"	5'-2"	13'-9"	6'-0"	8'-6"	10"	5'-6"	10'-0"
500,000	83,333	10'-0"	21'-0"	26'-0"	5'-2"	13'-9"	6'-0"	8'-6"	10"	5'-6"	12'-0"
650,000	108,333	10'-0"	28'-6"	33'-6"	5'-2"	14'-6"	6'-0"	8'-6"	10"	5'-6"	18'-0"
800,000	133,333	10'-0"	35'-0"	40'-0"	5'-2"	14'-6"	6'-0"	8'-6"	10"	5'-6"	+28'-0"

+ 3 Saddles on 14' Centers

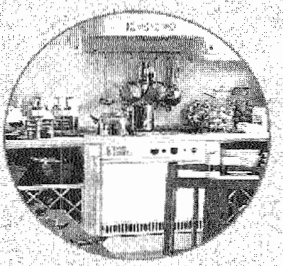
Vessels designed per ASME Code, latest revision - Minimum shell and headplate thicknesses 1/4".
Units up to 50,000 lb. capacity are 50 psi ASME Code design pressure.
Units above 50,000 lb. capacity are 30 psi ASME Code design pressure.
Pressure differential between steam gauge and inlet water gauge readings not to exceed 10 psi.

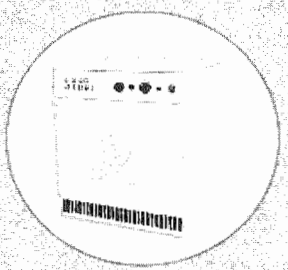
HARARAT GOSTAR

ایرفو
IRFU
انتخاب اهل فن

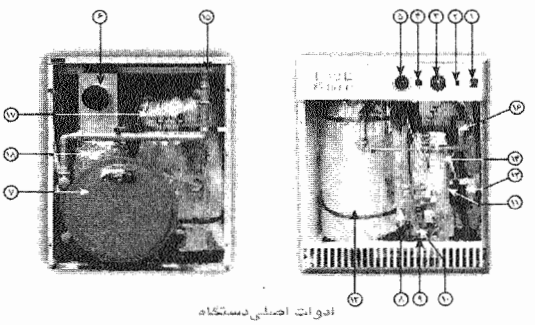
پکیج چدنی شوفاژ زمینی کلاس E مدل MP

- راندمان ۹۰ ٪
- ضمانت یک سال
- خدمات با یک پیام
- مناسب جهت کار با آبهای سنگین
- قابل نصب در ۰/۵ متر مربع آشپزخانه
- گرمایش همزمان محیط با آبگرم مصرفی فراوان
- قابلیت نصب اجاق گاز و سیستم هوشمند سختگو





پکیج چدنی شوفاژ زمینی ایرفو جهت گرمایش و تامین آب گرم آپارتمانها و ساختمانهای مسکونی از ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر مربع زیربنا مناسب میباشد. در آشپزخانه به آسانی قابل نصب بوده و ابعاد آن به گونه‌ای طراحی شده است که با استاندارد کابینتهای آشپزخانه هماهنگی دارد. دارای مصرف کم گاز بوده، کاملا بیصدا میباشد و بدلیل استفاده از دیگ چدنی با سطح حرارتی عالی دارای راندمان حرارتی بالا و مقاوم در مقابل خوردگی میباشد. آب گرم مصرفی توسط مبدع کویل دار تامین میگردد این مبدع کالوانیزه بوده و از این رو آب گرم مصرفی کاملا بهداشتی است. پکیج چدنی ایرفو مجهز به شوپاژهای اطمینان برای سیستم آب شوفاژ و همچنین مبدع آب گرم مصرفی میباشد. کنترل درجه حرارت سیستم توسط شیر کنترل گاز انجام میشود که بین درجه حرارت‌های ۴۵ تا ۸۰ درجه سانتیگراد قابل تنظیم است. گردش آب در سیستم توسط پمپ انجام میشود و دارای سه وضعیت کم، متوسط و زیاد میباشد. فشار آب سیستم توسط شیر آب ورودی به دستگاه تنظیم میشود و فشار کارکرد بین ۰/۵ تا ۲ بار است.



ادوات اصلی دستگاه

۱- کلید پمپ	۱۱- کلید تغییر دور پمپ
۲- فیوز پمپ	۱۲- پمپ سیرکولاسیون
۳- ترموستاتو متر (دماسنج - فشارسنج)	۱۳- مبدع آبگرم بهداشتی
۴- فندک	۱۴- شیر پرکن
۵- پیچ تنظیم ترموستات	۱۵- شیر تخلیه اتوماتیک هوا
۶- دورو دکمه	۱۶- شیر اطمینان (3 bar)
۷- مبدع انبساط	۱۷- شیر اطمینان (10 bar)
۸- شیر کنترل گاز	۱۸- دیگ چدنی
۹- پیلوت	
۱۰- دریچه بازدید شعله	

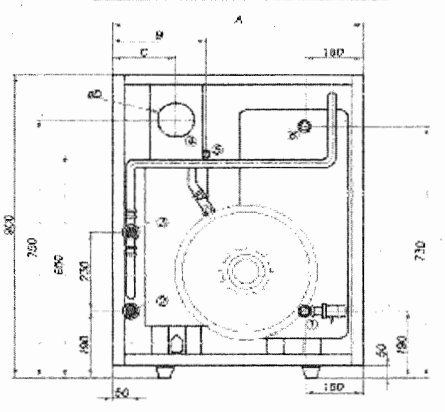
مشخصات فنی دستگاه

مدل	واحد	E120	E240	E360	E480
ظرفیت حرارتی اسمی	Kcal/h	۱۲۰	۲۴۰	۳۶۰	۴۸۰
حداکثر فشار کاری شوفاژ	bar	۳	۳	۳	۳
میزان مصرف گاز طبیعی	m³/h	۱۲/۸	۲۵/۶	۳۸/۴	۵۱/۲
میزان مصرف گاز مایع	Kg/hr	۹/۴	۱۸/۸	۲۸/۲	۳۷/۶
حداکثر ارتفاع پمپ	Liter	۲۲۵	۲۲۵	۲۲۵	۲۲۵
حداکثر درجه حرارت آب گرم کن	C	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
حداکثر فشار آب سیستم	bar	۳	۳	۳	۳
ظرفیت مبدع انبساط	Liter	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
مقدار مبرد مبدع	Bar	۱	۱	۱	۱
ابعاد پکیج					
ارتفاع	mm	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰
عرض	mm	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰
عمق	mm	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰
وزن	Kg	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۱۲۰
قطر پرتاب	mm	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
ارتفاع	mm	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰
عرض	mm	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰	۶۵۰
عمق	mm	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰
ظرفیت مبدع آبگرم مصرفی	Liter	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

مشخصات فنی و وزن پره‌های دستگاه

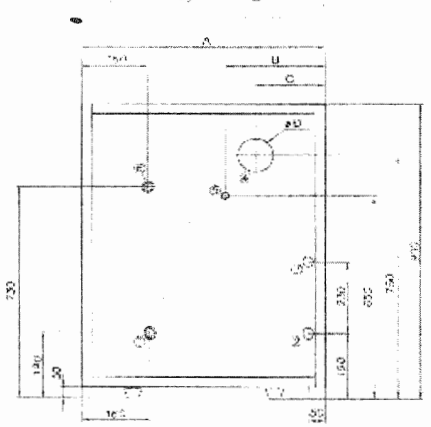
محل پره	نوع پره	حجم Lit	وزن پره kg
پره سمت راست	PGG	۳/۱	۳۲
پره وسط	PGG	۲/۵	۱۹/۵
پره سمت چپ	PGG	۳/۲	۲۶/۵

نمای پشت دستگاه



مدل پکیج	تعداد پره	A	B	C	ØD
E 120	۴	۵۵۰	۱۵۰	۱۳۴	۱۵
E 240	۶	۶۵۰	۲۵۰	۱۳۴	۱۵
E 360	۸	۷۵۰	۳۵۰	۱۳۴	۱۵
E 480	۱۰	۸۵۰	۴۵۰	۱۳۴	۱۵

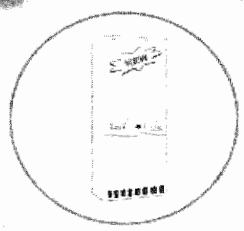
جانمائی دستگاه (روی دیوار)

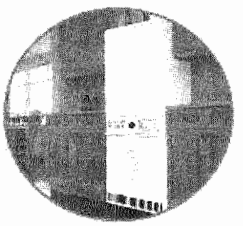


۱	ورود آب سرد ۳/۴"	۶	دودکش
۲	گشت خروج	۷	لوله گاز ۱/۲"
۳	ف خروجی آب گرم ۳/۴"	۸	ورودی آب گرم ۳/۴"

پکیج چدنی شوفاژ زمینی
کلاس S مدل MP

ایرفو
IRFU
انتخاب اهل فن



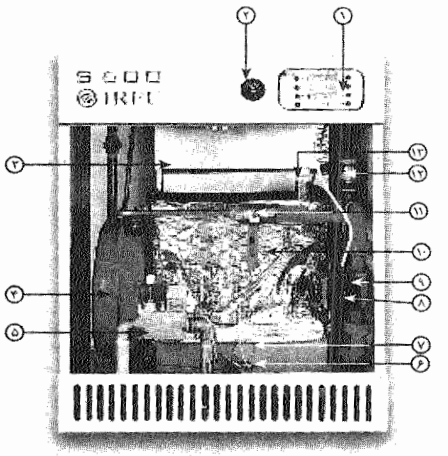


- راندمان ۹۰ ٪
- ضمانت یک سال
- خدمات با یک پیام
- مناسب جهت کار با آبهای سنگین
- قابل نصب در ۰/۵ متر مربع آشپزخانه
- گرمایش همزمان محیط با آبگرم مصرفی فراوان

پکیج چدنی شوفاژ زمینی ایرفو جهت گرمایش و تامین آب گرم آپارتمانها و ساختمانهای مسکونی از ۲۰۰ تا ۶۰۰ متر مربع زیربنا مناسب میباشد. در آشپزخانه به آسانی قابل نصب بوده و ابعاد آن به گونه‌ای طراحی شده است که بااستاندارد کابینتهای آشپزخانه هماهنگی دارد. دارای مصرف کم گاز بوده، کاملا بیصدا میباشد و بدلیل استفاده از دیگ چدنی باسطح حرارتی عالی دارای راندمان حرارتی بالا و مقاوم در مقابل خوردگی میباشد. آب گرم مصرفی توسط منبع کویل دار تامین میگردد. این منبع کالوانیزه بوده و از این رو آب گرم مصرفی کاملا بهداشتی است. پکیج چدنی ایرفو مجهز به سوپاپهای اطمینان برای سیستم آب شوفاژ و همچنین منبع آب گرم مصرفی میباشد. کنترل درجه حرارت سیستم توسط شیر کنترل گاز انجام میشود که بین درجه حرارت‌های ۴۵ تا ۹۰ درجه سانتیگراد قابل تنظیم است. گردش آب در سیستم توسط پمپ انجام میشود و دارای سه وضعیت کم، متوسط و زیاد میباشد. فشار آب سیستم توسط شیر آب ورودی به دستگاه تنظیم میشود و فشار کارکرد بین ۰/۵ تا ۲ بار است.

پکیج چدنی شوفاژ زمینی آشپزخانه ای کلاس S با منبع آبگرم بهداشتی ۱۲۰ لیتری و سیستم هوشمند محتکر

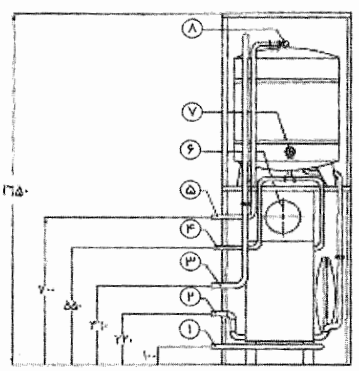
مدل	واحد	S720	S600	S480	S360	S240
ظرفیت حرارتی اسمی	Kcal/h	۷۲۰۰۰	۶۰۰۰۰	۴۸۰۰۰	۳۶۰۰۰	۲۴۰۰۰
حداکثر زیربنای قابل پوشش	m^2	۶۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۲۰۰
میزان مصرف گاز طبیعی	m^3/h	۷/۸	۶/۵	۵/۲	۳/۹	۲/۶
میزان مصرف گاز مایع	Kg/h	۶/۰۴	۵/۵	۴/۴	۳/۲	۲/۲
حداکثر درجه حرارت آب در گردش	°C	۹۰	۹۰	۸۰	۸۰	۹۰
حداکثر فشار آب سیستم	Liter	۳	۲	۲	۳	۲
فشار منبع انبساط	Bar	۱	۱	۱	۱	۱
تعداد پره		۷	۶	۵	۳	۳
تعداد شعله		۶	۵	۴	۳	۲
وزن	Kg	۳۲۰	۳۰۰	۲۸۰	۲۶۰	۲۳۰
قطر دودکش	mm	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
ارتفاع	mm	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰
عرض	mm	۶۸۵	۶۸۵	۶۸۵	۵۹۰	۵۹۰
عمق	mm	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰
حداقل ارتفاع دودکش	m	۱۰	۵	۵	۵	۵
مشخصات منبع آب گرم مصرفی						
ارتفاع	mm	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰	۸۵۰
عرض	mm	۵۹۰	۵۹۰	۵۹۰	۵۹۰	۵۹۰
عمق	mm	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰
ظرفیت	Liter	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰



ایرفو اولین و تنها سازنده پکیج با دیگ چدنی در ایران

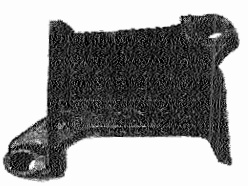
ادوات اصلی دستگاه

۱ـ قطعه هوشمند	۸ـ کلید تغییر دور پمپ
۲ـ ترمومانومتر(دماسنج ـ فشارسنج)	۹ـ پمپ سیرکولاسیون
۳ـ دودکش	۱۰ـ دیگ چدنی (مبدل حرارتی)
۴ـ منبع انبساط	۱۱ـ شیر پر کن
۵ـ شیر کنترل گاز	۱۲ـ شیر تخلیه اتوماتیک هوا
۶ـ پیلوت	۱۳ـ شیر اطمینان
۷ـ سرپچه بازدید شعله	



ابعاد بر حسب میلیمتر میباشد

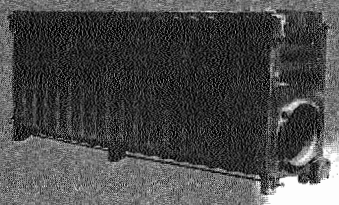
مدل	توضیحات	ورودی گاز	ورودی شوفاژ	ورودی آب سرد	خروجی آب گرم	خروجی شوفاژ	شیر اطمینان
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
S 360 & S 480	۳/۴ اینچ	۱ اینچ	۱ اینچ	۳/۴ اینچ	۳/۴ اینچ	۳/۴ اینچ	۱۰ بار (Bar)
S 600 & S 720	۳/۴ اینچ	۱ ۱/۴ اینچ	۱ ۱/۴ اینچ	۳/۴ اینچ	۳/۴ اینچ	۳/۴ اینچ	۱۰ بار (Bar)



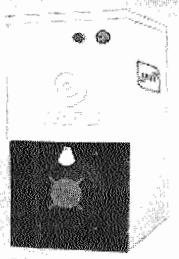
حجم آبگیری و وزن پره‌های دستگاه:

مدل پره	حجم Lit	وزن پره kg
پره سمت پمپ	۳/۱	۳۲
پره وسط	۲/۵	۱۶/۵
پره سمت راست	۳/۲	۲۶/۵

دیگ چدنی شوفاژ سانترال







- راندمان ٪ ۹۵/۸
- ضمانت ۵ سال
- خدمات با یک پیام

دیگهای GG و GGG و TGG به منظور تامین گرما و آب گرم مصرفی بهداشتی ساختمانها مناسبند . نصب سریع و آسان ، دوام و بازده حرارتی بالا ازویژگیهای برجسته آنها به شمار می آید . کاربرد و آسانی کنترل آن در مکانهای مختلف نشان داده است که از نظر اقتصادی دارای عملکرد مطمئن یا عمری طولانی می باشد . حداکثر فشار کاری ۳/۵ بار برای مدل های (112 - 37) GG و ۵ بار برای مدل های (120-260) GGG و مدل های (714 - 294) TGG میباشد. حداکثر درجه حرارت آب ۹۰ درجه سانتیگراد است . دیگ های چدنی شوفاژ سانترال ایرفو با راندمان ۹۵/۸ ٪ کار می کند.

شرکت ایرفو در صورت راهبری صحیح دستگاه رایه مدت ۵ سال تضمین می نماید.

IRFU

GG 37-112

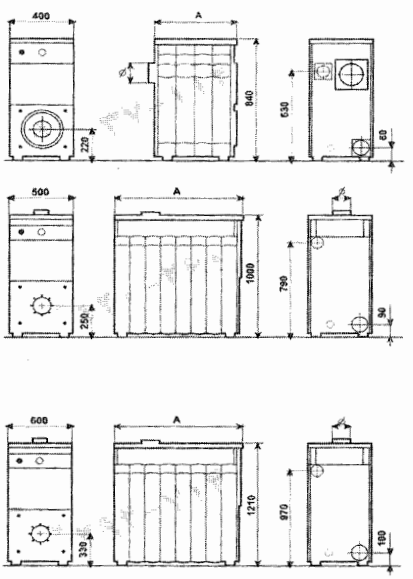
مدل دیگ	تعداد پره	ظرفیت حرارتی اسمی (Btu/hr)	(kcal/h)	(kw)	زیر بنای قابل پوشش (m^2)	طول دیگ A mm	قطر دودکش D mm	وزن Kg	حجم آبگیری (Lit)
GG 37	4	160000	37500	44	190	560	160	216	23
GG 50	5	200000	50000	58.5	250	670	180	260	28
GG 62	6	250000	62500	73	310	780	180	306	33
GG 75	7	300000	75000	88	380	890	180	351	38
GG 87	8	350000	87500	102.5	440	995	180	396	43
GG 100	9	400000	100000	117	500	1110	180	443	48
GG 112	10	450000	112500	132	560	1220	180	488	53

GGG 120-260

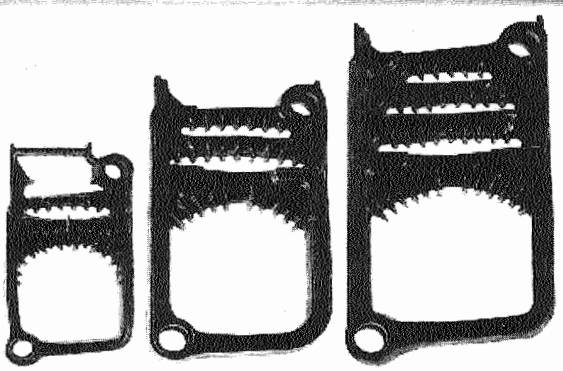
مدل دیگ	تعداد پره	ظرفیت حرارتی اسمی (Btu/hr)	(kcal/h)	(kw)	زیر بنای قابل پوشش (m^2)	طول دیگ A mm	قطر دودکش D mm	وزن Kg	حجم آبگیری (Lit)
GGG 120	7	480000	120000	140.5	600	965	220	513	71
GGG 140	8	560000	140000	164	700	1080	220	578	80
GGG 160	9	640000	160000	187.5	800	1195	220	645	89
GGG 180	10	720000	180000	211	900	1310	220	712	98
GGG 200	11	800000	200000	234	1000	1425	250	780	107
GGG 220	12	880000	220000	257.5	1100	1540	250	847	116
GGG 240	13	960000	240000	281	1200	1655	250	913	125
GGG 260	14	1040000	260000	304.5	1300	1770	250	980	134

TGG 249-714

مدل دیگ	تعداد پره	ظرفیت حرارتی اسمی (Btu/hr)	(kcal/h)	(kw)	زیر بنای قابل پوشش (m^2)	طول دیگ A mm	قطر دودکش D mm	وزن Kg	حجم آبگیری (Lit)
TGG 294	8	1176000	294000	344	1470	1220	300	859	144
TGG 336	9	1344000	336000	393.5	1680	1350	300	1067	160
TGG 378	10	1512000	378000	442.5	1890	1480	300	1174	176
TGG 420	11	1680000	420000	492	2100	1620	300	1280	192
TGG 462	12	1848000	462000	541	2310	1750	300	1387	208
TGG 504	13	2016000	504000	590	2520	1880	300	1494	224
TGG 546	14	2184000	546000	639	2730	2010	300	1594	240
TGG 588	15	2352000	588000	688.5	2940	2140	300	1706	256
TGG 630	16	2520000	630000	738	2260	2260	300	1813	272
TGG 672	17	2688000	672000	787	3360	2380	300	1921	280
TGG 714	18	2856000	714000	835	3560	2520	300	2029	304



تنها دیگ چدنی استاندارد با راندمان حرارتی ٪ ۹۵/۸ و توانایی بکار تا ۵۰ متر ارتفاع



حجم آبگیری و وزن پره‌ها

مدل پره	نوع پره	حجم lit	وزن پره kg
پره جلو	TGG	۱۶/۹	۱۴۷
پره وسط	TGG	۱۵/۷	۱۰۱/۵
پره درب عقب	TGG	۳۰/۳	۱۴۴/۵
پره جلو	GGG	۹/۲	۷۰
پره وسط	GGG	۸/۳	۶۲
پره درب عقب	GGG	۱۵/۳	۸۲
پره جلو	GG	۴/۲	۴۶
پره وسط	GG	۴/۵	۴۳/۵
پره درب عقب	GG	۸	۵۷/۵

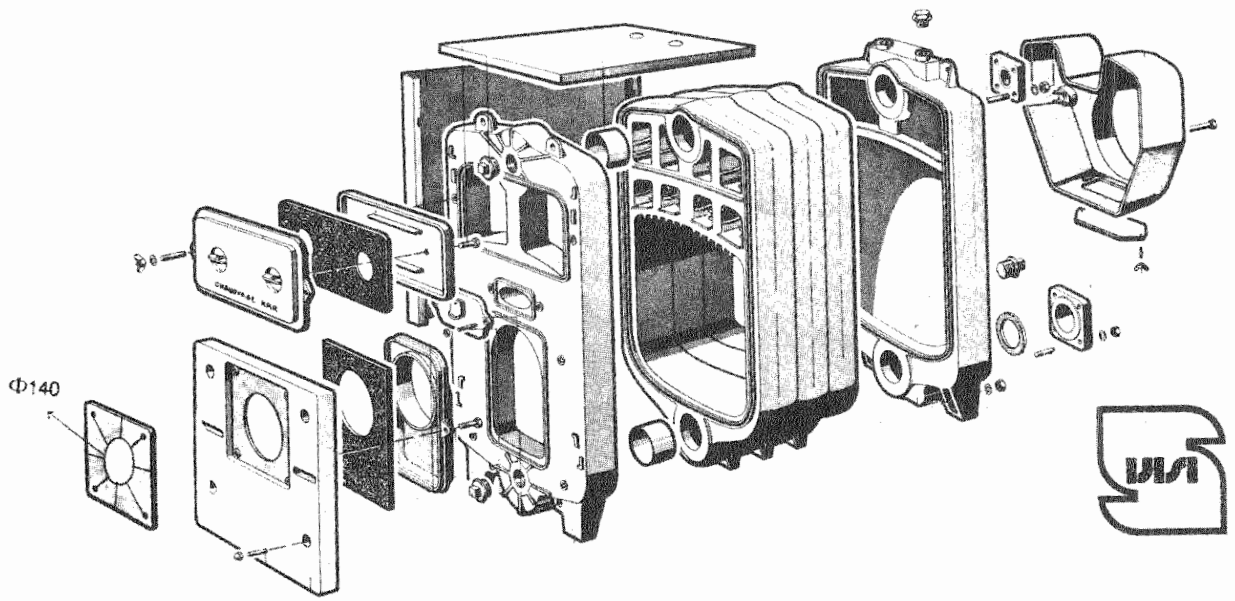
سایز اتصالات ورودی و خروجی آب در دیگهای مدل GG و GGG ۲ و در دیگهای مدل TGG ۳ می باشد .

تلفن کارخانه : (۵ خط) ۶۲۱۲۱۴۱ تلفن فروش : ۶۲۱۲۱۴۰ تلفن دفتر حمایت از مشتری : ۶۲۳۶۴۰۴ فاکس : ۶۲۱۲۱۳۹

hhp : www.irfumfg.com

شرکت صنعتی شوفاژکار
(سهامی خاص)

دیگهای چدنی حرارت مرکزی مدل ۴۰۰ شوفاژکار دارای مهر استاندارد و گواهی تضمین کیفیت ISO 9002 (ظرفیت از ۹۱۰۰۰ الی ۲۲۱۰۰۰ کیلوکالری در ساعت) با سوخت گاز و گازوئیل، حداکثر فشارکار ۴ آتمسفر فشار تست ۸ آتمسفر فشار تست مخرب ۴۰ آتمسفر



اجزاء و مشخصات فنی دیگهای مدل ۴۰۰ سولار شوفاژکار

با ۱۰ سال ضمانت

تعداد پره‌ها	مدل دیگ	حداکثرظرفیت کیلوکالری در ساعت	طول دیگ L میلیمتر	گنجایش آب دیگ لیتر	کوره احتراق		قطر تقریبی دودکش میلیمتر	مشعل پیشنهادی		وزن تقریبی ناخالص دیگ کیلوگرم
					عمق میلی‌متر	گنجایش لیتر		حداکثر کالیبر نازل گازوئیل	زاویه نازل درجه نوع S	
۷	۴۰۰_۷	۹۱۰۰۰	۸۷۵	۱۱۳	۷۷۵	۱۵۰	۲۲۰	۲/۰	۳۰	۵۷۴
۸	۴۰۰_۸	۱۱۳۰۰۰	۹۹۶	۱۲۷	۸۹۵	۱۷۵	۲۵۰	۲/۲۵	۳۰	۶۴۶
۹	۴۰۰_۹	۱۳۴۰۰۰	۱۱۱۶	۱۴۱	۱۰۱۵	۲۰۰	۲۵۰	۲/۵	۳۰	۷۱۷
۱۰	۴۰۰_۱۰	۱۵۶۰۰۰	۱۲۴۰	۱۵۵	۱۱۳۵	۲۲۵	۳۰۰	۲/۷۵	۳۰	۷۸۹
۱۱	۴۰۰_۱۱	۱۷۷۰۰۰	۱۳۶۰	۱۶۹	۱۲۵۵	۲۵۰	۳۰۰	۳/۰	۳۰	۸۶۱
۱۲	۴۰۰_۱۲	۱۹۹۰۰۰	۱۴۸۰	۱۸۳	۱۳۷۵	۲۷۵	۳۵۰	۳/۲۵	۳۰	۹۳۳
۱۳	۴۰۰_۱۳	۲۲۱۰۰۰	۱۶۰۰	۱۹۷	۱۴۹۵	۳۰۰	۳۵۰	۳/۵	۳۰	۱۰۰۵

دفترمرکزی: خیابان آیت الله طالقانی، نبش ملک‌الشعراء بهار، شمارهٔ ۴۲۵
تلفن: ۸۳۰۹۳۲۸ ـ ۸۳۰۹۳۲۷ فاکس: ۸۳۰۹۳۲۶
EMAIL: CHAUFFAGEKAR@NEDA.NET

کدایزو ۸۲/۰۷ـ۱۲۲۴/۱

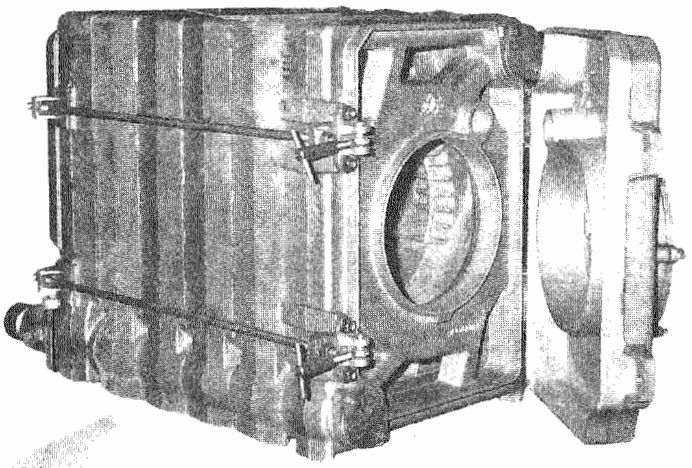
شرکت صنعتی شوفاژ کار

(سهامی خاص)

هرکجا گرمایش مطبوع وآب گرم فراوان احتیاج دارید

دیگ چدنی جدید

سوپر ۴۰۰



دارای گواهینامه تضمین کیفیت ایزو ۹۰۰۲

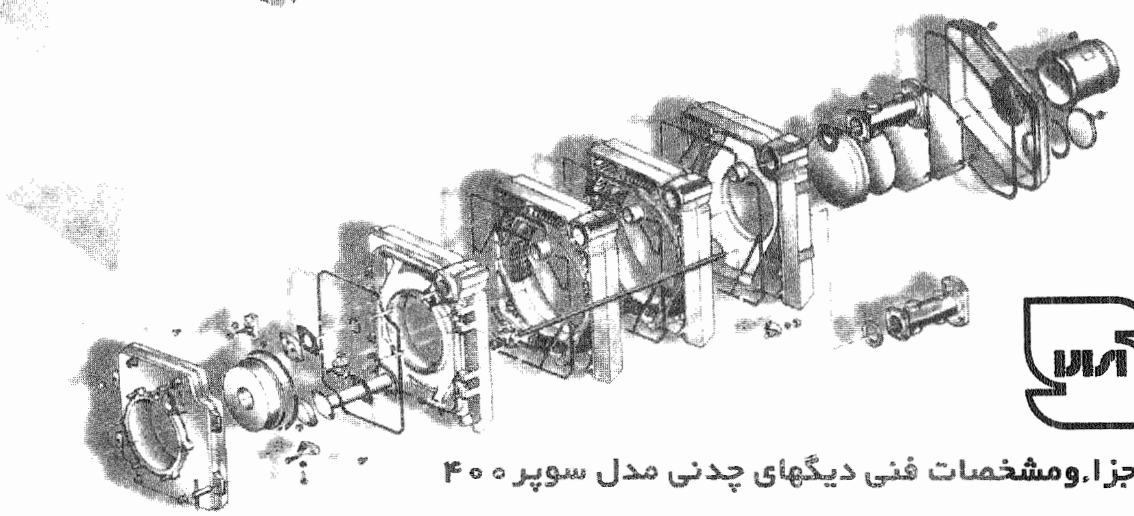
و استاندارد ملی ۴۴۷۲ و ۴۴۷۳

رابا۵سال ضمانت انتخاب کنید

فشارکار ۴ اتمسفر- فشار تست ۱۰ اتمسفر

مناسب برای سوخت گاز وگازوئیل

ظرفیت ۱۲۰۰۰۰ الی ۳۷۲۰۰۰ کیلوکالری درساعت



اجزا،ومشخصات فنی دیگهای چدنی مدل سوپر ۴۰۰

شماره مدل سوپر ۴۰۰	تعداد پره‌ها	ظرفیت گرمائی KW	ظرفیت گرمائی Kcal/h	حداکثرافت فشار دراطاق احتراق دیگ m bar	حداکثر افت فشار در دیگ m bar	قطرتقریبی نازل گازوئیل ۳۰° نوع S	طول دیگ میلیمتر	عرض دیگ میلیمتر	ارتفاع دیگ میلیمتر
S -۵	۵	۱۳۸	۱۲۰۰۰۰	۰/۵۱	۰/۷	۲	۹۰۰	۵۸۰	۷۸۰
S -۶	۶	۱۷۰	۱۴۸۰۰۰	۰/۸۴	۱/۱	۲/۵	۱۰۲۰	۵۸۰	۷۸۰
S -۷	۷	۲۰۳	۱۷۶۰۰۰	۱/۲۲	۱/۵	۲/۵	۱۱۴۰	۵۸۰	۷۸۰
S -۸	۸	۲۳۵	۲۰۴۰۰۰	۱/۵۷	۲	۳	۱۲۶۰	۵۸۰	۷۸۰
S -۹	۹	۲۶۷	۲۳۲۰۰۰	۱/۶۳	۲/۲	۳	۱۳۸۰	۵۸۰	۷۸۰
S -۱۰	۱۰	۳۰۰	۲۶۰۰۰۰	۱/۷۸	۲/۵	۳/۵	۱۵۰۰	۵۸۰	۷۸۰
S -۱۱	۱۱	۳۳۲	۲۸۸۰۰۰	۲/۲۴	۱/۶	۱/۵و۲/۵	۱۶۲۰	۵۸۰	۷۸۰
S -۱۲	۱۲	۳۶۵	۳۱۶۰۰۰	۲/۷۴	۱/۹	۲و۲/۵	۱۷۴۰	۵۸۰	۷۸۰
S -۱۳	۱۳	۳۹۷	۳۴۴۰۰۰	۳/۲	۲/۲	۲/۵و۳	۱۸۶۰	۵۸۰	۷۸۰
S -۱۴	۱۴	۴۳۰	۳۷۲۰۰۰	۳/۷	۲/۴	۲/۵و۳/۵	۱۹۸۰	۵۸۰	۷۸۰

۸۲/۰۷-۱۲۲۷/۱

دفترمرکزی: خیابان آیت الله طالقانی، نبش ملک‌الشعراء بهار، شمارهٔ ۴۲۵

تلفن: ۸۳۰۹۳۲۸ ـ ۸۳۰۹۳۲۷ فاکس: ۸۳۰۹۳۲۶

EMAIL: CHAUFFAGEKAR@NEDA.NET

شرکت صنعتی شوفاژ کار

(سهامی خاص)

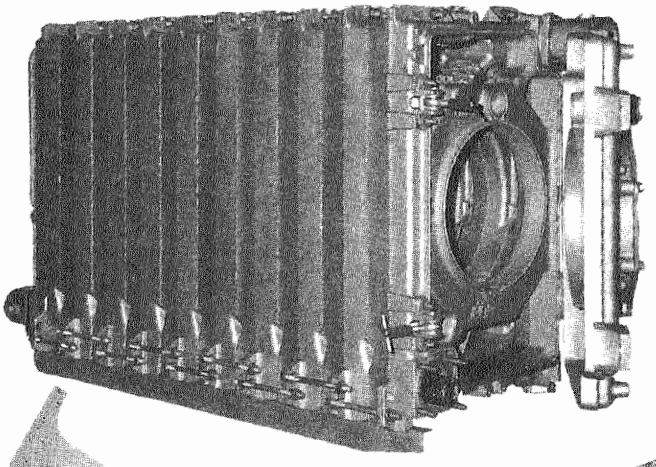
دیگهای چدنی توربو

هرکجا گرمایش مطبوع وآب گرم فراوان احتیاج دارید

دیگ چدنی

توربو

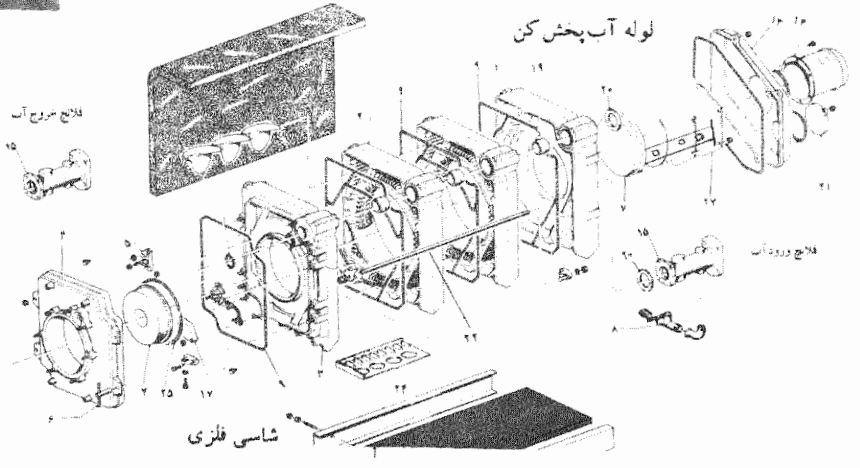
راباسال ضمانت انتخاب کنید



فشارکار ۴ اتمسفر- فشار تست ۱۰ اتمسفر

مناسب برای سوخت گاز وگازوئیل

ظرفیت ۲۴۳۰۰۰ الی ۵۶۰۰۰۰ کیلوکالری درساعت



اجزاء و مشخصات فنی دیگهای چدنی مدل توربو

شماره مدل توربو	تعداد پره	ظرفیت گرمائی Kw	ظرفیت گرمائی Kcal/h	مقاومت فشار دیگ m bar Δ T = 20c	مقاومت فشار در اتاق احتراق m bar	قطر لغزیدن داخل گازوئیل a نوع ۳۰°	طول دیگ میلیمتر	عرض دیگ میلیمتر	ارتفاع دیگ میلیمتر	وزن دیگ بدون بسته‌بندی Kg
۸ توربو	۸	۲۸۳	۲۴۳۰۰۰	۸/۸	۱/۳	۳/۵	۱۴۸۰	۷۱۰	۱۱۱۵	۱۰۰۰
۹ »	۹	۳۳۶	۲۸۹۰۰۰	۱۰/۸	۱/۹	۱/۵۹/۵	۱۶۳۰	۷۱۰	۱۱۱۵	۱۱۰۰
۱۰ »	۱۰	۳۸۸	۳۳۳۰۰۰	۱۳/۷	۲/۵	۲۹/۵	۱۷۸۰	۷۱۰	۱۱۱۵	۱۲۰۰
۱۱ »	۱۱	۴۴۱	۳۷۹۰۰۰	۱۷/۲	۳/۶	۲/۵۹۳	۱۹۳۰	۷۱۰	۱۱۱۵	۱۳۰۰
۱۲ »	۱۲	۴۹۵	۴۲۶۰۰۰	۲۱/۱	۴	۳۹۳	۲۰۸۰	۷۱۰	۱۱۱۵	۱۴۰۰
۱۳ »	۱۳	۵۴۶	۴۶۱۰۰۰	۲۶/۵	۴/۳	۳۹۳/۵	۲۲۳۰	۷۱۰	۱۱۱۵	۱۵۰۰
۱۴ »	۱۴	۵۹۹	۵۱۵۰۰۰	۳۶/۴	۵/۳	۳/۵۹۳/۵	۲۳۸۰	۷۱۰	۱۱۱۵	۱۶۰۰
۱۵ »	۱۵	۶۵۱	۵۶۰۰۰۰	۳۸/۳	۴/۶	۴۹۴	۲۵۳۰	۷۱۰	۱۱۱۵	۱۷۰۰

CHAUFFAGEKAR

دیگهای چدنی سوپر ۳۰۰ شوفاژکار

با ۱۰ سال ضمانت

ظرفیت ۳۳۸۰۰ الی ۸۳۲۰۰ کیلو کالری در ساعت

با سوخت گاز - گازوئیل و مشعل های اتمسفریک

فشار کار ۵ اتمسفر

حد اکثر درجه حرارت ^{o}C ۱۱۰

دارای مهر استاندارد و گواهی تضمین کیفیت

از موسسه انگلیسی URS

مشخصات فنی دیگهای چدنی حرارت مرکزی

مدل سوپر ۳۰۰

(ظرفیت ۳۳۸۰۰ الی ۸۳۲۰۰ کیلوکالری در ساعت)

مدل	حداکثر ظرفیت دیگ Kcal/h	تعداد پره	حداکثر ظرفیت دیگ Kw	طول اطاق احتراق mm	قطر اطاق احتراق mm	حجم اطاق احتراق m^3	حداکثر افت فشار داخل دیگ	ماکزیمم افت فشار اطاق احتراق m bar	طول دیگ mm	ارتفاع دیگ mm	عرض دیگ mm
S- ۳۰۴	۳۳۸۰۰	۴	۳۹/۳	۲۸۰	۲۶۰	٪۳۲۳	۹/۶	٪۱۵	۵۰۰	۸۵۰	۶۰۰
S- ۳۰۵	۴۳۷۰۰	۵	۵۰/۸	۳۶۰	۲۶۰	٪۴۰۳	۱۴/۵	٪۸	۵۸۰	۸۵۰	۶۰۰
S- ۳۰۶	۵۳۶۰۰	۶	۶۲/۳۰	۴۴۰	۲۶۰	٪۴۸۴	۱۹/۵	٪۲۰	۶۶۰	۸۵۰	۶۰۰
S- ۳۰۷	۶۳۴۰۰	۷	۷۳/۷	۵۲۰	۲۶۰	٪۵۶۵	۲۴/۷	٪۵	۷۴۰	۸۵۰	۶۰۰
S- ۳۰۸	۷۳۳۰۰	۸	۸۵/۲	۶۰۰	۲۶۰	٪۶۴۵	۳۰/۲	٪۳	۸۲۰	۸۵۰	۶۰۰
S- ۳۰۹	۸۳۲۰۰	۹	۹۶/۷	۶۸۰	۲۶۰	٪۷۲۶	۳۵	٪۳۵	۹۰۰	۸۵۰	۶۰۰

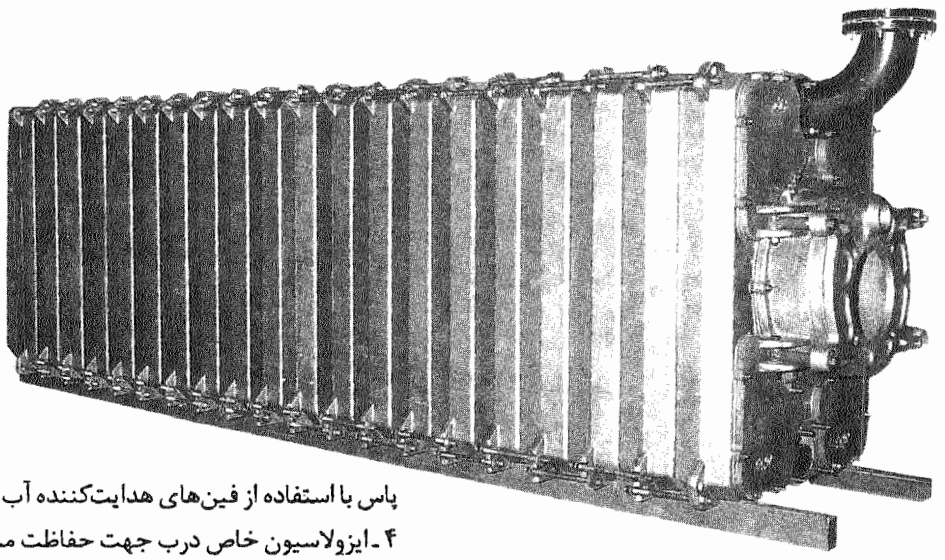
راندمان بالای ۹۵٪ فشار کار حداکثر ۴ اتمسفر

سوخت گاز و گازوئیل

مشخصات فنی دیگهای چدنی مدل ۱۳۰۰ سوپر هیت شوفاژکار با سوخت گاز - گازوئیل - فشار کار ۶۰ متر آب

مدل دیگ چدنی	تعداد پره ها	ظرفیت مبادلاتی دیگ		قطر تقریبی دود کش	ظرفیت تقریبی نازل گازوئیلی ۳۰° درجه نوع S	عرض دیگ	ارتفاع دیگ	طول دیگ	وزن تقریبی دیگ
		kw	kcal/h	mm		mm	mm	mm	Kg
۷ - ۱۳۰۰	۷	۵۷۴	۴۹۳۰۰۰	۴۰۰	۳و۵	۸۰۰	۱۱۵۰	۱۴۲۰	۱۷۶۰
۸ - ۱۳۰۰	۸	۶۴۶	۵۵۶۰۰۰	۴۰۰	۴و۵	۸۰۰	۱۱۵۰	۱۵۸۰	۱۹۸۰
۹ - ۱۳۰۰	۹	۷۱۸	۶۱۸۰۰۰	۴۰۰	۴و۶	۸۰۰	۱۱۵۰	۱۷۴۰	۲۲۷۰
۱۰ - ۱۳۰۰	۱۰	۷۹۰	۶۸۰۰۰۰	۴۰۰	۴و۷	۸۰۰	۱۱۵۰	۱۹۰۰	۲۴۲۰
۱۱ - ۱۳۰۰	۱۱	۸۶۲	۷۴۲۰۰۰	۴۵۰	۵و۷	۸۰۰	۱۱۵۰	۲۰۶۰	۲۶۴۰
۱۲ - ۱۳۰۰	۱۲	۹۳۴	۸۰۴۰۰۰	۴۵۰	۵و۸	۸۰۰	۱۱۵۰	۲۲۲۰	۲۸۶۰
۱۳ - ۱۳۰۰	۱۳	۱۰۰۶	۸۶۶۰۰۰	۴۵۰	۵و۹	۸۰۰	۱۱۵۰	۲۳۸۰	۳۰۸۰
۱۴ - ۱۳۰۰	۱۴	۱۰۷۹	۹۲۸۰۰۰	۵۰۰	۵/۵و۹	۸۰۰	۱۱۵۰	۲۵۴۰	۳۳۰۰
۱۵ - ۱۳۰۰	۱۵	۱۱۵۱	۹۹۰۰۰۰	۵۰۰	۶و۹	۸۰۰	۱۱۵۰	۲۷۰۰	۳۵۲۰
۱۶ - ۱۳۰۰	۱۶	۱۲۲۳	۱۰۵۲۰۰۰	۵۰۰	۶/۵و۹	۸۰۰	۱۱۵۰	۲۸۶۰	۳۷۴۰
۱۷ - ۱۳۰۰	۱۷	۱۲۹۵	۱۱۱۴۰۰۰	۵۵۰	۷و۹	۸۰۰	۱۱۵۰	۳۰۲۰	۳۹۶۰
۱۸ - ۱۳۰۰	۱۸	۱۳۹۵	۱۱۷۶۰۰۰	۵۵۰	۷و۹/۵	۸۰۰	۱۱۵۰	۳۱۸۰	۴۱۸۰
۱۹ - ۱۳۰۰	۱۹	۱۴۳۹	۱۲۳۸۰۰۰	۵۵۰	۷و۱۰	۸۰۰	۱۱۵۰	۳۳۴۰	۴۴۰۰
۲۰ - ۱۳۰۰	۲۰	۱۵۱۱	۱۳۰۰۰۰۰	۵۵۰	۷و۱۱	۸۰۰	۱۱۵۰	۳۵۰۰	۴۶۲۰

تکنولوژی‌های خاص در دیگ ۱۳۰۰ سوپر هیت ظرفیت ۴۹۳۰۰۰ - ۱/۳۰۰/۰۰۰ Kcal/H



۱ - شاسی فلزی جهت خنثی کردن انقباض و انبساط حرارتی دیگ.

۲ - لوله فولادی آب پخش‌کن (واتر جت) به منظور حذف شیر سه طرفه موتوری و کاهش شوک حرارتی ناشی از آب ورودی با درجه حرارت پائین به دیگ داغ و یکنواختی توزیع آب در دیگ.

۳ - گردش و سیر کولاسیون یکنواخت آب و حرارت و استفاده از تمام سطوح در تبادل حرارتی بصورت مولتی پاس با استفاده از فین‌های هدایت‌کننده آب و آتش.

۴ - ایزولاسیون خاص درب جهت حفاظت مشعل.

۵ - سپر استیل حرارتی به منظور تعادل حرارت در سقف و ممانعت از ایجاد نقطه داغ و رسوب املاح آب.

۶ - پره عقب Wet Back خنک شونده با آب.

۷ - مونتاژ و آببندی دو پره دو پره متوالی.

۸ - ضخامت حداقل ۹ میلیمتر با فین‌های تقویتی از چدن مخصوص آتشخوار.

دفترمرکزی: خیابان آیت الله طالقانی، نبش ملک‌الشعراء بهار، شمارهٔ ۴۲۵

تلفن کارخانه: ۳ - ۴۵۲۵۷۲۰ دفتر ۸ - ۸۳۰۹۳۲۷ - ۸۳۰۵۹۹۱ فاکس: ۸۳۰۹۳۲۶

EMAIL: CHAUFFAGEKAR@NEDA.NET

۸۰/۰۶-۱۲۳۹/۰

دیگهای پکیج چدنی

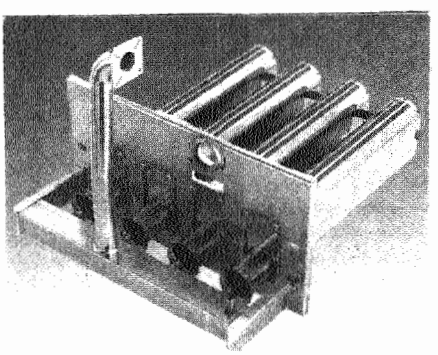
مشخصات دیگهای پکیج چدنی

شوفاژکار

مدل	ظرفیت Kcaal/h	ظرفیت Kw	تعداد پره	قطر دود رو Mm	فشار کار متر	ظرفیت مخزن لیتر	عمق cm	عرض cm	ارتفاع cm
P-3	۲۰۰۰۰	۲۳/۳	۳	۱۱۰	۴	۱۲۰	۷۰	۷۰	۱۸۰
P-4	۲۸۰۰۰	۳۲/۶	۴	۱۵۰	۴	۱۲۰	۷۰	۷۰	۱۸۰
P-5	۳۸۰۰۰	۴۴/۲	۵	۱۵۰	۴	۱۵۰	۷۵	۷۵	۲۰۰
P-6	۴۷۰۰۰	۵۴/۷	۶	۱۵۰	۴	۱۵۰	۷۵	۷۵	۲۰۰

- دارای مخزن ذخیره آبگرم گالوانیزه دوجداره ۱۵۰-۱۲۰ لیتری به منظور تامین دائم آبگرم مصرفی می باشد. تغییرات شعله غیرمحسوس بوده و از بازی دائم شعله با بازشدن شیر آبگرم که باعث آلودگی محیط، استهلاک سیستم، خطرات جانبی، مصرف گاز و آب اضافی، عدم تامین آبگرم کافی یا معطلی جهت گرمایش آب بازیاد و کم کردن شیر آب جلوگیری شده است.

- مشعل اتمسفریک بدون صدا، استیل، با پایلرت جرقه زن ترموکوپل، نظارت شعله.

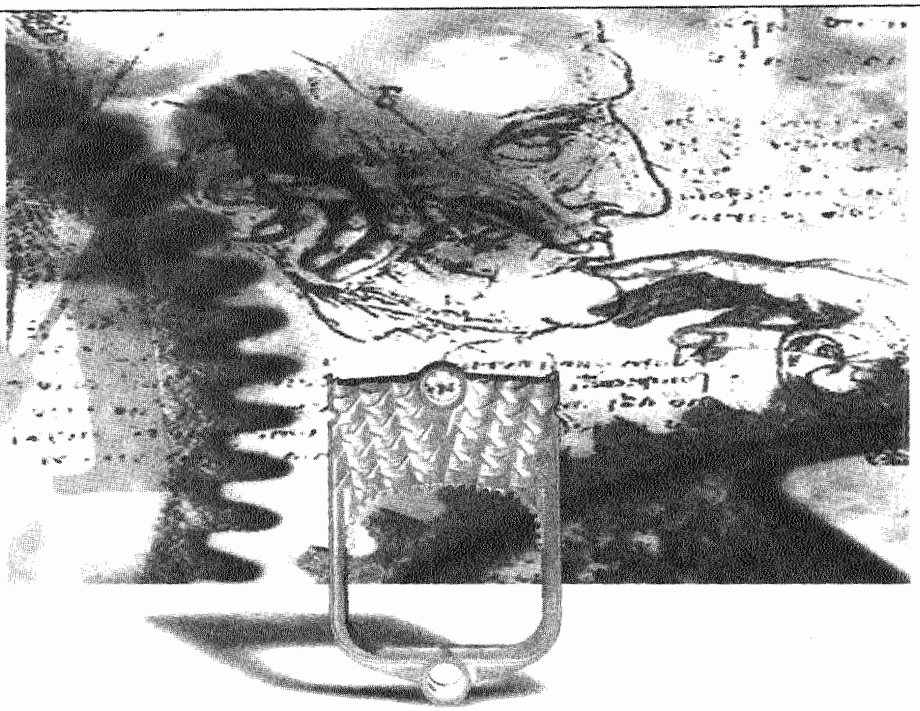


- طراحی مناسب دیگ چدنی پکیج های شوفاژکار این امکان را فراهم نموده که گازهای داغ خروجی از محفظه آتش خانه با حرکت مواج از گذرهای متوالی فیزها و شعله پخش گرها در سرعتها و مقاومتهای معقول با سطوح گرمایش در تماس واقع شده و حداکثر راندمان بدست آید.

دیگهای پکیج چدنی

شوفاژکار

دیگ چدنی ساخت شرکت لوله و ماشین سازی ایران



اطلاعات مربوط به دیگهای چدنی شوفاژ MI3 (ام آی تری)

۱- شرکت لوله و ماشین سازی ایران اولین تولید کننده دیگهای چدنی شوفاژ در ایران می باشد .

۲- دیگهای چدنی شوفاژ این شرکت تحت نام **MI3** (ام آی تری) در سه مدل **S** و **M** و **L** عرضه می گردد .

۳- ظرفیت دیگهای **MI3** شامل :

الف : دیگ **MI3** مدل **S** از ۳۰/۰۰۰ تا ۱۰۰/۰۰۰ کیلو کالری در ساعت

ب : دیگ **MI3** مدل **M** از ۱۰۰/۰۰۰ تا ۳۰۰/۰۰۰ کیلو کالری در ساعت

ج : دیگ **MI3** مدل **L** از ۱۷۲/۰۰۰ تا ۵۶۰/۰۰۰ کیلو کالری در ساعت

۴- شرکت لوله و ماشین سازی ایران دارای گواهینامه سیستم مدیریت یکپارچه **IMS** (کیفیت - زیست محیطی - ایمنی) مطابق استانداردهای (**ISO 9001:2000 , ISO 14001: 1996, OHSAS 18001: 1999**) می باشد.

۵- دیگهای چدنی شوفاژتولیدی این شرکت اولین دارنده نشان استاندارد تشویقی از مؤسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران در کشور می باشد .

۶- این شرکت دارای گواهی تأیید صلاحیت آزمایشگاه در خصوص آزمون دیگهای چدنی مخصوص گرمایش مرکزی و آب گرم مصرفی و اندازه گیری ظرفیت و بازده دیگهای مخصوص گرمایش از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می باشد .

۷- دیگهای چدنی **MI3** از مناسبترین نوع چدن مقاوم به حرارت و انتقال حرارت بهتر تولید شده و در طراحی آن توزیع صحیح حرارتی و حداکثر کارآئی مدنظر قرار گرفته است .

۸- کلیه پره های دیگ **MI3** تحت فشار ۱۰ اتمسفر مورد آزمایش هیدرواستاتیک قرار می گیرند .

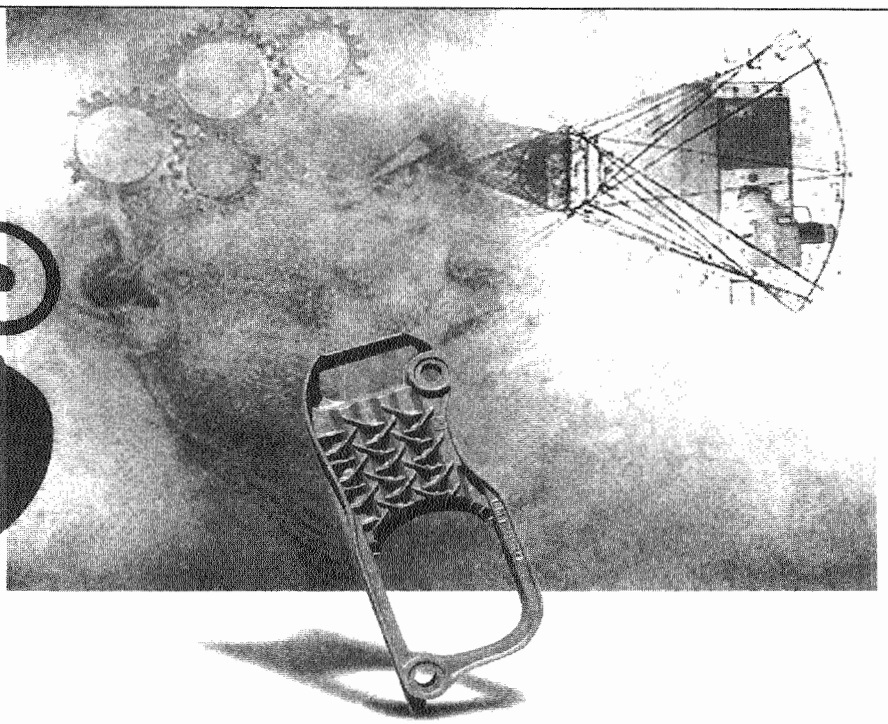
۹- دیگهای چدنی **MI3** به صورت باز و بسته بر اساس نیاز مشتریان عرضه می گردد و در حالت باز کلیه متعلقات مورد نیاز در داخل جعبه چوبی بسته بندی می شود ، ضمناً در روپوشهای این دیگها از پشم شیشه به عنوان عایق حرارتی استفاده شده که این امر موجب جلوگیری از اتلاف حرارت و صرفه جویی در انرژی و افزایش بازده حرارتی دیگ می گردد .

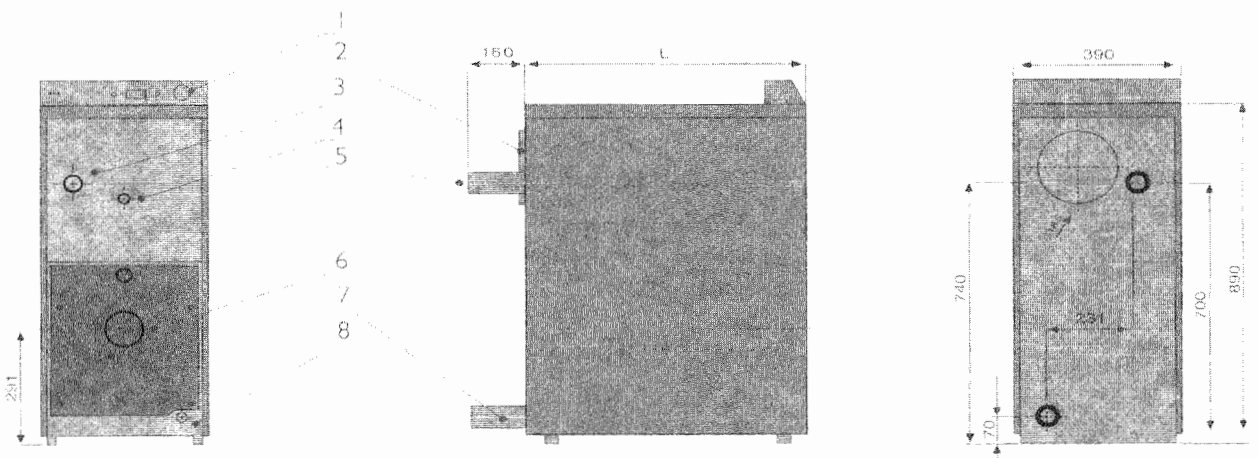
۱۰- دیگهای**MI3** مدل **M** و **L** دارای لوله مقسم آب ورودی به درون پره ها می باشند که این ابتکار ، نیاز به گرفتن خروجی آب از جلو دیگ در تعداد پره های بالا را منتفی می سازد .

۱۱- دیگ های **MI3** مدل **S** و **M** در صورت سفارش می توانند دارای واحد مراقبت (پانل کنترل) باشند، واحد مراقبت حاوی کلید قطع و وصل دیگ، دماپای ایمنی، دماپای فرمان مشعل، فشار سنج، دما سنج و... می باشد. این امر موجب سهولت در بهره برداری از دیگ و نمایش فشار و دمای داخل دیگ می گردد، تمامی دیگهای **MI3** مدل **L** مجهز به واحد مراقبت بوده و همراه دیگ تحویل مشتری می گردد.

۱۲ - دیگ های چدنی **MI3** برای سوخت با گاز شهری و یا گازوئیل مورد استفاده قرار می گیرند .

۱۳- دیگهای چدنی **MI3** دارای **۵ سال ضمانت** و خدمات بعد از فروش دائم می باشند .





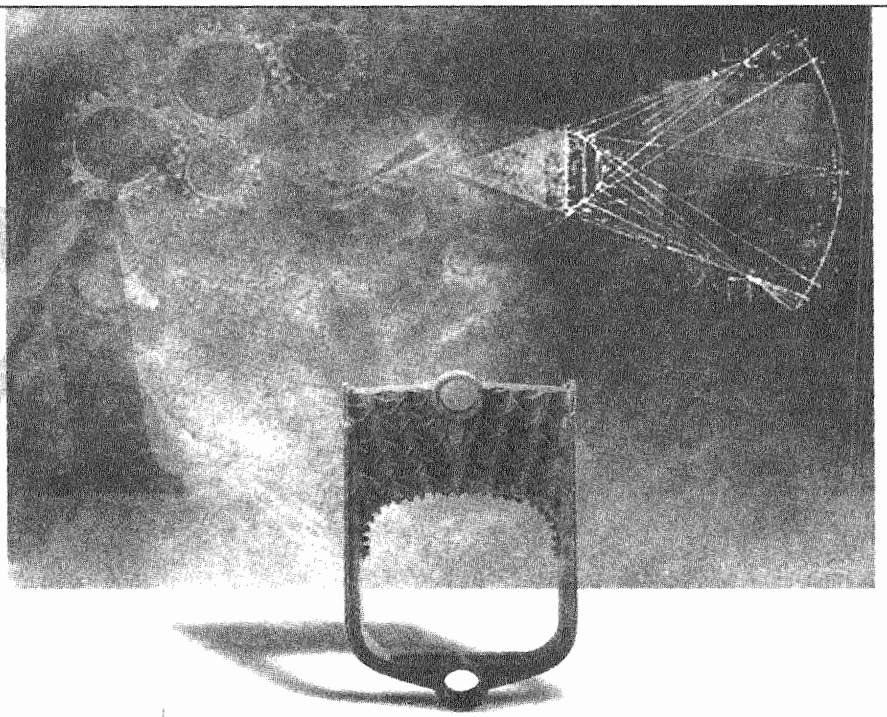
۱ – واحد مراقبت (پانل کنترل)
۲ – محل نصب دودکش
★ ۳ – محل نصب دما یا (ترموستات)
★ ۴ – محل نصب فشار سنج (مانومتر)

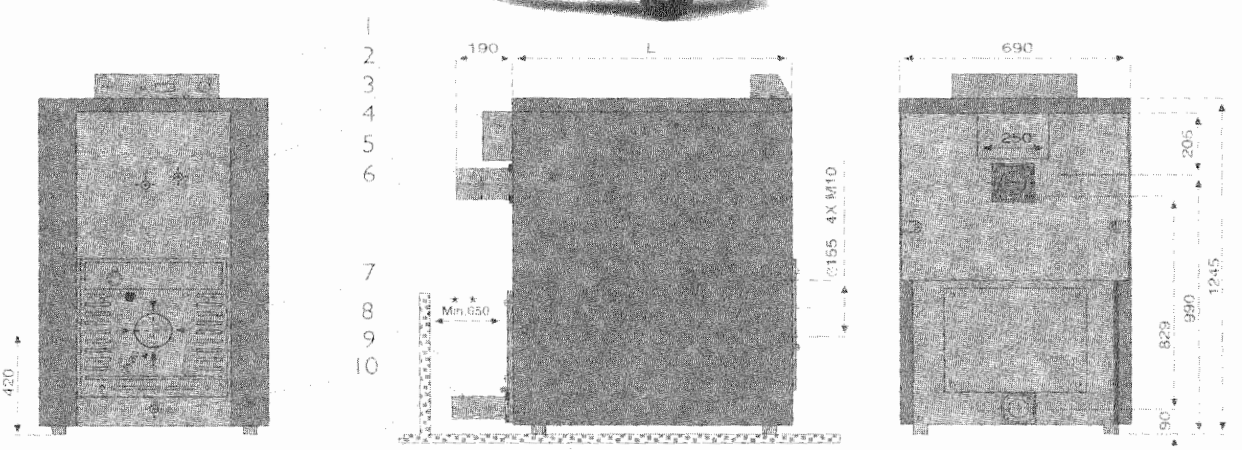
(اندازه‌ها بر حسب میلی متر می باشد)

۵ – خروجی آب از دیگ (۲ اینچ)
۶ – محل نصب مشعل
۷ – ورودی آب به دیگ (۲ اینچ)
۸ – محل نصب درپوش (۲ / ۱ اینچ)

★ در دیگهایی که فاقد واحد مراقبت هستند نصب می شود .
توجه : آب درون دیگ پس از مدتی عاری از املاح می شود ، هرگز آنرا تخلیه نکنید .

نوع دیگ	ظرفیت حرارتی خروجی kcal/hr	ظرفیت حرارتی خروجی kw	ظرفیت حرارتی ورودی kcal/hr	ظرفیت حرارتی ورودی kw	افت فشار آب (m bar) ΔT=10°c	افت فشار آب (m bar) ΔT= 20°c	افت فشار دود (m bar)	طول رویش L mm	حجم دیگ Lt	وزن کل Kg
S.4	30,000	35	35,000	40.7	2.6	1	0.050	435	20	195
S.5	40,000	46.5	46,000	53.5	3.1	1.2	0.063	540	24	240
S.6	50,000	58.2	58,000	67.5	3.7	1.4	0.075	645	28	285
S.7	60,000	69.8	70,000	81.5	4.5	1.7	0.088	750	32	325
S.8	70,000	81.5	81,000	94.3	5.6	2	0.1	855	36	365
S.9	80,000	93.1	93,000	108.3	7.1	2.5	0.115	960	40	405
S.10	90,000	104.7	105,000	122.2	12.4	4.3	0.132	1065	44	450
S.11	100,000	116.4	116,000	135	21	7	0.150	1170	48	500





۱ – واحد مراقبت (پانل کنترل)
۲ – محل نصب دوندگش
★ ۳ – محل نصب دما یا (ترموستات)
★ ۴ – محل نصب فشار سنج (مانومتر)
۵ – محل نصب شیر اطمینان

کف موتورخانه ★

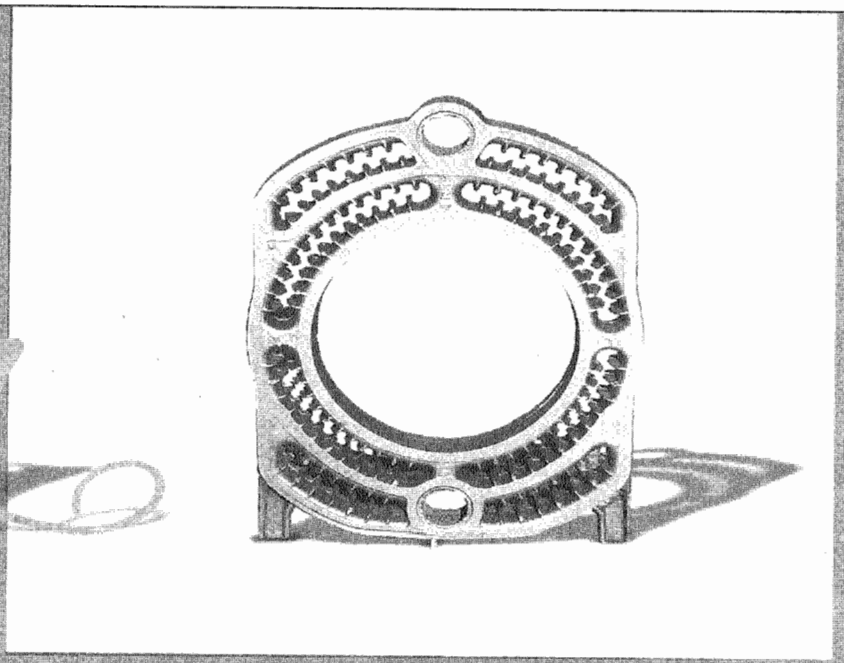
★ دیوار موتورخانه

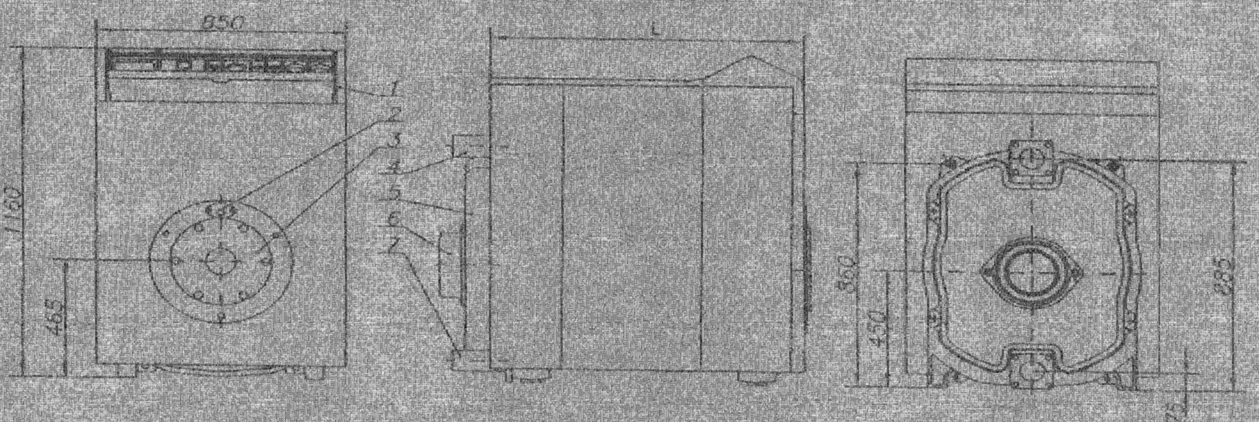
۶ – خروجی آب از دیگ (۲ اینچ)
۷ – محل نصب مشعل
۸ – لوله مقسم آب به داخل پره های دیگ
۹ – ورودی آب به دیگ (۳ اینچ)
۱۰ – محل نصب دریوش (۲ / ۱ اینچ)

(اندازه ها بر حسب میلی متر می باشد.)

★ در دیگهایی که فاقد واحد مراقبت هستند نصب می شود .
★★ رعایت فاصله 650 mm از دیوار (برای جاگذاری لوله مقسم آب) الزامی است.
توجه: آب درون دیگ پس از مدتی عاری از املاح می شود، هرگز آنرا تخلیه نکنید.

نوع دیگ	ظرفیت حرارتی خروجی kcal/hr	ظرفیت حرارتی خروجی kw	ظرفیت حرارتی ورودی kcal/hr	ظرفیت حرارتی ورودی kw	افت فشار آب (m bar) ΔT= 20°c	افت فشار دود (m bar)	طول روپوش L mm	حجم دیگ Lt	وزن کل kg
M.5	100,000	116.4	116,000	135	4.5	0.1	655	97	640
M.6	120,000	139.7	139,000	161.8	7.2	0.115	800	116	745
M.7	140,000	163	163,000	189.7	10.3	0.13	935	135	845
M.8	160,000	186.2	186,000	216.5	14	0.145	1070	154	950
M.9	180,000	209.5	209,000	243.3	18	0.16	1205	173	1055
M.10	200,000	233	232,000	270	23	0.175	1340	192	1155
M.11	220,000	256	256,000	298	27	0.19	1475	211	1260
M.12	240,000	279.4	279,000	324.8	32	0.205	1610	230	1360
M.13	260,000	302.7	302,000	351.5	37	0.22	1745	249	1465
M.14	280,000	326	325,000	378.3	41	0.235	1880	268	1570
M.15	300,000	349.2	349,000	406.3	46	0.25	2015	287	1670





۱ . واحد مراقبت (پانل کنترل)
۲ . دریچه دید (مشعل)
۳ . صفحه مشعل
۴ . فلنج لوله سر خود (خروجی)
۵ . انبارهٔ دود
۶ . محل نصب دودکش
۷ . فلنج لولهٔ سرخود (ورودی)

نوع دیگ	ظرفیت حرارتی خروجی kcal/hr	kw	ظرفیت حرارتی ورودی kcal/hr	kw	افت فشار آب (m bar) ΔT= 20°c	افت فشار دود (m bar)	طول روشوش L mm	حجم دیگ Lit	وزن کل Kg
L.7	172.000	200	186620	217	28	0.20	1055	131	1110
L.8	215.000	250	232200	270	30	0.22	1188	150	1240
L.9	258.000	300	278640	324	42	0.24	1321	169	1370
L.10	310.000	360	333680	388	54	0.26	1455	188	1500
L.11	362.000	420	388720	452	65	0.28	1588	207	1630
L.12	413.000	480	443760	516	77	0.30	1721	226	1760
L.13	482.000	560	516000	600	88	0.32	1854	245	1890
L.14	560.000	650	597700	695	100	0.34	1987	264	2020

لوله و ماشین سازی ایران

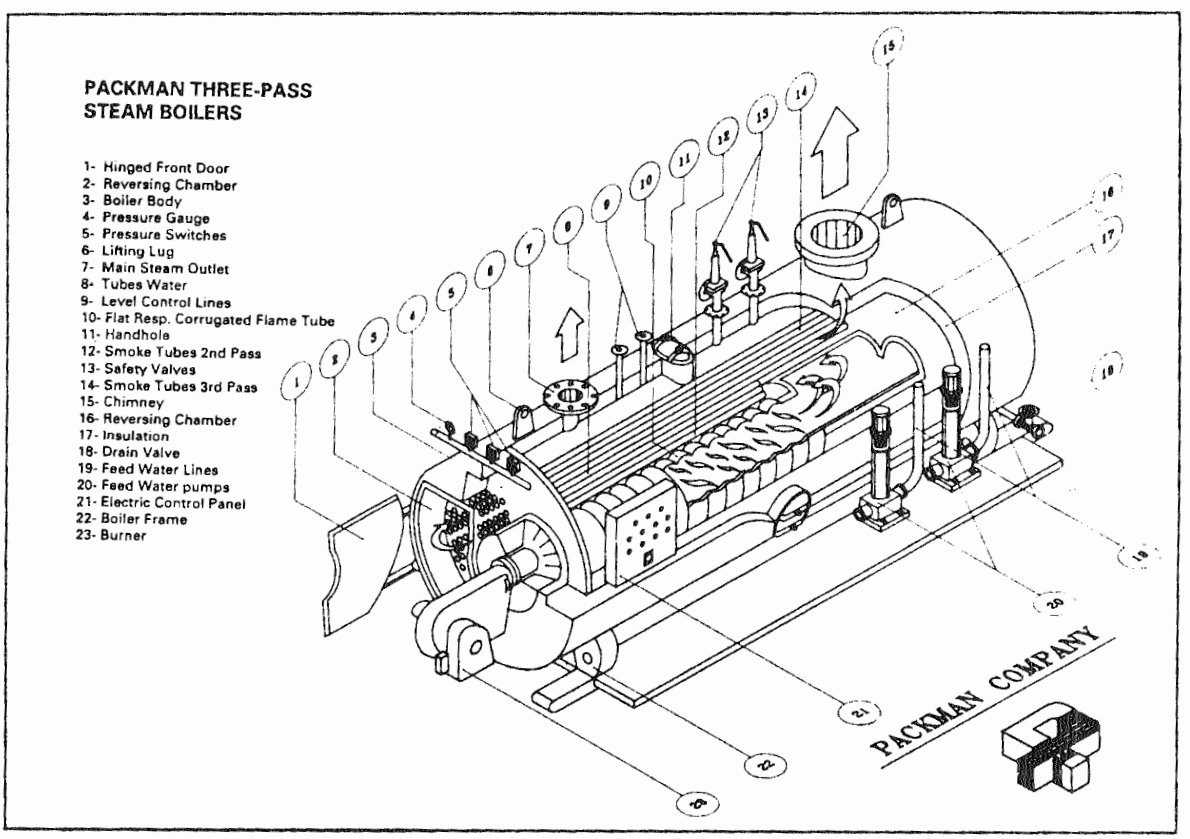
«شرکت سهامی عام»

آدرس: کیلومتر ده جاده ساوه/ایستگاه چهار دانگه تهران - ایران ■ تلفن: ۶ - ۵۲۴۵۰۵۲ ■ فکس: ۵۲۴۲۹۶۸ ■ تلفن فروش: ۵۲۴۵۰۱۱ ۵۲۴۷۴۰۴ ■ فکس فروش: ۵۲۴۶۱۹۶

Email:luleh@lmico.com http://www.lmico.com

CONTENTS:

Description of the boiler	2,3	PACKBLOC steam boiler	
Hot water boiler type PHWB1	4	type PSBH2	10
Low pressure hot water boiler		Steam boiler type PSBH3	11
type PHWB2	5	Steam boiler type PSBH4	12
Hot water boiler type PHWB3	6	Steam boiler type PSBH5	13
Hot water boiler type PHWB4	7	Steam double-flue boiler	
Hot water double-flue boiler		type PSBS6	14
type PHWB5	8	Transport	15
PACKBLOC steam boiler		Boiler Room	15
type PSBH1	9		



Head office: No. 79, 10th St., Ahmad Ghasir(Bokharest) Ave., Tehran-Iran
Tel: (021) 8739075-79,8731618, 8737131 Fax: (021) 8737131

Description of the boiler

The PACKMAN three-pass boilers are produced in workshops equipped with the most modern machines. Materials and workmanship are submitted to a permanent quality control. Thus it is possible to produce reliable construction elements and -groups. Reliable – to make sure that you can rely on your PACKMAN boiler, even after a number of years.
And these are the convincing advantages of the PACKMAN three-pass boiler:
- adaptation of the thermical lay-out to fuel, medium and operation;
- adjusting of the boiler to the plant with regard to heating circuit, environmental- and constructional conditions;
- dimensioning and selection of material qualities according to thermal stress and charge;
- constructional design in consideration of the greatest possible elasticity for absorption of thermal stresses;
- extensive heat utilization by water cooling of the flue gas touched surfaces and reduction of the radiation losses to a minimum;
- overpressure operation at the flue gas side and dimensioning of the fire tube, adapted to the furnace, result in a complete burn-out and thus in highest possible furnace efficiency rates;
- low losses combined with low energy demand and optimum controllability enable the most economical operation which can be achieved with today's technique.

The three-pass boiler is robust and economical.
The furnace is formed by the fire tube. The flue gases are directed through topped smoke tubes where they are cooled down. As it has proved to be especially economical to lead the flue gases through three passes most of the large water space boilers built today belong to this type – hence the name "three-pass boilers". Because of its constructional design the three-pass boiler is especially suitable for the combustion of liquid or gaseous fuels. It can, however, as well be used for solid fuels. Coal or wood can be burnt economically on the interior grate or in prefurnaces.

Fire tube
In the three-pass boiler the fire tube forms the combustion chamber. The chosen diameter makes sure that an unobjectionable flame can develop and a complete burn-out is guaranteed. The decision whether plane or corrugated fire tubes are to be used depends on the diameter and the working pressure.
The arrangement in the inferior part of the water space has an especially favourable effect on the heat exchange and the water circulation, and allows a clear arrangement of the remaining flue gas passes.
The limited thermal load for fire tubes prescribed by the German law demands the installation of two fire tubes at boiler capacities exceeding 9.3 MW. In several foreign countries, however, higher capacities are allowed with one fire tube.

Boiler supports, skids
The boiler body is based on supports. Most of the units are delivered on skids; by that special foundations for the installation are not required.
In this case all accessories which are necessary for operation, such as oil- or gas firing equipment, combustion air fan, oil preheater, control panel or switchboard and feeding device, can be mounted on the skid, too.

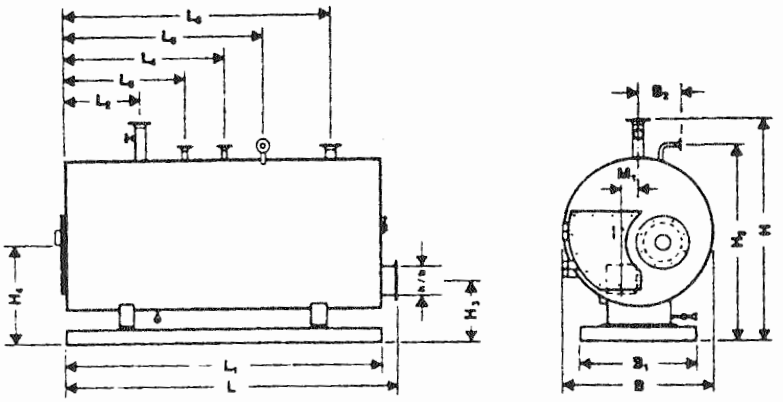
Boiler body, insulation
The cylindrical boiler body forms the water- and the steam space and contains the heating surfaces. Outside it is provided with a highly effective insulation as well as with a cladding of galvanized sheets (at both sides).
All connection pieces with mountings, fittings, control instruments as well as service platform, flue gas reversing chambers and flue gas duct are mounted at the boiler body. Man- and handholes allow inspection at the water side and supervision of the heating surfaces.

Smoke tubes
The second and third boiler pass are formed by thick-walled smoke tubes which are welded into the endplates. The tubes are easily accessible and can be cleaned without problems. The arrangement of the smoke tubes considers the recommendation of ascending flue passes in order to prevent the formation of residual- or lingering gases.

Rear reversing chamber
PACKMAN three-pass boilers with a fire tube have an interior flue gas reversing chamber, situated in the water space. Here the direction of the flue gases, coming out of the fire tube is changed and they are distributed to the smoke tubes of the second pass. The all-over cooling of the reversing chamber contributes to an optimum heat utilization.
At PACKMAN double-flue boilers the rear reversing chamber is arranged outside the boiler body. The exterior reversing chamber is formed of tightly welded tube walls; it is watercooled and absolutely gas-tight. At this type, too, an economical heat utilization has been drawn into consideration.
Access openings allow an flue gas side inspection of the interior and exterior reversing chamber.

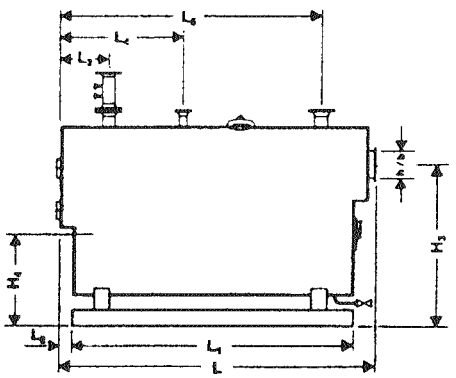
Front reversing chamber
Inside of a tightly welded and insulated chamber made of steel sheets the flue gases are led from the second to the third boiler pass. The reversing chamber is equipped with large doors, allowing free access to the smoke tubes and easy maintenance and cleaning. High-quality tightening material guarantees that the doors are shut gas-tight. Special literature on three-pass boilers with wood- or coal firing as well as on special constructions can be sent upon request.
In addition our engineers as well as our representatives abroad are always at your disposal for further information and assistance.

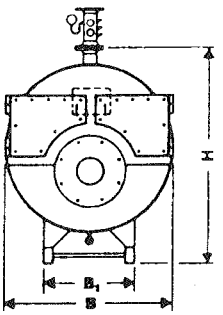
Hot water boiler type PHWB 1
for the combustion of fuel oil EL or gas
generating hot water
up to approx. 200°C
for plants acc. to DIN 4751 and 4752
design pressure up to 20 bar
thermal capacity 0.23 – 1.63 MW



boiler type				PHWB 1	23	29	37	46	58	75	92	115	145	160
thermal capacity				MW	0.23	0.29	0.37	0.46	0.58	0.75	0.92	1.15	1.45	1.60
water contents full				m³	1.30	1.25	1.57	1.52	2.10	2.05	2.90	2.85	4.09	4.00
transport weight at 8 bar				t	2.50	2.55	3.00	3.05	3.50	3.60	4.50	4.60	5.50	5.60
service weight at 8 bar				t	4.00	4.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.50	7.50	10.60	10.60
press. loss comb. chamber				mbar	5.0	7.0	6.0	9.0	6.5	9.5	6.5	9.5	8.0	12.5
gas contents up to boiler end				m³	0.43	0.43	0.57	0.57	0.84	0.84	1.01	1.01	1.70	1.70
boiler dimensions	length	L	mm		2580	2580	2870	2870	3070	3070	3300	3300	3500	3500
	width	B	mm		1160	1160	1260	1260	1360	1360	1560	1560	1760	1760
	height	H	mm		1950	1950	2000	2000	2140	2140	2340	2340	2540	2540
boiler skid	length	L1	mm		2450	2450	2740	2740	2940	2940	3170	3170	3370	3370
	width	B1	mm		900	900	900	900	1000	1000	1100	1100	1200	1200
burner height		H4	mm		940	940	925	925	1050	1050	1185	1185	1110	1110
fire tube diameter			mm		420	420	490	490	530	530	635	635	700	700
flue gas conn.	height	H3	mm		755	755	715	715	695	695	755	755	790	790
distance until boiler center		M1	mm		200	200	215	215	160	160	175	175	300	300
clear width		h	mm		220	220	240	240	290	290	340	340	315	315
		b	mm		220	220	240	240	290	290	340	340	400	400
conn. piece distances														
outflow		L2	mm		530	530	430	430	480	480	450	450	450	450
safety valve		L3	mm		920	920	850	850	950	950	990	990	1040	1040
venting		L4	mm		1770	1770	1950	1950	2110	2110	2280	2280	2380	2380
feeding		L5	mm		1930	1930	2120	2120	1920	1920	1900	1900	2000	2000
		H2	mm		1550	1550	1600	1600	1740	1740	1940	1940	2040	2040
		B2	mm		600	600	620	620	690	690	740	740	790	790
return		L6	mm		2130	2130	2370	2370	2570	2570	2620	2620	2770	2770
nominal widths and -pressures														
outflow and return at Δ t														
20°C	PN 40	DN			50	65	65	80	80	100	100	125	150	150
30/40°C	PN 40	DN			40	40	50	50	65	65	80	80	100	100
50°C	PN 40	DN			32	32	32	40	50	50	65	65	80	80
safety valve make Leser														
at design pressure 6 bar	PN 25	DN			25	25	25	25	25	25	32	32	40	40	40
8 bar	PN 25	DN			25	25	25	25	25	25	32	32	40	40
10 bar	PN 25	DN			25	25	25	25	25	25	25	32	32	40
13 bar	PN 25	DN			25	25	25	25	25	25	25	32	32	32
16 bar	PN 25	DN			25	25	25	25	25	25	25	25	32	32
feeding	PN 40	DN			25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
drainage	PN 40	DN			25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
venting	PN 40	DN			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm^2 = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.



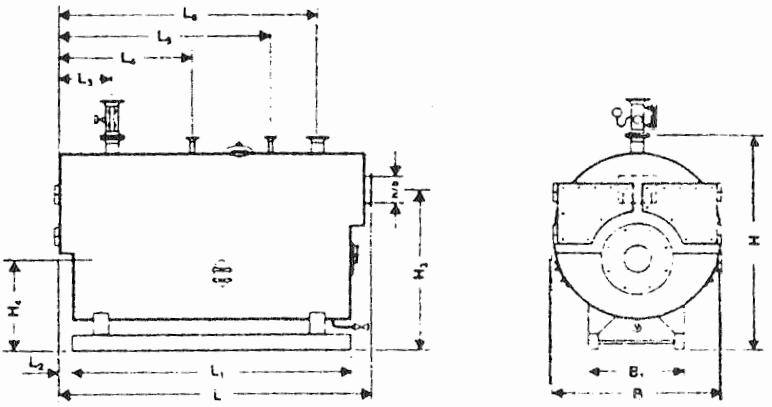


Low pressure hot water boiler
type PHWB 2
for the combustion of fuel oil EL or gas
generating hot water up to 120°C
for plants acc. to DIN 4751
design pressure up to 6.0 bar
thermal capacity 1.15–9.30 MW
Execution for multi-storey buildings
exceeding 6 bar with special permission.

boiler type			PHWB 2	115	145	185	230	290	370	460	580	700	820	930
thermal capacity			MW	1.15	1.45	1.85	2.30	2.90	3.70	4.60	5.80	7.00	8.20	9.30
water contents full			m^3	2.09	2.47	2.98	3.20	4.55	5.97	7.50	9.75	11.70	13.90	17.70
transport weight			t	3.47	4.11	4.66	5.94	7.24	8.26	10.37	13.04	15.41	17.71	20.60
service weight			t	6.20	7.30	8.40	10.10	13.00	15.70	17.90	25.10	29.90	34.80	42.20
press. loss comb. chamber			mbar	9.5	9.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
gas contents up to boiler end			m^3	1.45	1.79	2.07	3.00	3.80	4.90	6.00	7.60	9.50	12.60	16.50
boiler dimensions	length	L	mm	3750	3950	4050	4100	4700	4850	5050	5600	5750	6100	6450
	width	B	mm	1360	1460	1560	1710	1860	2010	2160	2310	2510	2660	2910
	height	H	mm	1650	1750	1850	2000	2150	2300	2450	2600	2800	2950	3200
boiler skid	length	L1	mm	3300	3500	3600	3650	4150	4300	4500	5000	5150	5500	5850
	width	B1	mm	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
	excess length	L2	mm	150	150	150	150	200	200	200	250	250	250	250
burner height		H4	mm	675	700	725	775	805	855	875	905	955	1000	1135
fire tube diameter			mm	600	650	700	800	850	950	1000	1050	1150	1250	1450
flue gas conn	height	H3	mm	1240	1290	1305	1485	1510	1675	1750	1805	1935	2100	2275
	clear width	h	mm	315	315	355	400	400	500	560	630	710	800	800
		b	mm	315	400	400	500	500	630	630	710	800	900	1000
conn. piece distances														
outflow		L3	mm	650	650	650	650	750	750	800	900	900	900	900
safety outflow		L4	mm	1150	1200	1200	1250	1450	1550	1600	1700	1800	1900	1900
return		L5	mm	3000	3200	3300	3350	3900	4000	4200	4750	4850	5200	5200
nominal widths and -pressures														
outflow and return at Δt														
20°C		PN 16	DN	125	150	150	200	200	200	250	250	300	300	300
30/40°C		PN 16	DN	100	100	125	150	150	150	200	200	200	250	250
safety outflow		PN 16	DN	65	65	80	100	100	100	125	125	150	150	150
drainage		PN 40	DN	25	25	32	32	32	40	40	40	50	50	50

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm^2 = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.

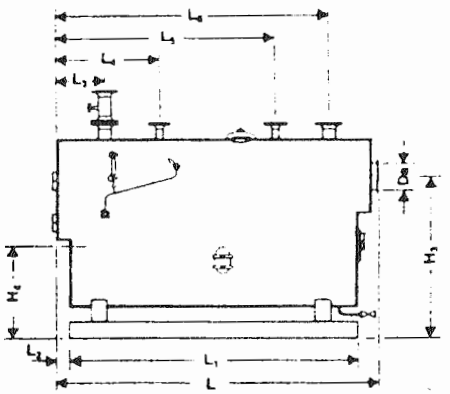
Hot water boiler type PHWB 3
for the combustion of fuel oil or gas
generating hot water exceeding 120°C
up to appr. 180°C
for plants acc. to DIN 4752,
group I and II
design pressure up to 16 bar
thermal capacity 1.15 – 9.30 MW

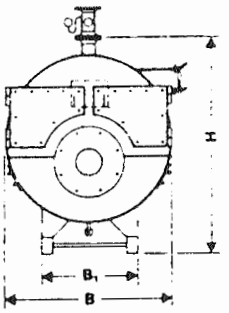


boiler type			PHWB 3	115	145	185	230	290	370	460	580	700	820	930
thermal capacity			MW	1.15	1.45	1.85	2.30	2.90	3.70	4.60	5.80	7.00	8.20	9.30
water contents full			m³	4.7	5.3	6.3	6.6	8.0	9.9	12.6	15.4	17.5	19.5	21.8
transport weight at 8 bar			t	6.5	6.8	7.7	8.6	10.4	11.7	14.4	16.7	19.8	23.5	25.5
service weight at 8 bar			t	12.5	13.0	15.5	18.0	21.5	26.0	31.5	37.0	43.5	52.0	56.0
press. loss comb. chamber			mbar	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.5
gas contents up to boiler end			m³	1.70	2.50	3.20	4.50	4.80	5.20	6.30	7.20	10.60	13.80	17.50
boiler dimensions	length	L	mm	3900	3900	4600	4700	5150	5250	5950	6050	6200	6650	6750
	width	B	mm	1700	1800	1950	2000	2150	2300	2500	2600	2750	2900	3000
	hight	H	mm	1950	2050	2200	2250	2400	2550	2750	2850	3000	3150	3250
boiler skid	length	L1	mm	3450	3450	4050	4150	4550	4650	5350	5450	5600	5950	6050
	width	B1	mm	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
	excess length	L2	mm	200	200	250	250	300	300	300	300	300	350	350
burner height		H4	mm	760	790	855	875	905	960	980	1010	1060	1090	1160
fire tube diameter			mm	700	750	850	900	950	1050	1100	1150	1250	1300	1450
flue gas conn.	height	H3	mm	1380	1410	1590	1610	1780	1800	1890	1900	2020	2080	2180
	clear width	h	mm	315	315	355	400	400	500	560	630	710	800	800
		b	mm	315	400	400	500	500	630	630	710	800	900	1000
conn. piece distances														
outflow		L3	mm	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
safety outflow		L4	mm	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
feeding		L5	mm	2800	2800	3150	3300	3700	3750	4100	4200	4300	4500	4600
return		L6	mm	3250	3250	3700	3900	4350	4450	5100	5100	5100	5500	5500
nominal widths and -pressures														
outflow and return at Δ t														
20°C	PN*)	DN		125	150	150	200	200	200	250	250	300	300	300
30/40°C	PN*)	DN		100	100	125	150	150	150	200	200	200	250	250
50°C	PN*)	DN		80	80	80	100	100	125	150	150	150	200	200
safety valve make Leser														
at design pressure 6 bar	PN 25	DN		40	40	50	50	65	65	80	80	100	100	100
8 bar	PN 25	DN		32	40	40	50	50	65	65	80	80	100	100
10 bar	PN 25	DN		32	32	40	40	50	50	65	65	80	80	80
13 bar	PN 25	DN		25	32	40	40	40	50	65	65	65	80	80
16 bar	PN 25	DN		25	32	32	40	40	50	50	65	65	65	80
feeding	PN 40	DN		25	25	25	25	25	32	32	32	32	40	40
drainage	PN 40	DN		25	25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
venting in outflow intermediary piece	PN 40	DN		20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25

*) up to DN 150 PN 40, from DN 200 on PN 25

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm^2 = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.



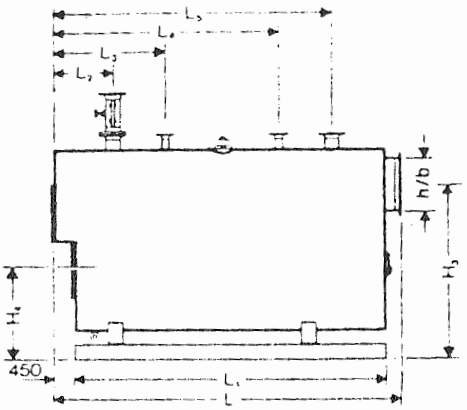


Hot water boiler type PHWB 4
for the combustion of fuel oil or gas
generating hot water up to appr. 200°C
for plants acc. to DIN 4752,
group I and II
design pressure up to 25 bar
thermal capacity 1.60 – 9.00 MW

boiler type				PHWB 4	160	200	260	320	400	450	500	600	700	800	900
thermal capacity				MW	1.60	2.00	2.60	3.20	4.00	4.50	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
water contents full				m³	6.03	7.40	9.48	11.87	13.34	13.69	13.91	17.54	18.73	20.46	24.10
transport weight at 8 bar				t	6.5	7.6	9.0	11.0	12.5	14.0	15.1	17.6	19.6	22.2	25.9
service weight at 8 bar				t	13.2	15.8	19.5	24.0	27.2	29.2	30.8	37.0	40.5	45.0	52.0
press. loss comb. chamber				mbar	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.5	12.5	12.5	13.0	12.5	12.0
gas contents up to boiler end				m³	3.00	3.80	4.80	6.25	7.40	8.80	9.60	11.75	13.50	15.25	19.00
boiler dimensions	length	L		mm	4050	4650	5050	5450	5700	5900	6150	6500	6800	6800	7300
	width	B		mm	2100	2150	2300	2450	2550	2600	2600	2800	2850	3000	3150
	height	H		mm	2350	2400	2550	2700	2800	2850	2850	3050	3100	3250	3400
boiler skid	length	L1		mm	3200	3800	4200	4600	4800	5000	5200	5500	5800	5800	6300
	width	B1		mm	1400	1450	1550	1650	1750	1800	1800	1950	1950	2100	2200
	excess length	L2		mm	400	400	400	400	400	400	450	500	500	500	500
burner height		H4		mm	832	858	910	935	960	1000	1025	1050	1075	1125	1175
fire tube diameter				mm	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1300	1400
flue gas conn. piece height		H3		mm	1600	1650	1800	1900	1950	2000	2200	2400	2450	2450	2650
	ext. diameter	Da		mm	398	398	498	548	598	646	698	748	748	848	948
conn. piece distances															
outflow		L3		mm	700	700	700	750	750	800	850	900	900	900	950
safety outflow		L4		mm	1300	1350	1400	1550	1600	1650	1700	1800	1800	1850	1900
feeding		L5		mm	2850	3450	3800	4100	4300	4400	4600	4900	5100	5000	5400
return		L6		mm	3300	3900	4300	4650	4900	5000	5250	5600	5900	5900	6350
nominal widths and -pressures															
outflow and return at Δ t															
	20°C	PN*)		DN	150	200	200	250	250	300	300	300	350	350	400
	30°C	PN*)		DN	125	125	150	150	200	200	200	250	250	300	300
	40°C	PN*)		DN	100	125	125	150	150	200	200	200	200	250	250
	50°C	PN*)		DN	100	100	125	125	150	150	150	200	200	200	200
safety valve make Leser															
at design pressure	6 bar	PN 25		DN	50	50	65	65	80	80	80	100	100	100	125
	8 bar	PN 25		DN	40	50	50	65	65	65	80	80	80	100	100
	10 bar	PN 25		DN	40	40	50	50	65	65	65	80	80	80	80
	13 bar	PN 25		DN	32	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80
	16 bar	PN 25		DN	32	32	40	40	50	50	50	65	65	65	65
	20 bar	PN 40		DN	25	32	32	40	40	50	50	50	65	65	65
	25 bar	PN 40		DN	25	32	32	32	40	40	40	50	50	50	65
feeding		PN 40		DN	25	25	25	25	32	32	32	32	32	40	40
drainage		PN 40		DN	25	25	32	32	32	40	40	40	50	50	50
venting in outflow															
intermediary piece		PN 40		DN	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

*) up to DN 150 PN 40, from DN 200 on PN 25

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm² = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.

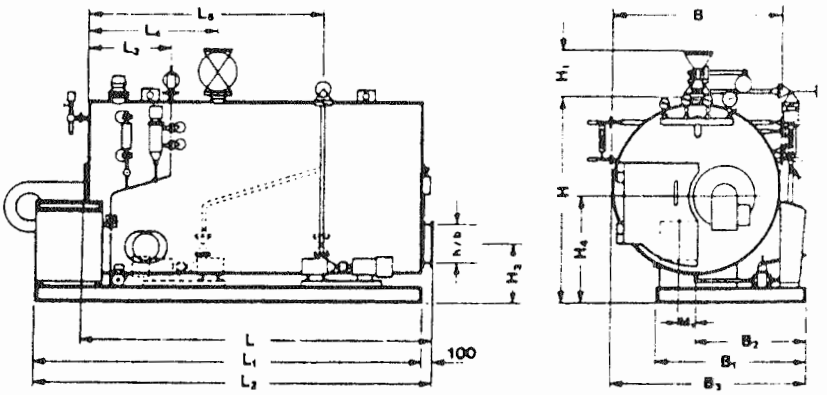


Hot water double-flue boiler
type PHWB 5
for the combustion of fuel oil or gas
generating hot water up to appr. 200°C
for plants acc. to DIN 4751
and 4752
design pressure up to 20 bar
thermal capacity 10.5 – 18.5 MW

boiler types				PHWB 5	1050	1200	1300	1450	1650	1850
thermal capacity				MW	10.50	12.00	13.00	14.50	16.50	18.50
water contents full				m^3	25.50	27.90	29.05	33.80	37.15	40.36
transport weight at 8 bar				t	28.0	31.0	34.0	39.0	42.0	49.0
service weight at 8 bar				t	59.0	65.0	70.0	80.0	87.0	98.0
press. loss comb. chamber				mbar	12.0	12.0	12.0	13.0	10.5	10.0
gas contents up to boiler end				m^3	22.0	24.0	27.0	29.0	34.0	39.5
boiler dimensions	length	L		mm	7400	7400	7400	7700	8200	8200
	width	B		mm	3400	3550	3650	3800	3900	4100
	height	H		mm	3850	4000	4100	4250	4350	4550
boiler skid	length	L1		mm	5750	5750	5750	6050	6550	6550
	width	B1		mm	1700	1800	1800	1900	1900	2000
burner height		H4		mm	1565	1605	1640	1690	1710	1790
burner distance		M		mm	1400	1450	1500	1550	1600	1700
fire tube diameter				mm	1100	1150	1200	1250	1300	1400
flue gas conn.	height	H3		mm	2800	3000	3025	3100	3200	3425
	clear width	h		mm	725	825	900	950	950	1000
		b		mm	1050	1050	1050	1100	1250	1350
conn. piece distances										
outflow		L2		mm	1200	1200	1200	1200	1400	1400
safety valve		L3		mm	2000	2000	2000	2000	2400	2400
feeding		L4		mm	4700	4700	4700	4700	5000	5000
return		L5		mm	5500	5500	5500	5500	6000	6000
nominal widths and -pressures										
outflow and return at Δ t										
	20°C	PN 25	DN		300	350	350	350	400	400
	30°C	PN 25	DN		250	250	250	300	300	350
	40°C	PN 25	DN		200	250	250	250	300	300
	50°C	PN 25	DN		200	200	200	250	250	250
safety valve make Leser										
at design pressure	6 bar	PN 25	DN		125	150	150	150	200	200
	8 bar	PN 25	DN		100	125	125	150	150	150
	10 bar	PN 25	DN		100	100	100	100	125	150
	13 bar	PN 25	DN		80	80	100	100	100	100
	16 bar	PN 25	DN		80	80	80	80	100	100
	20 bar	PN 25	DN		65	65	80	80	80	100
feeding		PN 40	DN		50	50	50	65	65	65
drainage		PN 40	DN		50	50	50	65	65	65
venting		PN 40	DN		20	20	20	20	20	20

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm^2 = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.

PACKBLOC steam boiler type PSBH 1
for the combustion of fuel oil EL or gas
generating saturated steam
design pressure up to 20 bar
steam output 0.35–2.50 t/hr
standard execution:
burner arrangement and operating
side as shown on the right.
Optional: arrangement of the armatures on the left; burner, however, always on the right.

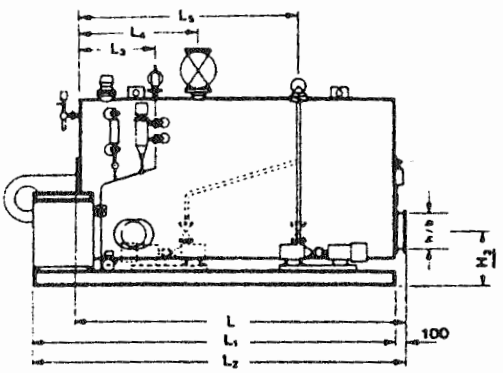


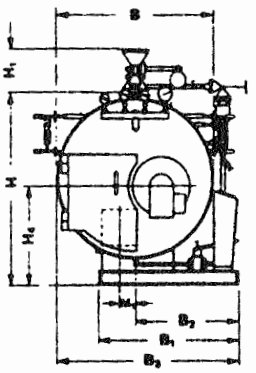
boiler type		PSBH 1	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.15	1.40	1.60	1.80	2.00	2.50
steam output		t/hr	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.15	1.40	1.60	1.80	2.00	2.50
thermal capacity*)		MW	0.23	0.26	0.29	0.33	0.39	0.46	0.52	0.65	0.75	0.91	1.04	1.17	1.3	1.63
water cont. up to "NW"-mark		m³	0.85	0.83	0.80	1.07	1.04	1.00	1.60	1.55	1.50	2.27	2.21	2.15	3.20	3.14
transport weight at 8 bar		t	2.50	2.52	2.55	3.00	3.02	3.05	3.50	3.55	3.60	4.50	4.55	4.60	5.50	5.60
service weight at 8 bar		t	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.50	7.50	7.50	9.60	9.60
press. loss comb. chamber		mbar	5.0	6.5	7.0	4.5	7.0	9.0	5.0	8.0	9.5	6.5	8.0	9.5	8.0	12.5
gas contents up to boiler end		m³	0.43	0.43	0.43	0.57	0.57	0.57	0.84	0.84	0.84	1.01	1.01	1.01	1.7	1.7
boiler dimensions																
length	L	mm	2600	2600	2600	2900	2900	2900	3050	3050	3050	3300	3300	3300	3500	3500
width	B	mm	1160	1160	1160	1260	1260	1260	1360	1360	1360	1560	1560	1560	1800	1800
height	H	mm	1750	1750	1750	1800	1800	1800	1940	1940	1940	2140	2140	2140	2210	2210
total length	L2	mm	2900	2900	2900	3200	3200	3200	3350	3350	3350	3600	3600	3600	3800	3800
total width	B3	mm	1510	1510	1510	1610	1610	1610	1710	1710	1710	1910	1910	1910	2100	2100
max. valve height at																
steam gener. up to 1.0 bar	H1	mm	350	350	350	400	400	400	480	480	480	600	600	600	730	730
steam generators exc. 1.0 bar	H1	mm	200	200	200	230	230	230	290	290	290	310	310	310	350	400
ground frame length	L1	mm	2800	2800	2800	3100	3100	3100	3250	3250	3250	3500	3500	3500	3700	3700
width	B1	mm	1200	1200	1200	1250	1250	1250	1350	1350	1350	1500	1500	1500	1650	1650
	B2	mm	930	930	930	980	980	980	1030	1030	1030	1130	1130	1130	1200	1200
burner height	H4	mm	940	940	940	925	925	925	1050	1050	1050	1185	1185	1185	1110	1110
fire tube diameter		mm	420	420	420	490	490	490	530	530	530	635	635	635	700	700
flue gas conn. height	H3	mm	755	755	755	715	715	715	695	695	695	755	755	755	790	790
distance until boiler center	M1	mm	200	200	200	215	215	215	160	160	160	175	175	175	300	300
clear width	h	mm	220	220	220	240	240	240	290	290	290	340	340	340	315	315
	b	mm	220	220	220	240	240	240	290	290	290	340	340	340	400	400
conn. piece distances																
safety valve	L3	mm	870	870	870	890	890	890	980	980	980	1070	1070	1070	1200	1200
steam take-off	L4	mm	1230	1230	1230	1280	1280	1280	1420	1420	1420	1580	1580	1580	1700	1700
feeding	L5	mm	2030	2030	2030	2170	2170	2170	2370	2370	2370	2500	2500	2500	3000	3000
nominal widths and -pressures																
steam take-off																
at design press. 1 bar	PN 16	DN	100	100	100	125	125	125	150	150	150	200	200	200	250	250
8 bar	PN 16	DN	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	80	100	125
10 bar	PN 16	DN	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	80	80	100	125
13 bar	PN 40	DN	32	32	32	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	100
20 bar	PN 40	DN	32	32	32	40	40	40	50	50	50	65	65	65	80	100
safety valve make Leser																
at design press. 1 bar	PN 16	DN	32	32	40	40	40	40	50	50	65	80	80	80	100	100
8 bar	PN 16	DN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	32	32	32	32	40
10 bar	PN 16	DN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	32	32	32
13 bar	PN 25	DN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	32
20 bar	PN 25	DN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
feeding	PN')	DN	25	25	25	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32
drainage	PN 40	DN	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

') up to 10 bar PN 16, exceeding 10 bar PN 40

*) layout at 10 bar and a feed water temperature of 103°C.

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm^2 = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.





PACKBLOC steam boiler type PSBH 2
for the combustion of fuel oil EL or gas
generating saturated steam
design pressure up to 16 bar
steam output 0.55–1.80 t/hr
due to its low water contents suitable for
installation below, above and next to
dwelling- or day rooms acc. to TRD 403.
Armatures and burner arrangement
see DA.

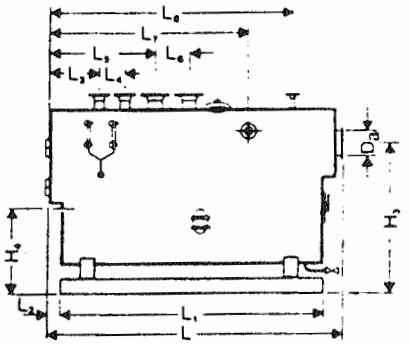
boiler type				PSBH 2	0.55	0.70	0.90	1.15	1.40	1 80
steam output				t/hr	0.55	0.70	0.90	1.15	1.40	1.80
thermal capacity*)				MW	0.36	0.46	0.59	0.75	0.91	1.17
water contents up to "NW"-mark				m³	0.596	0.726	0.821	1.00	1.183	1.66
appartaining design pressure				bar	16.5	13.5	12.0	10.0	8.0	6.0
transport weight				t	3.2	3.5	3.8	4.0	4.6	5.0
service weight				t	4.5	5.0	5.4	5.8	6.6	7.5
press. loss comb. chamber				mbar	10.0	10.5	9.5	11.5	10.5	11.5
gas contents up to boiler end				m³	0 47	0.65	0.79	0.98	1 14	1.71
boiler dimensions	length	L	mm		2970	3070	3120	3170	3370	3670
	width	B	mm		1010	1060	1160	1260	1360	1460
	height	H	mm		1620	1670	1810	1910	2010	2110
	total length	L2	mm		3350	3450	3500	3650	3750	4050
	total width	B3	mm		1400	1450	1550	1650	1750	1850
max. valve height at										
steam generators up to 1.0 bar		H1	mm		400	400	480	480	600	600
steam generators exceeding 1.0 bar		H1	mm		230	230	290	290	310	310
ground frame	length	L1	mm		3250	3350	3400	3450	3650	3950
	width	B1	mm		1150	1200	1300	1350	1450	1500
		B2	mm		875	900	950	1000	1050	1100
burner height		H4	mm		917	961	1021	1067	1195	1171
fire tube diameter			mm		400	400	450	490	550	575
flue gas conn.	height	H3	mm		1150	1120	1195	1255	1310	1385
distance until boiler center		M1	mm		265	220	300	335	365	335
	clear width	h	mm		200	200	250	250	300	300
		b	mm		300	300	400	450	450	450
conn. piece distances safety valve		L3	mm		745	775	850	800	860	1040
	steam take-off	L4	mm		1060	1140	1225	1170	1290	1515
	feeding	L5	mm		2000	2100	2285	2200	2400	2750
nominal widths and -pressures										
steam take-off										
at design pressure	6 bar	PN 16	DN		50	50	65	65	80	100
	8 bar	PN 16	DN		50	50	65	65	80	
	10 bar	PN 16	DN		50	50	65	65		
	12 bar	PN 40	DN		40	40	50			
	13,5 bar	PN 40	DN		40	40				
	16 bar	PN 40	DN		40					
safety valve make Leser										
at design pressure	6 bar	PN 16	DN		25	25	25	32	32	40
	8 bar	PN 16	DN		25	25	25	25	32	
	10 bar	PN 16	DN		25	25	25	25		
	12 bar	PN 25	DN		25	25	25			
	13,5 bar	PN 25	DN		25	25				
	16 bar	PN 25	DN		25					
feeding		PN')	DN		25	25	32	32	32	32
drainage		PN 40	DN		25	25	25	25	25	25

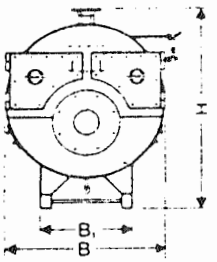
') up to 10 bar PN 16, exceeding 10 bar PN 40

*) layout at 10 bar and a feed water temperature of 103°C

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm² = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.

Steam boiler type PSBH 3
for the combustion of fuel oil or gas
generating saturated steam
design pressure up to 1 bar
steam output 2.5 – 14.0 t/hr
thermal capacity 1.63 – 9.12 MW

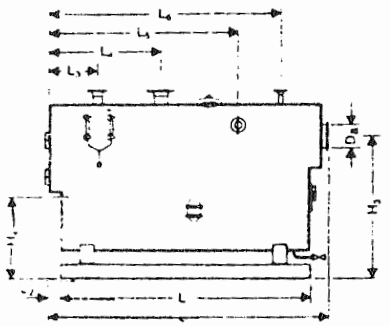


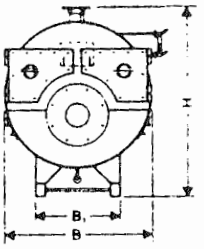


boiler type			PSBH 3	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0
steam output			t/hr	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0
thermal capacity*)			MW	1.63	1.95	2.60	3.25	3.90	4.56	5.20	6.50	7.80	9.12
water cont. up to "NW"-mark			m³	4.95	6.09	7.82	9.62	10.94	11.19	13.28	15.45	17.80	22.18
transport weight at 8 bar			t	5.3	6.2	7.5	8.9	10.2	11.4	13.2	15.2	17.8	21.2
service weight at 8 bar			t	11.8	14.1	17.6	21.0	24.0	26.0	30.5	35.5	41.0	50.0
press. loss comb. chamber			mbar	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11.0	12.0	13.0	12.5	12.0
gas content up to boiler end			m³	3.00	3.80	4.80	6.25	7.40	8.80	10.00	11.20	14.60	19.20
boiler dimensions	length	L	mm	4050	4650	5050	5450	5700	5900	6150	6500	6800	7300
	width	B	mm	2100	2150	2300	2450	2550	2600	2750	2900	3050	3300
	height	H	mm	2350	2400	2550	2700	2800	2850	3000	3150	3300	3550
boiler skid	length	L1	mm	3200	3800	4200	4600	4800	5000	5200	5500	5800	6300
	width	B1	mm	1400	1450	1550	1650	1750	1800	1900	2000	2100	2300
	excess length	L2	mm	400	400	400	400	400	400	450	500	500	500
burner height		H4	mm	832	858	910	935	960	1000	1025	1050	1100	1175
fire tube diameter			mm	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1250	1400
flue gas conn	height	H3	mm	1600	1650	1800	1800	1900	1950	2000	2100	2200	2300
	ext. diameter	Da	mm	398	398	498	548	598	648	698	748	848	948
conn. piece distances													
1. safety valve		L3	mm	950	950	950	1000	1000	1000	1050	1100	1150	1200
2. safety valve		L4	mm	–	–	–	–	–	–	450	450	500	550
1. steam take-off		L5	mm	1800	2050	2250	2450	2500	2600	2150	2300	2350	2550
2. steam take-off		L6	mm	–	–	–	–	–	–	650	700	750	800
feeding		L7	mm	2800	3400	3800	4200	4400	4600	4850	5100	5400	5900
venting		L8	mm	3100	3400	3750	3950	4100	4200	4350	4650	4800	5100
nominal widths and -pressures													
at design pressure	1 bar	PN 6	DN	250	300	300	350	350	400	2 x 300	2 x 350	2 x 400	2 x 400
safety valve make Leser													
at design pressure	1 bar	PN 16	DN	80	100	100	125	150	150	1 x 150	1 x 150	1 x 150	2 x 150
										1 x 50	1 x 80	1 x 125	
feeding		PN 6	DN	32	32	40	40	50	50	50	65	65	65
drainage		PN 6	DN	25	32	32	32	40	40	40	50	50	50
venting		PN 6	DN	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

*) layout by 0.8 bar and a feed water temperature of 80°C

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm^2 = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.





Steam boiler type PSBH4
for the combustion of fuel oil or gas
generating saturated steam
design pressure up to 25 bar
steam output 2.5 – 14.0 t/hr
thermal capacity 1.63 – 9.12 MW

boiler type			PSBH4	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0
steam output			t/hr	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0
thermal capacity			MW	1.63	1.95	2.60	3.25	3.90	4.56	5.20	6.50	7.80	9.12
water cont. up to NW			m³	4.95	6.09	7.82	9.62	10.94	11.19	13.28	15.45	17.80	22.18
transport weight at 8 bar			t	6.0	7.1	8.4	10.3	12.0	13.2	15.4	17.4	20.6	25.8
service weight at 8 bar			t	12.5	15.0	18.5	22.5	26.0	28.0	33.0	38.0	44.0	55.0
press. loss comb. chamber			mbar	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	11.0	12.0	13.0	12.5	12.0
gas contents up to boiler end			m³	3.00	3.80	4.80	6.25	7.40	8.80	10.00	11.20	14.60	19.20
boiler dimensions	length	L	mm	4050	4650	5050	5450	5700	5900	6150	6500	6800	7300
	width	B	mm	2100	2150	2300	2450	2550	2600	2750	2900	3050	3300
	height	H	mm	2350	2400	2550	2700	2800	2850	3000	3150	3300	3550
boiler skid	length	L1	mm	3200	3800	4200	4600	4800	5000	5200	5500	5800	6300
	width	B1	mm	1400	1450	1550	1650	1750	1800	1900	2000	2100	2300
	excess length	L2	mm	400	400	400	400	400	400	450	500	500	500
burner height		H4	mm	832	858	910	935	960	1000	1025	1050	1100	1175
fire tube diameter			mm	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1250	1400
flue gas conn.	height	H3	mm	1600	1650	1800	1800	1900	1950	2000	2100	2200	2300
	ext. diameter	Da	mm	398	398	498	548	598	648	698	748	848	948
conn. piece distances													
safety valve		L3	mm	950	950	950	1000	1000	1000	1050	1100	1150	1200
steam take-off		L4	mm	1800	2050	2250	2450	2500	2600	1650	1850	1850	2000
feeding		L5	mm	2800	3400	3800	4200	4400	4600	4850	5100	5400	5900
venting		L6	mm	3100	3400	3750	3950	4100	4200	4350	4650	4800	5100
nominal widths and -pressures													
steam take-off													
at design pressure	6 bar	PN¹)	DN	150	150	200	200	250	250	250	300	300	350
	8 bar	PN¹)	DN	125	125	150	200	200	200	200	250	250	300
	10 bar	PN¹)	DN	100	125	125	150	150	200	200	200	250	250
	13 bar	PN¹)	DN	100	100	125	125	150	150	150	200	200	200
	16 bar	PN¹)	DN	80	100	100	125	125	150	150	150	200	200
	20 bar	PN 40	DN	80	80	100	100	125	125	150	150	150	200
	25 bar	PN 40	DN	65	80	80	100	100	125	125	125	150	150
safety valve make Leser													
at design pressure	6 bar	PN 16	DN	50	50	65	65	65	80	80	100	100	100
	8 bar	PN 16	DN	40	40	50	65	65	65	65	80	80	100
	10 bar	PN 16	DN	40	40	50	50	65	65	65	65	80	80
	13 bar	PN 25	DN	32	40	40	50	50	50	65	65	65	80
	16 bar	PN 25	DN	32	32	40	40	50	50	50	65	65	65
	20 bar	PN 40	DN	25	32	32	40	40	40	50	50	65	65
	25 bar	PN 40	DN	25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
feeding		PN²)	DN	32	32	40	40	50	50	50	65	65	80
drainage		PN 40	DN	25	32	32	32	40	40	40	50	50	50
venting		PN 40	DN	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

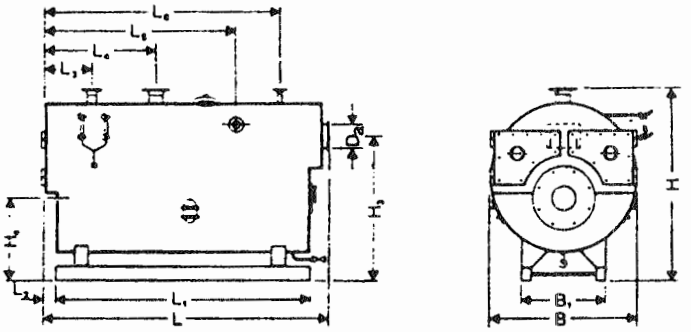
¹) up to 10 bar and up to DN 200 PN 16. exceeding 10 bar and up to DN 150 PN 40.
all further steam take-off conn. pieces PN 25

²) up to 10 bar PN 16. exceeding 10 bar PN 40

³) layout at 8 bar and a feed water temperature of 102 C

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm² = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.

Steam boiler type PSBH5
for the combustion of fuel oil or gas
generating saturated steam
design pressure up to 25 bar
steam output 2.0–14.0 t/hr
thermal capacity 1.3– 9.12 MW



boiler type			PSBH5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0
steam output			t/hr	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0	12.0	14.0
thermal capacity*)			MW	1.30	1.63	1.95	2.60	3.25	3.90	4.56	5.20	6.50	7.80	9.12
water cont. up to "NW"-mark			m³	4.95	6.09	7.82	9.62	10.94	11.19	13.28	15.45	17.80	21.10	23.25
transport weight at 8 bar			t	6.0	7.1	8.4	10.3	12.0	13.2	15.4	17.4	20.6	24.3	27.2
service weight at 8 bar			t	12.5	15.0	18.5	22.5	26.0	28.0	33.0	38.0	44.0	53.0	58.0
press. loss comb. chamber			mbar	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	8.0	8.5	9.0	8.0	8.0	8.0
gas contents up to boiler end			m³	3.00	3.80	4.80	6.25	7.40	8.80	10.00	11.20	14.60	17.60	20.40
boiler dimensions	length	L	mm	4050	4650	5050	5450	5700	5900	6150	6500	6800	7300	7300
	width	B	mm	2100	2150	2300	2450	2550	2600	2750	2900	3050	3200	3400
	height	H	mm	2350	2400	2550	2700	2800	2850	3000	3150	3300	3450	3650
boiler skid	length	L1	mm	3200	3800	4200	4600	4800	5000	5200	5500	5800	6300	6300
	width	B1	mm	1400	1450	1550	1650	1750	1800	1900	2000	2100	2250	2400
	excess length	L2	mm	400	400	400	400	400	400	450	500	500	500	500
burner height		H4	mm	832	858	910	935	960	1000	1025	1050	1100	1130	1175
fire tube diameter			mm	800	350	900	950	1000	1050	1100	1150	1250	1300	1400
flue gas conn.	height	H3	mm	1600	1650	1800	1800	1900	1950	2000	2100	2200	2250	2300
	ext. diameter	Da	mm	358	398	398	498	548	598	648	698	748	848	948
conn. piece distances														
safety valve		L3	mm	1600	1650	1700	1750	1850	1850	1900	2000	2050	2150	2150
steam take-off		L4	mm	2150	2200	2300	2450	2600	2700	2850	3050	3150	3400	3400
feeding		L5	mm	2800	3400	3800	4200	4400	4600	4850	5100	5400	5900	5900
venting		L6	mm	3250	3500	4150	4500	4650	4800	5050	5350	5450	5900	5950
nominal widths and -pressures														
steam take-off														
at design pressure	6 bar	PN¹)	DN	125	150	150	200	200	250	250	250	300	300	350
	8 bar	PN¹)	DN	100	125	125	150	200	200	200	200	250	250	300
	10 bar	PN¹)	DN	100	100	125	125	150	150	200	200	200	250	250
	13 bar	PN¹)	DN	80	100	100	125	125	150	150	150	200	200	200
	16 bar	PN¹)	DN	80	80	100	100	125	125	150	150	150	200	200
	20 bar	PN 40	DN	65	80	80	100	100	125	125	150	150	150	200
	25 bar	PN 40	DN	65	65	80	80	100	100	125	125	125	150	150
safety valve make Leser														
at design pressure	6 bar	PN 16	DN	40	50	50	65	65	65	80	80	100	100	100
	8 bar	PN 16	DN	40	40	40	50	65	65	65	65	80	80	100
	10 bar	PN 16	DN	32	40	40	50	50	65	65	65	65	80	80
	13 bar	PN 25	DN	32	32	40	40	50	50	50	65	65	65	80
	16 bar	PN 25	DN	25	32	32	40	40	50	50	50	65	65	65
	20 bar	PN 40	DN	25	25	32	32	40	40	40	50	50	65	65
	25 bar	PN 40	DN	20	25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
feeding		PN²)	DN	32	32	32	40	40	50	50	50	65	65	80
drainage		PN 40	DN	25	25	32	32	32	40	40	40	50	50	50
venting		PN 40	DN	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

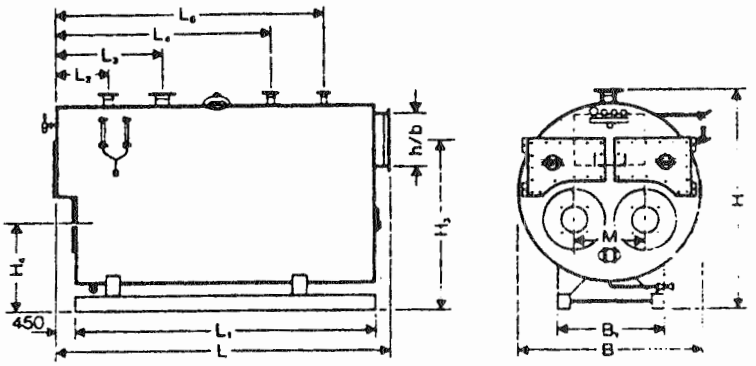
¹) up to 10 bar and up to DN 200 PN 16, exceeding 10 bar and up to DN 150 PN 40,
all further steam take-off conn. pieces PN 25

²) up to 10 bar PN 16, exceeding 10 bar PN 40

*) layout at 8 bar and a feed water temperature of 102°C

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm² = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,460 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.

Steam double-flue boiler
type PSBH 6
for the combustion of fuel oil or gas
generating saturated steam
design pressure up to 20 bar
steam output 16.0 – 28.0 t/hr
thermal capacity 10.44 – 18.27 MW



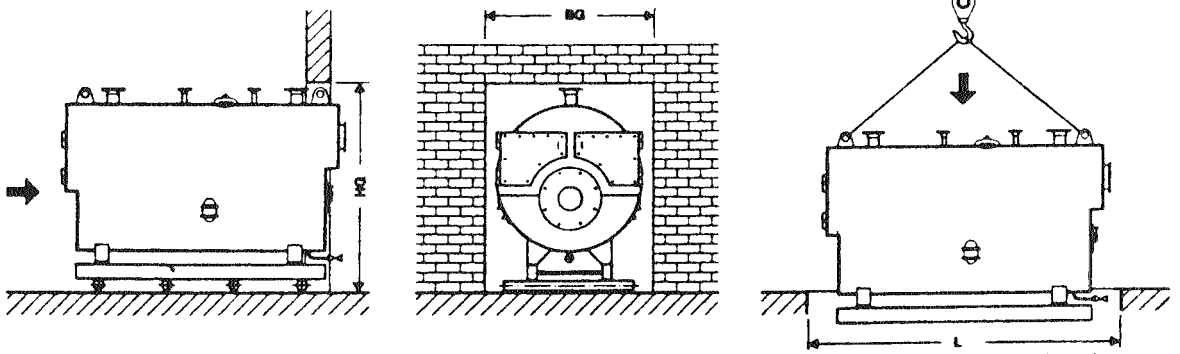
boiler type				PSBH 6	16.0	18.0	20.0	22.0	25.0	28.0
steam output				t/hr	16.0	18.0	20.0	22.0	25.0	28.0
thermal capacity*)				MW	10.44	11.74	13.00	14.35	16.30	18.27
water cont. up to "NW"-mark				m³	23.20	26.09	27.05	30.43	33.47	36.89
transport weight at 8 bar				t	29.0	32.0	35.0	40.0	43.0	50.0
service weight at 8 bar				t	57.0	65.0	68.0	77.0	84.0	95.0
pressure loss comb. chamber				mbar	12.0	11.5	12.0	13.0	10.0	10.0
gas cont. up to boiler end				m³	22.5	24.5	27.5	29.5	36.0	39.0
boiler dimensions	length	L		mm	7400	7400	7400	7700	8200	8200
	width	B		mm	3500	3700	3800	3950	4050	4250
	height	H		mm	3950	4150	4250	4400	4500	4700
boiler skid	length	L1		mm	5750	5750	5750	6050	6550	6550
	width	B1		mm	1700	1800	1800	1900	1900	2000
burner height		H4		mm	1540	1560	1610	1640	1675	1745
burner distance		M		mm	1400	1450	1500	1550	1600	1700
fire tube diameter				mm	1100	1150	1200	1250	1300	1400
flue gas conn	height	H3		mm	2900	3000	3050	3075	3225	3375
	clear width	h		mm	725	825	900	950	950	1000
		b		mm	1050	1050	1050	1100	1250	1350
conn. piece distances										
safety valve		L2		mm	1700	1800	1800	1800	1800	1900
steam take-off		L3		mm	2800	2800	2800	2900	2900	3000
feeding		L4		mm	4800	5000	5000	5100	5100	5200
venting		L5		mm	5500	5700	5700	5800	5800	6000
nominal widths and -pressures										
steam take-off										
at design pressure	6 bar	PN 25	DN		300	300	350	350	350	2 x 250
	8 bar	PN 25	DN		250	300	300	300	300	350
	10 bar	PN 25	DN		250	250	250	300	300	300
	13 bar	PN 25	DN		200	200	250	250	250	300
	16 bar	PN 25	DN		200	200	200	200	250	250
	20 bar	PN 25	DN		200	200	200	200	200	250
safety valve make Leser										
at design pressure	6 bar	PN 16	DN		100	125	150	150	150	200
	8 bar	PN 16	DN		100	100	100	125	150	150
	10 bar	PN 16	DN		80	100	100	100	100	125
	13 bar	PN 25	DN		80	80	80	100	100	100
	16 bar	PN 25	DN		65	80	80	80	80	100
	20 bar	PN 25	DN		65	65	65	80	80	80
feeding		PN')	DN		65	65	65	65	80	80
drainage		PN 40	DN		50	50	50	65	65	65
venting		PN 40	DN		20	20	20	20	20	20

') up to 10 bar PN 16, exceeding 10 bar PN 40

*) layout at 10 bar and a feed water temperature of 103°C

1 MW = 1000 KW = 860,000 Kcal/hr ; 1 Kcal/hr = 3.93 BTU/hr ; 1 bar = 14.504 psi
1 atm = 1.013 bar ; 1 Kg/cm^2 = 14.223 lb/sq in(psi) ; 1 BHP = 33,480 BTU/hr = 9.803 KW
All Specifications are subject to change without notice.

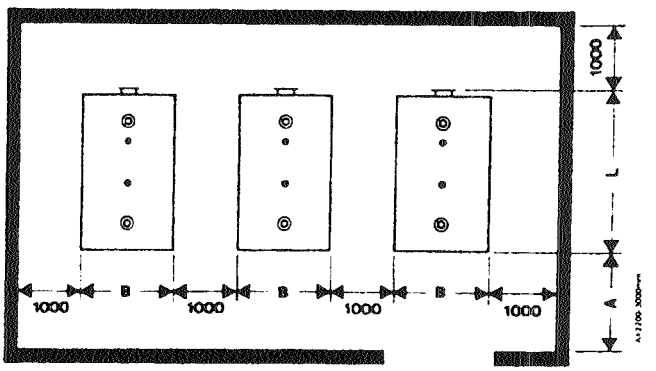
Transport, unloading and putting to place



Transport
The delivery of the three-pass boiler is effected – unless otherwise preferred – by lorry up to a place near the boiler room which can be reached on a normal approach road. At delivery by rail, the three-pass boiler is delivered free railway carriage up to the railway station of the installation place.

Unloading and putting to place
Unloading, putting to place and erection can be effected by any expert-firm. We recommend the application of a crane trück if the local circumstances do not offer more favourable possibilities for putting to place. In order to avoid waiting periods, date of delivery and preparation of the crane ought to be agreed with us as early as possible. Should the client desire to effect the above mentioned works under our supervision, we are volontarily prepared to place one of our chief erectors at your disposal, together with the required tools and instruments and – if necessary – the corresponding helpers and in that case the eventually required crane. In order to facilitate your dispositions, the table indicates boiler transport weights for the choose of the lifting gear, the greatest boiler dimensions as well as information on the size of the opening for putting to place. In addition it is important to consider the space required for the application of the lifting gear. The dimensions of the openings for putting to place – for horizontal transport on rolls or for vertical lowering by means of a crane or a cable winch – have to be regarded as minimum dimensions for a safe putting to place. A falling below these measures requires increased caution and in extreme cases a preceding coordination with our erection department or with our local representatives.

Boiler room



Planning of the boiler room
The example shown in the figure indicates the minimum space demand for good accessibility to the boilers but without considering other plant parts such as chimney, pumps, vessels, distributor station, piping, etc.
At the installation of boilers with different sizes the planning of the boiler room must be based upon the length and the height of the largest boiler.

For the boiler room height observe the boiler room rules.
In case of especially cramped space conditions we recommend to contact us for coordination. We are volontarily prepared to elaborate corresponding installation proposals upon request.
If delivered on skids, the three-pass boiler is installed on a plane, pressure-proof floor. A special foundation is not required.

Should the boiler, however, be delivered on supports only, a foundation is necessary.
Documentation, showing the corresponding technical data can be sent upon request.

● PACKMAN *once-through steam boiler PSB series are designed so simple in construction and manufactured at* PACKMAN *'s modern well-equipped workshops to conform to the latest regulations of BS and DIN standards. The PSB series are quite easy to use, and yet, quite powerful to meet every customer's needs.*

Specifications

Capacity data based on saturated steam at 7 bar, Feedwater at 60°C, Fuel oil No. 2 with a net calorific value of 42650 KJ/Kg = 10200 Kcal/Kg = 18360 BTU/Lb

ITEM \ MODEL	PSB 60	PSB 80	PSB 100	PSB 150	PSB 200	PSB 300	PSB 400
Steam Capacity Kg/hr	60	80	100	150	200	300	400
Calorific Capacity/hr							
X1000 Kj/hr	161	214.6	268.2	402.4	536.5	804.7	1073
X1000 Kcal/hr	38.5	51.3	64.2	96.2	128.5	192.5	256.7
X1000 BTU/hr	152.8	203.6	254.7	382.1	509	763.6	1018.6
KW/hr	43	60	75	112	150	224	298
Fuel Consumption max. Kg/hr oil no. 2	4.25	5.65	7	10.6	14.1	21.2	28.2
Electric Power Required Kw	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1.2	1.2
Water Contents Liters	125	125	125	150	150	200	230
Operation gg Pressure adjustable bar	3 to 10						
Control Stages	One						Two
Steam Connection DN mm	20	20	20	25	25	25	25
Flue Gas Pipe Diameter mm	160	160	160	200	200	200	200
Boiler Dimensions							
Height mm	1600	1600	1600	1750	1750	2000	2000
Depth mm	900	900	900	1000	1000	1200	1200
Width mm	850	850	850	950	950	1000	1000
Weight, approx. Kg	275	275	275	380	400	500	530

Head office: No. 79, 10th St., Ahmad Ghasir(Bokharest) Ave., Tehran-Iran
Tel: (021) 8739075-79,8731618, 8737131 Fax: (021) 8737131

- PACKMAN PHWB is a special oil/gas hot water steel boiler designed for use in installations conforming to highest global standards with a permissible overall operating pressure of min. 6.0 bar.

- The main prerogative in the design of the PACKMAN PHWB has been economy in conjunction with maximum protection of the environment. Favourable base measurements ensure that it fits into small heating installations where space is tight.

- The reverse combustion chamber offers optimum conditions for complete combustion which, in conjunction with balanced thermal stress of all heating surfaces, guarantees a high degree of fuel and heat utilization.

- Due to the concentric arrangement of all heating surfaces around the flame and streamlined shape of the turbulence pipes the intrinsic energy requirement is reduced to a minimum.

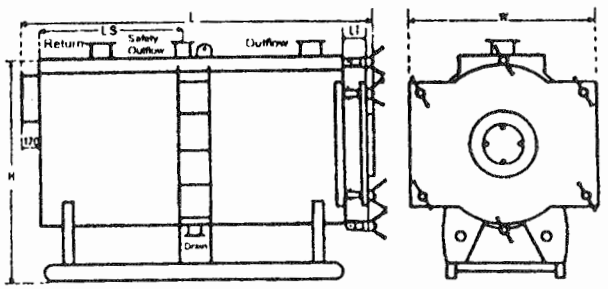
- The symmetrical construction layout means that the boiler is sufficiently elastic with heat stresses eliminated, which in combination with the advantage of easy maintenance ensures a long service life.

- In the cylindrical reverse combustion chamber the returning flue gases envelop the burner flame thus ensuring complete soot-free combustion with a high Co_2 content, the most important prerequisite for environmentally harmless boiler operation.

- The boiler body is covered with 100 mm heat insulation mats with cladding of aluminium and/or stainless steel sheets or Galvanized sheets with painting.

- PACKMAN PHWB is produced in modern, sophisticated and well-equipped workshops. Careful testing ensures a top level standard of quality.

Head office: No. 79, 10th St., Ahmad Ghasir(Bokharest) Ave., Tehran-Iran
Tel: (021) 8739075-79,8731618, 8737131 Fax: (021)8737130



Boiler Type	PHWB	15	17	20	22	25	28	32	35	40
Heat Output	kcal/h	150000	170000	200000	220000	250000	280000	320000	350000	400000
	kw	174	197	232	255	290	325	372	407	465
Overall Length L	mm	2000	2000	2000	2000	2100	2100	2200	2300	2400
Boiler Width W	mm	900	900	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1100
Boiler Height H	mm	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Flue Gas Resistance	mbars	1.20	1.50	1.50	1.50	1.50	1.70	1.70	2.00	2.60
Transport Weight *	kg	700	750	800	850	1000	1150	1200	1300	1400
Operating Weight *	kg	1000	1050	1130	1180	1360	1510	1600	1750	1900

Boiler Type	PHWB	45	50	55	60	70	80	90	100	110
Heat Output	kcal/h	450000	500000	550000	600000	700000	800000	900000	1000000	1100000
	kw	523	581	639	697	814	930	1046	1162	1279
Overall Length L	mm	2400	2400	2400	2500	2500	2600	2700	2900	2900
Boiler Width W	mm	1100	1150	1150	1250	1250	1250	1350	1450	1450
Boiler Height H	mm	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650	1650
Flue Gas Resistance	mbars	3.00	3.20	3.50	3.50	3.90	4.10	4.20	4.60	5.60
Transport Weight *	kg	1450	1600	1700	2000	2100	2400	3000	3500	3700
Operating Weight *	kg	1950	2200	2300	2750	2975	3400	4300	5200	5400

Boiler Type	PHWB	125	140	160	170	200	215	250	270	300
Heat Output	kcal/h	1250000	1400000	1600000	1700000	2000000	2150000	2500000	2700000	3000000
	kw	1453	1628	1860	1976	2325	2500	2907	3139	3488
Overall Length L	mm	3500	3500	3500	3700	3800	3800	4000	4000	4000
Boiler Width W	mm	1500	1600	1800	1800	1800	1900	1900	1900	2100
Boiler Height H	mm	2000	2000	2000	2000	2000	2250	2250	2250	2250
Flue Gas Resistance	mbars	3.60	4.30	4.3	5	5.60	5.60	6.60	7.60	7.70
Transport Weight *	kg	4000	4100	4700	4800	5500	5600	6500	6600	7700
Operating Weight *	kg	6100	6400	7200	7500	8500	8900	10300	10500	12000
LS	mm	1545	1545	1545	1545	1545	1545	1545	1545	1545
LT	mm	295	295	345	345	345	345	365	365	365
Outflow and Return Pipe Connections	in	6	6	8	8	8	8	8	8	8
Safety Valve	in	2½	2½	3	3	4	4	4	4	4
Drains	in	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼

Boiler Type	PHWB	325	345	395	430	500	600
Heat Output	kcal/h	3250000	3450000	3950000	4300000	5000000	6000000
	kw	3779	4011	4593	5000	5814	6977
Overall Length L	mm	4000	4200	4200	4500	4500	5000
Boiler Width W	mm	2200	2400	2400	2600	2600	2700
Boiler Height H	mm	2600	2600	2600	2900	2900	2900
Flue Gas Resistance	mbars	9.0	9.0	9.4	9.4	10.2	11.5
Transport Weight *	kg	7800	10000	10200	12000	12000	15000
Operating Weight *	kg	12300	15700	15900	19000	19000	23000
LS	mm	1545	1645	1645	1645	1645	1645
LT	mm	365	375	375	380	380	380
Outflow and Return Pipe Connections	in	8	10	10	10	10	10
Safety Valve	in	4	5	5	5	5	6
Drains	in	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼

* The Weights are of the boilers with working pressure upto 6 bar.
All specifications are subject to change without notice.
Further information is available upon request.

PACKMAN

P C B

COMBINATION BOILERS

A Packman Combination Boiler is a complete central heating and hot water boiler in a single , remarkably compact unit , produced to most stringent quality control.

ADVANTAGES

* Providing efficient space heating to meet every customer's needs
* Fast production of hot water through indirect oil or gas-fired submerged copper water heaters which are specially designed for hotels, swimming pools, schools, coil mosques, restaurants, laundromats etc., where Large quantities of hot water are required
* Full automatic operation
* Easy transport
* Easy to install and service
* Less of the Pipework that a conventional system requires
* Significant savings on space, installation time and above all, running costs

ITEM \ MODEL		PCB 100	PCB 150	PCB 200	PCB 250	PCB 300	PCB 400	PCB 500
Capacity	kcal hr	100000	150000	200000	250000	300000	400000	500000
Flow Rate	Lt/hr	500	750	1000	1200	1500	2000	2500
Fuel Consumption Max.								
Oil No.2	Lt/hr	14	21	28	35	42	56	70
Gas	m^3/h	13	20	26	32,5	39	53	66
Electric Power Required	W	500	500	1000	1500	1500	1750	2100
Water Content	Lt	350	400	450	500	600	700	800
Package Dimensions								
Total Height	mm	1900	2000	2000	2000	2000	2000	2100
Total Length	mm	2000	2000	2000	2200	2300	2500	2700
Total Width	mm	900	1100	1100	1100	1100	1200	1250
Outflow & Return Nozzles		32	32	40	50	50	65	75
Transport Weight	kg	650	750	850	1100	1250	1450	1650
Service Weight	kg	1000	1100	1180	1400	1700	2000	2300

TERMOCALOR . . . *Elegance . Comfort . Quality*

TERMOCALOR Combines styling and coordinating colour to blend perfectly and elegantly with the surrounding environment , be it residential or commercial premises.

A superb example of design engineering TERMOCALOR has performance to match its refined appearance. TERMOCALOR radiators have been heating and gracing properties worldwide.

Aluminum radiators thermal qualities, its imperviousness to rust, its lightness and space saving due to narrow projection off the wall allows radiators to be of exceptional effectiveness, remarkable finish and ascethetic appeal.

The superb quality of the range is ensured through a huge investment in machinery and personnel. The production process employs fully automated machinery from the initial high-pressure die-casting to the final preparation of each radiator section.

Our radiators underga rigorous quality control at all levels of production according to norms of ISO 9002 and are well known for their powerful design and durability

TERMOCALOR is suitable for use in all indirect or closed systems of forced hot water systems. It can also be used with low pressure steam systems.

Individual modular sections assembled into optimum power sizes give the TERMOCALOR flexibility matched by no other radiator. Any length can be assembled to special order to suit any size of heating space.

Pre-assembled and packed individually for transport in a high strength export cartons, each radiator is also sealed in plastic film which could be left in place until completion of installation.

Practical and strong packaging completes a product of unmistakable quality which rightfully possess a guarantee of 10 years as proof of absolute reliability.

- A wide range of sizes and combinations for perfect integration in any setting.
- Low thermal inertia for immediate response to any regulation control
- Corrosion resistance.
- Modular construction , onsite adaptability.
- Attractive finish
- Pressure tested to 12 bars.
- Very light and easy to be handled and stocked.
- As evidence of the manufacturer's confidence in the quality of the range, they are supplied with a ten years guarantee.

OPTIONAL ACCESSORIES

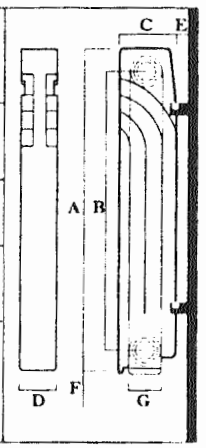
010	Radiator Spanner	1"		021	End Plug	1"	L.H.T
012	Joining Nipple	1"		024	Reducer Plug	1" - 1/2"	R.H.T
014	Gasket	1"		025	Reducer Plug	1" - 1/2"	L.H.T
016	Wall Bracket			026	Reducer Plug	1" - 1/8"	R.H.T
018	Air Vent			027	Reducer Plug	1" - 1/8"	L.H.T
019	Air Vent Key			028	Reducer Plug	1" - 3/4"	R.H.T
020	End Plug	1"	R.H.T	029	Reducer Plug	1" - 3/4"	L.H.T

THERMAL AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

MODEL	DIN EN442				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
TERMOCALOR	Watt	Kcal/h	Btu/h	η	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
500	145	125	496	1.317	585	500	90	61	25	150	1	0.47	1.50

Output in Watt Δt at 60° C mean water to room temperature from tests carried out in accordance with DIN EN442 .

Outputs of other Δt calculated as follows: $Q = Qn \left(\frac{\Delta t}{60}\right)^{\eta}$



IRANRADIATOR
ایران رادیاتور
گروه صنعتی ایران رادیاتور
تهران : خیابان طالقانی - نبش چهارراه بهار
شماره ۳۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ - ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ - ۸۸۱۰۸۴۷
فاکس : ۳ - ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیک : ALL-THERM@NEDA.NET
info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW. IRAN-RADIATOR.COM

10 YEARS GUARANTEE

FIRE . . . *Elegance . Comfort . Quality*

The FIRE range Combines styling and coordinating colour to blend perfectly and elegontly with the surrounding environment , be it residential or commercial premises.

A superb example of design engineering FIRE range has performance to match its refined appearance. FIRE radiators have been heating and gracing properties worldwide.

Aluminum radiators thermal qualities, its imperviousness to rust, its lightness and space saving due to narrow projection off the wall allows radiators to be of exceptional effectiveness, remarkable finish and ascethetic appeal.

The superb quality of the range is ensured through a huge investment in machinery and personnel. The production process employs fully automated machinery from the initial high-pressure die-casting to the final preparation of each radiator section.

Our radiators undergo rigorous quality control at all levels of production according to norms of ISO 9002 and are well known for their powerful design and durability.

The FIRE range is suitable for use in all indirect or closed systems of forced hot water systems. It can also be used with low pressure steam systems.

Individual modular sections assembled into optimum power sizes give the FIRE range flexibility matched by no other radiator. In addition to five working heights of standard range, any length can be assembled to special order to suit any size of heating space.

Pre-assembled and packed individually for transport in a high strength export cartons, each radiator is also sealed in plastic film which could be left in place until completion of installation.

Practical and strong packaging completes a product of unmistakable quality which rightfully possess a guarantee of 10 years as proof of absolute reliability.

- A wide range of sizes and combinations for perfect integration in any setting.
- Low thermal inertia for immediate response to any regulation control.
- Corrosion resistance.
- Modular construction, onsite adaptability.
- Attractive finish.
- Pressure tested to 12 bars.
- Very light and easy to be handled and stocked.
- As evidence of the manufacturer's confidence in the quality of the range, they are supplied with a ten years guarantee.

OPTIONAL ACCESSORIES

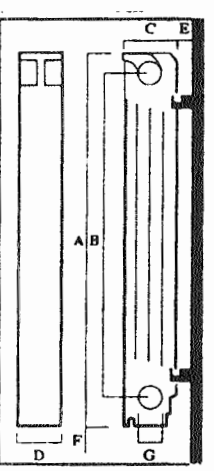
010	Radiator Spanner	1"		021	End Plug	1"	L.H.T
012	Joining Nipple	1"		024	Reducer Plug	1" - 1/2"	R.H.T
014	Gasket	1"		025	Reducer Plug	1" - 1/2"	L.H.T
016	Wall Bracket			026	Reducer Plug	1" - 1/8"	R.H.T
018	Air Vent			027	Reducer Plug	1" - 1/8"	L.H.T
019	Air Vent Key			028	Reducer Plug	1" - 3/4"	R.H.T
020	End Plug	1"	R.H.T	029	Reducer Plug	1" - 3/4"	L.H.T

THERMAL AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

MODEL	UNI 6514/87				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
FIRE	Watt	Kcal/h	Btu/h	η	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
800	213	183	727	1.371	876	800	80	80	25	150	1	0.53	2.01
700	191	164	652	1.367	776	700	80	80	25	150	1	0.48	1.87
600	172	148	587	1.360	676	600	80	80	25	150	1	0.38	1.58
500	146	126	498	1.302	576	500	80	80	25	150	1	0.32	1.41
350	109	94	372	1.332	426	350	80	80	25	150	1	0.30	1.09

Output in Watt/hr Δt at 60° C mean water to room temperature from tests carried out in department of energy Engineering, University of Genoa – Italy.

Outputs of other Δt calculated as follows: $Q = Qn\ (\frac{\Delta t}{60})^{\eta}$



IRANRADIATOR
گروه صنعتی ایران رادیاتور
تهران : خیابان طالقانی – نبش چهارراه بهار
شماره ۳۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ – ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ – ۸۸۱۰۸۴۷
فاکس : ۳ – ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیک : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW. IRAN-RADIATOR.COM



DRY . . . *Elegance . Comfort . Quality*

The DRY range Combines styling and coordinating colour to blend perfectly and elegantly with the surrounding environment , be it residential or commercial premises.

A superb example of design engineering DRY range has performance to match its refined appearance. DRY radiators have been heating and gracing properties worldwide.

Aluminum radiators thermal qualities, its imperviousness to rust, its lightness and space saving due to narrow projection off the wall allows radiators to be of exceptional effectiveness, remarkable finish and ascethetic appeal.

The superb quality of the range is ensured through a huge investment in machinery and personnel. The production process employs fully automated machinery from the initial high-pressure die-casting to the final preparation of each radiator section.

Our radiators undergo rigorous quality control at all levels of production according to norms of ISO 9002 and are well known for their powerful design and durability.

The DRY range is suitable for use in all indirect or closed systems of forced hot water systems. It can also be used with low pressure steam systems.

Individual modular sections assembled into optimum power sizes give the DRY range flexibility matched by no other radiator. In addition to five working heights of standard range, any length can be assembled to special order to suit any size of heating space.

Pre-assembled and packed individually for transport in a high strength export cartons, each radiator is also sealed in plastic film which could be left in place until completion of installation.

Practical and strong packaging completes a product of unmistakable quality which rightfully possess a guarantee of 10 years as proof of absolute reliability.

- A wide range of sizes and combinations for perfect integration in any setting.
- Low thermal inertia for immediate response to any regulation control.
- Corrosion resistance.
- Modular construction, onsite adaptability.
- Attractive finish.
- Pressure tested to 12 bars.
- Very light and easy to be handled and stocked.
- As evidence of the manufacturer's confidence in the quality of the range, they are supplied with a ten years guarantee.

OPTIONAL ACCESSORIES

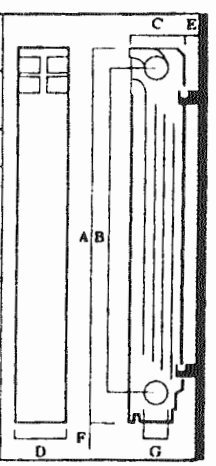
010	Radiator Spanner	1"		021	End Plug	1"	L.H.T
012	Joining Nipple	1"		024	Reducer Plug	1" - 1/2"	R.H.T
014	Gasket	1"		025	Reducer Plug	1" - 1/2"	L.H.T
016	Wall Bracket			026	Reducer Plug	1" - 1/8"	R.H.T
018	Air Vent			027	Reducer Plug	1" - 1/8"	L.H.T
019	Air Vent Key			028	Reducer Plug	1" - 3/4"	R.H.T
020	End Plug	1"	R.H.T	029	Reducer Plug	1" - 3/4"	L.H.T

THERMAL AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

MODEL	UNI 6514/87				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
DRY	Watt	Kcal/h	Btu/h	η	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
800	244	210	833	1.384	879	800	100	80	25	150	1	0.64	2.52
700	223	192	761	1.375	779	700	100	80	25	150	1	0.57	2.13
600	196	169	669	1.354	679	600	100	80	25	150	1	0.51	1.94
500	171	147	584	1.357	579	500	100	80	25	150	1	0.45	1.63
350	127	109	433	1.306	429	350	100	80	25	150	1	0.34	1.29

Output in Watt/hr Δt at 60° C mean water to room temperature from tests carried out in department of energy Engineering, University of Genoa – Italy.

Outputs of other Δt calculated as follows: $Q = Qn \left(\frac{\Delta t}{60}\right)^{\eta}$



IRANRADIATOR
گروه صنعتی ایران رادیاتور
تهران : خیابان طالقانی – نبش چهارراه بهار
شماره ۳۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ – ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ – ۸۸۱۰۸۴۷
فاکس : ۴ – ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیک : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW. IRAN-RADIATOR.COM



CALORIE . . . *Elegance . Comfort . Quality*

The CALORIE range Combines styling and coordinating colour to blend perfectly and elegantly with the surrounding environment , be it residential or commercial premises.

A superb example of design engineering CALORIE range has performance to match its refined appearance. CALORIE radiators have been heating and gracing properties worldwide.

Aluminum radiators thermal qualities, its imperviousness to rust, its lightness and space saving due to narrow projection off the wall allows radiators to be of exceptional effectiveness, remarkable finish and ascethetic appeal.

The superb quality of the range is ensured through a huge investment in machinery and personnel. The production process employs fully automated machinery from the initial high-pressure die-casting to the final preparation of each radiator section.

Our radiators undergo rigoraus quality control at all levels of productian according to norms of ISO 9002 - 2000 and are well known for their powerful design and durability.

The CALORIE range is suitable for use in all indirect or closed systems of forced hot water systems. It can also be used with low pressure steam systems.

Individual modular sections assembled into optimum power sizes give the CALORIE range flexibility matched by no other radiator. In addition to three working heights of standard range, any length can be assembled to special order to suit any size of heating space.

Pre-assembled and packed individually for transport in a high strength export cartons, each radiator is also sealed in plastic film which could be left in place until completion of installation.

Practical and strong packaging completes a product of unmistakable quality which rightfully possess a guarantee of 10 years as proof of absolute reliability.

- A wide range of sizes and combinations for perfect integration in any setting.
- Low thermal inertia for immediate response to any regulation control.
- Corrosion resistance.
- Modular construction, onsite adaptability.
- Attractive finish.
- Pressure tested to 12 bars
- Very light and easy to be handled and stocked.
- As evidence of the manufacturer's confidence in the quality of the range, they are supplied with a ten years guarantee.

OPTIONAL ACCESSORIES

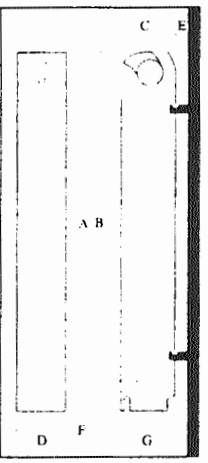
010	Radiator Spanner	1"	
012	Joining Nipple	1"	
014	Gasket	1"	
016	Wall Bracket		
018	Air Vent		
019	Air Vent Key		
020	End Plug	1"	R.H.T
021	End Plug	1"	L.H.T
024	Reducer Plug	1" - 1/2"	R.H.T
025	Reducer Plug	1" - 1/2"	L.H.T
026	Reducer Plug	1" - 1/8"	R.H.T
027	Reducer Plug	1" - 1/8"	L.H.T
028	Reducer Plug	1" - 3/4"	R.H.T
029	Reducer Plug	1" - 3/4"	L.H.T

THERMAL AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

MODEL	UNI 6514/87				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
CALORIE	Watt	Kcal/h	Btu/h	η	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
600	172	148	587	1.360	676	600	80	80	25	150	1	0.38	1.58
500	146	126	498	1.302	576	500	80	80	25	150	1	0.32	1.41
350	109	94	372	1.332	426	350	80	80	25	150	1	0.30	1.09

Output in Watt At at 60° C mean water to room temperature from tests carried out in department of energy Engineering. University of Genoa – Italy.

Outputs of other At calculated as follows: $Q = Qn\ (\frac{\Delta t}{60})^{\eta}$



IRANRADIATOR
گروه صنعتی ایران رادیاتور
تهران : خیابان طالقانی – نبش چهارراه بهار
شماره ۳۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ – ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ – ۸۸۱۰۸۳۷
فاکس : ۴ – ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیک : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW.IRAN-RADIATOR.COM

10 YEARS GUARANTEE

KAL . . . *Elegance . Comfort . Quality*

The KAL range Combines styling and coordinating colour to blend perfectly and elegantly with the surrounding environment , be it residential or commercial premises.

A superb example of design engineering KAL range has performance to match its refined appearance. KAL radiators have been heating and gracing properties worldwide.

Aluminum radiators thermal qualities, its imperviousness to rust, its lightness and space saving due to narrow projection off the wall allows radiators to be of exceptional effectiveness, remarkable finish and ascethetic appeal.

The superb quality of the range is ensured through a huge investment in machinery and personnel. The production process employs fully automated machinery from the initial high-pressure die-casting to the final preparation of each radiator section.

Our radiators undergo rigorous quality control at all levels of production according to norms of ISO 9002 - 2000 and are well known for their powerful design and durability.

The KAL range is suitable for use in all indirect or closed systems of forced hot water systems. It can also be used with low pressure steam systems.

Individual modular sections assembled into optimum power sizes give the KAL range flexibility matched by no other radiator. In addition to three working heights of standard range, any length can be assembled to special order to suit any size of heating space.

Pre-assembled and packed individuolly for transport in a high strength export cortons, each radiator is also sealed in plastic film which could be left in place until completion of installation.

Practical and strong packoging completes a product of unmistakable quality which rightfully possess a guarantee of 10 years as proof of absolute reliability

- A wide range of sizes and combinations for perfect integration in any setting
- Low thermal inertia for immediate response to any regulation control.
- Corrosion resistonce.
- Modular construction, onsite adaptability
- Attractive finish.
- Pressure tested to 12 bars
- Very light and easy to be handled and stocked.
- As evidence of the manufacturer's confidence in the quality of the range, they are supplied with a ten years guarantee.

OPTIONAL ACCESSORIES

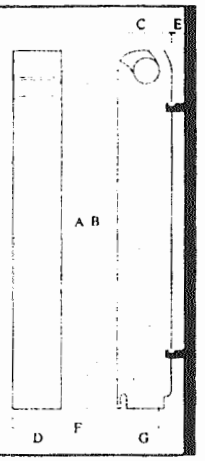
010	Rodiator Spanner	1"	
012	Joining Nipple	1"	
014	Gasket	1"	
016	Wall Bracket		
018	Air Vent		
019	Air Vent Key		
020	End Plug	1"	R.H.T
021	End Plug	1"	L.H.T
024	Reducer Plug	1" - 1/2"	R.H.T
025	Reducer Plug	1" - 1/2"	L.H.T
026	Reducer Plug	1" - 1/8"	R.H.T
027	Reducer Plug	1" - 1/8"	L.H.T
028	Reducer Plug	1" - 3/4"	R.H.T
029	Reducer Plug	1" - 3/4"	L.H.T

THERMAL AND DIMENSIONAL CHARACTERISTICS

MODEL	UNI 6514/87				A	B	C	D	E	F	G	Water content	Weight of element
KAL	Watt	Kcal/h	Btu/h	η	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Inch	Liter	Kg
600	196	169	669	1.354	679	600	100	80	25	150	1	0.51	1.94
500	171	147	584	1.357	579	500	100	80	25	150	1	0.45	1.63
350	127	109	433	1.306	429	350	100	80	25	150	1	0.34	1.29

Output in Watt At at 60° C mean water to room temperature from tests carried out in department of energy Engineering. University of Genoa – Italy.

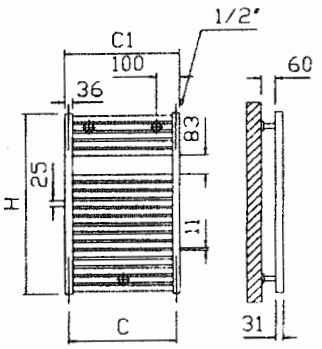
Outputs of other At calculated as follows: $Q = Qn\ (\frac{\Delta t}{60})^{\eta}$



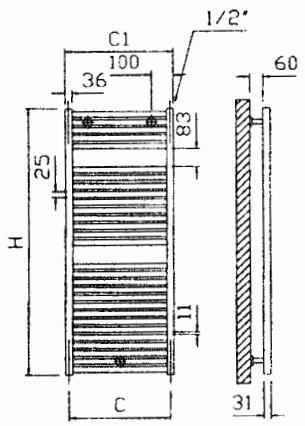
IRANRADIATOR
گروه صنعتی ایران رادیاتور
تهران : خیابان طالقانی – نبش چهارراه بهار
شماره ۲۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ – ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ – ۸۸۱۰۸۴۷
فاکس : ۳ – ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیک : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW. IRAN-RADIATOR.COM



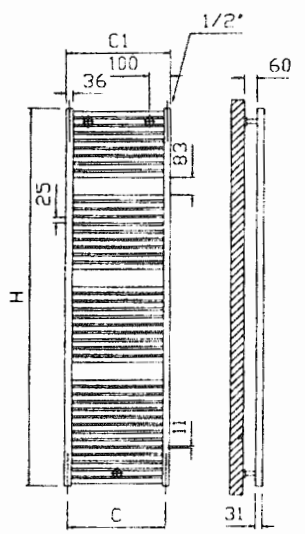
BALNEUM . . . *Elegance . Comfort . Quality*



MODEL	Height H (mm)	Distance Between Bars C (mm)	Width C1(mm)	Out put (ΔT = 60°c)		Water Content (Lit)
				Watt	Kcal / h	
80/50	770	500	531	540	464	3.4
80/55	770	550	581	585	503	3.8
80/60	770	600	631	625	538	4.1
80/75	770	750	781	755	649	5.2
80/100	770	1000	1031	970	834	7



MODEL	Height H (mm)	Distance Between Bars C (mm)	Width C1(mm)	Out put (ΔT = 60°c)		Water Content (Lit)
				Watt	Kcal / h	
120/50	1202	500	531	775	667	5.2
120/55	1202	550	581	815	701	5.8
120/60	1202	600	631	875	753	6.3
120/75	1202	750	781	1045	899	8
120/100	1202	1000	1031	1560	1342	10.8



MODEL	Height H (mm)	Distance Between Bars C (mm)	Width C1(mm)	Out put (ΔT = 60°c)		Water Content (Lit)
				Watt	Kcal / h	
180/50	1778	500	531	1370	1178	7.7
180/55	1778	550	581	1495	1286	8.5
180/60	1778	600	631	1625	1398	9.4
180/75	1778	750	781	2000	1720	11.9
180/100	1778	1000	1031	2630	2262	16

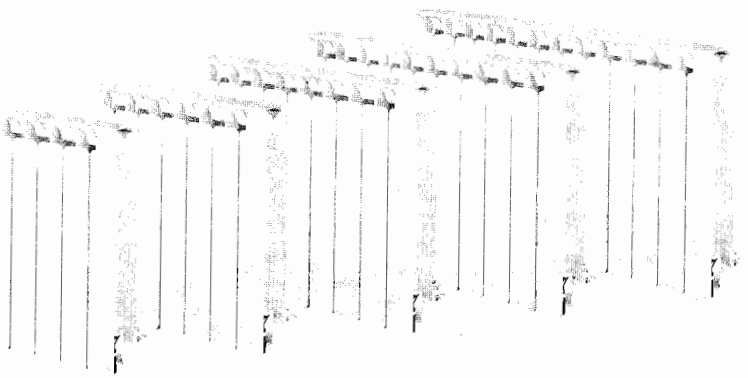
An exciting new concept in Towel Warmers, the BALNEUM combines an extremely high heat output with a unit that allows great flexibility in design. From the small units, which are ideal for mounting on a wall at the end of the bath or shower, to the largest, which can be used as a central design feature, such as a room divider, the BALNEUM range offers vast scope for incorporating a unique feature into your bathroom or kitchen.

Available in a tough, hard wearing, white Polyester powder coat stove enamelled gloss finish as standard.

- A wide range of sizes for perfect integration in any setting.
- Low thermal inertia for immediate response to any regulation control.
- Corrosion resistance.
- Attractive finish.
- Pressure tested to 6 bars.
- Very light and easy to be handled and stocked.

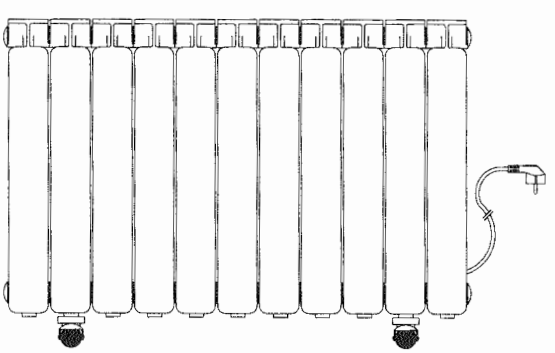
IRANRADIATOR
گروه صنعتی ایران رادیاتور
تهران : خیابان طالقانی - نبش چهارراه بهار
شماره ۴۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ - ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ - ۸۸۱۰۸۳۷
فاکس : ۴ - ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیک : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW. IRAN-RADIATOR.COM

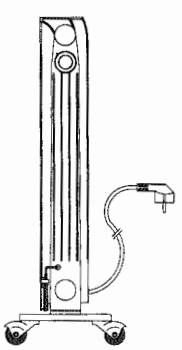
10 YEARS GUARANTEE



مشخصات فنی و ظرفیت گرمایشی

مدل	مشخصات برق و کنترل					ابعاد mm			ابعاد با چرخ mm		وزن
	W	Kcal/h	V	Hz	ترموستات گرمایش	ترموستات اطمینان	طول	ارتفاع	عرض	ارتفاع	عرض
											Kg
E 6	۶۰۰	۵۱۶	۲۳۰	۵۰	*	*	۴۱۵	۵۸۵	۹۵	۶۶۰	۱۸۵	۱۲/۴
E 9	۹۰۰	۷۷۴	۲۳۰	۵۰	*	*	۵۷۰	۵۸۵	۹۵	۶۶۰	۱۸۵	۱۷/۲
E 12	۱۲۰۰	۱۰۳۲	۲۳۰	۵۰	*	*	۷۲۵	۵۸۵	۹۵	۶۶۰	۱۸۵	۲۲/۰
E 15	۱۵۰۰	۱۲۹۰	۲۳۰	۵۰	*	*	۸۸۰	۵۸۵	۹۵	۶۶۰	۱۸۵	۲۶/۸
E 18	۱۸۰۰	۱۵۴۸	۲۳۰	۵۰	*	*	۱۰۳۵	۵۸۵	۹۵	۶۶۰	۱۸۵	۳۱/۶

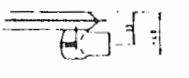
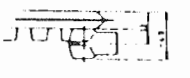
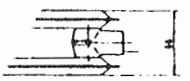
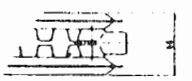




ایران رادیاتور
IRANRADIATOR
گروه صنعتی ایران رادیاتور
تهران : خیابان طالقانی – نبش چهارراه بهار
شماره ۴۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ – ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ – ۸۸۱۰۸۴۷
فاکس : ۴ – ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیک : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW. IRAN-RADIATOR.COM



رادیاتور فولادی پانل ساخت شرکت صنعتی آژیر

Model		 SINGLE			 SINGLE CONVECTOR			 DOUBLE			 DOUBLE CONVECTOR		
Height	Length	H.surface	Heat Emission		H.surface	Heat Emission		H.surface	Heat Emission		H.surface	Heat Emission	
mm	mm	m²	Watts/h	kcal/h	m²	Watts/h	kcal/h	m²	Watts/h	kcal/h	m²	Watts/h	kcal/h
Height 400 mm	800	.74	357	307	1.09	564	485	1.48	714	614	2.18	1127	970
	1000	.93	516	444	1.37	782	672	1.86	1033	888	2.74	1564	1345
	1200	1.11	601	516	1.63	910	783	2.22	1202	1033	3.26	1820	1565
	1400	1.30	731	629	1.92	1104	949	2.60	1462	1257	3.84	2208	1898
	1600	1.48	835	718	2.19	1262	1085	2.96	1670	1436	4.38	2524	2170
	1800	1.67	932	802	2.47	1407	1210	3.34	1864	1604	4.94	2814	2420
	2000	1.85	1044	898	2.74	1579	1358	3.70	2068	1796	5.48	3158	2716
	2200	2.05	1124	967	3.02	1699	1461	4.09	2248	1933	6.04	3398	2922
	2400	2.23	1253	1077	3.29	1895	1630	4.46	2506	2154	6.58	3980	3260
	2600	2.42	1345	1156	3.57	2033	1748	4.84	2690	2313	7.14	4086	3496
Height 500 mm	800	.93	415	357	1.28	654	562	1.85	830	714	2.58	1308	1124
	1000	1.16	600	516	1.60	907	780	2.32	1200	1032	3.20	1814	1560
	1200	1.39	698	600	1.92	1056	908	2.78	1396	1200	3.84	2112	1816
	1400	1.62	842	724	2.24	1281	1102	3.25	1698	1448	4.48	2563	2204
	1600	1.86	970	834	2.57	1464	1259	3.71	1970	1668	5.14	2929	2518
	1800	2.09	1082	931	2.89	1632	1403	4.18	2164	1862	5.78	3264	2806
	2000	2.32	1213	1043	3.21	1832	1575	4.64	2426	2086	6.42	3664	3151
	2200	2.55	1306	1123	3.52	1971	1695	5.10	2612	2246	7.04	3943	3390
	2400	2.78	1455	1251	3.87	2198	1890	5.57	2910	2502	7.68	4396	3781
	2600	3.02	1562	1343	4.17	2359	2028	6.03	3124	2687	8.34	4718	4057
Height 600 mm	800	1.11	482	414	1.70	733	631	2.22	963	829	3.40	1468	1263
	1000	1.39	695	598	2.13	1016	874	2.78	1391	1196	4.26	2032	1748
	1200	1.67	810	697	2.56	1183	1017	3.34	1621	1393	5.12	2366	2034
	1400	1.94	985	847	2.96	1435	1234	3.89	1970	1694	5.92	2870	2468
	1600	2.23	1125	968	3.41	1640	1411	4.45	2251	1936	6.82	3280	2821
	1800	2.50	1255	1079	3.83	1828	1572	5.00	2510	2157	7.66	3656	3145
	2000	2.78	1407	1210	4.26	2052	1765	5.56	2814	2420	8.52	4105	3530
	2200	3.06	1515	1303	4.68	2206	1899	6.12	3030	2608	9.36	4417	3799
	2400	3.34	1688	1452	5.11	2462	2117	6.67	3377	2905	10.22	4924	4234
	2600	3.62	1812	1558	5.54	2642	2272	7.23	3624	3167	11.08	5285	4544
Height 700 mm	800	1.29	655	563	1.88	910	782	2.58	1310	1125	3.76	1820	1565
	1000	1.61	818	703	2.35	1137	977	3.23	1635	1405	4.70	2275	1955
	1200	1.94	980	843	2.83	1366	1175	3.87	1961	1686	5.64	2733	2350
	1400	2.26	1144	984	3.29	1592	1369	4.52	2289	1967	6.59	3184	2738
	1600	2.58	1307	1124	3.76	1820	1565	5.16	2614	2248	7.52	3640	3130
	1800	2.90	1470	1264	4.23	2047	1760	5.81	2940	2529	8.46	4095	3520
	2000	3.23	1634	1405	4.71	2280	1960	6.45	3268	2810	9.41	4559	3920
	2200	3.55	1798	1548	5.17	2502	2151	7.10	3596	3091	10.35	5004	4302
	2400	3.87	1961	1686	5.64	2730	2347	7.74	3922	3372	11.28	5460	4694
	2600	4.19	2125	1827	6.11	2957	2543	8.39	4250	3653	12.22	5915	5081

بازده‌های حرارتی طبق نتیجه آزمایشات دانشگاه تهران، دانشکده فنی مورخ ۷۱/۳/۱۱ شماره ۶۱۳/۴۳۸ تنظیم گردیده است

Heat emissions are the result of tests carried out by the University of Tehran, Technical Dept. dated 1/6/1992, Ref. 613/438.

(INDUSTRIAL Co.) AJIR آژیر (شرکت صنعتی سهامی خاص)

دفتر: میدان ولی عصر، بلوار کریم خان، شماره ۳۱۴ تلفن: ۶۴۱۶۵۸۵ - ۶۴۱۳۶۹۳ فاکس: ۶۴۱۶۵۸۵ تلکس: ۲۱۵۵۷۴ آژیر ایران

کارخانه: کیلومتر ۱۲ جاده تهران - ساوه تلفن: (۶ خط) ۵۲۴۳۸۳۸ فاکس: ۵۲۴۳۷۳۷

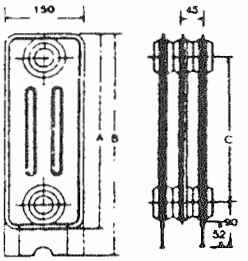
Head Office: 314 Karim Khan-e-Zand, Valie Asr Sq. Tehran - Iran Tel: 6416585 - 6413693. Fax: 6416585. Tlx: 215574 AJIR IRAN

Factory: 12Km. Tehran - Saveh Road. Tel: 5243838 (6 Line). Fax: 5243737

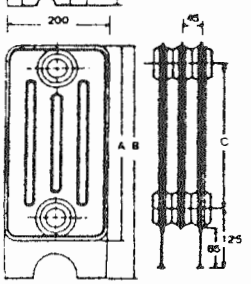
WWW.AJIR.COM

رادیاتور فولادی پره‌ای ساخت شرکت صنعتی آژیر

Model		300 × 150			500 × 150			600 × 150		
Number of section	Length mm	Heating surface m²	Heat Emission Watts/h	k cal/h	Heating surface m²	Heat Emission Watts/h	k cal/h	Heating surface m²	Heat Emission Watts/h	k cal/h
6	270	0.78	419	360	1.20	612	526	1.38	693	596
8	360	1.04	558	480	1.60	815	701	1.84	925	795
10	450	1.30	699	601	2.00	1019	876	2.30	1156	994
12	540	1.56	839	721	2.40	1222	1051	2.76	1386	1192
14	630	1.82	978	841	2.80	1426	1226	3.22	1618	1391
16	720	2.08	1116	960	3.20	1631	1402	3.68	1849	1590
18	810	2.34	1256	1081	3.60	1834	1577	4.14	2079	1788
20	900	2.60	1397	1201	4.00	2038	1752	4.60	2311	1987
22	990	2.86	1536	1321	4.40	2241	1927	5.06	2542	2186
24	1080	3.12	1676	1441	4.80	2445	2102	5.52	2774	2385
26	1170	3.38	1817	1562	5.20	2649	2278	5.98	3004	2583
28	1260	3.64	1956	1682	5.60	2853	2453	6.44	3236	2782
30	1350	3.90	2096	1802	6.00	3056	2628	6.90	3467	2981



specification		600 × 150	500 × 150	300 × 150
A = Height of element	mm	592	592	392
B = Height of element with leg	mm	750	650	450
C = Distance between tapping	mm	600	500	300
Weight	kg	2.2	1.8	1.3
Heating surface per section	m²	.23	.20	.13



specification		600 × 200	500 × 200	300 × 200
A = Height of element	mm	692	592	392
B = Height of element with leg	mm	750	650	450
C = Distance between tapping	mm	600	500	300
Weight	kg	2.8	2.4	1.6
Heating surface per section	m²	31	.26	.18

Model		300 × 200			500 × 200			600 × 200		
Number of section	Length mm	Heating surface m²	Heat Emission Watts/h	k cal/h	Heating surface m²	Heat Emission Watts/h	k cal/h	Heating surface m²	Heat Emission Watts/h	k cal/h
6	270	1.08	551	474	1.56	775	666	1.80	907	780
8	360	1.44	735	632	2.08	1032	888	2.40	1210	1040
10	450	1.80	919	790	2.60	1289	1108	3.00	1512	1300
12	540	2.16	1103	948	3.12	1546	1329	3.60	1814	1560
14	630	2.52	1286	1106	3.64	1804	1551	4.20	2117	1820
16	720	2.88	1470	1264	4.16	2061	1772	4.80	2419	2080
18	810	3.24	1654	1422	4.68	2319	1994	5.40	2721	2340
20	900	3.60	1838	1580	5.20	2576	2215	6.00	3024	2600
22	990	3.96	2021	1738	5.72	2834	2437	6.60	3326	2860
24	1080	4.32	2205	1896	6.24	3091	2658	7.20	3629	3120
26	1170	4.68	2389	2054	6.76	3349	2880	7.80	3931	3380
28	1260	5.04	2573	2212	7.28	3606	3101	8.40	4233	3640
30	1350	5.40	2756	2370	7.80	3865	3323	9.00	4538	3900

(INDUSTRIAL Co.) AJIR آژیر (شرکت صنعتی سهامی خاص)

دفتر : میدان ولی عصر، بلوار کریم خان، شماره ۳۱۴ تلفن : ۶۴۱۶۵۸۵ - ۶۴۱۳۶۹۳ فاکس : ۶۴۱۶۵۸۵ تلکس : ۲۱۵۵۷۴ آژیر ایران

کارخانه : کیلومتر ۱۲ جاده تهران - ساوه تلفن : (۶ خط) ۵۲۴۳۸۳۸ فاکس : ۵۲۴۳۷۳۷

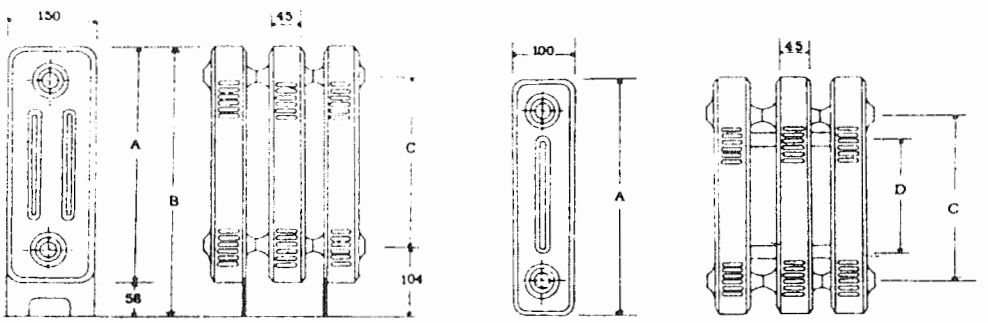
Head Office : 314 Karim Khan-e-Zand, Valie Asr Sq. Tehran - Iran Tel: 6416585 - 6413693. Fax: 6416585. Tlx: 215574 AJIR IRAN

Factory: 12Km. Tehran - Saveh Road. Tel. 5243838 (6 Line). Fax: 5243737

WWW.AJIR.COM

رادیاتور فولادی پره‌ای مدل رادیانت ساخت شرکت صنعتی آژیر

Model		Radiant 500 x 100			Radiant 500 x 150			Radiant 600 x 150		
Numberof Section	Length mm	Heating surface m^2	Heat Emission Watts/h	Heat Emission kcal/h	Heating surface m^2	Heat Emission Watts/h	Heat Emission kcal/h	Heating surface m^2	Heat Emission watts/h	Heat Emission kcal/h
8	360	1.39	633	544	1.84	856	736	2.08	967	832
12	540	2.09	949	816	2.76	1284	1104	3.12	1451	1248
16	720	2.78	1265	1088	3.68	1712	1472	4.16	1935	1664
20	900	3.48	1581	1360	4.60	2140	1840	5.20	2419	2080
24	1080	4.18	1898	1632	5.52	2567	2208	6.24	2902	2496
28	1260	4.87	2214	1904	6.44	2995	2576	7.28	3386	2912



Model Radiant				
specification		500x100	500 x 150	600 x 150
A = Height of element	mm	592	592	692
B = Height of element with leg	mm	-	650	750
C = Distance between tapping	mm	500	500	600
D = Distance between fixtures	mm	400	-	-
Weight	kg	1.4	2.0	2.4
Heating surface per section	m^2	0.17	0.23	0.26

بازده های حرارتی طبق نتیجه آزمایشات دانشگاه تهران، دانشکده فنی مورخ ۷۲/۱۲/۱۸ شماره ۶۱۳/۲۱۵۹۶ تنظیم گردیده است.

Heat emissions are the result of tests carried by the University of Tehran, Technical Dept. dated 9/3/94, Ref. 613/21596.

(INDUSTRIAL Co.) AJIR آژیر (شرکت صنعتی سهامی خاص)

دفتر : میدان ولی عصر، بلوار کریم خان، شماره ۳۱۴ تلفن : ۶۴۱۶۵۸۵ - ۶۴۱۳۶۹۳ فاکس : ۶۴۱۶۵۸۵ تلکس : ۲۱۵۵۷۴ آژیر ایران

کارخانه کیلومتر ۱۲ جاده تهران - ساوه تلفن : (۶ خط) ۵۲۴۳۸۳۸ فاکس : ۵۲۴۳۷۳۷

Head Office : 314 Karim Khan-e-Zand, Valie Asr Sq. Tehran - Iran Tel: 6416585 - 6413693 Fax: 6416585. Tlx: 215574 AJIR IRAN

Factory: 12Km. Tehran - Saveh Road. Tel: 5243838 (6 Line). Fax: 5243737

WWW.AJIR.COM

سختی‌گیر آب مدل "CD"

سختی‌گیر CD حرارت‌گستر جوابگوی نیازهای مختلف جهت تهیه آب نرم فراوان با هزینه اندک می‌باشد. سختی‌گیرهای CD جهت بکارگیری در زمینه‌های مختلف صنعتی، آموزشی، تحقیقاتی و تجاری طراحی شده، برای تصفیه آب تغذیه دیگ بخار و مصرف در تولید مواد مختلف که آب کاملا نرم با هزینه کم مورد نیاز باشد، ایده‌آل می باشد. سختی‌گیر مدل CD حرارت‌گستر جهت استفاده در مراکز علمی، هتلها، بیمارستانها، مؤسسات و مراکز مختلف صنعتی بسیار مقرون به صرفه است.

کلیه سختی‌گیرهای مدل CD می‌توانند بصورت اتوماتیک، نیمه اتوماتیک و یا دستی باشند و همچنین بصورت دوپلکس و تریپلکس نیز عرضه گردند.

فواید عمده بکارگیری سختی‌گیر

* دیگهای بخار و آب گرم با هزینه و خرابی کمتری کار کرده، بازده بهتری خواهند داشت.
* سیستمهای تهویه مطبوع و برجهای خنک‌کن با بازده بهتری کار می‌کنند و با رسوبات آبهای سخت مسدود نمی‌شوند.
* از ایجاد رسوب آبهای سخت در سیستمهای گرمایش و لوله‌کشی‌ها جلوگیری می‌کند.
* سیستمهای لوله‌کشی با حداکثر جریان، نشت کمتر و عمر بیشتر کار می‌کنند.
* از تشکیل رسوب روی قطعات تمام شده، در فعل و انفعالات تولید مواد، عملیات آبکشی و شستشو جلوگیری می‌کند.

مزایای سختی‌گیر CD حرارت‌گستر

* **موارد مصرف مختلف:** عرضه سختی‌گیر در ۱۴ اندازه مختلف، جوابگوی نیاز مداوم اکثر مراکز صنعتی و تجاری به آب نرم می‌باشد.
* **طرزکار ساده:** تمام مراحل مختلف سختی‌گیری توسط یک شیر چند راهه کنترل می‌گردد.
* **نصب آسان:** سختی‌گیر به صورت کامل، آماده اتصال به سیستم آب ورودی، تخلیه و خطوط برق عرضه می‌گردد.
* **ظرفیت بالا:** رزین سختی‌گیر از نوع کاتیونی قوی می‌باشد که علاوه بر حذف سختی، آهن محلول در آب را نیز جدا می‌سازد.
* **ارتفاع کم:** بااستفاده از سیستم عدسی دوبل در کف و استرینر در بالا، ارتفاع دستگاه به حداقل ممکن تقلیل داده شده است.
* **افت فشار کم:** استرینرهای کف سختی‌گیراز افت فشار بالا جلوگیری می‌کنند.
* **عدم اتلاف رزین:** مجموعه استرینر بالا از اتلاف رزین در هنگام شستشوی معکوس جلوگیری می‌کند.
* **دسترسی آسان:** دریچه آدم رو به ابعاد ۱۵×۱۱ اینچ و دریچه دست رو به ابعاد ۸×۶ اینچ دستیابی به تمام قسمتهای داخل دستگاه را آسان می‌کنند.

مشخصات فنی

جداره سختی‌گیر

مخزن سختی‌گیرجهت فشار کار psig ۱۰۰ طراحی شده، از جنس فولاد کربنی یا گالوانیزه با اتصال جوش و دوسر عدسی ساخته می‌شود. مخازن با قطرهای بیش از ۲۴ اینچ دارای دریچه آدم روبه ابعاد ۱۵×۱۱ اینچ در عدسی بالا و کلیه مخازن دارای اتصالی جهت تخلیه رزین در بغل و پایه‌هایی از جنس فولاد ساختمانی می‌باشند. کلیه سختی‌گیرها از داخل با سه لایه اپوکسی مخصوص و از خارج با رنگ ضدزنگ و رنگ روغنی محافظت می‌شوند.

سیستم کف دستگاه

در قسمت تحتانی دستگاه از طرح عدسی دوبل حرارت‌گستر استفاده شده که شامل عدسی داخلی با قوسی بزرگتر از قوس عدسی خارجی می‌باشد. عدسی داخلی به نحوی به عدسی خارجی متصل شده تا فضای بین دو عدسی تا حد ممکن تقلیل یافته، در نتیجه میزان آب جهت آبکشی رزین کاهش یابد. استرینرهای مقاوم در برابر خوردگی به مجاری موجود در عدسی داخلی متصل شده تا بدون استفاده از لایه محافظ، از هدررفتن رزین جلوگیری کنند. میزان آبدهی با توجه به تعداد دیسک‌های پلاستیکی تشکیل دهنده مجموعه استرینر کنترل می‌شود که با افت فشار کم، آبدهی بالایی را ارائه می‌دهند.

سیستم احیاء

شامل مخزن آب‌نمک از جنس پلی‌اتیلن یا فولادگالوانیزه به همراه نشان دهنده آب‌نمک مصرفی و سیستم جمع‌آوری آب‌نمک می‌باشد.

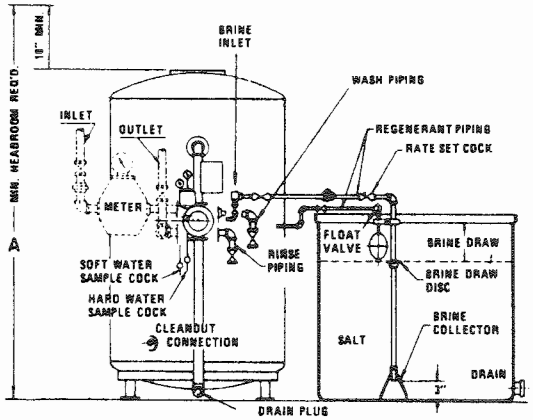
شیرها و اتصالات اصلی دستگاه

کلیه شیرها و اتصالات اصلی داخلی و خارجی روی دستگاه نصب شده، به صورت کامل عرضه می‌شوند. کلیه اتصالات خارجی از جنس فولاد گالوانیزه می‌باشند. شیر چند راهه اصلی شامل یک دیسک گردان و صفحه ثابت سوراخ‌دار می‌باشد.

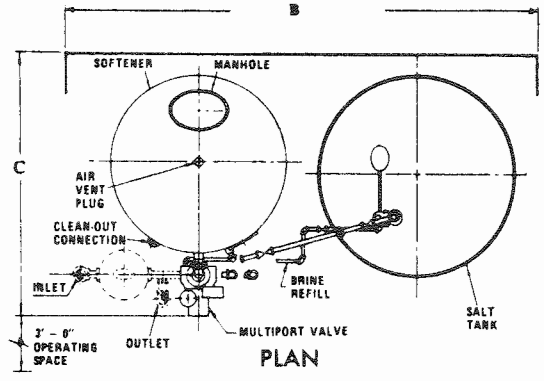
تبادل‌کننده یونی (رزین)

تبادل‌کننده یونی از نوع sulfonated styrene بوده، دارای ظرفیت حداقل ۳۵ کیلوگرین به ازاء مصرف ۱۵ پوند نمک در هر فوت مکعب رزین می‌باشد.

DESIGN DATA & DIMENSIONS
HARARAT GOSTAR "CD" SOFTENER SERIES



ELEVATION



PLAN

+ Salt Dosage at 15 lbs./cu.ft

++ At 15 Psi loss or less

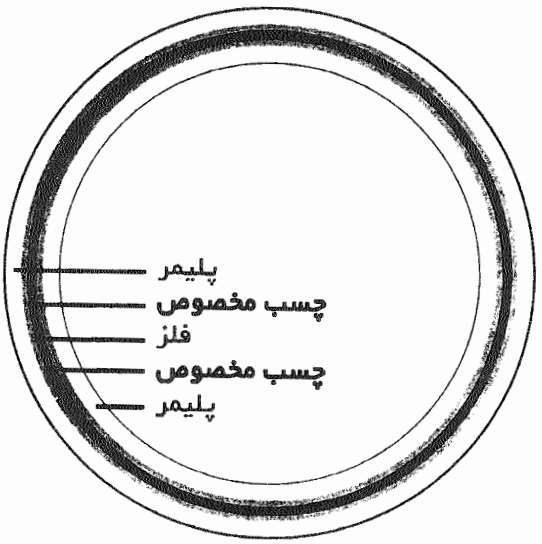
+++ At 25 Psi loss or less

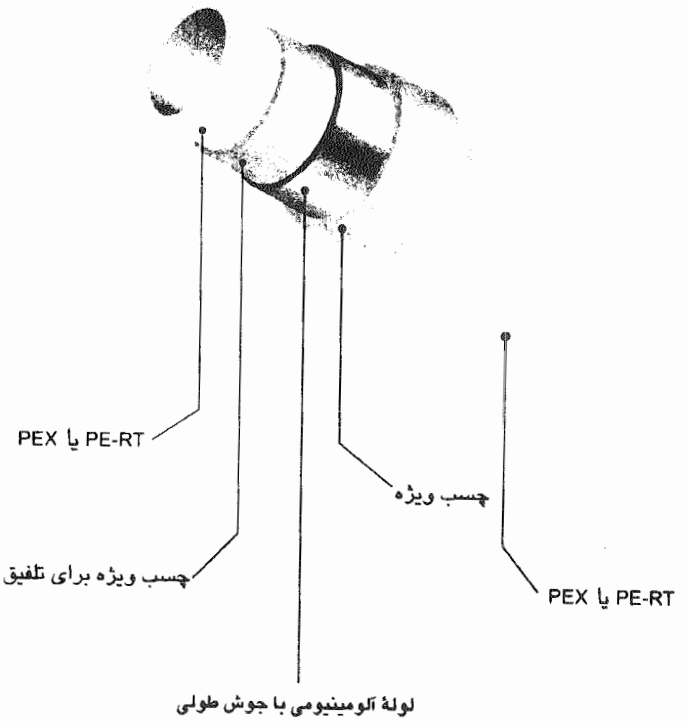
MODEL	CAPACITY+		RESIN		FLOW RATE GPM		BACK WASH RATE	MULTIPORT VALVE SIZE	SOFTENER TANK DIMENSION	SUGGESTED SALT TANK DIA. IN	SALT DOSAGE LB		SUGGESTED REQUIRED SPACE		
	MAX	MIN	MAX	MIN	SERVICE	PEAK							A	B	C
	kgr	kgr	CU.FT.	CU.FT.	++	+++	GPM	INCH	INCH	MIN/MAX	MAX	MIN	INCH	INCH	INCH
CD10	50	30	1.4	0.9	3.7	5	2	1/2	10 × 40	12/16	21	13	60	52	36
CD12	75	40	2.2	1.1	7.5	10	3	3/4	12 × 40	14/18	33	17	60	57	38
CD16	100	60	2.9	1.7	11	15	6	3/4	16 × 40	18/24	43	26	78	64	42
CD18	150	80	4.3	2.3	15	20	8	3/4	18 × 48	20/24	64	34	84	68	44
CD20	200	100	5.7	2.9	18	25	10	1.	20 × 48	24/30	86	43	84	74	48
CD24	250	150	7.2	4.3	26	35	14	1.	24 × 60	30/32	107	64	90	84	54
CD28	350	225	10	6.4	34	40	20	1.1/4	28 × 60	30/36	150	96	90	88	54
CD30A	450	275	12.8	7.9	56	75	22	1.1/4	30 × 60	36/48	194	118	113	96	60
CD30B	550	350	15.7	10	75	100	25	1.1/2	30 × 72	36/48	235	150	115	96	60
CD36	750	500	21.4	14.3	90	125	35	1.1/2	36 × 72	42/52	321	214	115	108	72
CD42	1000	650	28	18.6	110	150	48	1.1/2	42 × 72	48/66	429	279	117	120	75
CD48	1500	900	42.9	25.7	175	240	63	2.	48 × 72	52/72	643	386	118	130	81
CD54	1850	1100	52.9	31.4	190	260	80	2.	54 × 72	60/84	793	471	119	144	94
CD60	2400	1300	68.6	37.1	200	265	98	2.1/2	60 × 72	66/84	1029	557	122	155	102

دفتر مرکزی : تهران، خیابان طالقانی شرقی، شمارهٔ ۵۴۳ صندوق پستی: ۵۳۷۱-۱۵۸۷۵

تلفن : ۷۶۵۸۸۹-۷۶۵۸۹۳ تلکس : HGSR ۲۲۳۷۳۷ فاکس : ۷۶۴۵۳۱

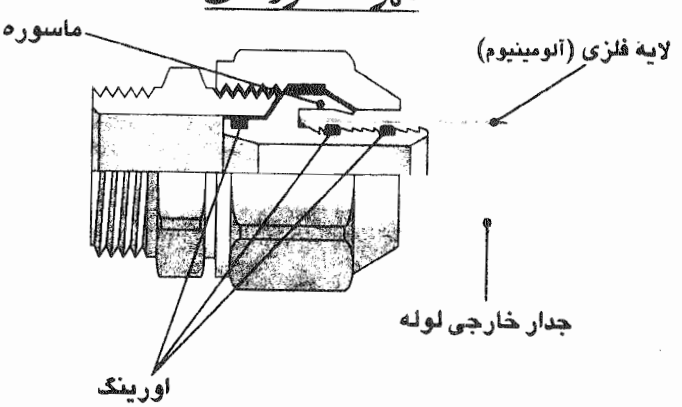
ساختار لولهٔ سوپرپایپ



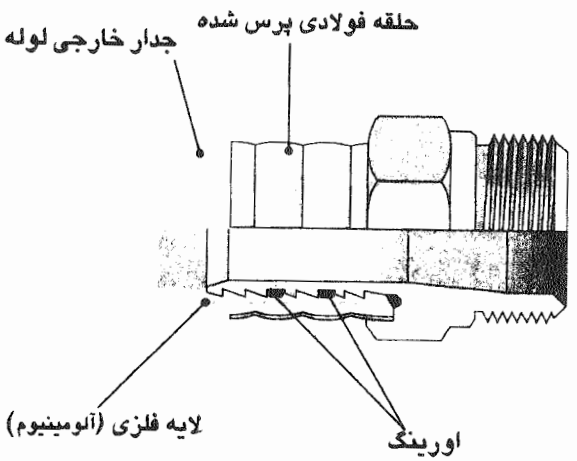


چگونگی آب بندی در اتصالات سوپرپایپ

مهره ماسوره ای

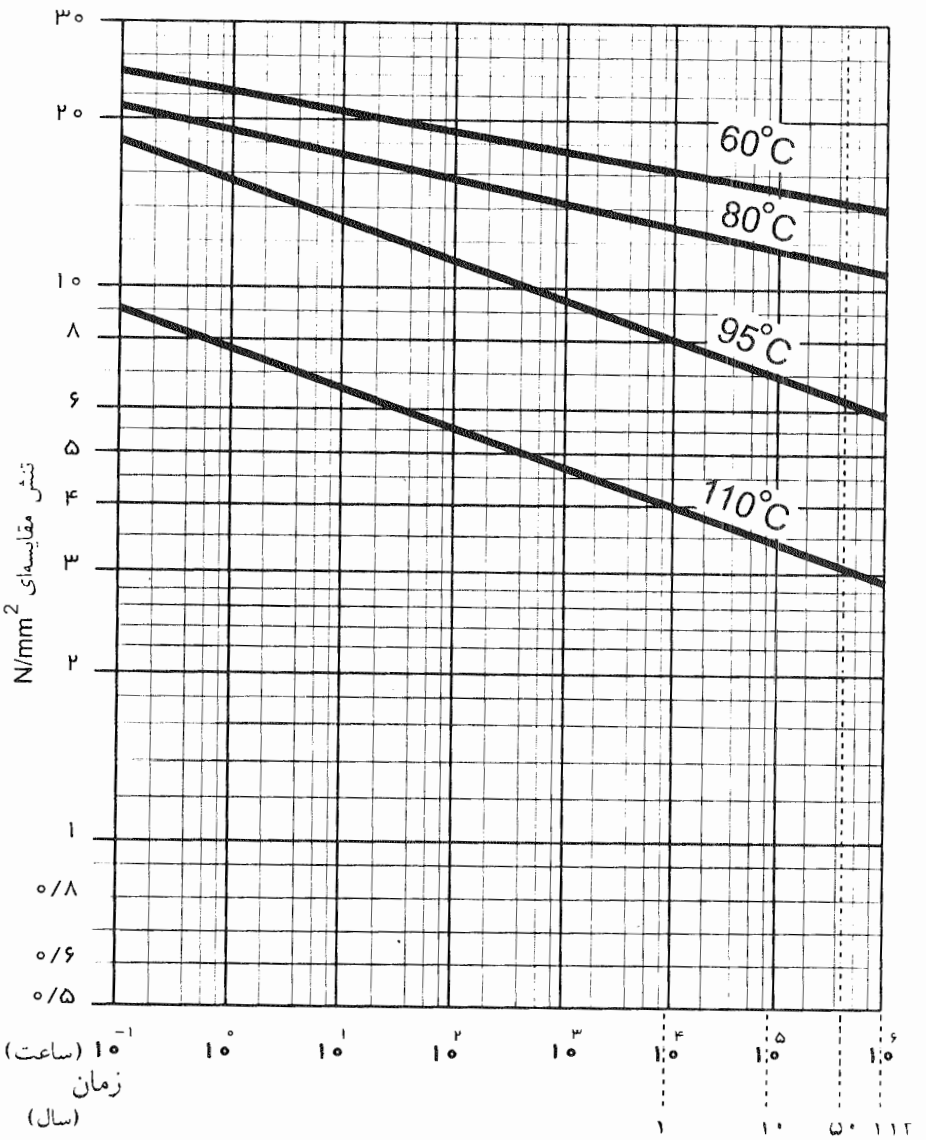


پرسی



مشخصات فنی

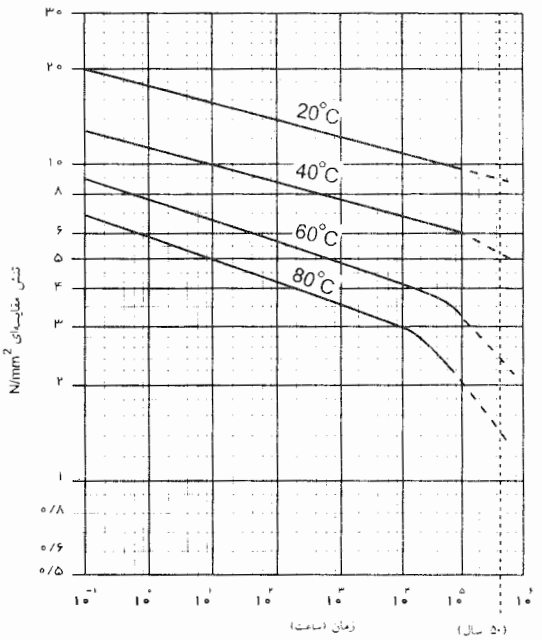
قطر خارجی لوله	14	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110
ضخامت جداره	2	2	2.25	2.5	3	4	4.5	6	7.5	8.5	10
قطر داخلی (میلیمتر)	10	12	15,5	20	26	32	41	51	60	73	90
طول کلاف(متر)	200	200	100	100	50	-	-	-	-	-	-
طول شاخه (متر)	-	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5
قطر خارجی کلاف(سانتیمتر)	80	80	100	120	120	-	-	-	-	-	-
وزن بر متر طول (گرم بر متر)	93	120	164	222	325	508	742	1242	1780	2556	3624
وزن با آب ۱۰ درجه سانتیگراد (گرم بر متر)	170	231	351	535	862	1320	2072	3285	4600	6741	9986
وزن کلاف (کیلو گرم)	18,6	21,8	15,8	21,5	16,3	2.54	3.71	6.21	8.90	12.78	18.12
حجم آب در طول لوله (لیتر بر متر)	0,078	0,113	0,190	0,314	0,531	0,803	1,320	2,042	2,825	4.185	6.362
زبری (میلیمتر)	0,0004										
ضریب انتقال حرارت (w/mk)	0,40										
ضریب انبساط طولی (m/mk)	25×10^{-6}										
درجه حرارت کاری (حداکثردر کارکرد بلندمدت-درجه سانتیگراد)	95 °C										
درجه حرارت کاری (حداکثردر کارکرد کوتاه‌مدت-درجه سانتیگراد)	110 °C										
فشار کاری بلندمدت (Bar)	10 bar										
فشار اسمی (Bar)	80 (حد گسیختگی 93)										
حداقل شعاع خم با دست (میلیمتر)	6xd=85	7xd=110	9xd=180	12xd=300	-	-	-	-	-	-	-
حداقل شعاع خم با فنر (میلیمتر)	5xd=70	5xd=80	5xd=100	6xd=150	-	-	-	-	-	-	-
حداقل شعاع خم با خم کن (میلیمتر)	55	60	105	105	-	-	-	-	-	-	-



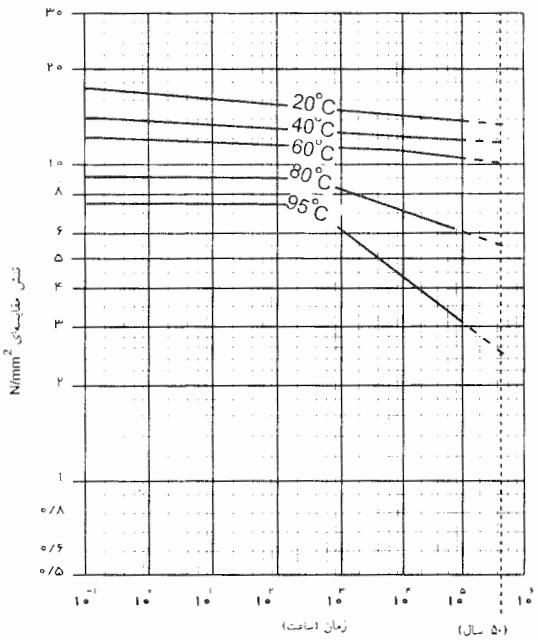
$$P = \frac{20 \times \sigma \times t_{min}}{d - t_{min}}$$

t_{min}	mm	حداقل ضخامت دیواره
d	mm	قطر بیرونی
P	bar	فشار داخل لوله
σ	N/mm²	تنش مقایسه ای

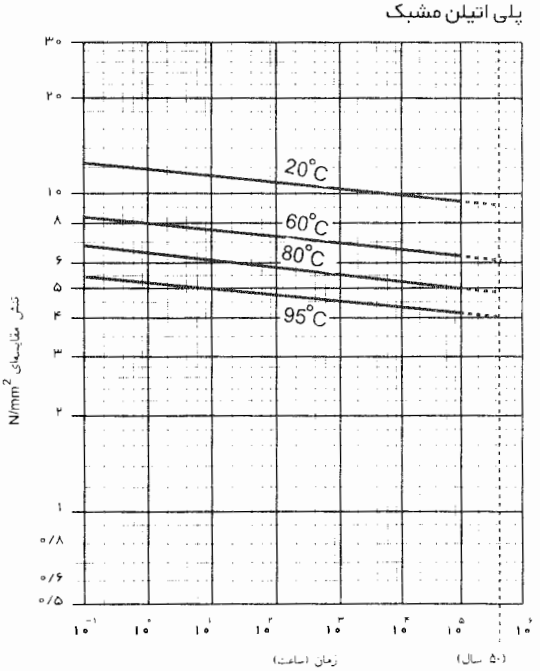
پلی پروپیلن



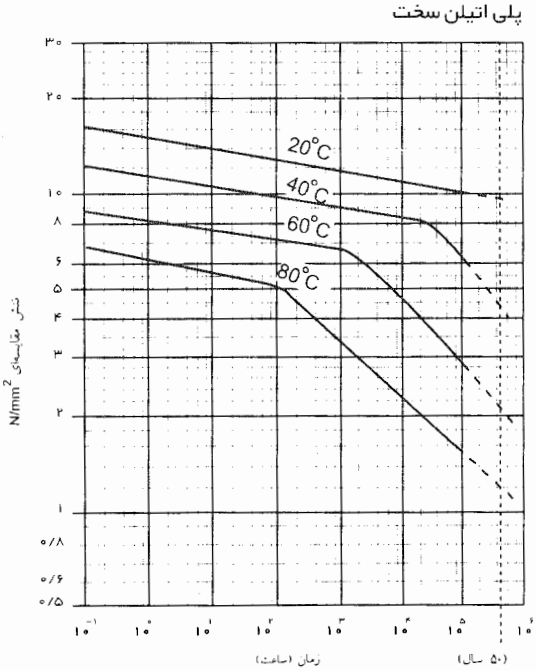
پلی بوتیلن



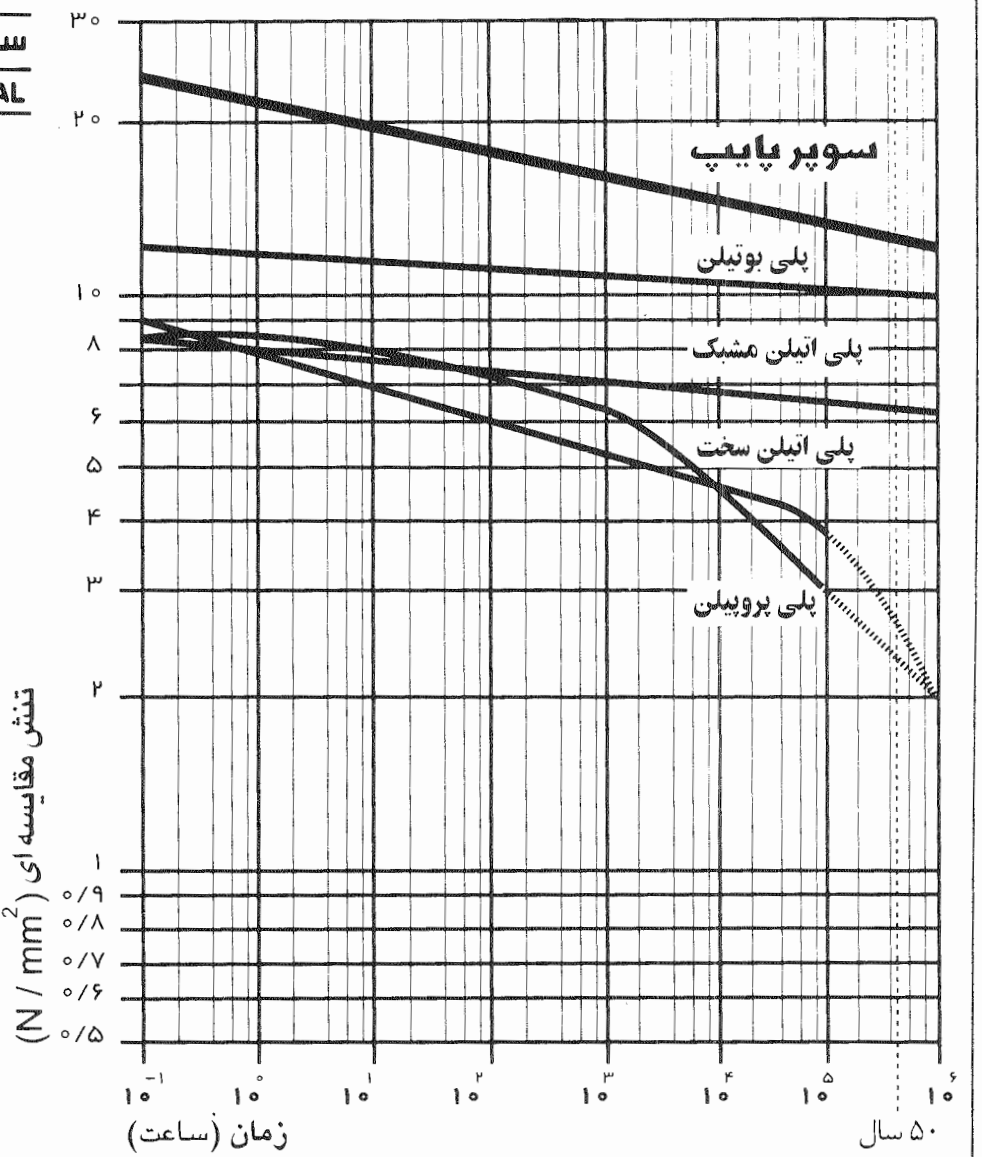
پلی اتیلن مشبک



پلی اتیلن سخت



سوپر پایپ اینترناشنال (سهامی خاص)
SUPERPIPE INTERNATIONAL



مقایسه قابلیت اطمینان لوله‌های مختلف در دمای $60^{\circ}C$

دفتر مرکزی و کارخانه
منطقه آزاد قشم، شهرک صنعتی طولا
فاکس: ۴۴۲۲(۰۷۶۳۵۴۴)
تلفن: ۴-۴۲۴۲(۰۷۶۳۵۴۴)
دفتر هماهنگی تهران:
تهران، خیابان آپادانا، خیابان گلشن، شماره ۱۳
صندوق پستی: ۴۱۹۱-۱۵۸۷۵
تلفن: ۸۷۵۶۱۶۹، فاکس: ۸۷۳۱۱۵۹
پست الکترونیک: info@superpipe.com
اینترنت: www.superpipe.com

سوپر پایپ اینترناشنال (سهامی خاص)
SUPERPIPE INTERNATIONAL

SIZE OF SUPERPIPE IN SUPPLY HOT AND COLD WATER SYSTEMS

FLASH TANK

Fixture Unit	5	8	16	28	50	110	225	305
GPM	4.5	7	11	18	28	45	70	96
Size of superpipe	16	20	25	32	40	50	63	75

FLASH VALVE

Fixture Unit	10	38	110	225
GPM	25	45	70	96
Size of superpipe	40	50	63	75

All data based on maximum water velocity at 7 fps.

ECONOMICAL INSULATION THICKNESS FOR SUPERPIPE

Type of insulation:PE foam
Thermal conductivity: 0.042 w/mk
Thermal conductivity of Superpipe: 0.4 w/mk

Size of superpipe	16	20	25	32
Inner diameter of superpipe	12	15.5	20	26
Thickness of insulation (mm)	10	10	15	15

Size of superpipe	40	50	63	75
Inner diameter of superpipe	32	41	51	60
Thickness of insulation (mm)	25	30	40	45

For pipes in wall and ceilling ducts,in the crossing sector of pipelines,at pipe connection, at central pipe system distributors use 50% of requirements mentioned in above.

FRICTION LOSS OF WATER IN SUPERPIPE

FOR SUPPLY WATER AND COOLING SYSTEMS

Medium water Temperature, 10^0 C

سوپر پایپ انترناشنال (مساهمة)
SUPERPIPE INTERNATIONAL

OD=16
ID=12

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
0.2	0.013	0.24	0.002	0.37	0.11
0.3	0.019	0.72	0.007	0.55	0.17
0.4	0.025	1.21	0.012	0.73	0.22
0.5	0.032	1.69	0.017	0.92	0.28
0.6	0.038	2.18	0.022	1.10	0.33
0.7	0.044	2.66	0.027	1.28	0.39
0.8	0.050	3.15	0.032	1.46	0.45
0.9	0.057	3.63	0.037	1.65	0.50
1	0.063	4.95	0.050	1.83	0.56
1.1	0.069	5.10	0.051	2.01	0.61
1.2	0.076	6.54	0.066	2.20	0.67
1.3	0.082	7.97	0.080	2.38	0.73
1.4	0.088	9.40	0.095	2.56	0.78
1.5	0.095	10.84	0.109	2.75	0.84
1.6	0.101	12.27	0.124	2.93	0.89
1.7	0.107	13.70	0.138	3.11	0.95
1.8	0.114	15.14	0.152	3.29	1.00
1.9	0.120	16.57	0.167	3.48	1.06
2	0.126	18.00	0.181	3.66	1.12
2.5	0.158	25.17	0.254	4.59	1.40
3	0.189	33.15	0.334	5.49	1.67
3.5	0.221	46.34	0.467	6.41	1.95
4	0.252	55.05	0.555	7.32	2.23
4.5	0.284	63.76	0.642	8.24	2.51
5	0.315	84.71	0.853	9.15	2.79
5.5	0.347	95.38	0.961	10.07	3.07
6	0.379	106.05	1.068	10.98	3.35
6.5	0.410	116.73	1.176	11.90	3.63
7	0.442	145.40	1.465	12.83	3.91
7.5	0.473	165.84	1.671	13.75	4.19
8	0.505	186.27	1.877	14.67	4.47
9	0.568	227.13	2.288	16.47	5.02
10	0.631	268.00	2.700	18.30	5.58

OD=20
ID=15.5

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
USgpm	l/s	ft/100ft	m H20/m	ft/sec	m/s
0.2	0.013	0.10	0.001	0.22	0.07
0.3	0.019	0.21	0.002	0.33	0.10
0.4	0.025	0.32	0.003	0.44	0.13
0.5	0.032	0.43	0.004	0.55	0.17
0.6	0.038	0.53	0.005	0.66	0.20
0.7	0.044	0.80	0.008	0.77	0.23
0.8	0.050	1.03	0.010	0.88	0.27
0.9	0.057	1.25	0.013	0.99	0.30
1	0.063	1.47	0.015	1.10	0.33
1.1	0.069	1.69	0.017	1.21	0.37
1.2	0.076	1.92	0.019	1.32	0.40
1.3	0.082	2.28	0.023	1.43	0.43
1.4	0.088	2.60	0.026	1.54	0.47
1.5	0.095	3.19	0.032	1.65	0.50
1.6	0.101	3.47	0.035	1.77	0.54
1.8	0.114	4.03	0.041	1.97	0.60
2	0.126	4.59	0.046	2.19	0.67
2.2	0.139	5.15	0.052	2.41	0.74
2.4	0.151	5.72	0.058	2.63	0.80
2.6	0.164	7.17	0.072	2.85	0.87
2.8	0.177	8.57	0.086	3.07	0.94
3	0.189	9.97	0.100	3.29	1.00
3.5	0.221	13.47	0.136	3.84	1.17
4	0.252	16.97	0.171	4.39	1.34
4.5	0.284	20.47	0.206	4.95	1.51
5	0.315	23.97	0.241	5.49	1.67
5.5	0.347	27.47	0.277	6.03	1.84
6	0.379	30.97	0.312	6.58	2.01
6.5	0.410	37.41	0.377	7.13	2.17
7	0.442	43.10	0.434	7.68	2.34
7.5	0.473	48.80	0.492	8.23	2.51
8	0.505	54.50	0.549	8.79	2.68
8.5	0.536	60.20	0.607	9.32	2.84
9	0.568	65.90	0.664	9.87	3.01
9.5	0.599	71.60	0.721	10.42	3.18
10	0.631	77.30	0.779	10.99	3.35
11	0.694	95.29	0.960	12.07	3.68
12	0.757	110.22	1.110	13.16	4.01
13	0.820	125.15	1.261	14.26	4.35
14	0.883	148.09	1.492	15.36	4.68
15	0.946	165.63	1.669	16.46	5.02
16	1.009	183.17	1.845	17.55	5.35
17	1.073	200.71	2.022	18.67	5.69
18	1.136	229.18	2.309	19.75	6.02
19	1.199	255.61	2.575	20.87	6.36
20	1.262	282.05	2.842	21.94	6.69

OD=25
ID=20

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
USgpm	l/s	ft/100ft	m H20/m	ft/sec	m/s
0.5	0.032	0.13	0.001	0.33	0.10
0.6	0.038	0.19	0.002	0.40	0.12
0.7	0.044	0.24	0.002	0.46	0.14
0.8	0.050	0.31	0.003	0.53	0.16
0.9	0.057	0.37	0.004	0.59	0.18
1	0.063	0.44	0.004	0.66	0.20
1.1	0.069	0.50	0.005	0.72	0.22
1.2	0.076	0.56	0.006	0.79	0.24
1.3	0.082	0.70	0.007	0.86	0.26
1.4	0.088	0.77	0.008	0.92	0.28
1.5	0.095	0.85	0.009	0.99	0.30
1.6	0.101	1.15	0.012	1.05	0.32
1.8	0.114	1.37	0.014	1.19	0.36
2	0.126	1.60	0.016	1.32	0.40
2.2	0.139	1.82	0.018	1.45	0.44
2.4	0.151	2.04	0.021	1.58	0.48
2.6	0.164	2.27	0.023	1.71	0.52
2.8	0.177	2.49	0.025	1.85	0.56
3	0.189	2.71	0.027	1.98	0.60
3.5	0.221	3.27	0.033	2.31	0.70
4	0.252	3.83	0.039	2.64	0.80
4.5	0.284	4.39	0.044	2.97	0.90
5	0.315	4.95	0.050	3.29	1.00
5.5	0.347	5.51	0.056	3.64	1.11
6	0.379	9.69	0.098	3.95	1.21
6.5	0.410	11.31	0.114	4.28	1.31
7	0.442	12.92	0.130	4.61	1.41
7.5	0.473	14.54	0.147	4.94	1.51
8	0.505	16.16	0.163	5.27	1.61
8.5	0.536	17.78	0.179	5.60	1.71
9	0.568	19.39	0.195	5.93	1.81
9.5	0.599	21.01	0.212	6.26	1.91
10	0.631	22.63	0.228	6.59	2.01
11	0.694	25.86	0.261	7.25	2.21
12	0.757	32.84	0.331	7.91	2.41
13	0.820	38.05	0.383	8.57	2.61
14	0.883	43.25	0.436	9.23	2.81
15	0.946	48.48	0.488	9.88	3.01
16	1.009	53.65	0.541	10.56	3.22
17	1.073	58.86	0.593	11.22	3.42
18	1.136	68.83	0.693	11.86	3.62
19	1.199	75.05	0.756	12.52	3.82
20	1.262	81.26	0.819	13.18	4.02
22	1.388	93.69	0.944	14.50	4.42
24	1.514	106.12	1.069	15.81	4.82
26	1.640	130.47	1.314	17.13	5.22
28	1.767	148.86	1.500	18.47	5.63
30	1.893	168.65	1.699	19.77	6.03

سوپر پایپ اینترنشنال (پرائیویٹ) لمیٹڈ
SUPERPIPE INTERNATIONAL

FRICTION LOSS OF WATER IN SUPERPIPE
FOR SUPPLY WATER AND COOLING SYSTEMS
Medium water Temperature, 10° C

OD=32
ID=26

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
USgpm	l/s	ft/100ft	m H20/m	ft/sec	m/s
2	0.126	0.50	0.005	0.78	0.24
2.5	0.158	0.79	0.008	0.97	0.30
3	0.189	0.85	0.009	1.17	0.36
3.5	0.221	1.35	0.014	1.36	0.42
4	0.252	1.63	0.016	1.56	0.48
4.5	0.284	1.91	0.019	1.77	0.54
5	0.315	2.30	0.023	1.95	0.59
5.5	0.347	2.64	0.027	2.14	0.65
6	0.379	2.97	0.030	2.34	0.71
6.5	0.410	3.31	0.033	2.53	0.77
7	0.442	3.64	0.037	2.73	0.83
7.5	0.473	3.98	0.040	2.92	0.89
8	0.505	4.31	0.043	3.12	0.95
8.5	0.536	4.65	0.047	3.31	1.01
9	0.568	4.98	0.050	3.51	1.07
9.5	0.599	5.15	0.052	3.70	1.13
10	0.631	5.89	0.059	3.90	1.19
11	0.694	6.33	0.064	4.29	1.31
12	0.757	8.82	0.089	4.68	1.43
13	0.820	10.84	0.109	5.07	1.55
14	0.883	11.75	0.118	5.46	1.66
15	0.946	14.02	0.141	5.85	1.78
16	1.009	15.61	0.157	6.24	1.90
17	1.073	17.19	0.173	6.63	2.02
18	1.136	18.78	0.189	7.02	2.14
19	1.199	20.36	0.205	7.41	2.26
20	1.262	21.95	0.221	7.80	2.38
22	1.388	27.63	0.278	8.60	2.62
24	1.514	32.12	0.324	9.36	2.85
26	1.640	36.62	0.369	10.14	3.09
28	1.767	41.11	0.414	10.92	3.33
30	1.893	48.02	0.484	11.70	3.57
32	2.019	53.94	0.543	12.50	3.81
34	2.145	59.88	0.603	13.26	4.04
36	2.271	65.81	0.663	14.04	4.28
38	2.397	71.73	0.723	14.82	4.52
40	2.524	77.66	0.782	15.62	4.76

OD=40
ID=32

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
USgpm	l/s	ft/100ft	m H20/m	ft/sec	m/s
3	0.189	0.24	0.002	0.77	0.24
3.5	0.221	0.38	0.004	0.90	0.27
4	0.252	0.55	0.005	1.03	0.31
4.5	0.284	0.69	0.007	1.16	0.35
5	0.315	0.74	0.007	1.28	0.39
5.5	0.347	0.97	0.010	1.42	0.43
6	0.379	1.11	0.011	1.54	0.47
6.5	0.410	1.25	0.013	1.67	0.51
7	0.442	1.43	0.014	1.80	0.55
7.5	0.473	1.54	0.016	1.93	0.59
8	0.505	1.75	0.018	2.06	0.63
8.5	0.536	1.96	0.020	2.19	0.67
9	0.568	2.12	0.021	2.32	0.71
9.5	0.599	2.38	0.024	2.45	0.75
10	0.631	2.59	0.026	2.57	0.78
10.5	0.662	2.80	0.028	2.70	0.82
11	0.694	2.81	0.028	2.83	0.86
11.5	0.726	3.22	0.032	2.96	0.90
12	0.757	3.43	0.035	3.09	0.94
12.5	0.789	3.72	0.037	3.22	0.98
13	0.820	4.00	0.040	3.33	1.02
14	0.883	4.27	0.043	3.60	1.10
15	0.946	5.27	0.053	3.87	1.18
16	1.009	5.91	0.060	4.12	1.26
17	1.073	6.55	0.066	4.37	1.33
18	1.136	7.18	0.072	4.63	1.41
19	1.199	7.82	0.079	4.89	1.49
20	1.262	8.46	0.085	5.15	1.57
22	1.388	9.73	0.098	5.66	1.73
24	1.514	11.01	0.111	6.18	1.88
26	1.640	13.53	0.136	6.69	2.04
28	1.767	15.73	0.158	7.21	2.20
30	1.893	17.93	0.181	7.72	2.35
32	2.019	20.13	0.203	8.24	2.51
34	2.145	22.33	0.225	8.75	2.67
36	2.271	24.54	0.247	9.28	2.83
38	2.397	26.74	0.269	9.78	2.98
40	2.524	28.94	0.292	10.30	3.14
44	2.776	33.34	0.336	11.33	3.45
48	3.028	41.21	0.415	12.36	3.77
52	3.281	47.41	0.478	13.39	4.08
56	3.533	53.61	0.540	14.44	4.40
60	3.785	59.81	0.603	15.44	4.71

OD=50
ID=41

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
USgpm	l/s	ft/100ft	m H20/m	ft/sec	m/s
5	0.315	0.23	0.0023	0.78	0.24
5.5	0.347	0.28	0.0028	0.86	0.26
6	0.379	0.33	0.0034	0.94	0.29
6.5	0.410	0.39	0.0039	1.02	0.31
7	0.442	0.44	0.0044	1.10	0.33
7.5	0.473	0.50	0.0050	1.18	0.36
8	0.505	0.55	0.0055	1.25	0.38
8.5	0.536	0.60	0.0061	1.33	0.41
9	0.568	0.66	0.0066	1.41	0.43
9.5	0.599	0.71	0.0072	1.49	0.45
10	0.631	0.78	0.0079	1.57	0.48
10.5	0.662	0.86	0.0086	1.65	0.50
11	0.694	0.89	0.0089	1.72	0.53
11.5	0.726	1.00	0.0101	1.80	0.55
12	0.757	1.07	0.0108	1.88	0.57
12.5	0.789	1.14	0.0115	1.96	0.60
13	0.820	1.23	0.0124	2.04	0.62
13.5	0.852	1.28	0.0129	2.12	0.65
14	0.883	1.35	0.0136	2.20	0.67
14.5	0.915	1.51	0.0153	2.27	0.69
15	0.946	1.61	0.0162	2.35	0.72
15.5	0.978	1.70	0.0171	2.43	0.74
16	1.009	1.80	0.0181	2.53	0.77
16.5	1.041	1.89	0.0190	2.59	0.79
17	1.073	1.98	0.0200	2.67	0.81
17.5	1.104	2.08	0.0209	2.74	0.84
18	1.136	2.17	0.0219	2.82	0.86
18.5	1.167	2.26	0.0228	2.90	0.88
19	1.199	2.36	0.0237	2.98	0.91
19.5	1.230	2.45	0.0247	3.06	0.93
20	1.262	2.55	0.0256	3.14	0.96
20.5	1.293	2.64	0.0266	3.21	0.98
21	1.325	2.73	0.0275	3.29	1.00
21.5	1.356	2.99	0.0301	3.37	1.03
22	1.388	3.06	0.0308	3.45	1.05
22.5	1.420	3.18	0.0320	3.53	1.08
23	1.451	3.39	0.0342	3.61	1.10
23.5	1.483	3.51	0.0354	3.68	1.12
24	1.514	3.63	0.0366	3.76	1.15
26	1.640	4.20	0.0424	4.08	1.24
28	1.767	4.78	0.0481	4.39	1.34
30	1.893	5.35	0.0539	4.70	1.43
32	2.019	5.92	0.0596	5.02	1.53
34	2.145	6.49	0.0654	5.35	1.63
36	2.271	7.50	0.0756	5.64	1.72
38	2.397	8.24	0.0831	5.96	1.82
40	2.524	8.99	0.0905	6.27	1.91
42	2.650	9.73	0.0980	6.59	2.01
46	2.902	11.51	0.1159	7.21	2.20
50	3.155	13.50	0.1361	7.84	2.39
54	3.407	15.50	0.1562	8.47	2.58
58	3.659	17.50	0.1763	9.09	2.77
62	3.912	19.50	0.1964	9.72	2.96
66	4.164	21.50	0.2166	10.37	3.16
70	4.416	23.50	0.2367	10.98	3.35

SUPERPIPE INTERNATIONAL

FRICTION LOSS OF WATER IN SUPERPIPE
FOR SUPPLY WATER AND COOLING SYSTEMS
Medium water Temperature, 10° C

OD=63
ID=51

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
8	0.505	0.18	0.0018	0.81	0.25
8.5	0.536	0.20	0.0020	0.86	0.26
9	0.568	0.21	0.0021	0.91	0.28
9.5	0.599	0.22	0.0023	0.96	0.29
10	0.631	0.25	0.0025	1.01	0.31
10.5	0.662	0.28	0.0028	1.06	0.32
11	0.694	0.28	0.0028	1.11	0.34
11.5	0.726	0.33	0.0033	1.17	0.36
12	0.757	0.36	0.0036	1.22	0.37
12.5	0.789	0.38	0.0038	1.27	0.39
13	0.820	0.42	0.0043	1.32	0.40
13.5	0.852	0.45	0.0046	1.37	0.42
14	0.883	0.49	0.0049	1.42	0.43
14.5	0.915	0.53	0.0053	1.47	0.45
15	0.946	0.56	0.0057	1.52	0.46
15.5	0.978	0.60	0.0060	1.57	0.48
16	1.009	0.63	0.0064	1.62	0.49
16.5	1.041	0.67	0.0067	1.67	0.51
17	1.073	0.70	0.0071	1.72	0.53
17.5	1.104	0.74	0.0074	1.77	0.54
18	1.136	0.78	0.0078	1.82	0.56
18.5	1.167	0.81	0.0082	1.87	0.57
19	1.199	0.85	0.0085	1.93	0.59
19.5	1.230	0.86	0.0087	1.98	0.60
20	1.262	0.90	0.0091	2.03	0.62
21	1.325	0.99	0.0099	2.13	0.65
22	1.388	1.08	0.0108	2.23	0.68
23	1.451	1.13	0.0113	2.33	0.71
24	1.514	1.25	0.0126	2.43	0.74
25	1.577	1.27	0.0128	2.53	0.77
26	1.640	1.42	0.0143	2.63	0.80
27	1.703	1.57	0.0158	2.74	0.83
28	1.767	1.67	0.0168	2.85	0.87
29	1.830	1.80	0.0181	2.94	0.90
30	1.893	1.92	0.0193	3.04	0.93
32	2.019	2.17	0.0219	3.24	0.99
34	2.145	2.39	0.0241	3.45	1.05
36	2.271	2.67	0.0269	3.65	1.11
38	2.397	2.94	0.0296	3.85	1.17
40	2.524	3.14	0.0316	4.05	1.24
44	2.776	3.75	0.0378	4.46	1.36
48	3.028	4.37	0.0440	4.86	1.48
52	3.281	4.95	0.0495	5.27	1.61
56	3.533	5.76	0.0581	5.67	1.73
60	3.785	6.58	0.0662	6.08	1.85
64	4.038	7.36	0.0741	6.49	1.98
68	4.290	8.14	0.0820	6.89	2.10
72	4.542	8.93	0.0900	7.32	2.23
76	4.795	9.79	0.0986	7.70	2.35
80	5.047	10.78	0.1086	8.11	2.47

OD=75
ID=60

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
9	0.568	0.11	0.0011	0.66	0.20
10	0.631	0.13	0.0013	0.73	0.22
11	0.694	0.15	0.0015	0.81	0.25
12	0.757	0.17	0.0017	0.88	0.27
13	0.820	0.20	0.0020	0.95	0.29
14	0.883	0.22	0.0022	1.02	0.31
15	0.946	0.26	0.0026	1.10	0.33
16	1.009	0.29	0.0030	1.17	0.36
17	1.073	0.33	0.0033	1.24	0.38
18	1.136	0.36	0.0036	1.32	0.40
19	1.199	0.39	0.0039	1.39	0.42
20	1.262	0.42	0.0043	1.46	0.45
21	1.325	0.48	0.0049	1.54	0.47
22	1.388	0.52	0.0052	1.61	0.49
23	1.451	0.55	0.0056	1.68	0.51
24	1.514	0.59	0.0059	1.76	0.54
25	1.577	0.63	0.0063	1.83	0.56
26	1.640	0.66	0.0067	1.90	0.58
27	1.703	0.73	0.0074	1.98	0.60
28	1.767	0.78	0.0079	2.07	0.63
29	1.830	0.83	0.0084	2.12	0.65
30	1.893	0.88	0.0089	2.20	0.67
31	1.956	0.94	0.0094	2.27	0.69
32	2.019	0.99	0.0099	2.34	0.71
34	2.145	1.10	0.0111	2.49	0.76
36	2.271	1.22	0.0123	2.64	0.80
38	2.397	1.34	0.0135	2.78	0.85
40	2.524	1.46	0.0147	2.93	0.89
42	2.650	1.58	0.0159	3.08	0.94
44	2.776	1.70	0.0171	3.22	0.98
46	2.902	1.87	0.0189	3.37	1.03
48	3.028	2.03	0.0204	3.51	1.07
50	3.155	2.18	0.0220	3.66	1.12
52	3.281	2.33	0.0235	3.81	1.16
54	3.407	2.49	0.0251	3.95	1.21
56	3.533	2.64	0.0266	4.10	1.25
58	3.659	2.79	0.0282	4.27	1.30
60	3.785	3.02	0.0304	4.39	1.34
62	3.912	3.20	0.0322	4.54	1.38
64	4.038	3.39	0.0341	4.69	1.43
66	4.164	3.57	0.0360	4.83	1.47
68	4.290	3.57	0.0359	4.98	1.52
70	4.416	3.97	0.0400	5.12	1.56
74	4.669	4.40	0.0443	5.42	1.65
78	4.921	4.82	0.0486	5.71	1.74
82	5.173	5.25	0.0529	6.00	1.83
86	5.426	5.68	0.0572	6.30	1.92
90	5.678	6.11	0.0615	6.59	2.01
94	5.930	6.53	0.0658	6.88	2.10
98	6.183	6.96	0.0701	7.18	2.19
102	6.435	7.39	0.0744	7.47	2.28
106	6.688	7.81	0.0787	7.76	2.37
110	6.940	8.24	0.0830	8.07	2.46

سوپر پایپ اینترناشنال (سهامی خاص)
SUPERPIPE INTERNATIONAL

FRICTION LOSS OF WATER IN SUPERPIPE

HEATING SYSTEM

Medium Water Temperature, 70° C-(80/60)

OD 16

ID=12

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
0.25	0.016	0.13	0.0013	0.46	0.14
0.30	0.019	0.32	0.0032	0.55	0.17
0.35	0.022	0.51	0.0051	0.66	0.20
0.40	0.025	0.70	0.0070	0.73	0.22
0.45	0.028	0.76	0.0077	0.82	0.25
0.50	0.032	1.07	0.0108	0.92	0.28
0.55	0.035	1.26	0.0126	1.02	0.31
0.60	0.038	1.46	0.0147	1.10	0.33
0.65	0.041	1.67	0.0168	1.18	0.36
0.70	0.044	1.89	0.0190	1.28	0.39
0.75	0.047	2.08	0.0209	1.38	0.42
0.80	0.050	2.28	0.0230	1.46	0.45
0.85	0.054	2.64	0.0266	1.54	0.47
0.90	0.057	2.94	0.0296	1.65	0.50
0.95	0.060	3.23	0.0325	1.74	0.53
1.00	0.063	3.54	0.0356	1.83	0.56
1.10	0.069	4.14	0.0417	2.01	0.61
1.20	0.076	4.74	0.0477	2.20	0.67
1.30	0.082	5.34	0.0538	2.38	0.73
1.40	0.088	5.94	0.0598	2.56	0.78
1.50	0.095	6.54	0.0658	2.75	0.84

OD 20

ID=15.5

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
0.65	0.041	0.43	0.0044	0.72	0.22
0.70	0.044	0.52	0.0053	0.77	0.23
0.75	0.047	0.62	0.0062	0.82	0.25
0.80	0.050	0.71	0.0071	0.88	0.27
0.85	0.054	0.80	0.0081	0.92	0.28
0.90	0.057	0.89	0.0090	0.99	0.30
0.95	0.060	0.98	0.0099	1.05	0.32
1.00	0.063	1.04	0.0105	1.10	0.33
1.10	0.069	1.24	0.0125	1.21	0.37
1.20	0.076	1.44	0.0145	1.32	0.40
1.30	0.082	1.64	0.0165	1.43	0.43
1.40	0.088	1.89	0.0191	1.54	0.47
1.50	0.095	2.14	0.0215	1.64	0.50
1.60	0.101	2.39	0.0240	1.77	0.54
1.70	0.107	2.66	0.0268	1.87	0.57
1.80	0.114	2.95	0.0297	1.97	0.60
1.90	0.120	3.24	0.0326	2.10	0.64
2.00	0.126	3.53	0.0355	2.19	0.67
2.10	0.132	3.87	0.0390	2.30	0.70
2.20	0.139	4.19	0.0422	2.41	0.74
2.30	0.145	4.51	0.0454	2.53	0.77
2.40	0.151	4.83	0.0487	2.63	0.80
2.50	0.158	5.24	0.0528	2.76	0.84
2.60	0.164	5.60	0.0565	2.85	0.87
2.70	0.170	5.96	0.0601	2.95	0.90
2.80	0.177	6.32	0.0637	3.07	0.94
2.90	0.183	6.68	0.0673	3.18	0.97
3.00	0.189	7.04	0.0710	3.29	1.00

OD 25

ID=20

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
1.50	0.095	0.55	0.0055	0.99	0.30
1.60	0.101	0.67	0.0068	1.05	0.32
1.70	0.107	0.78	0.0078	1.12	0.34
1.80	0.114	0.88	0.0089	1.19	0.36
1.90	0.120	0.96	0.0097	1.25	0.38
2.00	0.126	1.05	0.0106	1.32	0.40
2.10	0.132	1.15	0.0115	1.38	0.42
2.20	0.139	1.24	0.0125	1.45	0.44
2.30	0.145	1.33	0.0134	1.51	0.46
2.40	0.151	1.42	0.0143	1.58	0.48
2.50	0.158	1.56	0.0157	1.64	0.50
2.60	0.164	1.67	0.0168	1.71	0.52
2.70	0.170	1.78	0.0179	1.77	0.54
2.80	0.177	1.89	0.0191	1.85	0.56
2.90	0.183	2.01	0.0202	1.90	0.58
3.00	0.189	2.15	0.0217	1.98	0.60
3.10	0.196	2.23	0.0225	2.03	0.62
3.20	0.202	2.34	0.0236	2.10	0.64
3.30	0.208	2.46	0.0247	2.17	0.66
3.40	0.215	2.57	0.0259	2.23	0.68
3.50	0.221	2.76	0.0278	2.31	0.70
3.60	0.227	2.94	0.0296	2.36	0.72
3.70	0.233	3.11	0.0313	2.43	0.74
3.80	0.240	3.28	0.0331	2.49	0.76
3.90	0.246	3.46	0.0348	2.56	0.78
4.00	0.252	3.63	0.0366	2.64	0.80
4.10	0.259	3.81	0.0383	2.69	0.82
4.20	0.265	3.98	0.0401	2.76	0.84
4.30	0.271	4.15	0.0418	2.82	0.86
4.40	0.278	4.33	0.0436	2.89	0.88
4.50	0.284	4.39	0.0443	2.97	0.90
4.60	0.290	4.57	0.0461	3.02	0.92
4.70	0.297	4.76	0.0479	3.08	0.94
4.80	0.303	4.94	0.0497	3.15	0.96
4.90	0.309	5.12	0.0515	3.22	0.98
5.00	0.315	5.30	0.0534	3.29	1.00
5.10	0.322	5.48	0.0552	3.35	1.02
5.20	0.328	5.66	0.0570	3.41	1.04
5.30	0.334	5.84	0.0588	3.51	1.07
5.40	0.341	6.02	0.0606	3.58	1.09
5.50	0.347	6.20	0.0624	3.64	1.11

Maximum Pressure loss Recommendation:

For Radiator connection lines	3 ft/100ft
For Radiator distribution lines	3.2 ft/100ft
For Riser lines	3.5 ft/100ft

سپر پائپ اینٹرنیشنل (پرائیویٹ لمیٹڈ)
SUPERPIPE INTERNATIONAL

FRICTION LOSS OF WATER IN SUPERPIPE

HEATING SYSTEM

Medium Water Temperature ,70° C-(80/60)

OD 32
ID=26

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
5.00	0.315	1.51	0.0152	1.95	0.59
5.20	0.328	1.62	0.0164	2.03	0.62
5.40	0.341	1.74	0.0175	2.10	0.64
5.60	0.353	1.86	0.0187	2.20	0.67
5.80	0.366	1.97	0.0199	2.26	0.69
6.00	0.379	2.09	0.0210	2.34	0.71
6.20	0.391	2.20	0.0222	2.43	0.74
6.40	0.404	2.32	0.0234	2.49	0.76
6.60	0.416	2.43	0.0245	2.56	0.78
6.80	0.429	2.55	0.0257	2.66	0.81
7.00	0.442	2.66	0.0268	2.73	0.83
7.20	0.454	2.78	0.0280	2.82	0.86
7.40	0.467	2.90	0.0292	2.89	0.88
7.60	0.479	3.10	0.0312	2.95	0.90
7.80	0.492	3.23	0.0325	3.04	0.93
8.00	0.505	3.36	0.0338	3.12	0.95
8.20	0.517	3.49	0.0352	3.22	0.98
8.40	0.530	3.62	0.0365	3.28	1.00
8.60	0.543	3.74	0.0377	3.35	1.02
8.80	0.555	3.88	0.0391	3.44	1.05
9.00	0.568	4.02	0.0405	3.51	1.07
9.50	0.599	4.38	0.0441	3.71	1.13
10.00	0.631	4.73	0.0476	3.90	1.19
10.50	0.662	5.08	0.0512	4.10	1.25
11.00	0.694	5.43	0.0547	4.29	1.31
11.50	0.726	5.78	0.0582	4.49	1.37
12.00	0.757	6.13	0.0618	4.68	1.43
12.50	0.789	6.48	0.0653	4.89	1.49
13.00	0.820	6.83	0.0688	5.07	1.55
13.50	0.852	7.18	0.0723	5.25	1.60
14.00	0.883	7.53	0.0759	5.46	1.66
14.50	0.915	7.88	0.0794	5.64	1.72
16.00	0.946	8.23	0.0829	5.85	1.78

OD 40
ID=32

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
7.00	0.442	1.03	0.0104	1.80	0.55
7.20	0.454	1.07	0.0108	1.87	0.57
7.40	0.467	1.13	0.0114	1.90	0.58
7.60	0.479	1.18	0.0119	1.97	0.60
7.80	0.492	1.24	0.0125	2.00	0.61
8.00	0.505	1.29	0.0130	2.06	0.63
8.20	0.517	1.35	0.0136	2.10	0.64
8.40	0.530	1.40	0.0141	2.17	0.66
8.60	0.543	1.45	0.0146	2.23	0.68
8.80	0.555	1.53	0.0155	2.26	0.69
9.00	0.568	1.60	0.0161	2.32	0.71
9.20	0.581	1.66	0.0167	2.36	0.72
9.40	0.593	1.73	0.0174	2.43	0.74
9.60	0.606	1.79	0.0180	2.46	0.75
9.80	0.618	1.86	0.0187	2.53	0.77
10.00	0.631	1.93	0.0194	2.57	0.78
10.20	0.644	2.00	0.0201	2.62	0.80
10.40	0.656	2.07	0.0208	2.69	0.82
10.60	0.669	2.14	0.0215	2.72	0.83
10.80	0.681	2.21	0.0223	2.79	0.85
11.00	0.694	2.28	0.0230	2.83	0.86
11.20	0.707	2.36	0.0238	2.89	0.88
11.40	0.719	2.43	0.0245	2.92	0.89
11.60	0.732	2.51	0.0252	2.99	0.91
11.80	0.744	2.58	0.0260	3.05	0.93
12.00	0.757	2.65	0.0267	3.09	0.94
12.20	0.770	2.74	0.0277	3.15	0.96
12.40	0.782	2.83	0.0285	3.18	0.97
12.60	0.795	2.91	0.0293	3.25	0.99
12.80	0.808	3.00	0.0302	3.28	1.00
13.00	0.820	3.08	0.0310	3.33	1.02
13.20	0.833	3.16	0.0319	3.41	1.04
13.40	0.845	3.24	0.0327	3.44	1.05
13.60	0.858	3.33	0.0336	3.51	1.07
13.80	0.871	3.42	0.0345	3.64	1.08
14.00	0.883	3.51	0.0354	3.60	1.10
14.20	0.896	3.60	0.0363	3.64	1.11
14.40	0.908	3.69	0.0372	3.71	1.13
14.50	0.915	3.74	0.0377	3.74	1.14
15.00	0.946	3.97	0.0400	3.87	1.18
15.50	0.978	4.21	0.0424	4.00	1.22
16.00	1.009	4.46	0.0449	4.12	1.26
16.50	1.041	4.72	0.0475	4.27	1.30
17.00	1.073	4.97	0.0501	4.37	1.33
17.50	1.104	5.22	0.0526	4.49	1.37
18.00	1.136	5.48	0.0552	4.63	1.41
18.50	1.167	5.73	0.0578	4.76	1.45
19.00	1.199	5.99	0.0603	4.89	1.49
19.50	1.230	6.24	0.0629	5.02	1.53
20.00	1.262	6.50	0.0655	5.15	1.57

OD 50
ID=41

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
10.00	0.631	0.60	0.0060	1.57	0.48
10.50	0.662	0.65	0.0065	1.65	0.50
11.00	0.694	0.70	0.0071	1.72	0.53
11.50	0.726	0.75	0.0076	1.80	0.55
12.00	0.757	0.80	0.0081	1.88	0.57
12.50	0.789	0.86	0.0086	1.96	0.60
13.00	0.820	0.91	0.0091	2.04	0.62
13.50	0.852	0.96	0.0097	2.12	0.65
14.00	0.883	1.07	0.0108	2.20	0.67
14.50	0.915	1.14	0.0115	2.27	0.69
15.00	0.946	1.20	0.0121	2.35	0.72
15.50	0.978	1.28	0.0129	2.43	0.74
16.00	1.009	1.36	0.0137	2.63	0.77
16.50	1.041	1.43	0.0145	2.59	0.79
17.00	1.073	1.52	0.0153	2.67	0.81
17.50	1.104	1.60	0.0161	2.74	0.84
18.00	1.136	1.68	0.0170	2.82	0.86
18.50	1.167	1.77	0.0178	2.90	0.88
19.00	1.199	1.85	0.0186	2.98	0.91
19.50	1.230	1.94	0.0195	3.06	0.93
20.00	1.262	2.03	0.0205	3.14	0.96
20.50	1.293	2.11	0.0212	3.21	0.98
21.00	1.325	2.21	0.0223	3.29	1.00
21.50	1.356	2.31	0.0233	3.37	1.03
22.00	1.388	2.39	0.0241	3.45	1.05
22.50	1.420	2.51	0.0253	3.53	1.08
23.00	1.451	2.57	0.0259	3.61	1.10
23.50	1.483	2.71	0.0273	3.68	1.12
24.00	1.514	2.82	0.0284	3.76	1.15
24.50	1.546	2.91	0.0293	3.84	1.17
25.00	1.577	3.03	0.0305	3.94	1.20
25.50	1.609	3.11	0.0313	4.00	1.22
26.00	1.640	3.24	0.0327	4.08	1.24
26.50	1.672	3.31	0.0333	4.17	1.27
27.00	1.703	3.46	0.0348	4.23	1.29
27.50	1.735	3.51	0.0354	4.30	1.31
28.00	1.767	3.67	0.0370	4.39	1.34
28.50	1.798	3.71	0.0374	4.46	1.36
29.00	1.830	3.88	0.0391	4.56	1.39
29.50	1.861	3.91	0.0394	4.63	1.41
30.00	1.893	4.21	0.0424	4.70	1.43
31.00	1.956	4.46	0.0449	4.86	1.48
32.00	2.019	4.72	0.0476	5.02	1.53
33.00	2.082	4.98	0.0502	5.18	1.58
34.00	2.145	5.24	0.0528	5.35	1.63
35.00	2.208	5.50	0.0554	5.48	1.67
36.00	2.271	5.76	0.0580	5.64	1.72
37.00	2.334	6.02	0.0606	5.81	1.77
38.00	2.397	6.27	0.0632	5.96	1.82
39.00	2.461	6.53	0.0658	6.10	1.86
40.00	2.524	6.79	0.0684	6.27	1.91

Maximum Pressure loss Recommendation:

For Radiator connection lines 3 ft/100ft
For Radiator distribution lines 3.2 ft/100ft
For Riser lines 3.5 ft/100ft

SUPERPIPE INTERNATIONAL

FRICTION LOSS OF WATER IN SUPERPIPE

HEATING SYSTEM

Medium Water Temperature ,70° C-(80/60)

OD 63

ID=51

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
15.00	0.946	0.43	0.0043	1.52	0.46
15.50	0.978	0.45	0.0046	1.57	0.48
16.00	1.009	0.48	0.0048	1.62	0.49
16.50	1.041	0.50	0.0051	1.67	0.51
17.00	1.073	0.53	0.0054	1.72	0.53
17.50	1.104	0.56	0.0057	1.77	0.54
18.00	1.136	0.59	0.0059	1.82	0.56
18.50	1.167	0.62	0.0062	1.87	0.57
19.00	1.199	0.65	0.0065	1.93	0.59
19.50	1.230	0.67	0.0068	1.98	0.60
20.00	1.262	0.70	0.0071	2.03	0.62
21.00	1.325	0.78	0.0079	2.13	0.65
22.00	1.388	0.85	0.0085	2.23	0.68
23.00	1.451	0.91	0.0092	2.33	0.71
24.00	1.514	0.98	0.0098	2.43	0.74
25.00	1.577	1.04	0.0105	2.53	0.77
26.00	1.640	1.14	0.0115	2.63	0.80
27.00	1.703	1.22	0.0123	2.74	0.83
28.00	1.767	1.30	0.0131	2.85	0.87
29.00	1.830	1.38	0.0139	2.94	0.90
30.00	1.893	1.47	0.0148	3.04	0.93
31.00	1.956	1.56	0.0157	3.15	0.96
32.00	2.019	1.66	0.0167	3.24	0.99
33.00	2.082	1.76	0.0177	3.35	1.02
34.00	2.145	1.85	0.0186	3.45	1.05
35.00	2.208	1.95	0.0196	3.54	1.08
36.00	2.271	2.04	0.0206	3.65	1.11
37.00	2.334	2.14	0.0215	3.74	1.14
38.00	2.397	2.23	0.0225	3.85	1.17
39.00	2.461	2.33	0.0235	3.97	1.21
40.00	2.524	2.42	0.0244	4.05	1.24
41.00	2.587	2.52	0.0254	4.17	1.27
42.00	2.650	2.61	0.0263	4.27	1.30
43.00	2.713	2.81	0.0283	4.36	1.33
44.00	2.776	2.93	0.0296	4.46	1.36
45.00	2.839	3.06	0.0308	4.56	1.39
46.00	2.902	3.09	0.0311	4.66	1.42
47.00	2.965	3.31	0.0334	4.76	1.45
48.00	3.028	3.44	0.0346	4.86	1.48
49.00	3.091	3.56	0.0359	4.95	1.51
50.00	3.155	3.70	0.0373	5.09	1.55
51.00	3.218	3.84	0.0387	5.18	1.58
52.00	3.281	3.97	0.0400	5.27	1.61
53.00	3.344	4.11	0.0414	5.38	1.64
54.00	3.407	4.25	0.0428	5.48	1.67
55.00	3.470	4.39	0.0442	5.58	1.70

OD 75

ID=60

FLOW RATE		HEAD LOSS		VELOCITY	
US.gpm	l/s	ft/100ft	m H2O/m	ft/sec	m/s
25	1.58	0.50	0.0050	1.83	0.56
27	1.70	0.56	0.0056	1.98	0.60
29	1.83	0.64	0.0064	2.12	0.65
31	1.96	0.71	0.0072	2.27	0.69
33	2.08	0.81	0.0082	2.43	0.74
35	2.21	0.89	0.0090	2.56	0.78
37	2.33	0.99	0.0100	2.72	0.83
39	2.46	1.07	0.0108	2.85	0.87
41	2.59	1.18	0.0119	3.02	0.92
43	2.71	1.27	0.0128	3.15	0.96
45	2.84	1.37	0.0138	3.28	1.00
47	2.97	1.49	0.0150	3.44	1.05
49	3.09	1.59	0.0160	3.58	1.09
50	3.15	1.67	0.0168	3.66	1.12
51	3.22	1.72	0.0173	3.74	1.14
52	3.28	1.77	0.0178	3.81	1.16
53	3.34	1.83	0.0184	3.87	1.18
54	3.41	1.91	0.0192	3.95	1.21
55	3.47	1.97	0.0198	4.04	1.23
56	3.53	2.02	0.0204	4.10	1.25
57	3.60	2.08	0.0210	4.17	1.27
58	3.66	2.17	0.0219	4.27	1.30
59	3.72	2.22	0.0224	4.33	1.32
60	3.79	2.28	0.0230	4.39	1.34
61	3.85	2.34	0.0236	4.46	1.36
62	3.91	2.40	0.0242	4.54	1.38
63	3.97	2.50	0.0252	4.63	1.41
64	4.04	2.56	0.0258	4.69	1.43
65	4.10	2.62	0.0264	4.76	1.45
66	4.16	2.69	0.0271	4.83	1.47
67	4.23	2.78	0.0280	4.92	1.50
68	4.29	2.85	0.0287	4.98	1.52
69	4.35	2.91	0.0293	5.05	1.54
70	4.42	2.98	0.0300	5.12	1.56
71	4.48	3.08	0.0310	5.22	1.59
72	4.54	3.15	0.0317	5.28	1.61
73	4.61	3.22	0.0324	5.35	1.63
74	4.67	3.29	0.0331	5.42	1.65
75	4.73	3.36	0.0339	5.48	1.67
76	4.79	3.46	0.0349	5.58	1.70
77	4.86	3.53	0.0356	5.64	1.72
78	4.92	3.61	0.0364	5.71	1.74
79	4.98	3.68	0.0371	5.77	1.76
80	5.05	3.79	0.0382	5.87	1.79
81	5.11	3.86	0.0389	5.94	1.81
82	5.17	3.94	0.0397	6.00	1.83
83	5.24	4.02	0.0405	6.07	1.85
84	5.30	4.13	0.0416	6.17	1.88
85	5.36	4.21	0.0424	6.23	1.90
86	5.43	4.28	0.0431	6.30	1.92
87	5.49	4.36	0.0439	6.36	1.94
88	5.55	4.44	0.0447	6.43	1.96
89	5.62	4.56	0.0459	6.53	1.99
90	5.68	4.64	0.0467	6.59	2.01

Maximum Pressure loss Recommendation:

For Radiator connection lines 3 ft/100ft

For Radiator distribution lines 3.2 ft/100ft

For Riser lines 3.5 ft/100ft

سپر پایپ اینترنا شنال (ضامن شده)
SUPERPIPE INTERNATIONAL

Pressure loss factors ζ for fittings and equivalent pipe length for SUPERPIPE system

VELOCITY OF FLOW= 1 m/s

		OD=16 ID=12		OD=20 ID=15.5		OD=25 ID=20		OD=32 ID=26		OD=40 ID=32		OD=50 ID=41		OD=63 ID=51	
		ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m
Elbow 90°	⌐	3.4	0.4	2.6	0.4	2.4	0.5	2.1	0.6	1.9	0.7	1.5	0.8	1.4	0.9
Elbow 45°	⌐	-	-	-	-	1.3	0.3	1.1	0.3	1.1	0.4	0.8	0.4	0.8	0.5
Reduction piece	▷	1.3	0.1	1.0	0.2	0.9	0.2	0.8	0.2	0.8	0.3	0.6	0.3	0.6	0.4
Branch for current sepration	↓	4.0	0.4	3.1	0.5	2.8	0.6	2.4	0.7	2.3	0.9	1.8	0.9	1.7	1.1
Branch passage for current separation	→ ↓	0.9	0.1	0.7	0.1	0.7	0.1	0.6	0.2	0.5	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3
Branch counter flow for current separation	← ↓	3.5	0.4	2.8	0.4	2.5	0.5	2.1	0.6	2.0	0.7	1.6	0.8	1.5	1.0

VELOCITY OF FLOW= 2 m/s

		OD=16 ID=12		OD=20 ID=15.5		OD=25 ID=20		OD=32 ID=26		OD=40 ID=32		OD=50 ID=41		OD=63 ID=51	
		ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m	ζ	l in m
Elbow 90°	⌐	3.4	1.5	2.6	1.6	2.4	2.1	2.1	2.5	1.9	2.9	1.5	3.1	1.4	3.8
Elbow 45°	⌐	-	-	-	-	1.3	1.1	1.1	1.3	1.1	1.7	0.8	1.7	0.8	2.2
Reduction piece	▷	1.3	0.6	1.0	0.6	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	1.2	0.6	1.2	0.6	1.6
Branch for current sepration	↓	4.0	1.8	3.1	1.9	2.8	2.4	2.4	2.8	2.3	3.5	1.8	3.7	1.7	4.6
Branch passage for current separation	→ ↓	0.9	0.4	0.7	0.4	0.7	0.6	0.6	0.7	0.5	0.8	0.4	0.8	0.4	1.1
Branch counter flow for current separation	← ↓	3.5	1.6	2.8	1.7	2.5	2.1	2.1	2.5	2.0	3.1	1.6	3.3	1.5	4.1

فهرست لوله و اتصالات سوپرپایپ

با حق این لیست بدون اطلاع قبلی متغیر می‌باشد.

توجه: ملاحظه ۰۰۱ در کنار شماره فنی یک اتصال نشان دهنده ساخت ایران بودن آن اتصال می‌باشد. اتصالاتی که فاقد ملاحظه ۰۰۱ باشند، اتصالات ساخت آلمان می‌باشند.

۱- لوله

نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶	۲۰۰ متر	۷۰۰۱۶۰
۱۶PE-RT/AL/PE-RT	۲۰۰ متر	۷۰۰۱۶۰-۱
۱۶PEX/AL/PEX	۲۰۰ متر	۷۴۱۱۶۰-۱
۲۰×۱.۹	۲۰۰ متر	۷۵۲۲۱۶-۱
۲۰PE-RT/AL/PE-RT	۲۰۰ متر	۷۰۰۲۰۰-۱
۲۰PEX/AL/PEX	۲۰۰ متر	۷۴۱۲۰۰-۱
۲۰×۱.۹	۲۰۰ متر	۷۵۲۲۲۰-۱
۲۵PE-RT/AL/PE-RT	۱۰۰ متر	۷۰۰۲۵۰-۱
۲۵PEX/AL/PEX	۱۰۰ متر	۷۴۱۲۵۰-۱
۲۵×۲.۳	۱۰۰ متر	۷۵۲۲۲۵-۱
۳۲PE-RT/AL/PE-RT	۵۰ متر	۷۰۰۳۲۰-۱
۳۲PEX/AL/PEX	۵۰ متر	۷۴۱۳۲۰-۱
۳۲×۲.۹	۵۰ متر	۷۵۲۲۳۲-۱
۴۰	۲۰ متر	۷۱۰۴۰۰
۵۰	۲۰ متر	۷۱۰۵۰۰
۶۳	۱۵ متر	۷۱۰۶۳۰

۲- اتصال



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۲	۲۰ عدد	۷۷۰۰۵۱۰-۱
۲۰	۲۰ عدد	۷۷۰۰۵۲۰-۱
۱	۱۰ عدد	۷۷۰۰۵۳۰-۱

۳- اتصال



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۲۰	۲۰ عدد	۷۷۰۰۳۲۰-۱
۱	۱۰ عدد	۷۷۰۰۳۳۰-۱

۴- سه‌راهی روپیچ



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۲×۲×۲۰	۲۰ عدد	۷۷۰۰۳۵۵-۱
۱×۳×۱	۱۰ عدد	۷۷۰۰۵۷-۱

۵- روپیچ روپیچ



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۲۰ عدد	۷۷۰۰۶۱۰-۱
۳/۴	۲۰ عدد	۷۷۰۰۶۲۰-۱
۱	۱۰ عدد	۷۷۰۰۶۳۰-۱

۶- سه‌راهی روپیچ توپیچ

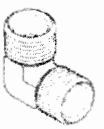


نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۳/۴ روپیچ × ۱ توپیچ	۲۰ عدد	۷۷۰۳۵۱۰-۱
۳/۴ روپیچ × ۱/۲ توپیچ	۲۰ عدد	۷۷۰۳۵۶۰-۱

۷- سه‌راهی روپیچ توپیچ



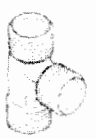
نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۲×۱۲×۱۲	۲۰ عدد	۷۷۰۰۴۱۰
۱۶×۱۶×۱۲	۲۰ عدد	۷۷۰۰۴۲۰-۱
۱۶×۱۶×۲۰	۲۰ عدد	۷۷۰۰۴۴۰-۱
۲۰×۲۰×۱۲	۲۰ عدد	۷۷۰۰۴۰۰-۱
۲۰×۲۰×۲۰	۲۰ عدد	۷۷۰۰۴۸۰-۱
۲۵×۲۵×۲۰	۲۰ عدد	۷۷۰۰۴۷۰-۱
۳۲×۳۲×۱۲	۲۰ عدد	۷۷۰۰۴۹۰-۱
۳۲×۱ توپیچ	۵ عدد	۸۰۶۳۵۱۰-۱
۳۲×۱ روپیچ	۵ عدد	۸۰۶۳۴۰۰-۱



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۲۰ عدد	۷۷۰۰۷۱
۳/۴	۲۰ عدد	۷۷۰۰۷۲



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۲۰ عدد	۷۷۰۰۷۵
۳/۴	۲۰ عدد	۷۷۰۰۷۶



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۲۰ عدد	۷۷۰۰۹۱
۳/۴	۲۰ عدد	۷۷۰۰۹۲
۱	۱۰ عدد	۷۷۰۰۹۴



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۱۰ عدد	۷۷۰۲۰۰



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۱۰ عدد	۷۷۰۲۰۳



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۱۰ عدد	۷۷۰۲۰۲



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۱۰ عدد	۷۷۰۲۰۴
۳/۴	۱۰ عدد	۷۷۰۵۲۰



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۱۰ عدد	۷۷۰۲۰۶
۳/۴	۱۰ عدد	۷۷۰۵۲۲



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۱۰ عدد	۷۷۰۲۱۴
۳/۴	۱۰ عدد	۷۷۰۵۲۴



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲	۳۰ عدد	۹۰۲۲۲۰
۱/۲	۲۰ عدد	۹۰۲۲۲۰۰۱
۳/۴	۱۰ عدد	۹۰۲۲۳۰۰۱
۱	۱۰ عدد	۹۰۲۳۳۰۰۱
۱	۱۰ عدد	۹۰۵۲۴۰۰۱
۱	۱۰ عدد	۹۰۶۲۴۰۰۱
۱	۵ عدد	۹۰۶۳۵۰۰۱
۱	۵ عدد	۹۰۷۲۵۰
۱	۳ عدد	۹۰۸۲۶۰
۱	۳ عدد	۷۹۰۳۰۱

۱۸- رابط نوبج پرسی:

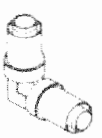
از این رابط برای اتصال لوله سوئدپایپ به سیستم فلنری روبیج استفاده می‌شود.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶x ۱/۲	۱۰ عدد	۹۰۲۳۲۰
۲۰x ۳/۴	۱۰ عدد	۹۰۲۳۳۰
۲۵x ۳/۴	۱۰ عدد	۹۰۵۳۳۰
۲۵x ۱	۱۰ عدد	۹۰۵۳۴۰
۳۲x ۱۱/۴	۱۰ عدد	۹۰۶۳۵۰
۴۰x ۱۱/۲	۵ عدد	۹۰۷۳۶۰
۵۰x ۱۱/۲	۳ عدد	۹۰۸۳۶۰
۶۳x ۲	۲ عدد	۷۹۰۳۰۲

۱۹- رابو پرسی:

در سایزهای ۴۰ تا ۶۳ به جای جوش زدن از رابو پرسی استفاده می‌شود.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶x۱۶	۱۰ عدد	۹۱۳۱۳۰
۲۰x۲۰	۱۰ عدد	۹۱۴۱۴۰
۲۵x۲۵	۱۰ عدد	۹۱۵۱۵۰
۳۲x۳۲	۱۰ عدد	۹۱۶۱۶۰
۴۰x۴۰	۵ عدد	۹۱۷۱۷۰
۵۰x۵۰	۳ عدد	۹۱۸۱۸۰
۶۳x۶۳	۲ عدد	۷۹۱۳۰۱

۲۰- رابو پرسی روبیج:



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۳۲x۱	۱۰ عدد	۹۱۶۲۴۰

۲۱- جفتی پرسی

... دلیل وجود جفتی مهره‌ماسوره‌ای از این اتصال به جای لوله استفاده می‌گردد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۲۰x۳/۴	۱۰ عدد	۹۱۴۳۳۰
۳۲x۱	۱۰ عدد	۹۱۶۳۴۰

۲۲- زانو ۴۵ پرسی

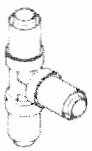
از این اتصال برای سایزهای ۴۰ به بالا استفاده می‌گردد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۴۰x۴۰	۵ عدد	۹۲۷۱۷۰
۵۰x۵۰	۳ عدد	۹۲۸۱۸۰
۶۳x۶۳	۲ عدد	۹۷۲۳۰۱

۲۳- سه‌راه پرسی:

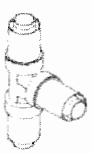
از این سه‌راهی در مواردی که هر سه جهت سه‌راه یک سایز باشد استفاده می‌گردد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶	۱۰ عدد	۹۳۲۱۲۲ - I
۲۰	۱۰ عدد	۹۳۴۱۴۴
۲۵	۱۰ عدد	۹۳۵۱۵۵
۳۲	۱۰ عدد	۹۳۶۱۶۶
۴۰	۵ عدد	۹۳۷۱۷۷
۵۰	۳ عدد	۹۳۸۱۸۸
۶۳	۲ عدد	۷۹۳۳۰۱

۲۴- سه‌راه تبدیل پرسی:

از این سه‌راهی در مواردی که تک سه‌راه و یا یک سمت از آن با سایز اصلی متفاوت باشد استفاده می‌گردد. اعدادی که در وسط نوشته شده است تک سه‌راه می‌باشد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶x ۲۰ x۱۶	۱۰ عدد	۹۳۲۱۴۲
۲۰x ۱۶ x۱۶	۱۰ عدد	۹۳۴۱۲۲ - I
۲۰x ۱۶ x۲۰	۱۰ عدد	۹۳۴۱۲۴ - I
۲۰x ۲۰ x۱۶	۱۰ عدد	۹۳۴۱۴۲
۲۵x ۱۶ x۲۵	۱۰ عدد	۹۳۵۱۲۵
۲۵x ۲۰ x۲۰	۱۰ عدد	۹۳۵۱۴۲ - I
۲۵x ۲۰ x۲۵	۱۰ عدد	۹۳۵۱۴۵
۲۵x ۳۲ x۲۵	۱۰ عدد	۹۳۵۱۶۵
۳۲x ۱۶ x۳۲	۱۰ عدد	۹۳۶۱۲۶
۳۲x ۲۰ x ۳۲	۱۰ عدد	۹۳۶۱۴۶
۳۲x ۲۵ x۲۵	۱۰ عدد	۹۳۶۱۵۵ - I
۳۲x ۲۵ x۳۲	۱۰ عدد	۹۳۶۱۵۶
۳۲x ۵۰ x۳۲	۳ عدد	۹۳۶۱۸۶
۴۰x ۲۰ x۴۰	۱۰ عدد	۹۳۷۱۴۷
۴۰x ۳۲ x۳۲	۵ عدد	۹۳۷۱۶۶
۴۰x ۲۵ x۴۰	۵ عدد	۹۳۷۱۵۷
۴۰x ۳۲ x۴۰	۵ عدد	۹۳۷۱۶۷
۵۰x ۲۵ x۵۰	۳ عدد	۹۳۸۱۵۸
۵۰x ۴۰ x۵۰	۳ عدد	۹۳۸۱۷۸
۶۳x ۲۵ x۶۳	۲ عدد	۷۹۳۳۰۵
۶۳x ۴۰ x۶۳	۲ عدد	۷۹۳۳۰۳

۲۵- سه‌راه پرسی روبیج

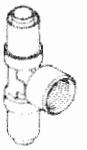
این اتصال مانند سه‌راهی عمل کرده ولی با این تفاوت که می‌توان از سر وسط آن به عنوان ورودی و سیستم فلنری یا بسته شدن پروی شیر و یا مهره‌ماسوره تبدیلی استفاده نمود.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۲۵x ۳/۴ x۲۵	۱۰ عدد	۹۳۵۲۳۵ - I
۳۲x ۳/۴ x۳۲	۱۰ عدد	۹۳۶۲۳۶ - I
۳۲x۱ x۳۲	۱۰ عدد	۹۳۶۲۴۶

۲۶- سه‌راه برسی توپیچ:

این اتصال همانند سه‌راه برسی روپیچ می‌باشد با این تفاوت که ناف سه‌راهی توپیچ می‌باشد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶X ۱/۲X۱۶	۱۰ عدد	۹۳۲۳۲۲
۲۰X ۳/۴X۲۰	۱۰ عدد	۹۳۲۳۳۴
۳۲X ۳/۴X۳۲	۱۰ عدد	۹۳۶۳۳۶
۴۰X ۳/۴X۴۰	۵ عدد	۹۳۷۳۳۷
۵۰X ۳/۴X۵۰	۳ عدد	۹۳۸۳۴۸

۲۷- بوشن برسی

در سایزهای ۴۰ تا ۶۳ به دلیل این که لوله‌ها به صورت ساچه عرضه می‌گردد، می بایستی برای مسیرهای بیش از پنج متر از بوشن استفاده نمود.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶	۲۰ عدد	۹۴۲۱۲۰ - I
۲۰	۱۰ عدد	۹۴۴۱۴۰ - I
۲۵	۱۰ عدد	۹۴۵۱۵۰ - I
۳۲	۱۰ عدد	۹۴۶۱۶۰ - I
۴۰	۵ عدد	۹۴۷۱۷۰
۵۰	۳ عدد	۹۴۸۱۸۰
۶۳	۳ عدد	۷۹۴۳۰۱

۲۸- تبدیل برسی

این اتصال برای تبدیل سایزهای مختلف لوله استفاده می‌شود.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۲۰X۱۶	۱۰ عدد	۹۴۴۱۲۰ – I
۲۵X۱۶	۱۰ عدد	۹۴۵۱۲۰ – I
۲۵X۲۰	۱۰ عدد	۹۴۵۱۴۰ – I
۳۲X۲۰	۱۰ عدد	۹۴۶۱۴۰ – I
۳۲X۲۵	۱۰ عدد	۹۴۶۱۵۰ – I
۴۰X۲۵	۵ عدد	۹۴۷۱۵۰
۴۰X۳۲	۵ عدد	۹۴۷۱۶۰
۵۰X۳۲	۳ عدد	۹۴۸۱۶۰
۵۰X۴۰	۳ عدد	۹۴۸۱۷۰
۶۳X۵۰	۳ عدد	۷۹۴۳۰۲
۶۳X۴۰	۳ عدد	۷۹۴۳۰۳

۲۹- رابط برسی مهره‌دار:

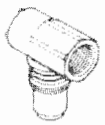
همانند رابط برسی روپیچ ولی با مهره متحرک و واشر که به دفعات می‌توان آن را باز و بسته نمود.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶X۳/۴	۱۰ عدد	۹۵۲۵۳۰
۲۰X۳/۴	۱۰ عدد	۹۵۴۵۳۰
۲۵X۱	۱۰ عدد	۹۵۵۵۴۰
۳۲X۱۱/۴	۱۰ عدد	۹۵۶۵۵۰
۴۰X۱۱/۲	۵ عدد	۹۵۷۵۶۰
۵۰X۲	۳ عدد	۹۵۸۵۷۰

۳۰ زانو دیواری برسی:

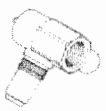
این اتصال مانند زانو دیواری مهره‌ماسوره‌ای می‌باشد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶X۱/۲	۱۰ عدد	۹۶۲۳۲۰ – I
۲۰X۳/۴	۱۰ عدد	۹۶۴۳۳۰

۳۱ زانو سه‌راه ۹۰ برسی:

این اتصال مانند زانو سه‌راه ۹۰ مهره‌ماسوره‌ای می‌باشد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶X ۱/۲X۱۶	۲۰ عدد	۹۶۲۳۲۲ – I

۳۲ زانو دیواری صفحه دار برسی:

این اتصال مانند زانو دیواری صفحه دار مهره‌ماسوره‌ای می‌باشد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶X۱/۲	۱۰ عدد	۹۶۲۶۲۰
۲۰X۳/۴	۱۰ عدد	۹۶۴۶۳۰

۳۳- زانو سه‌راه L برسی:

این اتصال مانند زانو دیواری مهره‌ماسوره‌ای می‌باشد با این تفاوت که لوله ورودی و خروجی به سوارات یکدیگر قفل می‌گیرند



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱۶X ۱/۲X۱۶	۱۰ عدد	۹۶۳۹۳۲

۳۴- درپوش تست:

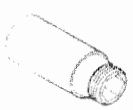
این اتصال از جنس پلاستیک بوده و معمولا درپوش استفاده می‌شود و در دو رنگ قرمز و آبی به همراه یک اورینگ عرضه می‌گردد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۱/۲ آبی	۵۰ عدد	۷۷۰۳۰۲B-I
۱/۲ قرمز	۵۰ عدد	۷۷۰۲۰۲R-I

۳۵- روپیچ توپیچ بلند:

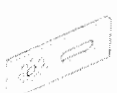
در صورت لزوم برای جلوتر آمدن محل اتصال شیرآلات به زانو دیواری‌ها استفاده می‌گردد.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
طول ۴۰ م.م.	۱ عدد	۷۷۰۲۰۷
طول ۸۰ م.م.	۱ عدد	۷۷۰۲۰۸

۳۶- صفحه دیواری تک.

از جنس گالوانیزه و برای وصل کردن زانو دیواریها به دیوار استفاده می‌شود.



نوع	بسته‌بندی	شماره فنی
۷۳ م م	۱۰۰ عدد	۷۷۰۲۱۵-I

نوع	بسته‌بندی	شماره فنی

نوع	بسته‌بندی	شماره فنی

نوع	بسته‌بندی	شماره فنی

نوع	بسته‌بندی	شماره فنی

نوع	بسته‌بندی	شماره فنی

نوع	بسته‌بندی	شماره فنی

نوع	بسته‌بندی	شماره فنی

شوفاژ دیواری ELEXIA ساخت فرانسه (گروه صنعتی ایران رادیاتور)

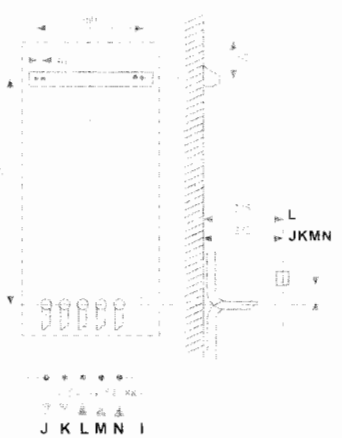
Comfort

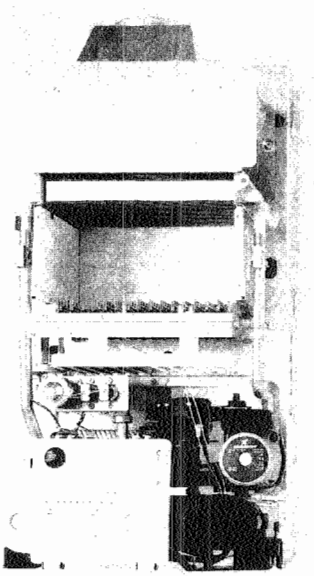
CHAFFOTEAUX & MAURY

TECHNICAL CHARACTERISTICS	ELEXIA CF	UNIT	مشخصات فنی
Heating output	6.668 to 20.650	Kcal/h	ظرفیت گرمایشی
Working efficiency	90	%	راندمان حرارتی
Maximum domestic hot water working pressure	10	bar	حداکثر فشار آب گرم مصرفی
Maximum heating working pressure	3	bar	حداکثر فشار آب گرم شوفاژ
Minimum domestic hot water working pressure	0.5	bar	حداقل فشار ورودی آب گرم مصرفی
Minimum domestic hot water working flow	2	L/Min	حداقل جریان آب گرم مصرفی
Maximum heating flow temperature	85	°C	حداکثر دمای آب گرم شوفاژ
Domestic hot water nomial output	20.650	Kcal/h	ظرفیت گرمایشی آب گرم مصرفی
Specific flow rate of domestic hot water for $\Delta t = 30\ ^{\circ}C$	11.4	L/Min	حداکثر جریان آب گرم مصرفی جهت $\Delta t = 30\ ^{\circ}C$
Electrical power consumption	90	W	برق مصرفی
Electrical supply	230/50	Volts/Hz	ولتاژ
Dimension of flue output	125	mm	قطر دودکش
Weight of unit	34	Kg	وزن
Dimension	440×380×850	mm	ابعاد
Homologation	CE	–	استاندارد اروپا









J = Heating flow جریان آب گرم شوفاژ خروجی
K = Hot water outlet آب گرم مصرفی خروجی
L = Gas service گاز مصرفی
M = Cold water inlet آب سرد ورودی
N = Heating return جریان آب گرم شوفاژ ورودی
I = Safety valve شیر اطمینان

CE

L'assurance de la qualité ISO 9001 AFAQ N 1998 5126

ایران رادیاتور
IRANRADIATOR
گروه صنعتی ایران رادیاتور
تهران : خیابان طالقانی – نبش چهارراه بهار
شماره ۳۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ – ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ – ۸۸۱۰۸۴۷
فاکس : ۳ – ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیک : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW.IRAN-RADIATOR.COM

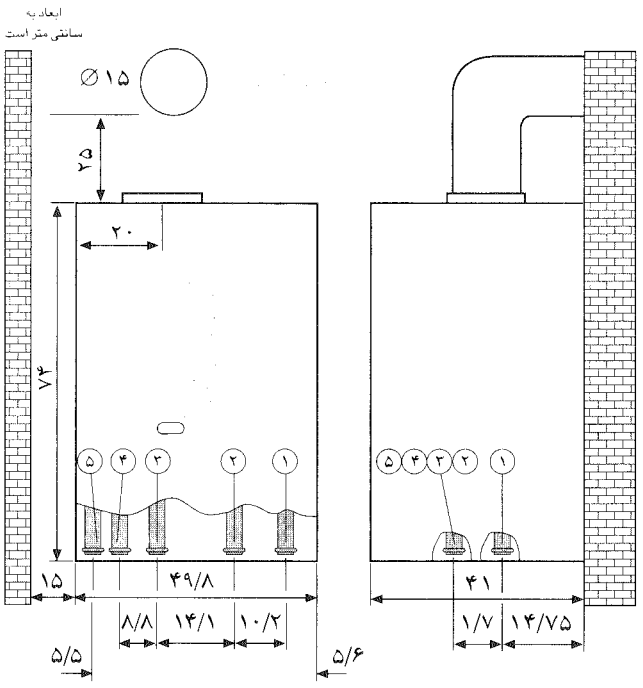


مدل BL220

خصوصیات دستگاه

- برای واحدهای تا $۱۷۰ m^2$ در مناطق معتدل یا واحدهای تا $۱۲۰ m^2$ در مناطق سرد سیر
- مجهز به معتبرترین قطعات استاندارد اروپایی مانند:
  پمپ سیرکولاتور Grundfos دانمارک ▪ مبدل آب گرم Alfalaval سوئد با کمترین میزان رسوب ▪ فلوسوئیچ جریان آب گرم Imitایتالیا ▪ شیر سه طرفه اتوماتیک Orkli اسپانیا ▪ شیر گاز Sit ایتالیا
- مجهز به سیستمهای پیشرفته الکترونیکی:
  سیستم ضد نوسان مشعل ▪ سیستم احتراق آهسته ▪ سیستم عیب یاب الکترونیکی ▪ سیستم ضد نوسان دمای آب مصرفی ▪ امکان اتصال به ترموستات اتاقی ▪ سیستم ایمنی تخلیه محصولات احتراق(مطابق نوع سفارش) ▪ سیستم ایمنی فشار(حداکثر فشار ۳ Bar)
- راندمان بالا برابر با ۸۶٪

وضعیت اتصالات دستگاه



۱. رفت شوفاژ ۲. برگشت مدار گرمایش ۳. ورودی گاز ۴. ورودی آب سرد و پرکن ۵. آب گرم مصرفی

مشخصات فنی دستگاه

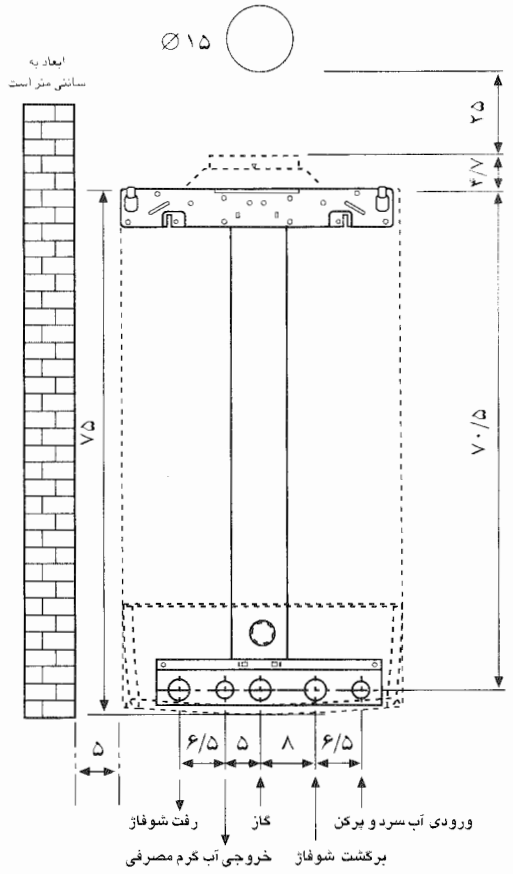
ظرفیت حرارتی ورودی	۲۷/۹ kw	۲۴/۰۰۰kcal/hr
ظرفیت حرارتی خروجی	۲۳/۳ kw	۲۰/۰۰۰kcal/hr
حداکثر دمای آب مدار گرمایش	۸۵ c°	
حداکثر دمای آب مدار آب گرم	۶۵ c°	
حداقل فشار آب راه انداز	۰/۲ bar	
حداکثر ارتفاع پمپ	۶ m.w.c	
ظرفیت منبع انبساط	۶ lit	
قطرلوله های مدار گرمایش	۳/۴ inch	
قطر لوله های آب سردوگرم	۱/۲ inch	
قطر لوله ورودی گاز	۳/۴ inch	
قطر دودکش	۱۵ cm	
وزن خالص	۴۰ kg	
ابعاد W-H-D	۴۹۸ X ۷۴۰X۴۱۰ mm	

مدل Caldariello

خصوصیات دستگاه

- برای واحدهای تا $۱۸۰ m^2$ در مناطق معتدل یا واحدهای تا $۱۳۰ m^2$ در مناطق سرد سیر
- مجهز به معتبرترین قطعات استاندارد اروپایی مانند:
  پمپ سیرکولاتور ریلو ایتالیا با کنترل های اتوماتیک پیشگیرانه - Heat Exchanger Dual (مبدل حرارتی دومنظوره) برای تامین آب گرم مصرفی و گرمایش
- مجهز به سیستمهای پیشرفته الکترونیکی:
  مشعل اتمسفریک با سیستم جرقه زن اتوماتیک (آیونایز) - سیستم ایمنی تخلیه محصولات احتراق - سیستم کنترل میکروپروسسوری عملکرد دستگاه - سیستم ضد یخ - سیستم ضد گریپاژ - سیستم ایمنی فشار - سیستم احتراق آهسته - سیستم ضد نوسان احتراق - سیستم تنظیم خودکار جریان گاز
- بالاترین راندمان برابر با ۹۰٪

وضعیت اتصالات دستگاه



مشخصات فنی دستگاه

ظرفیت حرارتی ورودی	۲۶/۷ kw	۲۳/۰۰۰kcal/hr
ظرفیت حرارتی خروجی	۲۴/۱ kw	۲۱/۰۰۰kcal/hr
حداکثر دمای آب مدار گرمایش	۸۰ c°	
حداکثر دمای آب مدار آب گرم	۶۰ c°	
حداقل فشار آب راه انداز	۰/۱۵ bar	
حداکثر ارتفاع پمپ	۵ m.w.c	
ظرفیت منبع انبساط	۸ lit	
قطرلوله های مدار گرمایش	۳/۴ inch	
قطر لوله های آب سردوگرم	۱/۲ inch	
قطر لوله ورودی گاز	۳/۴ inch	
قطر دودکش	۱۵ cm	
وزن خالص	۳۰ kg	
ابعاد W-H-D	۴۰۰ X ۷۵۰X۳۲۸ mm	

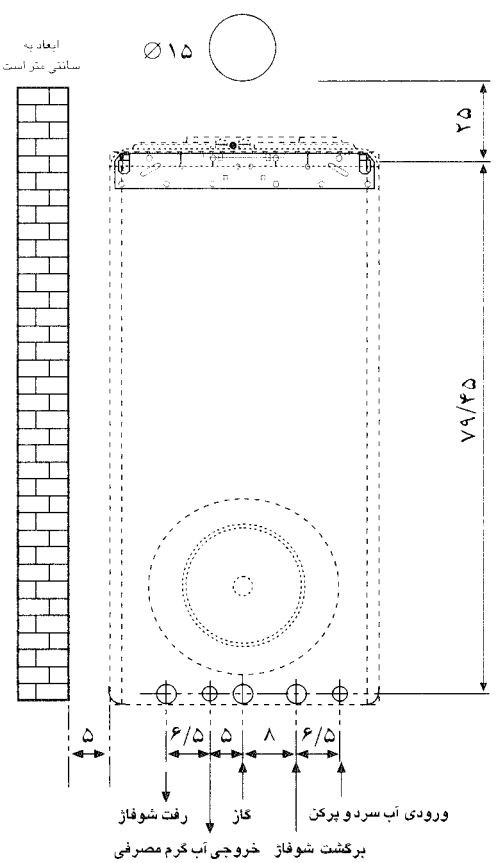
مدل Nuova Benessere

خصوصیات دستگاه

- برای واحدهای تا $200 m^2$ در مناطق معتدل یا واحدهای تا $160 m^2$ در مناطق سرد سیر
- مجهز به معتبرترین قطعات استاندارد اروپایی مانند:
  - پمپ سیرکولاتور ریلو ایتالیا با کنترل های اتوماتیک پیشگیرانه
  - شیر سه طرفه اتوماتیک ایتالیایی
  - مبدل آب گرم Alfalaval سوئد باکمترین میزان رسوب
- مجهز به سیستمهای پیشرفته الکترونیکی:
  - مشعل اتمسفریک با سیستم جرقه زن اتوماتیک (آیونایز)
  - سیستم ایمنی تخلیه محصولات احتراق
  - سیستم کنترل میکروپروسسوری عملکرد دستگاه
  - سیستم عیب یاب الکترونیکی
  - سیستم ضد یخ
  - سیستم ضد گریپاژ
  - سیستم واکنش سریع سیستم رفاه
  - سیستم ایمنی فشار
  - سیستم احتراق آهسته
  - سیستم ضد نوسان احتراق
  - سیستم تنظیم خودکار جریان گاز
- بالاترین راندمان برابر با ۹۰٪



وضعیت اتصالات دستگاه



مشخصات فنی دستگاه

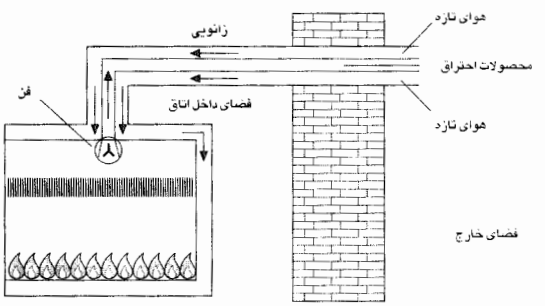
ظرفیت حرارتی ورودی	۳۱/۹ kw	۲۷/۵۰۰kcal/hr
ظرفیت حرارتی خروجی	۲۸/۸ kw	۲۵/۰۰۰kcal/hr
حداکثر دمای آب مدار گرمایش	۸۰ c°	
حداکثر دمای آب مدار آب گرم	۶۰ c°	
حداقل فشار آب راه انداز	۰/۱۵ bar	
حداکثر ارتفاع پمپ	۵ m.w.c	
ظرفیت منبع انبساط	۸ lit	
قطرلوله های مدار گرمایش	۳/۴ inch	
قطر لوله های آب سردوگرم	۱/۲ inch	
قطر لوله ورودی گاز	۳/۴ inch	
قطر دودکش	۱۵ cm	
وزن خالص	۴۱ kg	
ابعاد W-H-D	۴۵۰ X ۸۲۰X۳۵۰ mm	

مدل Caldariello KIS

خصوصیات دستگاه

- برای واحدهای تا $۱۷۰ m^2$ در مناطق معتدل یا واحدهای تا $۱۲۰ m^2$ در مناطق سرد سیر
- مجهز به معتبرترین قطعات استاندارد اروپایی مانند:
  پمپ سیرکولاتور ریلو ایتالیا با کنترل های اتوماتیک پیشگیرانه Heat Exchanger Dual (مبدل حرارتی دومنظوره) برای تامین آب گرم مصرفی و گرمایش
- مجهز به سیستمهای پیشرفته الکترونیکی:
  مشعل اتمسفریک با سیستم جرقه زن اتوماتیک (آیونایز) سیستم ایمنی تخلیه محصولات احتراق سیستم کنترل میکروپروسسوری عملکرد دستگاه سیستم عیب یاب الکترونیکی سیستم ضد یخ سیستم ضد گریپاژ سیستم ایمنی فشار سیستم احتراق آهسته سیستم ضد نوسان احتراق سیستم تنظیم خودکار جریان‌گاز
- بالاترین راندمان برابر با ۹۰٪

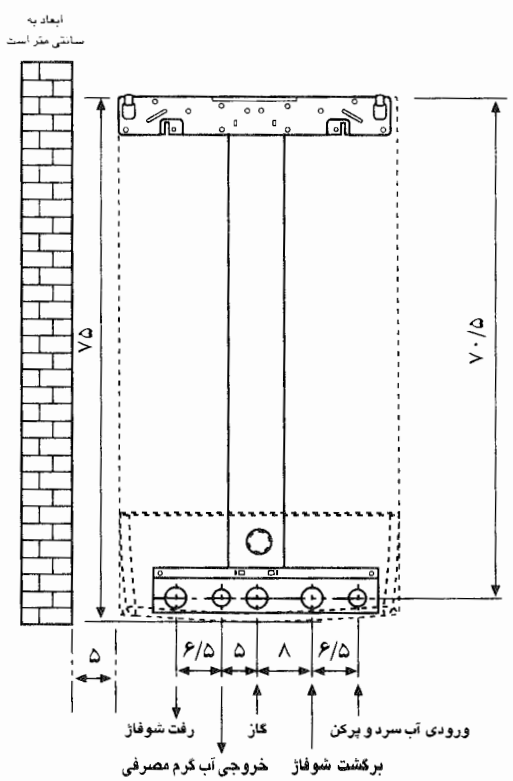
این مدل شوفاژ که محفظه احتراق آن بسته می باشد با استفاده از یک دودکش مخصوص دوجداره نصب می شود و دارای یک فن برای تخلیه محصولات احتراق و همچنین مکش هوای مورد نیاز احتراق از فضای خارج محل نصب (فضای آزاد) می باشد به طوری که هوای مورد نیاز برای احتراق از لوله بیرونی دودکش وارد می شود و دود حاصل از احتراق از لوله داخلی خارج می شود. بدین ترتیب هیچ تغییری در میزان O_2 و CO_2 موجود در هوای محل نصب ایجاد نمی شود.



مشخصات فنی دستگاه

ظرفیت حرارتی ورودی	۲۶ kw ۲۲/۰۰۰kcal/hr
ظرفیت حرارتی خروجی	۲۳/۴۵ kw ۲۰/۰۰۰kcal/hr
حداکثر دمای آب مدار گرمایش	۸۰ c°
حداکثر دمای آب مدار آب گرم	۶۰ c°
حداقل فشار آب راه انداز	۰/۱۵ bar
حداکثر ارتفاع پمپ	۵ m.w.c
ظرفیت منبع انبساط	۸ lit
قطرلوله های مدار گرمایش	۳/۴ inch
قطر لوله های آب سردوگرم	۱/۲ inch
قطر لوله ورودی گاز	۳/۴ inch
قطر دودکش	۶ cm لوله داخلی ۱۰ cm لوله خارجی
وزن خالص	۳۳ kg
ابعاد W-H-D	۴۰۰ X ۷۵۰X ۳۲۸ mm

وضعیت اتصالات دستگاه



تلفن دفتر مرکزی: ۸۷۶۶۲۷۸ - ۸۷۳۹۸۶۱

Fan Coil

Physical Specifications

Description	Unit Size						
	200	300	400	600	800	1000	1200
Nominal Air Flow Rate (CFM)	200	300	400	600	800	1000	1200
* Unit Weight (Kg)	30	36	40	44	55	68	79
Number Of Motors	1	1	1	1	2	2	2
Nominal Power (W)	25	25	45	45	25&45	45	45
Total Rated Amps	0.4	0.4	0.65	0.65	1.05	1.3	1.3
Coil Face Area (Ft²)	0.97	1.40	1.63	1.92	2.51	3.17	4.00
Tube Size	3/8" O.D.						
No Of Rows	3						
No Of Fins/Inch	14						
Drain Connection	3/4" (Sweat Type)						

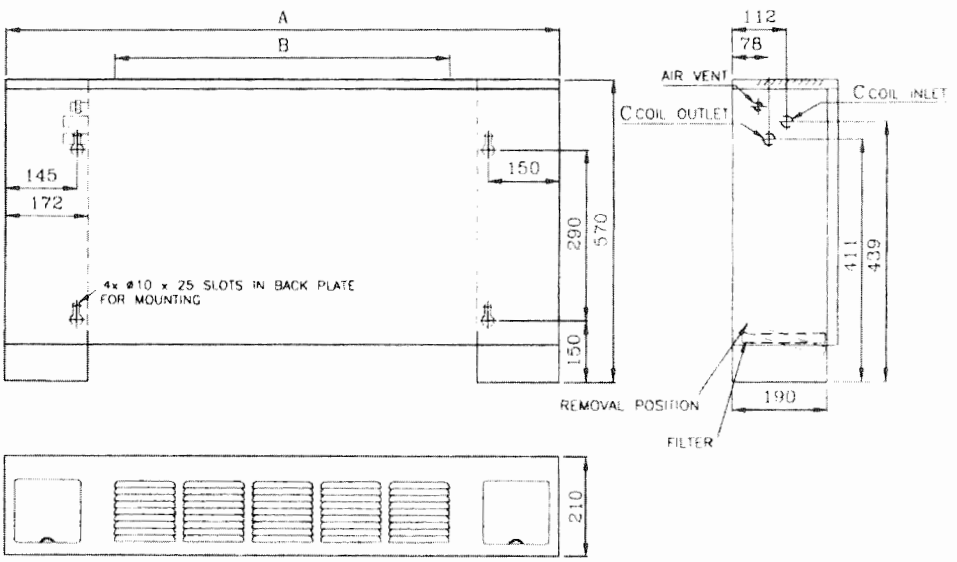
Unit weights given are for exposed models. For concealed and lo-boy, reduce values by approximately 20%

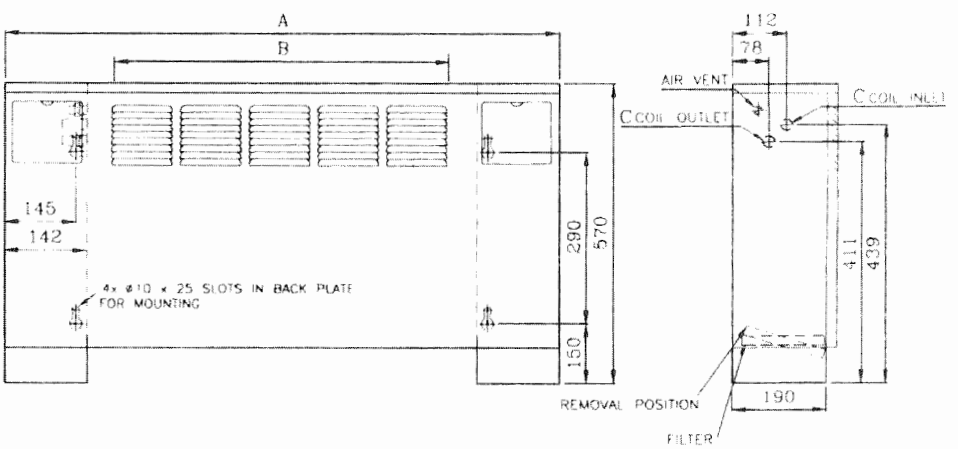
Nominal Performance Data

Model	Air Flow (CFM)	Cooling			Heating	
		Total Cap. (BTU/HR)	Sensible Cap. (BTU/HR)	Water Flow (G.P.M.)	Capacity (BTU/HR)	Water Flow (G.P.M.)
SRFC-200	200	9200	6250	2.0	21800	2.5
SRFC-300	300	11800	8700	2.5	30750	3.5
SRFC-400	400	15400	12250	3.5	38750	4.0
SRFC-600	600	19700	14750	4.0	48250	5.0
SRFC-800	800	24400	18250	5.0	62750	6.5
SRFC-1000	1000	30500	23250	6.5	75000	7.5
SRFC-1200	1200	38900	28250	7.5	88750	9.0

Notes :
1- Capacities are based on high fan speed.
2- Cooling capacities are based on entering water at 45°F and entering air at 80°F DB, 67°F W.B.
3- Heating capacities are based on entering air at 70°F DB, entering and leaving water at 180 F and 160°F respectively.

Top And Front Discharge, Floor, Exposed



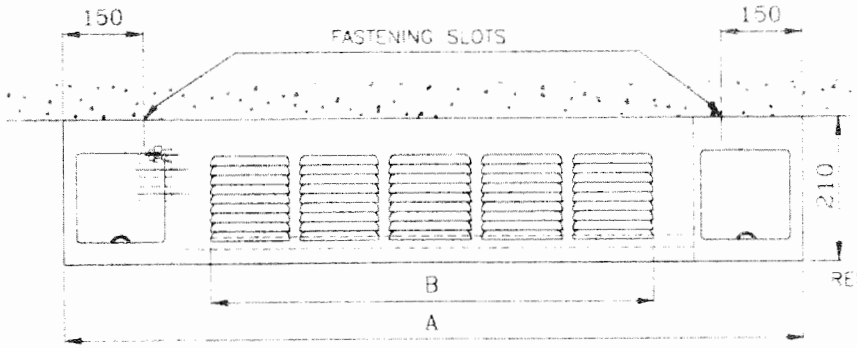


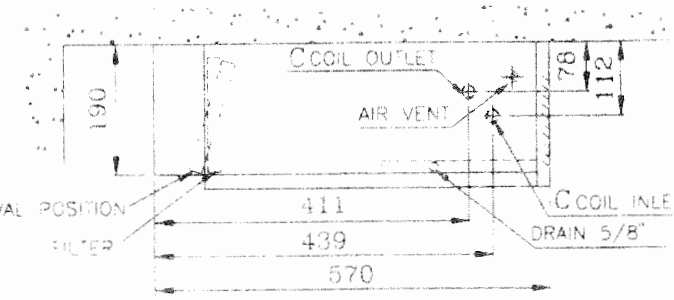
Dimensions

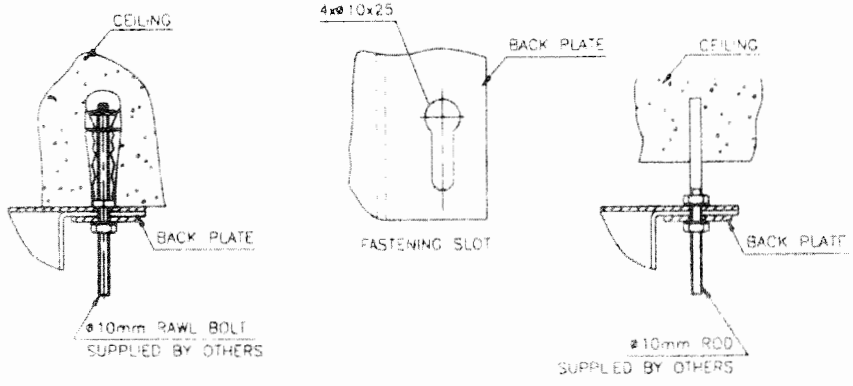
Basic Model	A	B	C
SRFC-200	920	510	1/2" MPT
SRFC-300	1120	640	1/2" MPT
SRFC-400	1220	780	1/2"MPT
SRFC-600	1360	910	3/4" MPT
SRFC-800	1620	1180	3/4" MPT
SRFC-1000	1920	1440	3/4" MPT
SRFC-1200	2270	1840	3/4" MPT

Notes :
- *Left handed coil connections are shown.*
- *To order desired model. Add proper Characters to basic model (see nomenclature).*
- *All dimensions in mm.*

Horizontal Ceiling Mounted Type







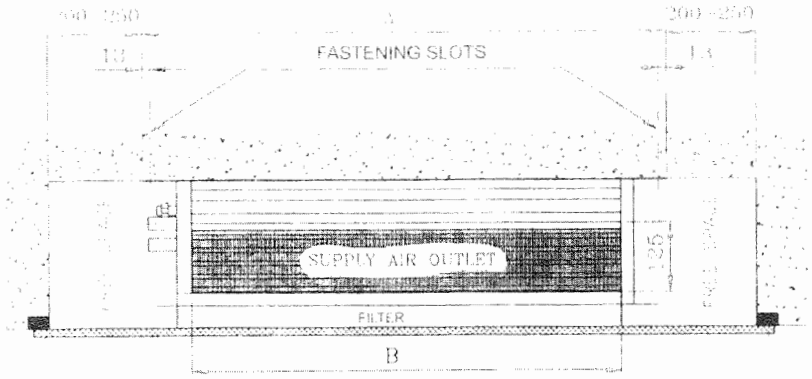
(FASTENING DETAILS)

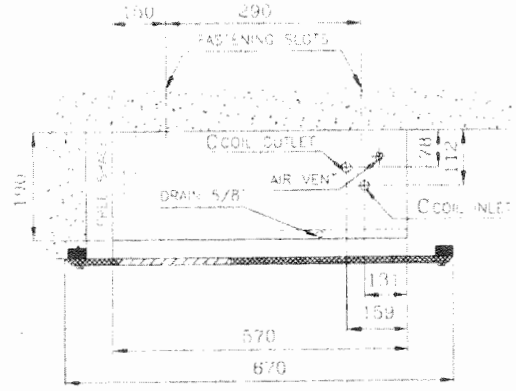
Dimensions

Basic Model	A	B	C
SRFC-200	920	510	1/2" MPT
SRFC-300	1120	640	1/2" MPT
SRFC-400	1220	780	1/2"MPT
SRFC-600	1360	910	3/4" MPT
SRFC-800	1620	1180	3/4" MPT
SRFC-1000	1920	1440	3/4" MPT
SRFC-1300	2270	1810	3/4" MPT

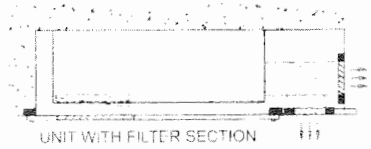
Notes :
Left handed coil connections are shown.
To order desired model, Add proper characters to basic model (See nomenclature).
All dimensions in mm.

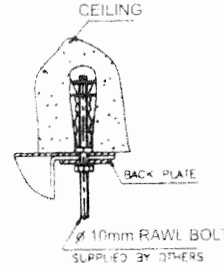
Horizontal Ceiling Mounted, Concealed

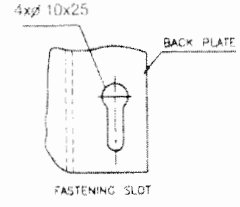


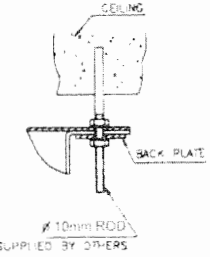


INSTALLATION CONFIGURATIONS









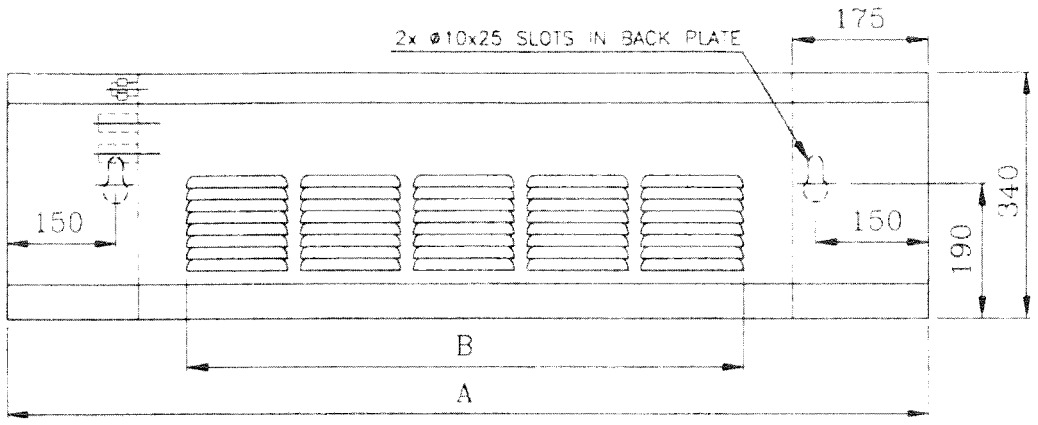
Dimensions

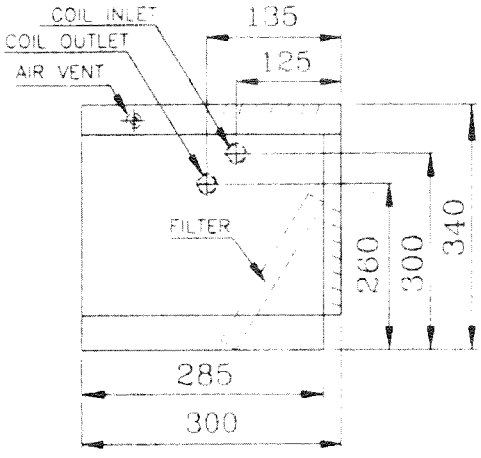
Basic Model	A	B	C
SRFC-200	650	570	1/2" MPT
SRFC-300	850	770	1/2" MPT
SRFC-400	950	870	1/2"MPT
SRFC-600	1090	1010	3/4" MPT
SRFC-800	1350	1270	3/4" MPT
SRFC-1000	1650	1570	3/4" MPT
SRFC-1200	2000	1920	3/4" MPT

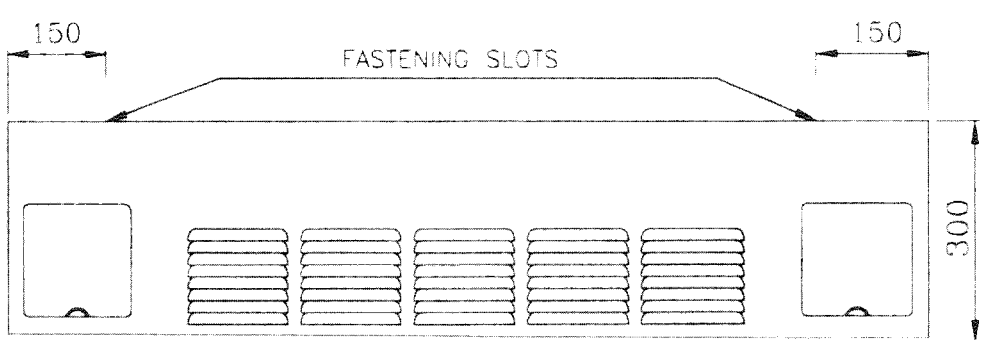
Notes :

- *Left handed coil connections are shown.*
- *To order desired model. Add proper characters to basic model (See nomenclature).*
- *All dimensions in mm.*

Lo - Boy







Notes :

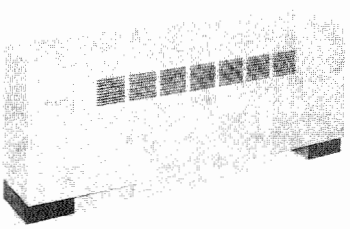
- *Left handed coil connections are shown.*
- *To order desired model. Add proper characters to basic model (See nomenclature).*
- *All dimensions in mm.*

Dimensions

Basic Model	A	B	C
SRFC-200	920	510	1/2" MPT
SRFC-300	1120	640	1/2" MPT
SRFC-400	1220	780	1/2"MPT
SRFC-600	1360	910	3/4" MPT
SRFC-800	1620	1180	3/4" MPT
SRFC-1000	1920	1440	3/4" MPT
SRFC-1200	2270	1840	3/4" MPT

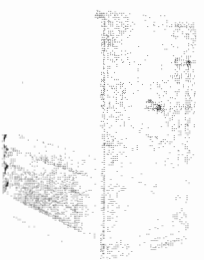
Fan Coils

THE PICTURES SHOWN FROM DIFFERENT FAN COILS TYPES

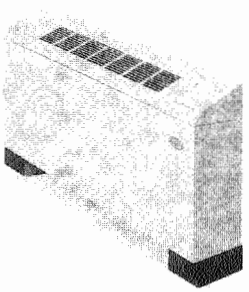


FCBF2

FCBD3

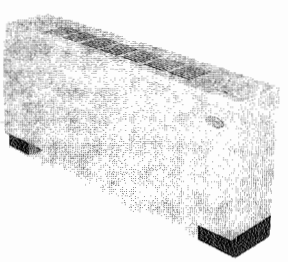


FCBCW



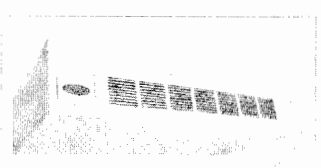
FCBF1

FCBF3

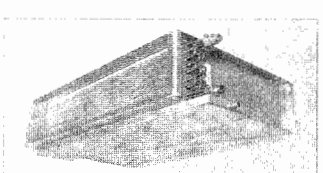


FCBF4

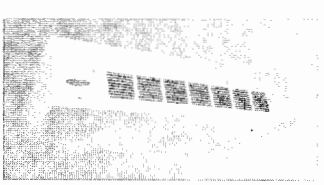




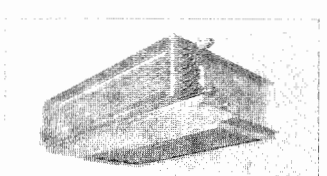
FCBC1



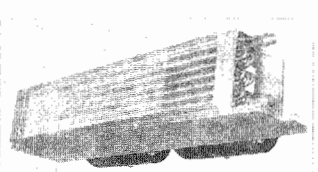
FCBC2



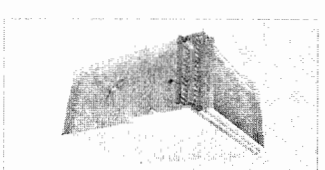
FCBC3



FCBC4



FCBC5



FCBD1



FCBD2

Fan Coils

ORDER - MODEL GUIDE

MODEL KEYWORD :

FCB | C2 | M | 3 | 02 | 6 | 2

Series' B fan coil

Ci : Ceiling fan coill.
C1 : Ceiling fan coil with cabinet behind suction
C2 : Ceiling fan coil without cabinet behind suction
C3 : Ceiling fan coil with cabinet down suction
C4 : Ceiling fan coil without cabinet down suction
C5 : Ceiling fan coil without cabinet and return air plenum.
CW : Both ceiling and wall mounted fan coil with luxury cabinet
Di : Ducted Fan-coil
D1 : Ducted fan coil behind suction and horizental discharge
D2 : Ducted fan coil without return air plenum
D3 : Ducted floor type fan coil with cabinet and vertical discharge.
Fi : Floor type
F1 : Floor type fan-coil with cabinet and slant top
F2 : Floor type fan-coil with cabinet and front discharge
F3 : Floor type fan-coil with cabinet and top discharge
F4 : Floor type fan-coil with cabinet and top discharge lobay model.

M : With manual switch
R : Microprocessor remote controller with digital thermostat
D : With digital thermostat
W : Without control switch

Number of row
1 : 1 Row coil
2 : 2 Row coil
3 : 3 Row coil
4 : 4 Row coil
5 : 5 Row coil

Electrical power specification
6 ... 220 - 1 - 50
(V - ph - Hz)
: Others by request

Unit size (nominal air flow)
cfm options

02 : 200 cfm	12 : 1200 cfm
03 : 300 cfm	14 : 1400 cfm
04 : 400 cfm	16 : 1600 cfm
06 : 600 cfm	18 : 1800 cfm
08 : 800 cfm	20 : 2000 cfm
10 : 1000 cfm	

0 : Cool water/ Hot water - right *
1 : Cool water/ Hot water - left *
2 : Direct Expeansion (DX) - right *
3 : Direct Expeansion (DX) - left *

* Note: All fan coils offerd without fresh air damper. for fresh air damper please ask our sales dep
* Note: The type of fan coil left or right means : when you are standing in front of fan coil, water inlet or outlet is weather in the right or left side of you

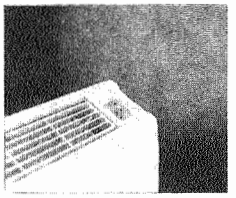
Fan Coils



Fan Coil Type : **Both ceiling & wall mounted fan coil (with luxury cabinet)**
Suction Side : **Front**
Discharge Side : **Change-over front or top**
Filter Position : **Front**

- Color is special
- Remote control





- SIZE AND SPECIFICATIONS OF FAN COILS (Series B)

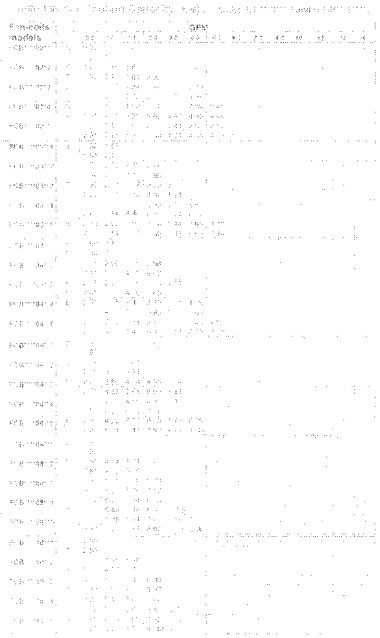
FAN COILS UNIT SIZE	COIL Data		FAN Data	ELECT-MOTOR		Nominal Air flow [m3 / Hr]
	FACE area [m2]	Size Connection [inch] NPS	Quantity * Wheel [mm]	No. Motor & Nominal Power [hp]	Approximate [rpm] High Speed	
FCB****02**	0.086	3/4	1 * 177.8	1 * 1/30	1 * 1250	339.84
FCB****03**	0.129	3/4	2 * 177.8	1 * 1/25	1 * 1280	509.76
FCB****04**	0.149	3/4	2 * 177.8	1 * 1/25	1 * 1280	679.68
FCB****06**	0.169	3/4	2 * 228.6	1 * 1/20	1 * 1280	1019.52
FCB****08**	0.229	3/4	1*177.8+2*228.6	1*1/20+1*1/30	1*1280+1*1250	1359.36
FCB****10**	0.289	3/4	2*177.8+2*228.6	1*1/20+1*1/25	2 * 1280	1699.2
FCB****12**	0.369	3/4	2 * 228.6	2 * 1/20	2 * 1280	2039.04
FCB****14**	0.418	1	2*228.6+4*177.8	1*1/20+2*1/25	3 * 1280	2378.88
FCB****16**	0.477	1	4*228.6+2*177.8	2*1/20+1*1/25	3 * 1280	2718.72
FCB****18**	0.537	1	6 * 228.6	3 * 1/20	3 * 1280	3058.56
FCB****20**	0.597	1	6 * 228.6	3 * 1/20	3 * 1280	3398.40

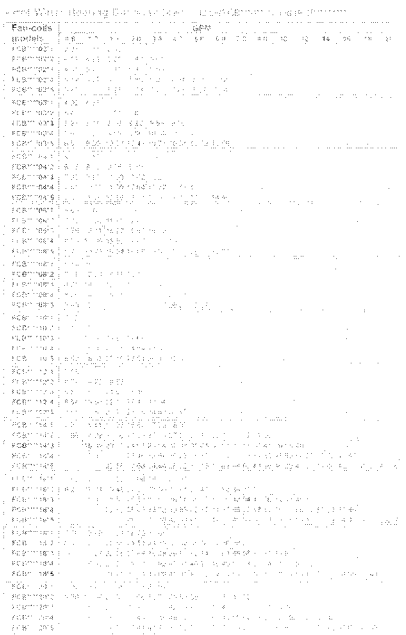
- SIZE AND SPECIFICATIONS OF FAN COILS (Ducted fan coil) *

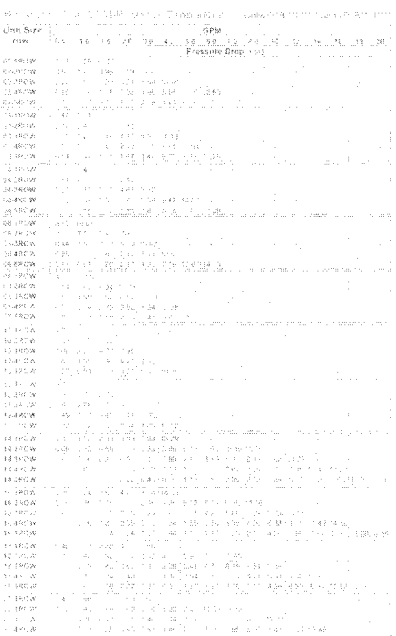
FAN COILS UNIT SIZE	COIL Data		FAN & ELECTROMOTOR Data		Nominal Air flow [m3 / Hr]
	FACE area [m2]	Size Connection [inch] NPS	No. Motor & Nominal Power [w]	Approximate (rpm) High speed	
FCBD***10**	0.244	1	1 * 360	1 * 1300	1699.2
FCBD***12**	0.296	1	1 * 380	1 * 1250	2030.04
FCBD***14**	0.344	1 1/2	1 * 490	1 * 1100	2378.88
FCBD***16**	0.396	1 1/2	1 * 650	1 * 1150	2718.72
FCBD***18**	0.448	1 1/2	2 * 360	2 * 1300	3398.40
FCBD***20**	0.488	1 1/2	2 * 360	2 * 1300	3398.40

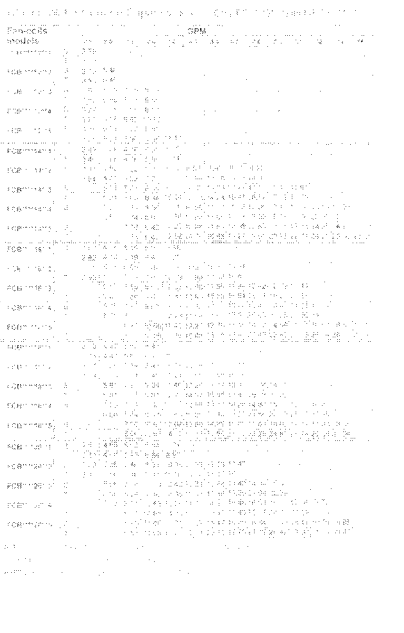
*Note : * For more information about Ducted fan coil and filters capacity of this products please contact with MEHR ASL sales department*

Fan Coils

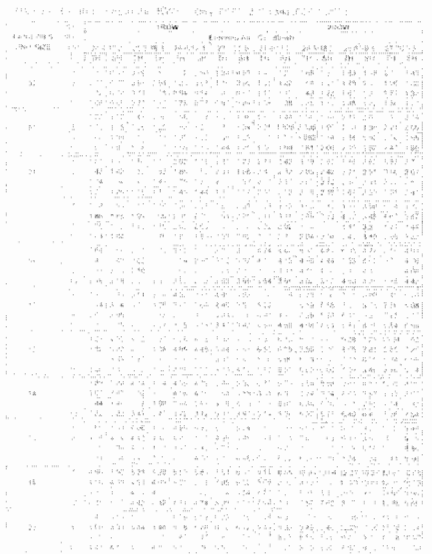


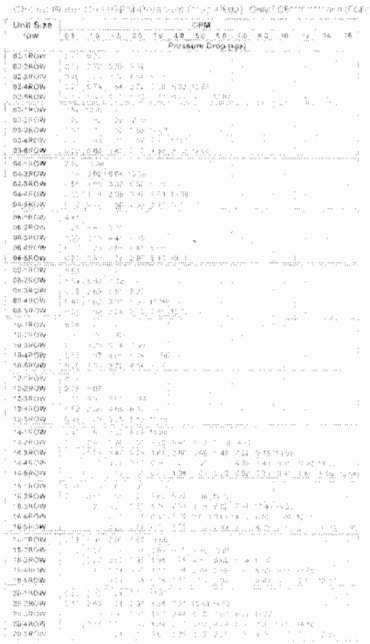


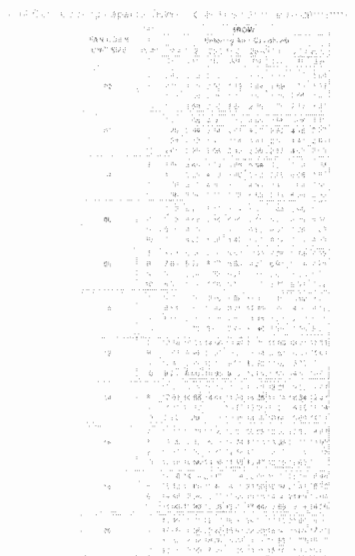


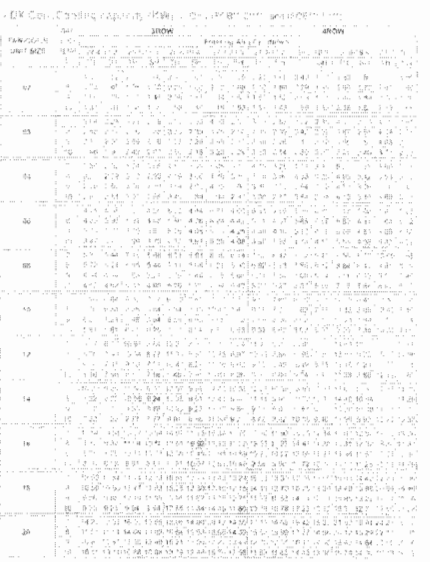


Fan Coils









فیلتر تحت فشار مدل "G

فیلتر تحت فشار G حرارت‌گستر جهت گرفتن املاح معلق و برخی از ناخالصیهای محلول در آب، با استفاده از مواد منعقدکننده شیمیایی و تصفیه مقدماتی یا بدون آنها بکار می‌رود. متداولترین ناخالصیها که با استفاده از این نوع فیلترها گرفته می‌شوند، عبارتند از: موادآلی، کلرورنگ. فیلترهای تحت فشار سری G حرارت‌گستر با درنظرگرفتن کلیه جوانب مهندسی و استانداردها جهت تهیه آب با کیفیت بالا طراحی شده‌اند. عرضه دستگاهها در اندازه و دبی‌های مختلف جوابگوی اغلب نیازهای مختلف است. فیلترهای سری G ترکیبی از دوام و طرح اختصاصی حرارت‌گستر می‌باشند. نصب دستگاه ساده می‌باشد و ضمائم، شیرآلات و اتصالات داخل و خارج موردنیاز به صورت کامل همراه دستگاه عرضه می‌گردند. فیلترهای سری G حرارت‌گستر جهت استفاده در اغلب مراکز تجاری، آموزشی، تحقیقاتی و صنعتی طراحی شده‌اند. مجموعه فیلترهای سری G و محصولات دیگر حرارت‌گستر از قبیل زلال سازها و سختی‌گیرها با قیمت نازل طرح منحصربه فردی را ارائه می‌دهند. کلیه فیلترهای سری G می‌توانند بصورت اتوماتیک، نیمه‌اتوماتیک و یا دستی باشند.

ویژگی‌های فیلتر G

* **موارد مصرف مختلف:** فیلترها در ۱۶ اندازه مختلف منطبق با نیازهای مداوم اغلب مراکز صنعتی و تجاری عرضه میگردند.
* **طرز کار ساده:** تمام مراحل مختلف فیلتراسیون توسط یک شیر چند راهه کنترل می‌شود.
* **نصب آسان:** فیلتر به صورت کامل، آماده اتصال به سیستم آب ورودی، تخلیه و خطوط برق عرضه می‌گردد.
* **بازده بالا:** به دلیل دارا بودن طرح ویژه و استفاده از مواد مناسب، فیلتر بازده بالایی را ارائه می‌دهد.
* **ارتفاع کم:** با استفاده از سیستم عدسی دوبل، ارتفاع دستگاه به حداقل ممکن تقلیل داده شده است.
* **افت فشار کم:** استرینرهای کف فیلتر از افت فشار بالا جلوگیری می‌کنند.
* **دسترسی آسان:** دریچه آدم رو به ابعاد ۱۵×۱۱ اینچ و دریچه دست رو به ابعاد ۸×۶ اینچ دستیابی به تمام قسمتهای داخل دستگاه را آسان می‌نمایند.

مشخصات فنی

بدنه دستگاه

بدنه فیلتر جهت فشار کار psig ۷۵ طراحی شده است و از فولاد کربنی با اتصال جوش و دو سر عدسی ساخته می‌شود. کلیه مخازن دارای دریچه آدم روبه ابعاد ۱۵×۱۱ اینچ در عدسی بالا، اتصالی جهت تخلیه در بغل و پایه‌هایی از جنس فولاد ساختمانی می‌باشند. کلیه فیلترها از داخل با سه لایه اپوکسی مخصوص و از خارج با رنگ ضد زنگ و رنگ روغنی محافظت می شوند.

سیستم کف دستگاه

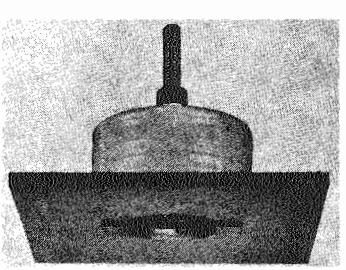
در قسمت تحتانی از طرح عدسی دوبل حرارت‌گستر استفاده شده که شامل عدسی داخلی با قوسی بزرگتر از قوس عدسی خارجی می‌باشد. عدسی داخلی به نحوی به عدسی خارجی متصل شده تا فضای بین دو عدسی تا حد ممکن تقلیل یابد. استرینرهای مقاوم در برابر خوردگی به مجاری موجود در عدسی داخلی متصل شده‌اند تا از هدر رفتن ماده فیلتر جلوگیری کنند. میزان آبدهی باتوجه به تعداد دیسکهای پلاستیکی تشکیل دهنده مجموعه استرینر کنترل می‌شود که با افت فشار کم آبدهی بالایی را ارائه می‌دهند.

شیرآلات و اتصالات اصلی دستگاه

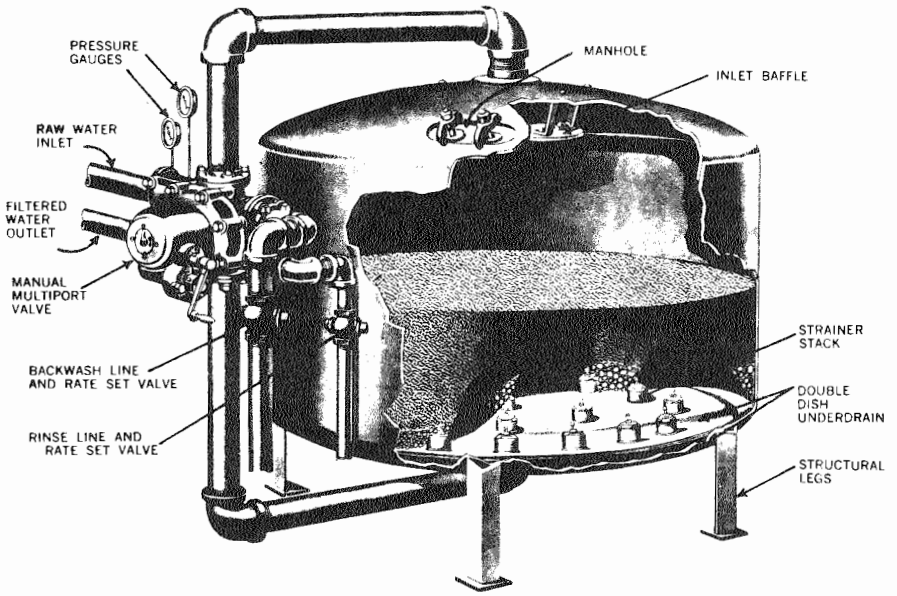
کلیه شیرآلات و اتصالات اصلی داخلی و خارجی روی بدنه نصب شده،دستگاه به صورت کامل عرضه می‌شود. کلیه اتصالات خارجی از جنس فولاد کربنی میباشند. شیر کنترل اصلی میتواند به صورت یک شیر چند راهه متشکل از یک دیسک گردان و صفحه ثابت سوراخ‌دار، و یا مجموعه‌ای از شیرهای پروانه‌ای و یا دروازه‌ای باشد.

مواد فیلتری مورد مصرف در فیلترهای تحت فشار حرارت‌گستر

* **سنگ سیلیس:** سنگ سیلیس مرغوب دانه‌بندی و شسته شده، عمدتا در فیلترهای تحت فشار حرارت‌گستر مصرف می‌شود.
* **آنتراسیت:** آنتراسیت از نوع غیر سیلیسی می‌باشد و در مواردی که میزان سیلیس کمی در آب خروجی فیلتر مورد نظر بوده و یا آب با مواد سیلیسی سازگاری نداشته باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
* **نیوترالایت:** نیوترالایت جهت تصحیح اسیدیته آب (با PH پایین) بکار میرود.
* **کربو-دور:** کربو-دور نوعی کربن فعال شده با ظرفیت بالا بوده که به‌منظور جذب کلر، فنولها و موادآلی مشابه که عوامل عمده ایجاد طعم، رنگ و بوی بد در آب می‌باشند، بکار میرود.
* **زئو-رکس:** مجموعه دو لایه از آنتراسیت و زئو-رکس جهت حذف آهن و منگنز موجود در آب بکار می‌رود.
* ضمناً مجموعه‌ای از انواع مواد مذکور به صورت چند لایه در فیلترهای حرارت‌گستر جهت استفاده در موارد خاص تصفیه آب بکار می‌رود.



DESIGN DATA & DIMENSIONS
HARARAT GOSTAR
"G" PRESSURE FILTER SERIES



DIMENSIONS FOR TYPE "G" PRESSURE FILTERS

MODEL	Shell Diam. Inches	Height Overall	Minimum Head Room	Approximate Floor Space	Multiport Valve Size *	Approximate shipping Weight, lbs.			Gross Operating Weight, lbs.	Flow Rate at 6 G.P.M. Per Sq.Ft.	Back Wash G.P.M.
						Shell	Valve	Media**			
G16	16	4' 2"	5' 0"	2' 8" x 6' 0"	1"	150	100	350	620	8	13
G20	20	4' 4"	5' 2"	2' 8" x 6' 0"	$1\frac{1}{4}$"	196	100	450	775	13	21
G24	24	4' 6"	5' 4"	3' 0" x 6' 7"	$1\frac{1}{2}$"	254	150	600	985	19	30
G28	28	4' 8"	5' 6"	3' 0" x 6' 7"	2"	300	175	750	1,300	26	42
G30	30	4' 10"	5' 11"	3' 6" x 7' 11"	2"	430	175	1,000	2,000	30	49
G36	36	5' 0"	6' 1"	4' 0" x 8' 5"	2"	560	273	1,500	2,800	42	71
G42	42	5' 2"	6' 1"	4' 6" x 9' 0"	$2\frac{1}{2}$"	690	273	2,000	3,800	60	96
G48	48	5' 5"	6' 5"	5' 0" x 9' 7"	3"	850	273	2,600	4,900	78	126
G54	54	5' 9"	6' 10"	5' 6" x 10' 6"	4"	1090	535	3,300	6,500	96	159
G60	60	5' 11"	6' 11"	6' 0" x 11' 1"	4"	1380	535	4,100	8,000	120	196
G66	66	6' 3"	7' 3"	6' 6" x 11' 7"	4"	1670	535	5,000	9,600	144	237
G72	72	6' 6"	7' 4"	7' 0" x 12' 7"	5"	2110	814	6,000	11,800	168	283
G78	78	6' 9"	7' 5"	7' 6" x 13' 2"	5"	2760	814	7,200	14,400	198	332
G84	84	7' 0"	7' 6"	8' 0" x 13' 8"	6"	3270	814	8,500	16,700	228	385
G90	90	7' 3"	7' 8"	8' 6" x 14' 2"	6"	4020	814	9,900	19,500	264	440
G96	96	7' 4"	7' 9"	9' 0" x 14' 8"	6"	4940	814	11,300	22,000	300	500

*Multiport or Gate valves optional on all sizes. ** Media is sand at 100 Lb. per cubic foot.

All Type "G" filters are of 3' straight height, are designed for 75 psi pressure and incorporate Double-Dish underdrain design.

Additional straight height available as optional design.

HARARAT GOSTAR

دفتر مرکزی : تهران، خیابان طالقانی شرقی، شمارهٔ ۵۴۳ صندوق پستی: ۵۳۷۱-۱۵۸۷۵

تلفن : ۷۶۵۸۸۹-۷۶۵۸۹۳ تلکس : HGSR ۲۲۳۷۳۷ فاکس : ۷۶۴۵۳۱

Air Cooled Condenser

Total Heat Rejection

Total Heat Rejection For R-22 (MBH)

Aluminum FIN — Table 1A

Model	TD(F)				
	10	15	20	25	30
SRAC - 040	20	31	43	55	67
SRAC - 075	40	63	87	113	140
SRAC - 110	72	117	165	215	267
SRAC - 150	82	130	181	235	291
SRAC - 225	131	210	293	378	467
SRAC - 300	160	253	352	458	565
SRAC - 375	208	332	463	600	741
SRAC - 450	255	407	569	737	910
SRAC - 600	332	529	739	960	1186
SRAC - 750	435	695	970	1255	1548
SRAC - 900	534	854	1191	1538	1893
SRAC - 1150	618	979	1356	1744	2139

Copper FIN — Table 1B

Model	TD(F)				
	10	15	20	25	30
SRAC - 040	20	31	43	55	68
SRAC - 075	40	64	89	115	143
SRAC - 110	74	119	168	220	273
SRAC - 150	83	132	184	239	297
SRAC - 225	133	213	298	385	475
SRAC - 300	162	257	358	465	576
SRAC - 375	212	337	471	610	754
SRAC - 450	259	414	578	750	926
SRAC - 600	338	538	752	976	1207
SRAC - 750	442	707	987	1278	1575
SRAC - 900	542	869	1212	1566	1928
SRAC - 1150	627	992	1375	1769	2169

Note: MBH=1000 BTU/HR

Above given values are based on sea level altitude and 14 Fins Per Inch coils. For different altitude and coil FPI (10 or 12), multiply THR value by the appropriate correction factor in table 5 and divide by correction factor in table 4.

Total Heat Rejection For R-407C [MBH]

Aluminum FIN — Table 2A

Model	TD[F]				
	10	15	20	25	30
SRAC - 040	20	30	41	53	65
SRAC - 075	38	60	85	111	137
SRAC - 110	69	113	160	210	262
SRAC - 150	79	126	177	231	286
SRAC - 225	127	205	287	374	461
SRAC - 300	153	244	342	445	553
SRAC - 375	201	322	452	588	729
SRAC - 450	246	396	557	724	897
SRAC - 600	320	513	723	941	1167
SRAC - 750	420	678	952	1237	1529
SRAC - 900	518	836	1173	1520	1874
SRAC - 1150	602	960	1335	1723	2119

Copper FIN — Table 2B

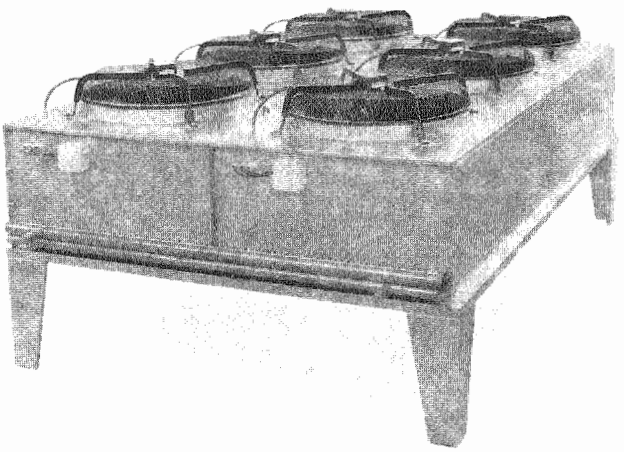
Model	TD[F]				
	10	15	20	25	30
SRAC - 040	20	30	42	54	66
SRAC - 075	39	61	86	113	140
SRAC - 110	70	115	164	215	268
SRAC - 150	80	128	179	234	291
SRAC - 225	129	208	293	380	470
SRAC - 300	155	248	348	453	564
SRAC - 375	204	326	459	598	742
SRAC - 450	250	403	566	737	912
SRAC - 600	325	522	735	958	1189
SRAC - 750	427	689	969	1259	1557
SRAC - 900	526	851	1194	1548	1909
SRAC - 1150	610	973	1355	1748	2149

Note: MBH = 1000 BTU/HR

Above given values are based on sea level altitude and 14 Fins Per Inch coils. For different altitude and coil FPI (10 or 12), multiply THR value by the appropriate correction factor in table 5 and divide by correction factor in table 4.

MEHRASL کارخانجات تولیدی مهر اصل

Air Cooled Condenser



MODEL KEYWORD

A	K	B	1	2	A	15	O	6	W

Air cooled condenser

Productution series
C=Horizontal coil
K=Vertical coil
V=V type coil

Fan diameter (No. of poles)
B: 760 mm(6 poles) G: 500 mm(4 poles)
E: 710 mm(6 poles) H: 500 mm(6 poles)
F: 630 mm(6 poles) L: 450 mm(6 poles)
A: 500 mm(6 poles)

Number of fan
Number of fan in one row(1,2,3,4,5,6)
M: 4 fan in 2 rows
N: 6 fan in 2 rows
P: 8 fan in 2 rows
Q: 10 fan in 2 rows
R: 12 fan in 2 rows

Rows deep of coil tubes
(2,3,4,6)

Fin materials
A: Aluminium
C: Copper

Capacity Range

05: 2-7 R.T	50: 42-57 R.T
10: 7-12 R.T	65: 57-77 R.T
15: 12-17 R.T	90: 77-100 R.T
20: 17-22 R.T	110: 100-120 R.T
25: 22-27 R.T	130: 120-140 R.T
30: 27-32 R.T	150: 140-160 R.T
35: 32-37 R.T	160: 160-180 R.T
40: 37-42 R.T	175: 180-200 R.T

Design improvement
O: Original (Without additional options)
E: With electrical panel
(whout fan cycling system)
D: With electrical panel
(cycling switch for each fan)
S: With electrical panel (including
fan speed controller for each fan)
C: Custom design

Electrical power specifications

(V-Ph-Hz)	(V-Ph-Hz)
1: 575-3-60	6: 400-3-50
2: 460-3-60	5: 200-1-60
3: 230-3-60	4: 200-3-60

Packig specifications
D: Domestic packing
I: International packing
W: Without packing

توجه:
کندانسورهای تولیدی مهر اصل فاقد شیرهای ورودی و خروجی گاز و مایع، شیر یکطرفه و فیوز حفاظتی می باشند.

Note : The condenser units do not include inlet / outlet service valves, receiver, relife valve,and , if necessary they should be ordered seperately.

V-Type Air Cooled Condenser (version 2)

شرکت مهر اصل برای تامین نیاز بازار داخلی و رفع نیاز مشتریان محترم اقدام به طراحی و تولید کندانسورهای **هوایی** مشابه **09DD** شرکت کریر نموده است از مزایای این کندانسورها سازگاری آنها با مناطق گرمسیری مرطوب می‌باشد و می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱ – سطح کویل این کندانسورها جهت مناطق گرمسیری در مقایسه با مشابه خارجی بزرگتر میباشد(در صورت درخواست با احتساب اضافه بها استفاده از فینهای مسی وفینهای چاکدار و لوله‌های مسی داخل فیندار جهت افزایش راندومان مقدور می‌باشد).

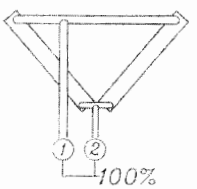
۲ – شاسی از ورق گالوانیزه ساخته شده است و به وسیله رنگ پودری الکترواستاتیک، کوره‌ای پوشیده شده است و جهت مناطق گرمسیری مرطوب مناسب می‌باشند .

۳– فنهای مورد استفاده در این کندانسورها از نوع **External rotor** می‌باشد که دارای لرزش کم و راندومان بالا و مصرف برق کم می‌باشند.

۴–سیستم کنترل فنها مجزا از سیستم کنترل تهویه مطبوع مربوطه می‌باشد و فنها توسط فشار کنترل می شود و از کنترل فنها توسط دما اجتناب شده است که این سیستم مناسب مناطق گرمسیر بوده و کارکرد بهتری نسبت به سایر سیستمها دارد.

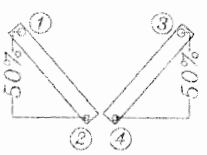
۵–تابلو برق کندانسور جدا از دستگاه تهویه مطبوع مربوطه می‌باشد که علاوه بر کاهش هزینه‌های نصب امکان استفاده از این کندانسور با هر دستگاه تهویه مطبوع را امکان پذیر می‌سازد .

REFRIGERANT CONNECTIONS: (by request)



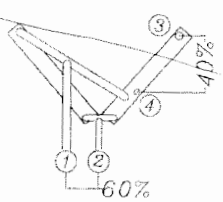
1: HOT GAS CONNECTION
2: LIQUID CONNECTION

AVB20:	1 1/8"	5/8"
AVB23:	1 1/8"	7/8"
AVB30:	1 1/8"	7/8"
AVB35:	1 1/8"	7/8"
AVB45:	1 3/8"	1 1/8"



1 , 3: HOT GAS CONNECTION
2 , 4: LIQUID CONNECTION

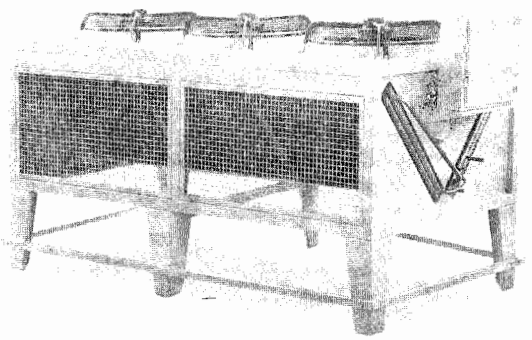
AVB20:	1 1/8"	5/8"
AVB23:	1 1/8"	5/8"
AVB30:	1 1/8"	5/8"
AVB35:	1 1/8"	7/8"
AVB45:	1 1/8"	7/8"

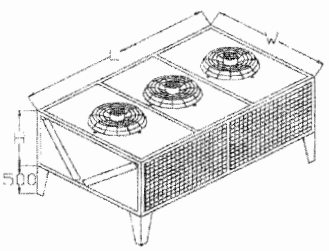


1 , 3: HOT GAS CONNECTION
2 , 4: LIQUID CONNECTION

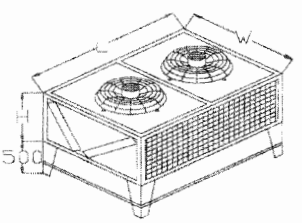
AVB30:	1 1/8"	5/8"
	1 1/8"	5/8"
AVB35:	1 1/8"	7/8"
	1 1/8"	5/8"
AVB45:	1 1/8"	7/8"
	1 1/8"	7/8"

V-Type Air Cooled Condenser (version 2)





- AVB 30 , 35 , 45 MODELS



- AVB 20 , 23 MODELS

MODEL		AVB202 (Similar to C30D0181)	AVB232 (Similar to C30D0234)	AVB302 (Similar to C30D0302)	AVB352 (Similar to C30D0354)	AVB452 (Similar to C30D0454)
OPERATING WEIGHT (KG)		300	400	450	560	780
CONDENSOR COIL FPM /ROWS DEEP		394/3				394/4
CONDENSOR COIL DIM (mm x mm)		2x650x1950	2x850x1950	2x650x2800	2x850x2800	2x1100x2800
MEHR ASL Coil face ares (ft^2)		27.3	35.7	39.2	51.2	66.3
Carrier Coil face ares (ft^2)		26.2	35.4	39	46.9	60.3
HEAT REJECTION OF CONDENSOR BTU/HR‡		196000	220000	300000	338000	416400
NO OF FANS		2	2	3	3	3
	20 °F	16.32	18.24	25.02	28.16	34.70
COOLING CAPACITY	25 °F	20.54	22.92	31.35	35.20	43.38
R.TON TD‡	30 °F	24.83	27.67	37.76	42.33	51.81
R22	35 °F	29.17	32.48	44.26	49.53	60.73
	40 °F	33.57	37.55	50.52	56.83	69.35
	L	2150	2150	3000	3000	3000
DIMENTIONS (MM)	W	1100	1400	1100	1400	1800
	H	850	970	850	970	1160

Air Cooled Condenser

- MODEL V

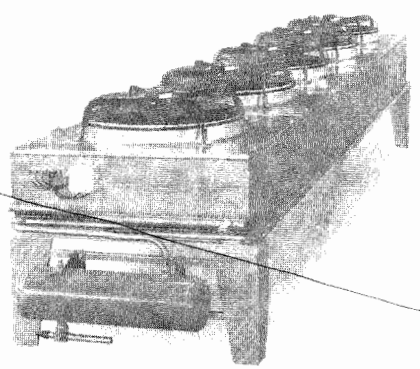
E-TAN 745 (6 POLES)

MODEL	Qn 2Rows KW	R.T	3Rows KW	R.T	4Rows KW	R.T	5Rows KW	R.T	St m²	DIMENSION A	B	C	D	Di	Do
										mm					
AVE1A****	29.1	8.3	41.6	11.8	54.6	15.5	67.1	19.1	1.74	1965	1000	750	1440	35	42
AVE1C****	29.3	8.3	42.2	12	55	15.7	68.4	19.5							
AVE2A****	57.2	16	82	23	106.6	30.4	131	37.3	3.48	1965	1000	750	2150	35	42
AVE2C****	58.5	16.5	83	23	108	30.8	133	37.8							
AVE3A****	84.5	24	121	34.5	158	45	194	55	5.24	2640	1000	750	3140	35	42
AVE3C****	86	24	123	35	161	45.8	198	56							
AVE4A****	113	32	163	46	213	60	262	74	6.96	3300	1000	750	3830	42	51
AVE4C****	117	33	169	48	220	62	270	77							
AVE5A****	141	40	203	57.6	265	75	325	92	8.7	3965	1000	750	4520	42	51
AVE5C****	146	41.3	211	60	276	78	338	96							
AVE6A****	169	48	244	69	318	90	390	111	10.46	3920	1000	750	5210	54	63
AVE6C****	176	50	254	72	332	94	407	116							
AVE7A****	197	56	284	80	371	105	455	129	12.17	4580	1000	750	5900	54	63
AVE7C****	205	58	296	84	387	110	474	135							
AVE8A****	225	64	325	92	424	120	520	148	13.92	5240	1000	750	6590	54	63
AVE8C****	234	66	338	96	442	126	542	154							
AVE9A****	253	72	366	104	477	135	585	166	15.65	5900	1000	750	7280	54	63
AVE9C****	263	75	380	108	496	141	609	173							
AVE10A****	281	80	406	115	530	150	650	185	17.39	6560	1000	750	8060	54	63
AVE10C****	293	83	423	120	552	157	677	193							
AVE11A****	338	96	488	139	637	181	782	222	19.13	7220	1000	750	8830	54	63
AVE11C****	351	100	507	144	662	188	812	231							

E-TAN 796 (6 POLES)

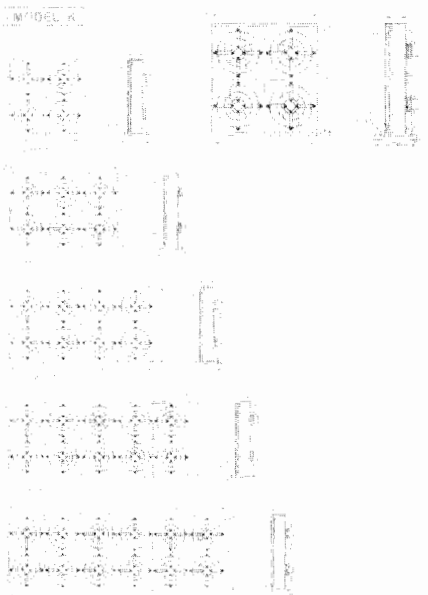
MODEL	Qn 2Rows KW	R.T	3Rows KW	R.T	4Rows KW	R.T	5Rows KW	R.T	St m²	DIMENSION A	B	C	D	Di	Do
										mm					
AVB1A****	30.6	8.7	45	13.1	59	16.8	73	20.7	1.74	965	1000	750	1150	28	33
AVB1C****	31.2	8.9	46.2	13.2	60	17	74.2	21.1							
AVB2A****	61.5	17.5	91.1	26	119	34	147	42	3.48	1965	1000	750	2150	35	42
AVB2C****	64.5	18.8	94.5	27	123	35	152	43							
AVB3A****	92.8	26.2	123	35	162	46	199	56	5.24	2640	1000	750	3140	35	42
AVB3C****	97	27.6	127	36	169	47.9	209	59							
AVB4A****	123	35	163	46.4	212	60	261	74	6.96	3300	1000	750	3830	42	51
AVB4C****	129	37	169	48	220	62	272	77							
AVB5A****	154	44	204	58	265	75	327	93	8.7	3965	1000	750	4520	54	63
AVB5C****	160	46	211	60	276	78	340	97							
AVB6A****	185	52.5	246	70	320	91	393	112	10.46	4580	1000	750	5210	54	63
AVB6C****	194	55.2	254	72	332	94	408	116							
AVB7A****	215	61	285	81	372	106	457	130	12.17	5240	1000	750	5900	54	63
AVB7C****	225	64	296	84	387	110	475	135							
AVB8A****	246	70	325	92	424	120	521	148	13.92	5900	1000	750	6590	54	63
AVB8C****	257	73	338	96	442	126	543	154							
AVB9A****	277	79	366	104	478	136	587	167	15.65	6560	1000	750	7280	54	63
AVB9C****	288	82	380	108	496	141	610	173							
AVB10A****	308	87.5	407	116	530	151	652	185	17.39	7220	1000	750	8060	54	63
AVB10C****	321	91	423	120	552	157	678	193							
AVB11A****	370	105	488	139	637	181	783	223	19.13	7945	1000	750	8830	54	63
AVB11C****	384	109	506	144	662	188	813	231							

- MODEL V

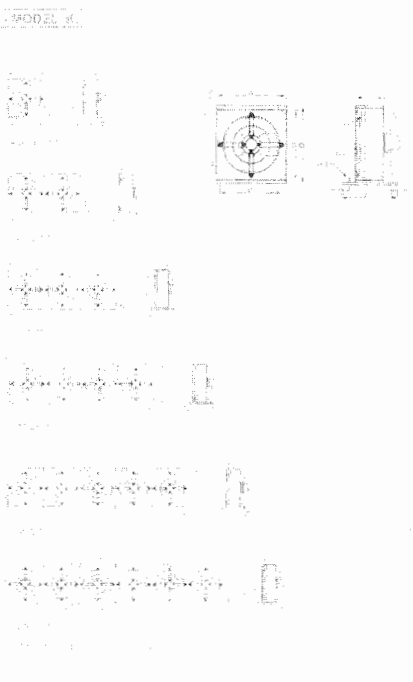


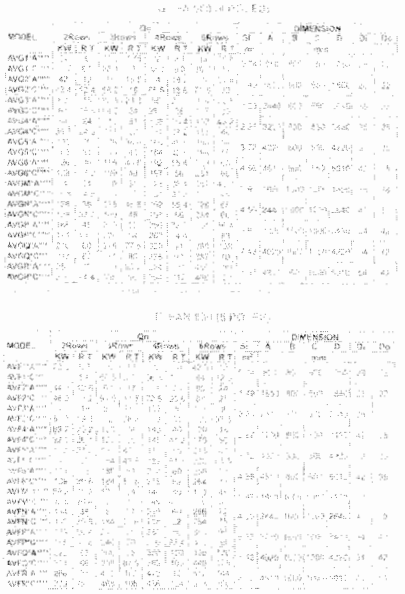
Air Cooled Condenser

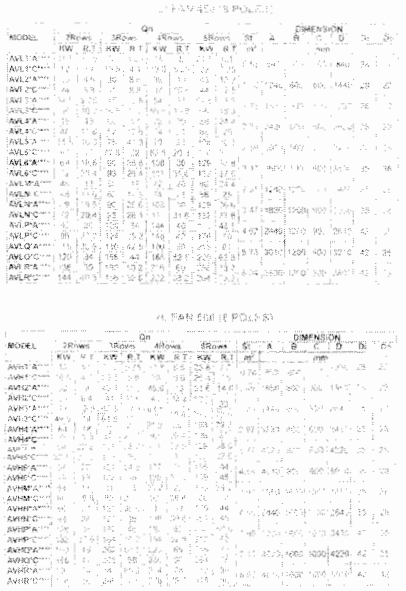
MODEL K



MODEL K







Air Cooled Condenser

E: FAN 710 (6 POLES)

MODEL	Qn 2Rows KW	R.T	3Rows KW	R.T	4Rows KW	R.T	6Rows KW	R.T	St	A	B	C	D	Df	Do
									m²	mm					
A*E1*A***	24.5	7	33	9.5	39	11	47	13.5	0.93	990	900	920	1020	28	22
A*E1*C***	26.8	7.3	34	9.7	40.3	11.5	46.3	13.8							
A*E2*A***	49	14	68	19	78	22	94	27	1.86	1980	960	1910	1020	35	28
A*E2*C***	51.5	14.5	68	19.5	80.5	23	90.5	27.5							
A*E3*A***	73.5	21	99	28.5	117	35	141	40.5	2.79	2940	960	2870	1020	35	28
A*E3*C***	77.5	22	102	29	121	34.5	145	41.5							
A*E4*A***	98	28	132	38	156	44	188	54	3.72	3900	960	3830	1020	42	35
A*E4*C***	103	29	135	39	161	46	193	55							
A*E5*A***	123	35	165	47.5	195	55	235	67.5	4.65	4860	960	4790	1020	42	35
A*E5*C***	129	36.5	170	48.5	202	57.5	242	69							
A*E6*A***	147	42	196	57	234	66	282	81	5.59	5820	960	5750	1020	42	35
A*E6*C***	155	44	204	58	242	69	290	83							
A*EMA***	88	28	132	36	156	44	188	54	3.72	1960	1910	1910	1980	42	35
A*EMC***	103	29	139	39	161	46	193	55							
A*ENA***	147	42	198	57	234	66	282	80.5	5.59	2940	1910	2870	1980	42	35
A*ENC***	155	44	204	58	242	69	290	83							
A*EPA***	196	56	264	75	312	88	376	108	7.45	3900	1910	3830	1980	54	42
A*EPC***	206	58	272	76	322	92	386	110							
A*EQA***	245	70	330	95	390	110	470	135	9.32	4860	1910	4790	1980	54	42
A*EQC***	258	73	340	97	403	115	483	138							
A*ERA***	294	84	396	114	468	132	564	162	11.2	5820	1910	5750	1980	80	54
A*ERC***	310	88	408	116	484	138	580	166							

B: FAN 760 (6 POLES)

MODEL	Qn 2Rows KW	R.T	3Rows KW	R.T	4Rows KW	R.T	6Rows KW	R.T	St	A	B	C	D	Df	Do
									m²	mm					
A*B1*A***	27	7.5	36	10.3	43.5	12.5	53.5	15.5	0.93	990	990	920	1020	28	22
A*B1*C***	28	8	37.5	10.6	44.8	12.8	55	15.6							
A*B2*A***	54	15.2	72	20.5	87	24.5	107	30.5	1.86	1980	990	1910	1020	35	28
A*B2*C***	56	16	75	21.3	88.5	25.5	110	31.3							
A*B3*A***	81	23	108	31	131	37	161	46	2.79	2940	990	2870	1020	35	28
A*B3*C***	84	24	113	32	135	38.5	165	47							
A*B4*A***	108	30.3	144	41	174	49.2	214	61	3.72	3900	990	3830	1020	42	35
A*B4*C***	112	32	150	42.5	178	51	221	62.8							
A*B5*A***	130	38	180	51.5	218	61.5	270	76.5	4.65	4860	990	4790	1020	42	35
A*B5*C***	140	40	188	53	224	64	273	78							
A*B6*A***	162	46	216	62	262	74	322	92	5.58	5820	990	5750	1020	54	42
A*B6*C***	168	48	226	64	270	77	330	94							
A*BMA***	108	30.3	144	41	174	49.2	214	61	3.72	1980	1910	1910	1980	42	35
A*BMC***	112	32	150	42.5	178	51	221	62.8							
A*BNA***	162	46	216	62	262	74	322	92	5.58	2940	1910	2870	1980	54	42
A*BNC***	168	48	225	64	270	77	330	94							
A*BPA***	216	60.5	288	82	345	98.4	428	122	7.45	3900	1910	3830	1980	80	54
A*BPC***	224	64	300	85	358	102	442	125							
A*BQA***	270	76	360	103	435	123	535	153	9.32	4860	1910	4790	1980	80	54
A*BQC***	280	80	375	106	448	128	548	156							
A*BRA***	324	92	432	124	524	148	644	184	11.2	5820	1910	5750	1980	80	54
A*BRC***	336	96	452	128	540	154	660	188							

G : FA 560 (4 POLES)

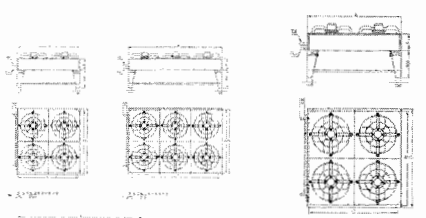
MODEL	Qn 2Rows KW	R.T	3Rows KW	R.T	4Rows KW	R.T	6Rows KW	R.T	St	A	B	C	D	Df	Do
									m²	mm					
A*G1*A***	19.3	5.5	26.7	7.3	30.6	8.7	37	10.5	0.66	850	760	780	810	28	22
A*G1*C***	20.2	5.75	26.7	7.6	31.6	9	37.6	10.7							
A*G2*A***	38.4	11	51.4	14.6	61	17.4	74	21	1.32	1650	740	1580	810	28	22
A*G2*C***	40.4	11.5	53.4	15.2	63.2	18	75.2	21.4							
A*G3*A***	59	16.5	77.1	22	91.5	26.1	111	31.5	1.98	2440	740	2370	810	35	28
A*G3*C***	60.6	17.3	80.1	23	94.8	27	113	32.1							
A*G4*A***	79	22.5	103	29.3	123	35	148	42	2.64	3230	745	3160	810	35	28
A*G4*C***	81	23.5	107	30.5	127	36.1	151	43							
A*G5*A***	97	27.6	129	36.7	153	43.7	185	52.5	3.30	4020	740	3950	810	42	35
A*G5*C***	101	28.8	134	38.2	158	45	188	53.5							
A*G6*A***	118	33	159	44	192	52.2	222	63	3.89	4810	740	4740	810	42	35
A*G6*C***	123	34.6	161	45.6	196	54	226	64.3							
A*GMA***	79	22.5	103	29.3	123	35	148	42	2.64	1700	1630	1580	1700	35	28
A*GMC***	81	23.6	107	30.5	127	36.1	151	43							
A*GNA***	118	33	156	44	188	52.2	222	63	3.96	2440	1630	2370	1700	42	35
A*GNC***	123	34.6	161	45.6	196	54	226	64.3							
A*GPA***	158	45	208	58.6	246	70	296	84	5.28	3230	1630	3160	1700	54	42
A*GPC***	162	47	214	61	254	72.2	302	86							
A*GQA***	194	55.2	258	73.4	306	87.4	370	105	6.61	4020	1630	3950	1700	54	42
A*GQC***	202	57.6	268	76.4	316	90	376	107							
A*GRA***	236	68	316	88	386	108	444	126	7.93	4810	1630	4740	1700	54	42
A*GRC***	248	69.2	322	91.6	396	108	452	129							

Dimension A + approx. as standard with 8 type fan + stroke (L=Stroke in m, L/2 + n)

F : FAN 630 (6 POLES)

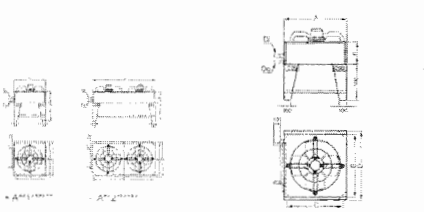
MODEL	Qn 2Rows KW	R.T	3Rows KW	R.T	4Rows KW	R.T	5Rows KW	R.T	St	A	B	C	D	Df	Do
									m²	mm					
A*F1*A***	21	6	28	8	33.5	9.5	42	12	0.66	850	740	780	810	28	22
A*F1*C***	22	6.25	30	8.5	34.5	9.8	42.5	12							
A*F2*A***	42	12	56	16	67	19	84	24	1.32	1650	740	1580	810	28	22
A*F2*C***	44	12.5	60	17	70	20	85	24.2							
A*F3*A***	63	18	84	24	101	28.5	126	36	1.98	2440	740	2370	810	35	28
A*F3*C***	66	18.6	90	25.5	114	29.5	128	36.5							
A*F4*A***	84	24	112	32	134	38	168	48	2.64	3230	740	3160	810	35	28
A*F4*C***	88	25	120	34	140	40	170	49.5							
A*F5*A***	105	30	140	40	168	47.5	210	60	3.30	4020	740	3950	810	42	35
A*F5*C***	110	31.3	150	42.5	173	46	213	61							
A*F6*A***	126	36	168	48	202	57	252	72	3.69	4810	740	4740	810	42	35
A*F6*C***	132	37.6	180	51	206	59	256	73							
A*FMA***	84	24	112	32	134	38	168	48	2.64	1700	1630	1580	1700	42	35
A*FMC***	88	25	120	34	140	40	179	49.5							
A*FNA***	126	36	168	48	202	57	252	72	3.96	2440	1630	2370	1700	42	35
A*FNC***	132	37.6	180	51	208	59	258	73							
A*FPA***	168	48	224	64	268	76	336	96	5.28	3230	1630	3160	1700	54	42
A*FPC***	176	50	240	68	280	80	342	98							
A*FQA***	210	60	280	80	335	95	420	120	6.61	4020	1630	3950	1700	54	42
A*FQC***	220	62.5	300	85	345	98	425	121							
A*FRA***	252	72	336	96	404	114	504	144	7.93	4810	1630	4740	1700	80	54
A*FRC***	264	75.2	360	102	416	118	512	146							

- MODEL C



For L to G,F fans E= 300 min acc E= 500

- MODEL C



For L to F fans E= 300 min acc E= 500

Air Cooled Condenser

- SELECTION PROCEDURE :

The capacities indicated in the catalogue are stated in accordance with the AIR standard 410-81 taking also consideration the following conditions.

Inlet air temperature	Tair: 35 °C
Condensing temperature	Tc: 51.5 °C
Refrigerant	R22

For others conditions please use the following formula.

$$Qn = Qo \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \times C_6$$

Qcr= Qo x Cr

Qnr= Nominal capacity

Qo= Requested capacity of the condenser

Qe= Capacity at the evaporator

Cre Coefficient relative to the work conditions

C2= Coefficient relative to the model of compressor used

C3= Coefficient air inlet temperature

C4= Coefficient relative condensing temperature

C5= Coefficient of the used refrigerant

C6= Coefficient relative to the altitude of installation

Te : Evaporating temp.

Tc : Condensing temp

Cr	Te °C										
°C	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
25	1.6	1.65	1.47	1.39	1.34	1.29	1.25	1.21	1.17	1.14	1.12
30		1.63	1.54	1.45	1.38	1.32	1.28	1.24	1.20	1.17	1.15
35			1.62	1.51	1.44	1.37	1.32	1.27	1.24	1.21	1.18
40			1.72	1.59	1.50	1.42	1.36	1.32	1.28	1.24	1.24
45				1.70	1.57	1.48	1.42	1.36	1.32	1.24	1.24
50				1.87	1.70	1.56	1.48	1.42	1.36	1.32	1.28
55					1.86	1.69	1.55	1.49	1.42	1.36	1.32
60						1.88	1.70	1.58	1.49	1.41	1.36

Compressor	Hermetic	Semi-hermetic	Open
C2	1.06	1	0.94

Tm	44	42	40	38	36	35	34	32	30	28	26
C3	1.54	1.42	1.30	1.15	1.06	1.03	0.94	0.87	0.69	0.57	0.45

Tm	46	47	48	49	50	51.5	52	53	54	55	56	57
C3	1.27	1.21	1.15	1.09	1.03	1.00	0.97	0.91	0.85	0.79	0.73	0.67

Compresser	K134A	R4MA	R22
C4	1.035	1.02	1

* Data for -18/27 °C or also available by request

Altitude (m)	0	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
C6	1	1.04	1.06	1.07	1.09	1.10	1.12	1.14	1.16

- EXAMPLE OF SELECTION :

Data	Tab.	Data	Tab.
Compressor	Semi-hermetic (C2)	Inlet Air temperature	Tair: 35 °C (C3)
Capacity at the evaporator	150 000 W (Qe)	Altitude of installation	2000 m (C6)
Evaporator Temp.	Te: 5 °C (C1)	Refrigerant	R134a (C5)
Condensing Temp.	Tc: 55 °C (C2)		

Calculation of the nominal capacity (Qn)

Qcr= Qe x C4= 150 000 x 1.32 = 198000 W

Qnr= Qcr x C2 x C3 x C4 x C5 x C6

Qn=198 000 x 1 x 1 x 0.79 x 1.035 x 1.06 = 171606

= 171 606 Kcal = 19.8 R T

WARNING : The condenser capacity calculation and verification has been made with a gas vapor heating ΔT of 25 K / TS = 75.5 °C)

For different working conditions and with a higher superheating factor it is possible to obtain a slightly higher capacity of the condenser

For a correct condenser performance comparison with condensers of other manufacturers , referred to calculation with a higher superheating ΔT , please contact a MEHR ASL sales engineering department.

NOTE : All the tables have been calculated for a [illegible] ... the capacity which may be given in the unit will be [illegible] ... in the guarantee which will be [illegible] ... to be given and in excess to the assessed size [illegible] ... the table can not be used by customers without [illegible] required.

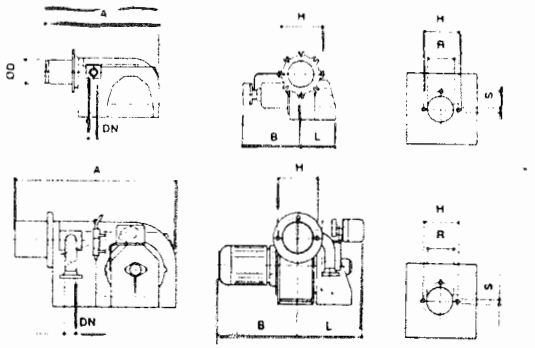
[illegible] ... [illegible] ... [illegible] ... [

مشعل‌های گاز سوز ساخت گروه صنعتی ایران رادیاتور

ایران رادیاتور
IRANRADIATOR

مشعل‌های گازسوز
ایران رادیاتور

مدل : JGN و RAN



مدل : PGN

جدول ابعاد بر حسب mm

مدل مشعل	نحوه عملکرد	سرو و موتور	موتور	A	B	D	H	L	R	S	DN
RAN 15	یک مرحله‌ای	–	1~ 90 W	417	213	80	130	108	85	M 8	R 1/2"
RAN 25	یک مرحله‌ای	–	1~ 90 W	417	213	87	130	108	90	M 8	R 1/2"
RAN 35	یک مرحله‌ای	–	1~ 100 W	417	213	87	130	108	90	M 8	R 1/2"
JGN 80/0	یک مرحله‌ای	–	1~ 240 W	552	240	110	160	145	115	M 8	R 1"
JGN 80/1	یک مرحله‌ای	–	1~ 240 W	552	240	110	160	145	115	M 8	R 1"
JGN 80/2	یک مرحله‌ای	–	1~ 240 W	552	240	120	160	145	125	M 8	R 1"
PGN 0	یک مرحله‌ای	–	1~ 550 W	580	335	132	175	305	140	M10	R 1"
PGN 1 A	یک مرحله‌ای	–	1~ 1.1 KW	710	338	153	206	368	160	M12	R 1 1/2"
PGN 1 B	دو مرحله‌ای	LKS 310	1~ 1.1 KW	710	338	153	206	368	160	M12	R 1 1/2"
PGN 1	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 1.5 KW	710	340	153	206	335	160	M12	R 2"
PGN 1 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 1.5 KW	710	340	170	206	335	175	M12	R 2"
PGN 2 A	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 2.2 KW	880	430	194	272	390	200	M12	R 2"
PGN 2	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 3 KW	880	430	194	272	390	200	M12	R 2"
PGN 2 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 4 KW	880	430	219	272	390	225	M12	R 2 1/2"
PGN 3	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 7.5 KW	1235	520	324	410	520	335	M16	DN 100
PGN 3 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 11 KW	1270	625	368	410	520	375	M16	DN 100

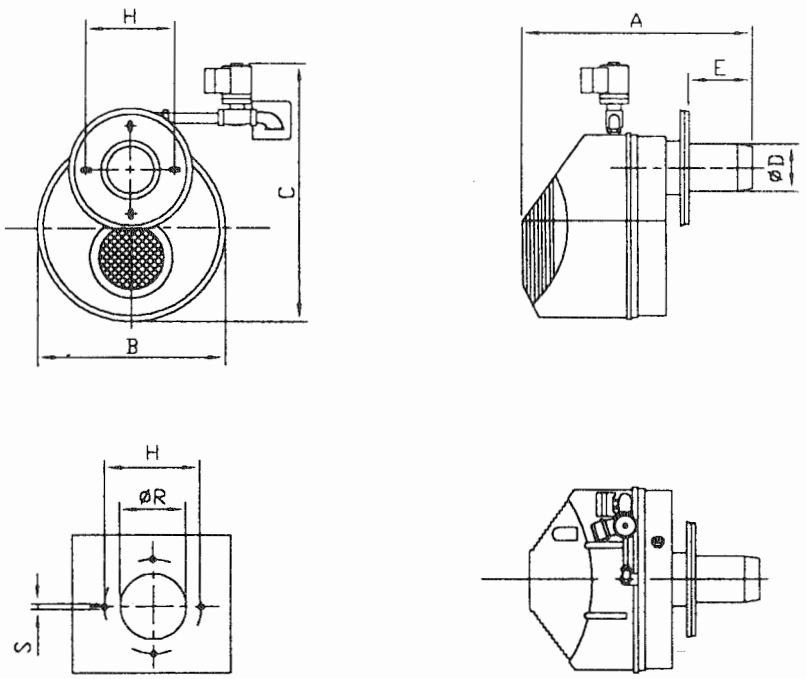
ظرفیت حرارتی

مدل مشعل	ظرفیت حرارتی kcal/h	مقدارگازمصرفی m^3n/h	لوازم مشعل
RAN 15	7.500 - 75.000	0.8 - 7.9	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز "1/2 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
RAN 25	37.000 - 107.000	3.9 - 11.3	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز "1/2 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
RAN 35	37.000 - 118.000	3.9 - 12.5	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز "1/2 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
JGN 80/0	44.000 - 160.000	4.6 - 17.1	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز "3/4 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
JGN 80/1	54.000 - 192.000	5.7 - 20.4	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز "1 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
JGN 80/2	75.000 - 267.000	7.9 - 28.3	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز "1 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
PGN 0	89.600 - 372.000	9.5 - 39.5	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز "1 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
PGN 1 A	212.000 - 500.000	22.5 - 54	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز "1/2 1 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
PGN 1 B	212.000 - 600.000	22.5 - 68.9	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز "1/2 1 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
PGN 1	212.000 - 800.000	22.5 - 85	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز و ۱ عدد تکصرف "1/2 1 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز ، تابلو برق
PGN 1 - SP	297.000 - 1.070.000	31.5 - 114	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز و ۱ عدد تکصرف "2 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز ، تابلو برق
PGN 2 A	424.000 - 1.500.000	45 - 159	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز و ۱ عدد تکصرف "2 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز ، تابلو برق
PGN 2	424.000 - 1.800.000	45 - 192	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز و ۱ عدد تکصرف "2 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز ، تابلو برق
PGN 2 - SP	500.000 - 2.260.000	54 - 240	۱ عدد شیر برقی تدریجی گاز و ۱ عدد تکصرف "1/2 2 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز ، تابلو برق
PGN 3	770.000 - 3.400.000	81 - 360	۱ عدد شیر برقی "3 تکصرف ، ۱ عدد شیر برقی "3 تدریجی برشر گاز و هوا خارجی ، تابلو برق
PGN 3 - SP	950.000 - 4.000.000	100 - 420	۱ عدد شیر برقی "4 تکصرف ، ۱ عدد شیر برقی "4 تدریجی برشر گاز و هوا خارجی ، تابلو برق

لوازم تابلو برق شامل: (رله ساترونیک ـ رله شیشه‌ای ـ کنتاکتور ـ بی‌متال ـ کلیدفیوز ـ ...)

تهران ـ خیابان طالقانی ـ بین چهارراه بهار ـ شماره ۴۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ ـ ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ ـ ۸۸۱۰۸۴۷ فاکس : ۲ ـ ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیکی : ALI_TIFRM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW.IRAN-RADIATOR.COM

مدل : F 33 , F 55 , F 88



جدول ابعاد بر حسب mm

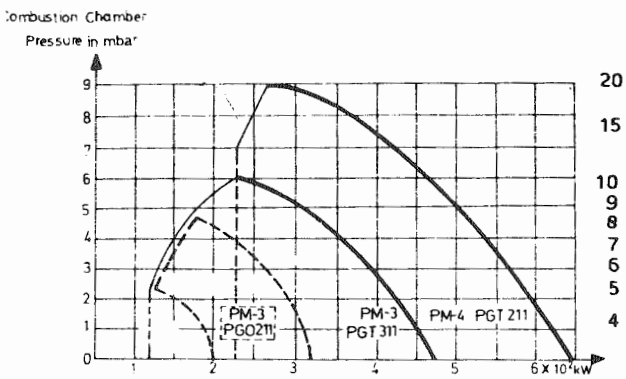
مدل مشعل	نحوه عملکرد	الکتروموتور	A	B	C	ØD	E	H	R	S
F 33	یک مرحله‌ای	1 ~ 50 W	350	264	410	80	95	130	85	M 8
F 55	یک مرحله‌ای	1 ~ 50 W	350	264	410	80	95	130	85	M 8
F 88	یک مرحله‌ای	1 ~ 75 W	360	264	410	88	95	130	85	M 8

ظرفیت حرارتی

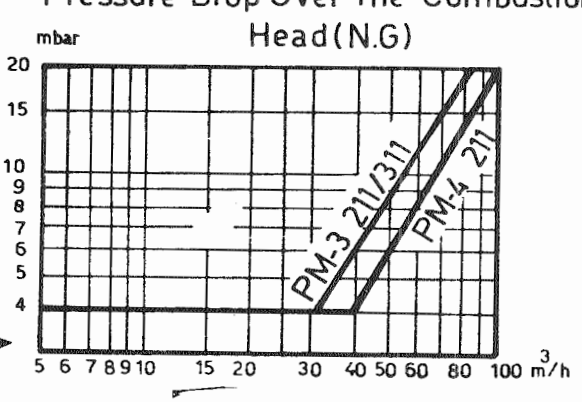
مدل مشعل	ظرفیت حرارتی kcal/h	مقدارگازمصرفی m^3n/h	لوازم مشعل
F 33	9000 - 33.000	1 - 3.5	یک عدد شیر برقی گاز "1/2 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
F 55	9000 - 55.000	1 - 5.8	یک عدد شیر برقی گاز "1/2 ، کلید کنترل فشار هوا و گاز
F 88	9000 - 88.000	1 - 9.4	یک عدد شیر برقی گاز "1/2 تدریجی ، کلید کنترل فشار هوا و گاز

قدرت حرارتی بر مبنای ارزش حرارتی گاز معادل ۹۴۳۴ Kcal / m3 منظور شده است.

تهران ـ خیابان طالقانی ـ نبش چهارراه بهار ـ شماره ۴۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ ـ ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ ـ ۸۸۱۰۸۴۷
فاکس : ۴ ـ ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیکی : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW.IRAN-RADIATOR.COM

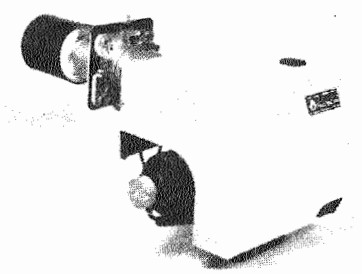


Always use Burner out put curves which show Burner out put against combustion chamber pressure.



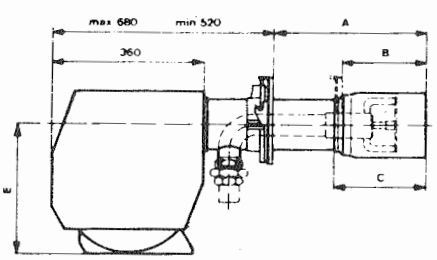
PM-3 × PM-4

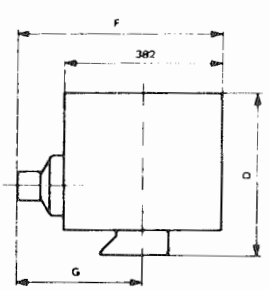
All the requirements needed for a modern gas burner are more than fulfilled in the construction of the PM-3 and PM-4 model of gas burner. The high standard of combustion efficiency minimizes fuel costs. A feature of the combustion head design is the position of the gas metering orifice. From these the gas discharges at right angles to the flow of the air creating a turbulance, which in turn causes an intensive mixing of gas and air. A sliding Bush is used to adjust each orifice to get the optimum velocity needed at the burner head, for any firing range within the burners output.



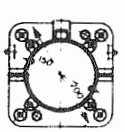
	PM-3 PGO 211	PM-3 PGT 311	PM-4 PGT 211
Output in kilo watts min.- max	92-349	110-465	240-600
Min. Gas Pressure in mbar	18.5	18.5	18.5
Electrical Supply	220-1-50	220-1-50	380-3-50
Motor Power	450w	450w	750w
Control Box Satronic (or equiv.)	TTG-760	TMG-740-2	TMG-740-2
Gas Train: Gastechnic (or equiv.)	1 1/4" - 1 1/2"	1 1/2" 1 1/4"	1 1/2" 1 1/4"
Flame Monitoring	IONIZATION		ROD

Overall Dimensions

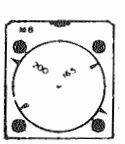




Burner Mounting Flange (Sliding).



Boiler Front Adapting Plate.



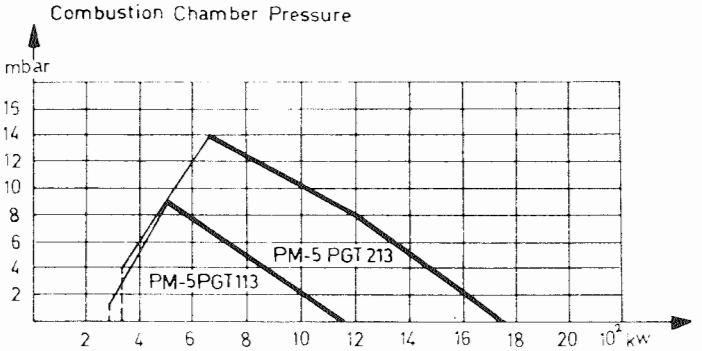
Boiler Front Plate Drillings.



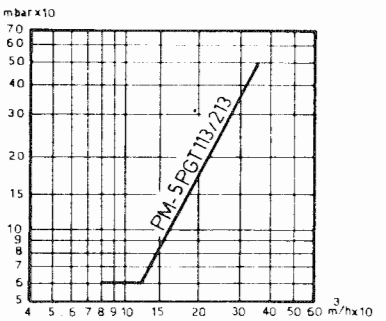
	A	B	C	D	E	F	G
PM-3 PGO 211/PGT 311	361	201	198	368	278	473	282
PM-4 PGT 211	361	201	198	390	310	520	330

Head Office: 208 Karimkhanzand Ave. Tehran-Iran
Tel: 021-8830571,3 Fax: 021-8826907 Tlx: 222402 HVAC IR

Combustion Chamber Pressure



Pressure Drop Over The Combustion Head(N G)

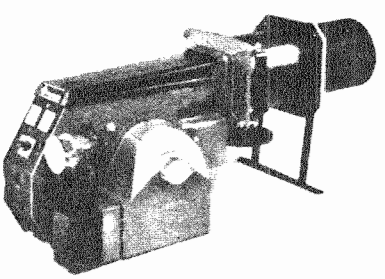


Always use Burner out put curves which show Burner out put against combustion chamber pressure.

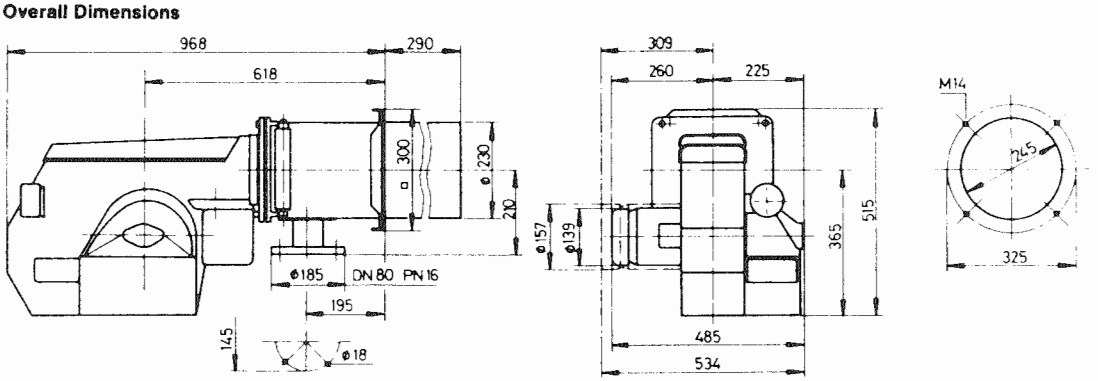
PM-5

The special design of the PM-5 burners gashead gives a smooth and stable flame, even under severe boiler conditions. The carefull selection and design of the combustion air fans add to the smooth starting and maximum stability of the flame. All the components are clearly arranged and readily accessible. The burner body can be swung right or left to give access to the combustion head.

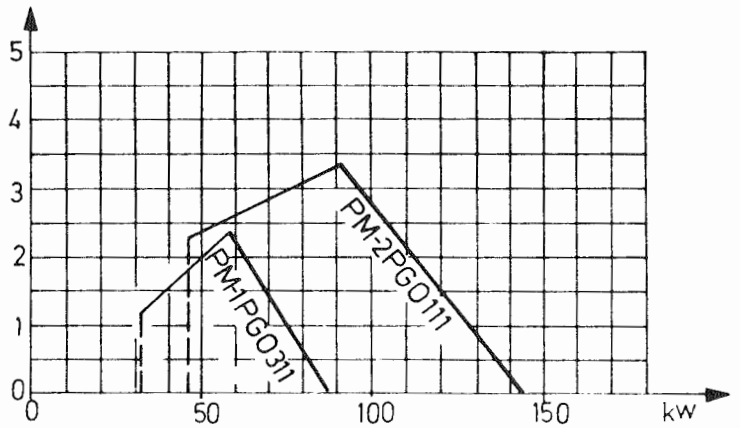
	PM-5 PGT 113	PM-5 PGT 213
Output in kilo watts min_max	290-1150	335-1750
Min. Gas Pressure in mbar	50	75
Electrical Supply	380-3-50	380-3-50
Motor Power	1.1kw	2.2kw
Control Box Satronic (or equiv.)	TMG-740- 2	TMG-740- 2
Gas Train: Gastechnic (or equiv.)	1 1/2"	2 "
Flame Monitoring	U. V. Cell	U. V. Cell



Overall Dimensions



Combustion Chamber
Pressure in mbar



Always use Burner out put curves which show Burner out put against combustion chamber pressure.

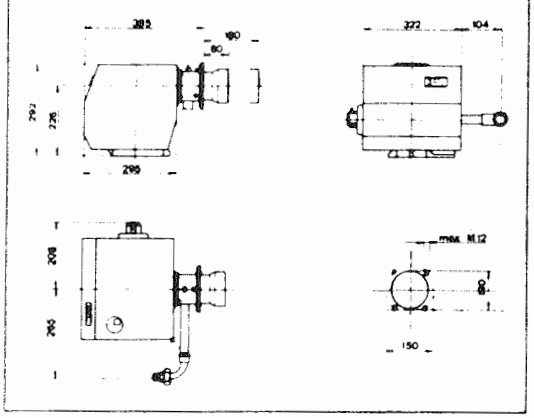
Gas

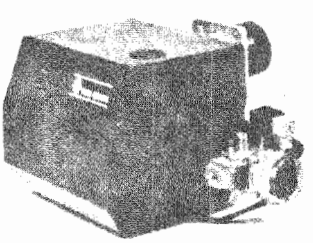
PM-1 × PM-2

An improtant feature of the PM-1 and PM-2 burners is the fully adjustable gashead and nozzle. By these means, the gas nozzle can be adjusted to give the optimum pressure at the burner head for stable combustion to give the desired flame shape. Another important feature is that the whole burner body can be seperated from the gashead without having to break any gas supply joints in the work.

	PM-1 PG0 311	PM-2 PG0 111
Output in kilo watts min-max.	32 - 89	45 - 146
Min. Gas Pressure in mbar	18.5	18.5
Electrical Supply	220-1-50	220-1-50
Motor Power	110w	150w
Control Box Satronic (or equiv.)	TTI-790	TTI-790
Gas Train: Gastechnic (or equiv.)	1/2 "	3/4 "
Flame Monitoring	Ionization Probe	Ionization Probe

PM-1 PG0 311 PM-2 PG0 111



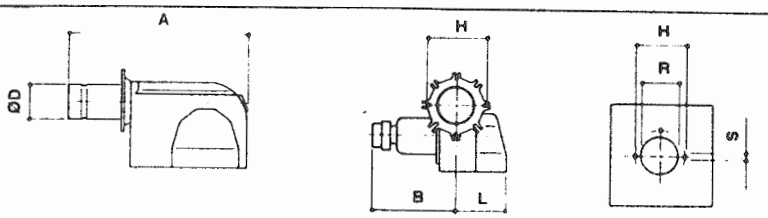


Head Office: 208 Karimkhanzand Ave. Tehran-Iran
Tel: 021-8830571,3 Fax: 021-8826907 Tlx: 222402 HVAC IR

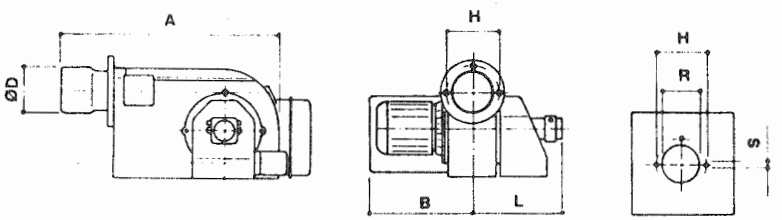
مشعل‌های گازوئیل سوز
ایران رادیاتور

IRANRADIATOR

مدل : JPE و RA



مدل : PDE



جدول ابعاد بر حسب mm

مدل مشعل	نحوه عملکرد	سرو و موتور	موتور	A	B	D	H	L	R	S
RA 1	یک مرحله‌ای	–	1~ 90 W	395	184	80	130	108	85	M 8
RA 2	یک مرحله‌ای	–	1~ 90 W	395	184	80	130	108	85	M 8
JPE 80/1	یک مرحله‌ای	–	1~ 240 W	588	240	110	160	145	115	M 8
JPE 80/2	یک مرحله‌ای	–	1~ 240 W	588	240	115	160	145	120	M 8
PDE 0	یک مرحله‌ای	–	1~ 550 W	600	280	151	175	283	156	M10
PDE 0 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 160	1~ 550 W	600	280	151	175	283	156	M10
PDE 0 - H	یک مرحله‌ای	دمپر هیدرولیک	1~ 550 W	600	280	151	175	283	156	M10
PDE 1 - H	یک مرحله‌ای	دمپر هیدرولیک	1~ 1.1 KW	710	335	153	206	312	160	M12
PDE 1 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 160	1~ 1.1 KW	710	335	153	206	312	160	M12
PDE 1 A - SP	دو مرحله‌ای	LKS 160	3~ 1.5 KW	710	340	170	206	312	175	M12
PDE 1 B - SP	دو مرحله‌ای	LKS 160	3~ 1.5 KW	710	340	170	206	312	175	M12
PDE 2	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 3 KW	880	430	194	272	360	200	M12
PDE 2 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 4 KW	880	430	219	272	360	225	M12
PDE 3	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 7.5KW & 1.5KW	1235	520	324	410	520	335	M16
PDE 3 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 310	3~ 11KW & 1.5KW	1270	625	368	410	520	375	M16

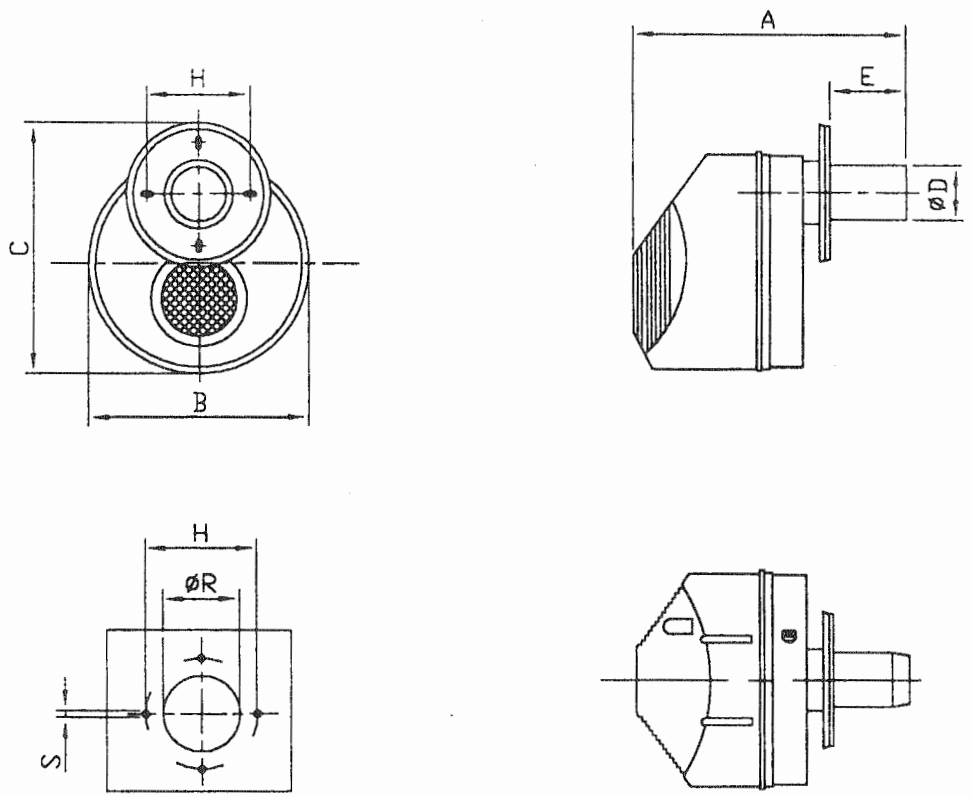
ظرفیت حرارتی

مدل مشعل	ظرفیت حرارتی kcal/h	مصرف سوخت kg/h	لوازم مشعل
RA 1	19.000 - 50.000	1.9 - 5	شیر برقی "1/8
RA 2	40.000 - 93.000	4 - 9.3	شیر برقی "1/8
JPE 80/1	69.000 - 155.000	6.7 - 15	شیر برقی "1/8
JPE 80/2	112.000 - 232.000	11 - 22.8	شیر برقی "1/8
PDE 0	142.000 - 301.000	14 - 30	شیر برقی "1/4
PDE 0 - SP	204.000 - 408.000	20 - 40	۲ عدد شیر برقی "1/8 و با دو نازل
PDE 0 - H	204.000 - 408.000	20 - 40	۴ عدد شیر برقی "1/8 و با دو نازل
PDE 1 - H	255.000 - 510.000	25 - 50	۴ عدد شیر برقی "1/8 و با دو نازل
PDE 1 - SP	255.000 - 510.000	25 - 50	۲ عدد شیربرقی "1/8 و با دو نازل
PDE 1 A - SP	400.000 - 700.000	40 - 70	۲ عدد شیربرقی "1/8 و ۱ عدد "1/4 ، با دو نازل ، تابلو برق
PDE 1 B - SP	700.000 - 840.000	70 - 84	۲ عدد شیربرقی "1/8 و ۱ عدد "1/4 ، با دو نازل ، تابلو برق
PDE 2	900.000 - 1.500.000	90 - 150	۲ عدد شیربرقی "1/8 و ۱ عدد "1/4 ، با دو نازل ، تابلو برق
PDE 2 - SP	1.200.000 - 2.000.000	120 - 200	۲ عدد شیربرقی "1/8 و ۱ عدد "1/4 ، با دو نازل ، تابلو برق
PDE 3	800.000 - 3.000.000	80 - 300	۳ عدد شیربرقی "1/4 ، با دو نازل ، تابلو برق
PDE 3 - SP	1.000.000 - 4.000.000	100 - 400	۳ عدد شیربرقی "1/4 ، با دو نازل ، تابلو برق

لوازم تابلو برق شامل: (رله ساترونیک ـ رله شیشه‌ای ـ کنتاکتور ـ بی‌متال ـ کلیدفیوز ـ ...)

تهران ـ خیابان طالقانی ـ نبش چهارراه بهار ـ شماره ۴۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ ـ ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ ـ ۸۸۱۰۸۲۷ فاکس : ۴ ـ ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیکی : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW IRAN-RADIATOR.COM

مدل : K 30



جدول ابعاد بر حسب mm

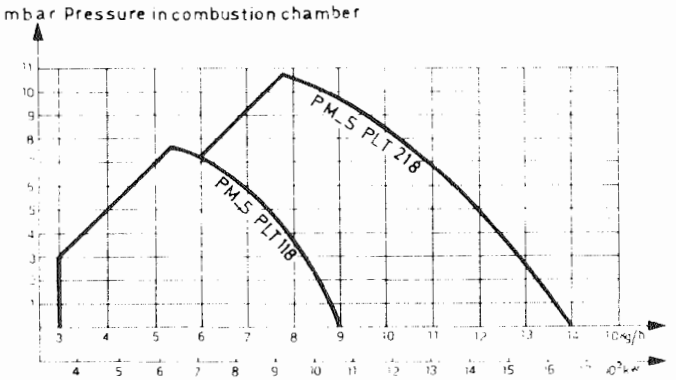
مدل مشعل	نحوه عملکرد	الکترو موتور	A	B	C	ØD	E	H	R	S
K 30	یک مرحله‌ای	1 – 75 W	350	264	295	80	100	130	85	M 8

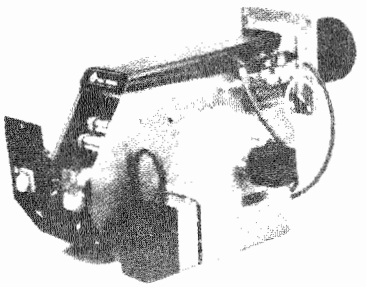
ظرفیت حرارتی

مدل مشعل	ظرفیت حرارتی kcal/h	مصرف سوخت kg/h	لوازم مشعل
K 30	30.000	1.5 - 3	پمپ گازوئیل مجهز به شیر برقی

قدرت حرارتی بر مبنای ارزش حرارتی گازوئیل معادل ۱۰۰۰۰ Kcal / Kg منظور شده است.

تهران ـ خیابان طالقانی ـ نبش چهارراه بهار ـ شماره ۴۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ ـ ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ ـ ۸۸۱۰۸۴۷
فاکس : ۴ ـ ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیکی : ALL-THERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW.IRAN-RADIATOR.COM





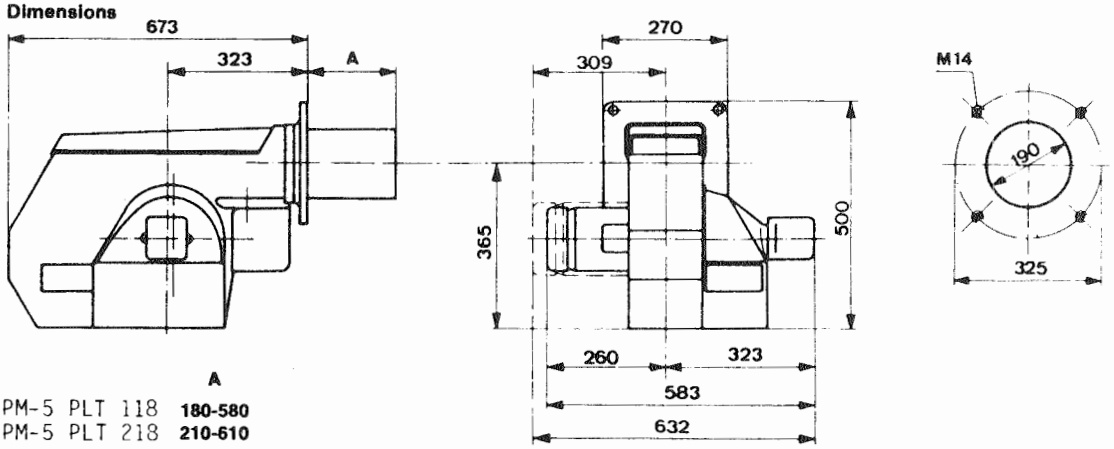
Always use Burner out put curves which show Burner out put against combustion chamber pressure.

PM-5

Both the PM-5 burners are fully automatic high-low burners. It can be used on both conventional as well as high pressure boilers. A motorized damper controls the inlet of the combustion air whereby the setting for the partial load operation is carried out in the simplest way. All the components assembled are readily accessible and the whole combustion unit can be easily removed without having to disassemble the whole burner from the heat generator.

	PM-5 PLT 118	PM-5 PLT 218
Output in kilo watts min-max	356-1067	712-1660
Motor Power	1. 1kw	2. 2Kw
Contorl Box Satronic (or equiv.)	TMO-720-4	TMO-720-4
Electrical Supply	380-3-50	380-3-50
Motor R.P.M	2800	2800

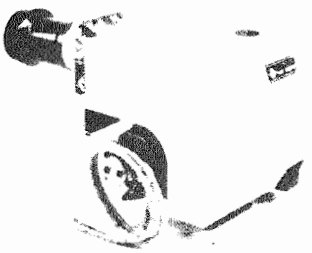
Dimensions

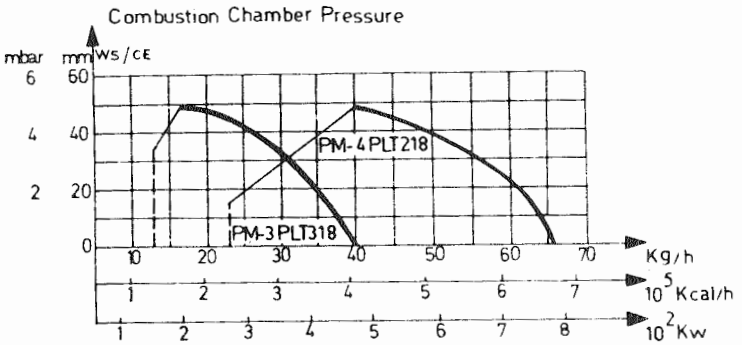


A

PM-5 PLT 118 **180-580**
PM-5 PLT 218 **210-610**

Head Office: 208 Karimkhanzand Ave. Tehran-Iran
Tel: 021-8830571,3 Fax: 021-8826907 Tlx: 222402 HVAC IR





Always use Burner out put curves which show Burner out put against combustion chamber pressure.

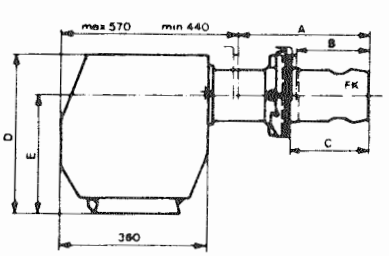
PM-3 X PM-4

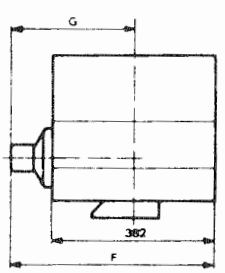
All the PM-3 and PM-4 burners are equipped with a sliding flange. By this the inlet distance between the flame tube and the boiler can be adjusted according to the requirement. No flame tube extensions are needed.

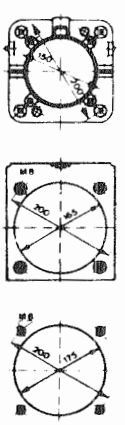
To adapt the flame shape to the various outputs and the different sizes of the combustion chamber, the whole nozzle rod is adjustable.

	PM- 3 PLT 318	PM-4 PLT 218
Output in kilo watts min-max	150 - 474	300 - 783
Motor Power	450w	750w
Control Box Satronic (or equiv.)	TMO-720-4	TMO-720-4
Electrical Supply	220 - 1 - 50	380-3 - 50
Motor R.P.M	2800	2800

Dimensions		A	B	C	D	E	F	G
PM-3 PLT	318	300	170	187	368	278	473	282
PM-4 PLT	218	306	176	193	390	310	510	319

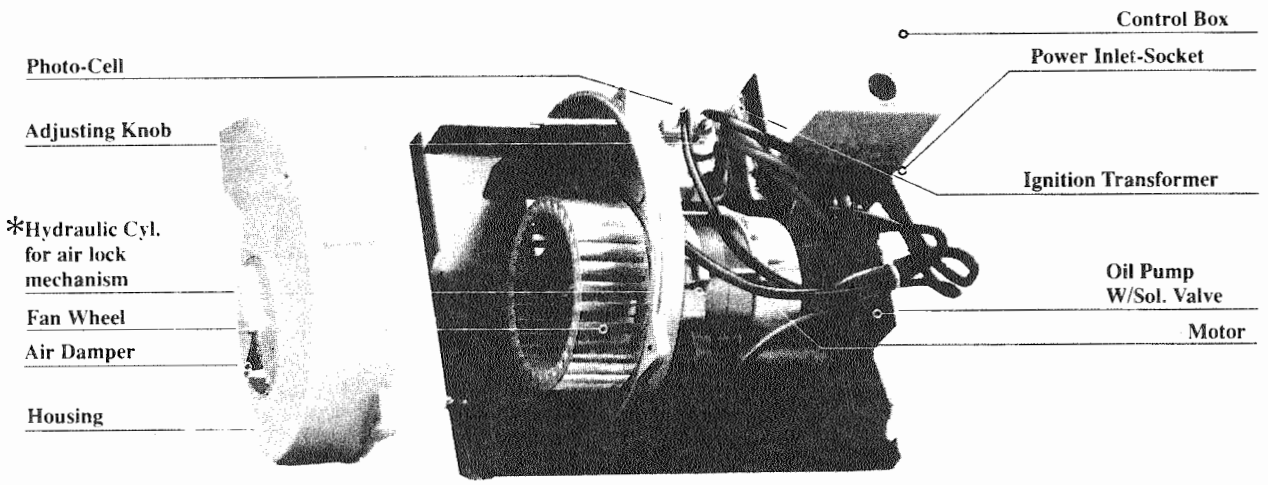






Head Office: 208 Karimkhanzand Ave. Tehran-Iran

Tel: 021-8830571,3 Fax: 021-8826907 Tlx: 222402 HVAC IR



Technical Specification

Model	Capacity	
	kW	kg/hr
PMN-1 018	12.5-30	1.1-2.5
PMN-1 118	12.5-53	1.1-4.5

Motor : PMN-1 018 2800 rpm/min 75 w - 220 V
PMN-1 118 2800 rpm/min 90 w - 220 V

Ign. Transformer : 2 x 3.75 kV

Pump : Gear type suitable for one or two pipes system

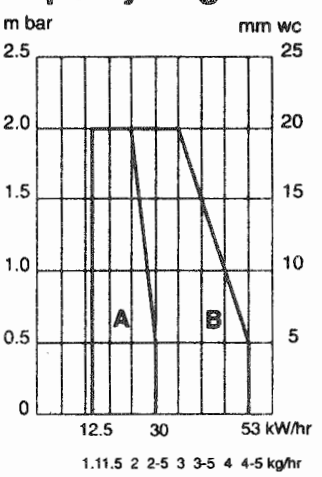
Control Box : As requested

Flame Monitoring : Photo-Cell

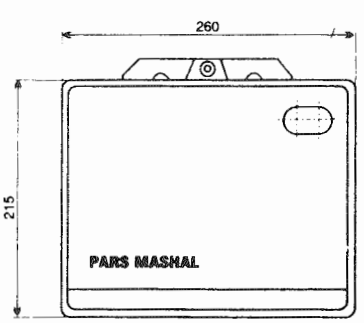
Flexible : 750 mm Long

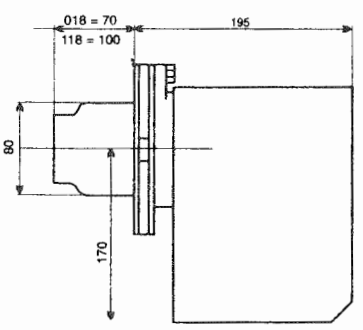
Weight : 12 kg

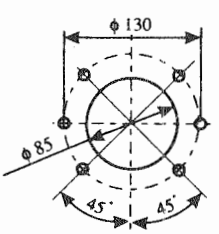
Capacity Diagram



A = PMN - 1 018
B = PMN - 1 118

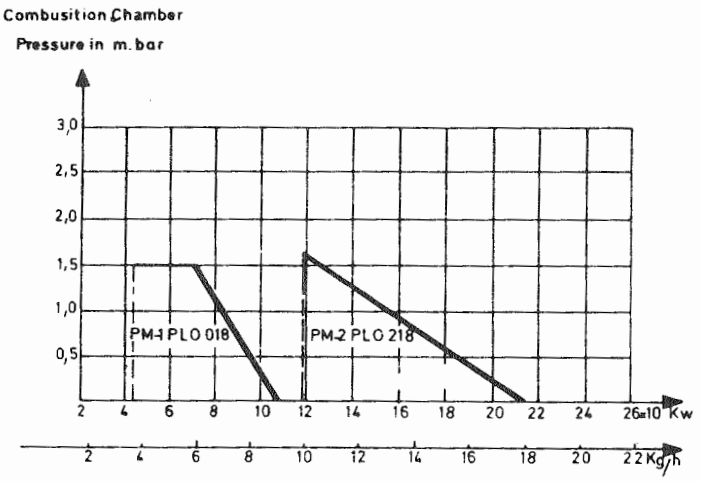






*Nozzle Rod Preheater and Hydraulic Cylinder W/Air Lock Mechanism not included in price of Standard Burner.

PARS MASHAL
Head office:
Pars Mashal Co., No. 208, Karimkhanzand Ave.,
Tehran-Iran
Tel : 0098-21-8830571-3 Fax: 0098-21-8826907



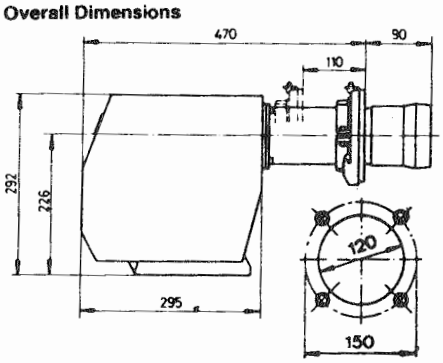
Always use Burner out put curves which show Burner out put against combustion chamber pressure.

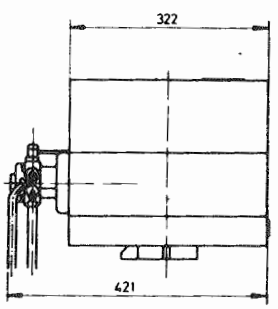
PM-1 × PM-2

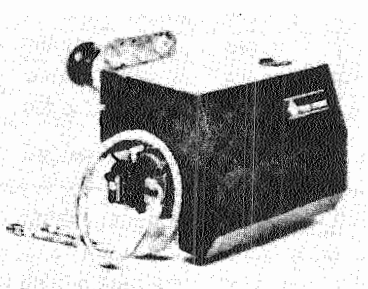
Two of the most important factors to be taken into account when purchasing a burner is to get an optimum combustion and to have a lower running cost, both of these factors have been considered in the PM-1 and PM-2 models of burners. The advanced design of the combustion head gives an optimum combustion by inducing an intensive mixing of the combustion air with the oil fog. Lower excess air, higher the efficiency.

	PM-1 PLO 018	PM-2 PLO 218
Output in kilo watts min.-max	43 - 106	118 - 214
Motor Power	150w	150w
Control Box Satronic (or equiv.)	TF-701	TF-701
Electrical Supply	220 - 1 - 50	220 - 1 - 50
Motor R.P.M	2800	2800

Overall Dimensions







Head Office: 208 Karimkhanzand Ave. Tehran-Iran
Tel: 021-8830571,3 Fax: 021-8826907 Tlx: 222402 HVAC IR

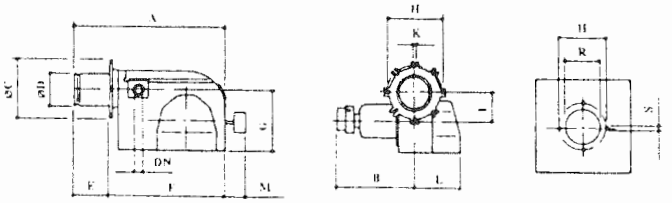
مشعل‌های دوگانه‌سوز ساخت گروه صنعتی ایران رادیاتور

مشعل‌های دوگانه سوز

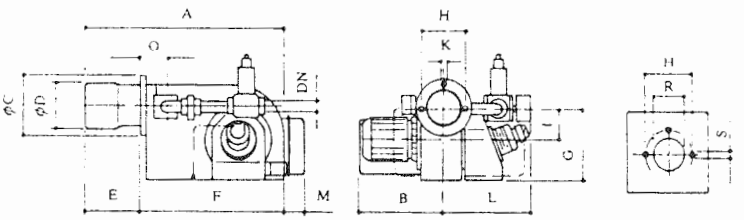
(گازسوز وگازوئیل سوز)

IRANRADIATOR

مدل : DR2 و DJ2



مدل : DP



جدول ابعاد بر حسب mm

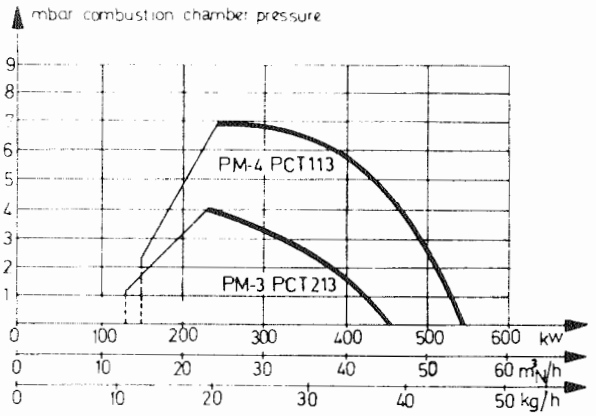
مدل‌مشعل	نحوه عملکرد	سرو و موتور	موتور	A	B	D	H	L	R	S	DN
DR 2	یک مرحله‌ای	–	100 W	417	184	87	130	108	90	M 8	R ½"
DJ 2	یک مرحله‌ای	–	240 W	552	240	120	160	145	125	M 8	R 1"
DP 0	یک مرحله‌ای	–	550 W & 90 W	600	335	151	175	305	156	M 10	R 1"
DP 0 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 160	550 W & 90 W	600	335	151	175	305	156	M 10	R 1"
DP 1 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 310	1.5 KW & 90 W	710	340	153	206	335	160	M 12	R 1 ½"
DP 1 B - SP	دو مرحله‌ای	LKS 310	1.5 KW & 240 W	710	340	170	206	335	175	M 12	R 2"
DP 2 A	دو مرحله‌ای	LKS 310	2.2 KW & 550 W	880	430	194	272	390	200	M 12	R 2"
DP 2	دو مرحله‌ای	LKS 310	3 KW & 550 W	880	430	194	272	390	200	M 12	R 2"
DP 2 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 310	4 KW & 550 W	880	430	219	272	390	225	M 12	R 2 ½"
DP 3	دو مرحله‌ای	LKS 310	7.5 KW & 1.5 KW	1235	520	324	410	520	335	M 16	DN 100
DP 3 - SP	دو مرحله‌ای	LKS 310	11 KW & 1.5 KW	1270	625	368	410	520	375	M 16	DN 100

ظرفیت حرارتی

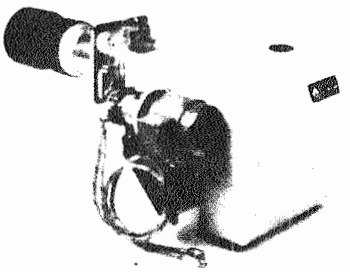
مدل‌مشعل	ظرفیت حرارتی kcal/h		لوازم مشعل
	حالت گاز سوز	حالت گازوئیل سوز	
DR 2	34.000 - 100.000	37.000 - 86.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی"1/2 ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل، ۱ عدد شیر برقی گازوئیلی"1/8
DJ 2	69.000 - 240.000	100.000 - 215.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "1 ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل، ۱ عدد شیر برقی گازوئیلی"1/8
DP 0	83.000 - 345.000	132.000 - 279.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "1 ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل، ۱ عدد شیر برقی گازوئیلی"1/4
DP 0 - SP	83.000 - 345.000	189.000 - 379.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "1 ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل و ۲ عدد شیر برقی گازوئیلی ، "1/8 و تابلو برق
DP 1 - SP	197.000 - 550.000	230.000 - 470.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "1½ ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل و ۲ عدد شیر برقی گازوئیلی ، "1/8 و تابلو برق
DP 1 B - SP	230.000 - 850.000	500.000 - 670.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "3 ، ۱ عدد شیر برقی گاز نکصوب "3 ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل، ۱ عدد شیر برقی گازوئیلی "1/4 و ۲ عدد شیربرقی گازوئیل "1/8 و تابلو برق
DP 2 A	272.000 - 1.200.000	700.000 - 1.120.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "3 ، ۱ عدد شیر برقی گاز نکصوب "3 ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل، ۱ عدد شیر برقی گازوئیلی "1/4 و ۲ عدد شیربرقی گازوئیل "1/8 و تابلو برق
DP 2	340.000 - 1.500.000	750.000 - 1.120.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "3 ، ۱ عدد شیر برقی گاز نکصوب "3 ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل، ۱ عدد شیر برقی گازوئیلی "1/4 و ۲ عدد شیربرقی گازوئیل "1/8 و تابلو برق
DP 2 - SP	400.000 - 1.800.000	800.000 - 1.700.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "2½ ، ۱ عدد شیر برقی گاز نکصوب "2½ ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل، ۱ عدد شیر برقی گازوئیلی "1/4 و ۲ عدد شیربرقی گازوئیل "1/8 و تابلو برق
DP 3	700.000 - 3.000.000	800.000 - 3.000.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "3 ، ۱ عدد شیر برقی گاز نکصوب "3 ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل، ۲ عدد شیر برقی گازوئیلی "1/4 و تابلوبرق
DP 3 - SP	900.000 - 4.000.000	900.000 - 4.000.000	۱ عدد شیر برقی گاز تدریجی "4 ، ۱ عدد شیر برقی گاز نکصوب "4 ، پرشر گاز و هوا پمپ گازوئیل، ۲ عدد شیر برقی گازوئیلی "1/4 و تابلوبرق

لوازم تابلو برق شامل: (رله سانترونیک ـ رله شیشه‌ای ـ کنتاکتور ـ بی‌متال ـ کلیدفیوز ـ ...)

تهران ـ خیابان طالقانی ـ نبش چهارراه بهار ـ شماره ۴۹۵ ، کدپستی : ۱۵۷۱۸
تلفن : ۲۱ ـ ۸۸۳۵۵۱۹ و ۸ ـ ۸۸۱۰۸۴۷ فاکس : ۴ ـ ۸۸۳۰۵۲۳
پست الکترونیکی : ALLTHERM@NEDA.NET
Info@IRAN-RADIATOR.COM
WWW.IRAN-RADIATOR.COM



Always use Burner out put curves which show Burner out put against combustion chamber pressure.

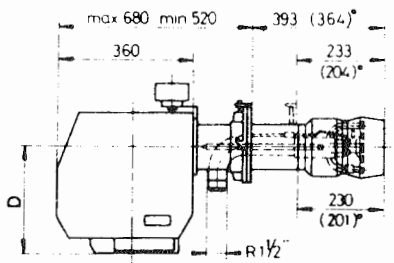


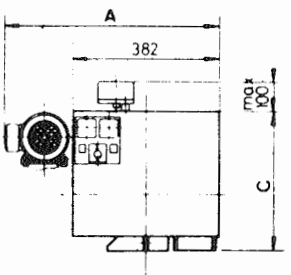
PM. 3 x 4

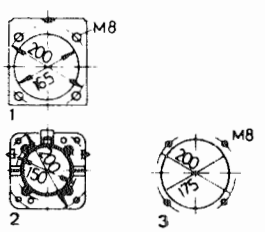
These burners have all the advanced features of the single fuel burners, and by just turning a switch the user has an alternate of either oil or gas operation. Combustion air is controiled by means of a servo motor for both stages of operation. Special micro switches along with cams prove air damper operation and control second stage fuel valves.

	PM-3 PCT 113	PM-4 PCT 213
Output in kilo wats min — max	122-456	148-543
Min. Gas Pressure in mbar	18.5	18.5
Electrical supply	220-1-50	380-3-50
Motor Power	450w	750w
Control Box Satronic (or equiv.)	TMG 740 – 2	TMG-740 – 2
Gas Train: Gastechnic (or equiv.)	1 1/4" 1 1/2"	1 1/4" 1 1/2"
Flame Monitoring	IRD	IRD

Overall Dimensions







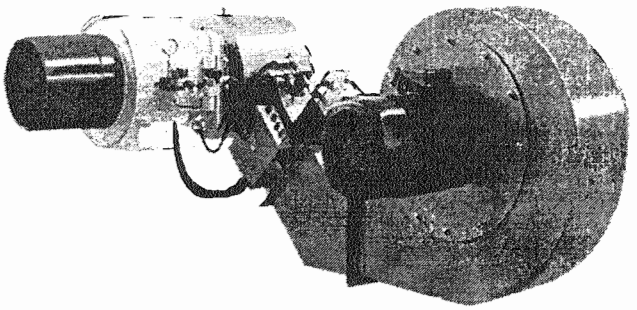
	A	C	D
PM-3 PCT	510	368	278
PM-4 PCT	560	390	310

1. Boiler Front Adapting Plate
2. Burner Mounting Flange (Sliding)
3. Boiler Front Plate Drillings

Head Office: 208 Karimkhanzand Ave. Tehran-Iran
Tel: 021-8830571,3 Fax: 021-8826907 Tlx: 222402 HVAC IR

INDUSTRIAL BURNER
Type PM-7S

FULLY MODULATING REGULATION & AUTOMATIC OPERATION.



PM-7 S

MODULATING

OIL BURNER	GAS BURNER	DUAL FUEL
PM-7 PLM 513 S	PM-7 PGM 513 S	PM-7 KLGM 513 S
PM-7 PHM 513 S		PM-7 KHGM 513 S

CAPACITY: 5,700 kW.

APPLICATION

The PM-7 burners can be used on all types of industrial heating equipment such as hot water boilers steam boilers ; air heaters ,and almost all types of heat processihg equipment .

FUEL SPECIFICATION

Oil:All grades from Light Distillate to Heavy Residual fuels.

Gas:Natural Gas.

REGULATION

the PM-7 burners are fully modulating and the servo driven motor along with the built in cams controls the regulation of the air and fuel to maintain an optimum combustion with a reduced excess air figure at constant air fuel ratios.

Turn down ratio :Oil 1:4

Gas 1:6

IGNITION

Oil operation: Direct ignition of the oil by high voltage spark. .

Gas operation: high voltage spark ignition of a separate gas pilot burner.

FLAME MONITORING

Oil & Gas operation on : U.V.Cell

COMBUSTION AIR SUPPLY

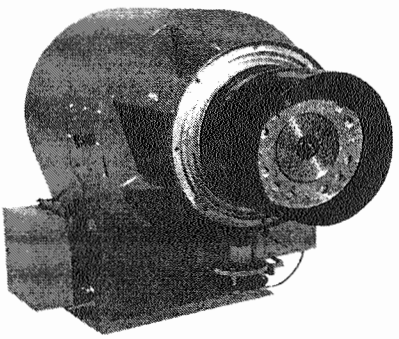
Air necessary for the optimum combustion of the fuel with an adequate pressure to overcome the boiler resistance are selected so that the system can perform with the highest efficiency on the most difficult combustion chambers .The result is reduction in the excess air and high combustion efficiency.

MINIMUM GAS PRESSURE REQUIRED AT BURNER HEAD : 800mm WG.

OIL SUPPLY: PRESSURE 30 kg/cm2 (425psi), VOLUME Min.1.5 TIMES THE MAXIMUM NOZZLE OUTPUT.

INDUSTRIAL BURNER
Type PM-8 & 9

FULLY MODULATING REGULATION & AUTOMATIC OPERATION.



MODEL	PM-8	PM-8	PM-8	PM-9	PM-9	PM-9
TYPE	3	4	5	3	4	5
BURNER OUTPUT MW OIL OR GAS	5	7.5	9.5	11.6	13.6	15.6
MINIMUM GAS PRESSURE AT BURNER HEAD	1100 mm WG			1100-1500 mm WG		

APPLICATION

PM-8 & 9 burners can be applied to all industrial equipment such as steam boilers,air heaters and process equipment.

FUEL SPECIFICATION

Oil:All grades from light distillate to heavy residual fuels.

Gas:natural gas

REGULATION

PM-8 & 9 burners are supplied as standard for fully modulating operation.

Servo driven control cams adjust the flow of fuel and air to maintain optimum combustion efficiency over the full range of operation.

Turn down ration : Oil 4:1

Gas: 6:1

IGNITION

Oil Operation: Direct ignition of oil flame by high voltage spark.

Gas Operation: High voltage spark ignition of separate gas pilot burner.

SAFETY CONTROLS

Oil Operation By : PHOTO - CELL.

GAS Operation By : U.V.CELL.

COMBUSTION AIR SUPPLY

Air for combustion is supplied from a separate fan which can be positioned , below or at the side of the unit.

GENERAL NOTE

Approximate fan duty

Static pressure 250 mm + combustion chamber resistance

Oil Pump Duty.

Oil Pressure 30 Kg/cm2 (425 psi)

Volume 1.5 to 2 times . maximum nozzle output.

آشنایی با مشعلهای روتاری کاپ پارس‌مشعل

عملکرد مشعلهای روتاری ساده و بسیار مورد اطمینان است به خصوص هنگامی که از سوختهای مایع برای اشتعال استفاده گردد.

چنانکه از نام این نوع مشعلها بر می‌آید اصول کار آنها بر مبنای پودرکردن سوخت با استفاده از نیروی گریز از مرکز استوار است. روتاری کاپ (کاپی که برای پاشیدن استفاده می‌شود) با سرعتی حدود ۵۰۰۰ دور در دقیقه توسط یک موتور الکتریکی و یک تسمه به حرکت در می‌آید.

سوخت از داخل یک کاپ مدور مخروطی که برای این کار طراحی شده است وارد شده و هنگامی که سوخت به طور مرتب روی سطح داخلی آن پخش می‌شود، به جلو رانده می‌شود و به لبه کاپ می‌رسد. سپس از روی لبه کاپ به صورت لایه یکنواختی داخل محوطه احتراق پرتاب می‌شود.

همزمان هوای اولیه‌ای که از اطراف کاپ با سرعت و شدت زیاد تخلیه شده با سوختی که از لبهٔ کاپ به آنجا می‌رسد مخلوط شده و مخلوطی مه مانند از گاز و مایع را به وجود می‌آورد که این مخلوط کامل بوده و آماده احتراق است.

هوای ثانویه که مورد نیاز است از جعبه هوایی تأمین می‌گردد که از طریق هدایت‌کننده‌ای که برای عبور هوا طراحی گردیده عبور می‌کند و هوای لازم را برای احتراق پخش می‌کند.

به طور طبیعی پودرکردن سوخت در مشعل روتاری کاپ زمانی به بهترین نحو انجام می‌گیرد که غلظت روغن در حدود ۴۵cst باشد. با این درجه غلظت، ذرات روغن به اندازه کافی کوچک هستند و می‌توانند سریعاً و به طور کامل مشتعل شوند که این یکی از مهمترین عوامل در به دست آوردن کارآیی مناسب برای احتراق است.

باید توجه داشت مزیت این نوع مشعل با توجه به مشخصه سیستم سوخت و هوا می‌تواند به صورت کامل مخلوط و برای اشتعال آماده گردد و به علت همین مشخصات در مواردی از سوختهای خاص با غلظتهای بالا نیز برای این نوع مشعل استفاده می‌شود.

مزیتهای مشعلهای روتاری کاپ

الف)

۱ - کارآمدترین روش برای پودرکردن سوخت مایع
۲ - پودر شدن به بهترین نحو
۳ - قابلیت اشتعال با انواع سوختها (به طور مثال سوختهای ناخالص)
۴ - درجه آلایندگی پایین
۵ - قابلیت تغییر طول و عرض شعله
۶ - راه‌اندازی آسان
۷ - قابلیت تنظیم حداکثر و حداقل شعله

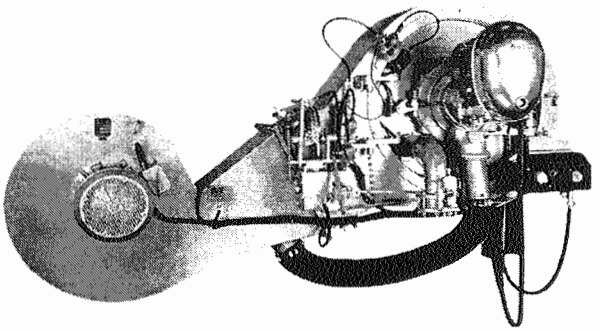
ب)

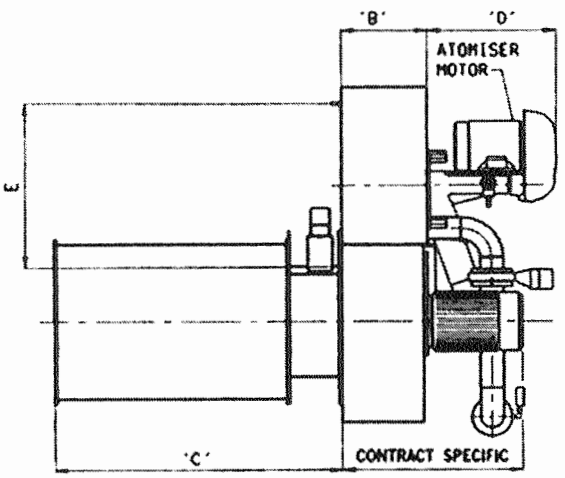
۱ - دمای پایین
۲ - فشار پایین
۳ - نیروی نصب کمتر نسبت به انواع مشعلهای دیگر
۴ - عمر طولانی‌تر
۵ - قابلیت اشتعال با سوختهایی با کیفیت پایین مثلاً سوختهایی مخلوط با آب یا ذرات جامد معلق

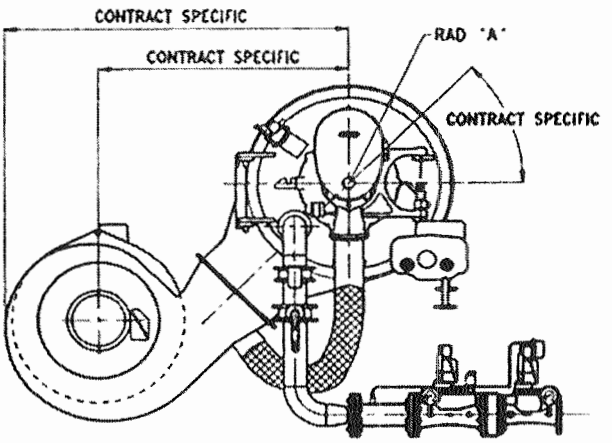
ج)

۱ - قطعات یکسان برای سوختهای مختلف
۲ - بکارگیری دمنده هایی با کارآیی بالا
۳ - قابل استفاده برای مصارف گوناگون
۴ - توانایی سوخت با انواع سوختها

SKV Rotary Cup Burner







Dimensions

Burner size	Radius 'A'	Dimension 'B'	Dimension 'C'	Dimension 'D'	Dimension 'E'	Atomiser motor kW
10	383	255	1399	575	700	1.5
15	383	255	1399	575	700	1.5
20	383	255	1399	575	700	1.5
25	383	255	1399	575	700	2.2
30	435	255	1399	575	700	2.2
35	435	255	1399	575	700	2.2
40	435	255	1399	575	700	2.2
45	435	255	1399	575	700	3.0
50	435	255	1399	575	700	3.0
60	509	420	1399	630	850	5.5
70	509	420	1399	630	850	5.5
80	509	420	1399	630	850	5.5
90	557	420	1399	630	850	5.5
100	557	420	1399	630	850	5.5
110	617	420	1399	630	850	5.5
120	617	420	1399	630	850	5.5
135	617	420	1399	630	850	5.5
150	617	420	1399	630	850	5.5
180	†	†	†	†	†	11.0
200	†	†	†	†	†	11.0
250	†	†	†	†	†	11.0
300	†	†	†	†	†	11.0
350	†	†	†	†	†	11.0
400	†	†	†	†	†	11.0

† = Refer to sales department, Portsmouth Optional silencer shown for clarity only

Performance

Burner Size	Maximum Fuel Throughput		Maximum Net Furnace Heat input MW	Maximum Boiler Output (@ 90% net efficiency)		Burner Turndown Ratio	
	Oil kg/h	Natural gas nm³/h		MW	Steam (F & A 100°C) kg/h	Oil	Natural gas
10	100	123	1.19	1.07	1703	2.5 : 1	8 : 1
15	150	184	1.78	1.60	2554	3.75 : 1	8 : 1
20	200	245	2.37	2.14	3406	4 : 1	8 : 1
25	250	307	2.97	2.67	4257	4 : 1	8 : 1
30	300	368	3.56	3.20	5109	5 : 1	8 : 1
35	350	429	4.15	3.74	5960	5 : 1	8 : 1
40	400	491	4.74	4.27	6812	6 : 1	8 : 1
45	450	552	5.34	4.80	7663	6 : 1	8 : 1
50	500	613	5.93	5.34	8515	6 : 1	10 : 1
60	600	736	7.12	6.41	10218	6 : 1	10 : 1
70	700	858	8.30	7.47	11921	6 : 1	10 : 1
80	800	981	9.49	8.54	13623	6.5 : 1	10 : 1
90	900	1104	10.68	9.61	15326	7.5 : 1	10 : 1
100	1000	1226	11.86	10.68	17029	8 : 1	10 : 1
110	1160	1349	13.05	11.74	18732	7 : 1	10 : 1
120	1200	1472	14.23	12.81	20435	7.5 : 1	10 : 1
135	1350	1656	16.01	14.41	22990	8 : 1	10 : 1
150	1500	1839	17.79	16.01	25544	9 : 1	10 : 1
180	1800	2207	21.35	19.22	30653	12 : 1	15 : 1
200	2000	2453	23.72	21.35	34059	15 : 1	15 : 1
250	2500	3066	29.65	26.69	42573	15 : 1	15 : 1
300	3000	3679	35.58	32.03	51088	15 : 1	15 : 1
350	3500	4292	41.51	37.36	59603	15 : 1	15 : 1
400	4000	4905	47.44	42.70	68117	15 : 1	15 : 1

Boiler outputs based on the following calorific values

منابع کویل‌دار

منابع کویل‌دار حرارت‌گستر با در نظر گرفتن کلیه جوانب مهندسی و استانداردها جهت تهیه آبگرم مصرفی به وسیله بخار یا آب داغ طراحی شده‌اند. ارائه دستگاهها در اندازه و دبی‌های مختلف، جوابگوی اغلب نیازها در زمینه‌های مختلف می‌باشد. نصب دستگاه ساده بوده، درصورت درخواست با ضمائم و شیرآلات موردنیاز به صورت کامل عرضه می‌گردد. این منابع کویل‌دار ترکیبی از دوام و طرح اختصاصی حرارت‌گستر را ارائه نموده، جهت استفاده در مراکز علمی، هتلها، بیمارستانها، مجتمعهای مسکونی، تجاری و اداری، مؤسسات و مراکز مختلف صنعتی بسیار مقرون به صرفه می‌باشند.

خصوصیات فنی

منابع کویل‌دار ساخت کارخانجات حرارت‌گستر دارای مشخصات عمومی ذیل می‌باشند:

۱- مخزن اصلی به صورت استوانه عمودی یا افقی، سر و ته عدسی لبه‌دار پرس شده و براساس استاندارد ASME جهت فشار کار ۱۰۰ psig ساخته می‌شود.

۲- هر دستگاه دارای دریچه آدم‌رو بیضی شکل به ابعاد ۱۵×۱۱ اینچ مناسب مخازن تحت فشار با واشر مربوطه می‌باشد.

۳- کویل مسی براساس آخرین استانداردهای ASME و BS ساخته می‌شود.

۴- بوشن‌های لازم جهت خروجی آبگرم، ورودی آب، ترموکوپل شیر ترموستاتیک، تخلیه، ترمومتر، شیر اطمینان و فشارسنج روی دستگاه جوش داده می‌شوند.

۵- داخل دستگاه پس از تمیزکاری حداقل دو لایه اپوکسی مخصوص و خارج آن بعداز ضدزنگ، رنگ روغنی زده می‌شود.

۶- هر دستگاه دارای پایه مناسب از فولاد ساختمانی می‌باشد.

۷- هر دستگاه دارای دو محل اتصال قلاب مخصوص جهت سهولت در جابجایی می‌باشد.

۸- مخزن اصلی با فشاری معادل یک‌ونیم برابر فشار کار، تست می‌گردد.

۹- کویلها با استفاده از لوله‌های مسی به قطرهای $\frac{3}{4}$ و $\frac{7}{8}$ اینچ ساخته می‌شوند.

۱۰- عدسی کویل مسی از جنس چدن می‌باشد.

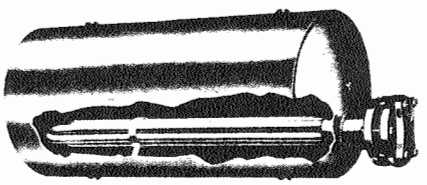
۱۱- صفحه تیوب پلیت و غلاف کویل مسی از جنس فولاد مناسب مخازن تحت فشار ساخته می‌شوند.

۱۲- فشار طراحی و تست جهت کویلها تا قطر ۸ اینچ، به ترتیب ۱۵۰ و ۳۰۰ پوند بر اینچ مربع و برای کویلهای به قطر ۱۰ تا ۱۴ اینچ، به ترتیب ۱۲۵ و ۲۵۰ پوند بر اینچ مربع می‌باشند.

۱۳- درجه حرارت طراحی کویلها ۳۵۰ درجه فارنهایت می‌باشد.

TANK HEATERS

Hararat Gostar Tank Heaters are designed as standard preengineered equipment to provide hot water with the introduction of either steam or hot water. Available in a wide range of sizes and flow rates, they meet a great variety of service requirements. Field installation is easy. All Tank Heaters are furnished with unit face piping and valves installed as a complete assembly, if requested. These Tank Heaters incorporate typically rugged Hararat Gostar construction and superior engineering. Universities, hotels, hospitals, towers, institutions and general industries will find them highly profitable.



TANK AND HEATER ASSEMBLY

SPECIFICATIONS

Hararat Gostar Tank Heaters will have general specifications as follows:

1- The tank will be a vertical or horizontal cylinder with dished heads and will be designed for 100 psig in accordance with ASME standards.

2- Each tank will have an 11"×15" oval manhole of pressure vessel quality and its gasket.

3- Tube bundles will be designed in accordance with the latest revisions of ASME and BS standards.

4- All necessary connections for hot water outlet, water inlet, thermostatic valve thermocouple, drain, thermometer, relief valve and pressure gauge will be welded to the tank before shipment.

5- Units will be lined with at least two layers of special epoxy on the inside and protected on the outside with rust preventive primer and paint before shipment.

6- Each tank will have suitable structural steel legs.

7- Each tank will have two strong lifting lugs for handling.

8- Test pressure for each tank is 1.5 times greater than its working pressure.

9- Tubes are 3/4" or 7/8" copper.

10 Heads are cast iron.

11 Tube sheets and welding collars are pressure vessel quality steel.

12 Design and test pressure for tube bundles of up to 8" diameter, will be 150 psi and 300 psi respectively. For 10" to 14" ones they will be 125 psi and 250 psi.

13- Design temperature will be 350°F

SELECTION PROCEDURE (TCSH)

EXAMPLE: Size a "TCSH" type Tank Heater to heat 1500 GPH from 40°F to 160°F with 10 psig saturated steam.

SOLUTION:

A: Obtain the correct adjustment factor from table 1 (AF is 1.326).

B: Multiply the required GPH by the adjustment factor (1500 GPH × 1.326 = 1989 GPH).

C: Enter table 2 on page 4 and read down 10 psig column until a value equal to or greater than 1989 is reached. Reading across to the left gives a "TCSH" 1060.

نحوه انتخاب (TCSH)

مثال: نحوه انتخاب کویل مسی مدل "TCSH" جهت تهیه ۱۵۰۰ گالن در ساعت آبگرم با درجه حرارت ۱۶۰ درجه فارنهایت، از آب ۴۰ درجه فارنهایت، با استفاده از بخار اشباع با فشار ۱۰ پوند براینچ مربع.

راه حل:

الف: ضریب تصحیح دبی را از جدول شماره ۱ بدست آورید (در این مورد ۱/۳۲۶ می‌باشد).

ب: مقدارآب‌گرم(دبی)موردنیازرادرضریب‌تصحیح ضرب کنید (گالن در ساعت ۱۹۸۹=۱/۳۲۶×۱۵۰۰).

ج: از جدول شماره ۲ در صفحه ۴ و در ستون ۱۰ psig، عدد مساوی با عدد فوق و یا اولین عدد بزرگتر از آن را پیدا کرده و روبروی آن در سمت چپ، مدل "TCSH" را که در این مورد ۱۰۶۰ است بدست آورید.

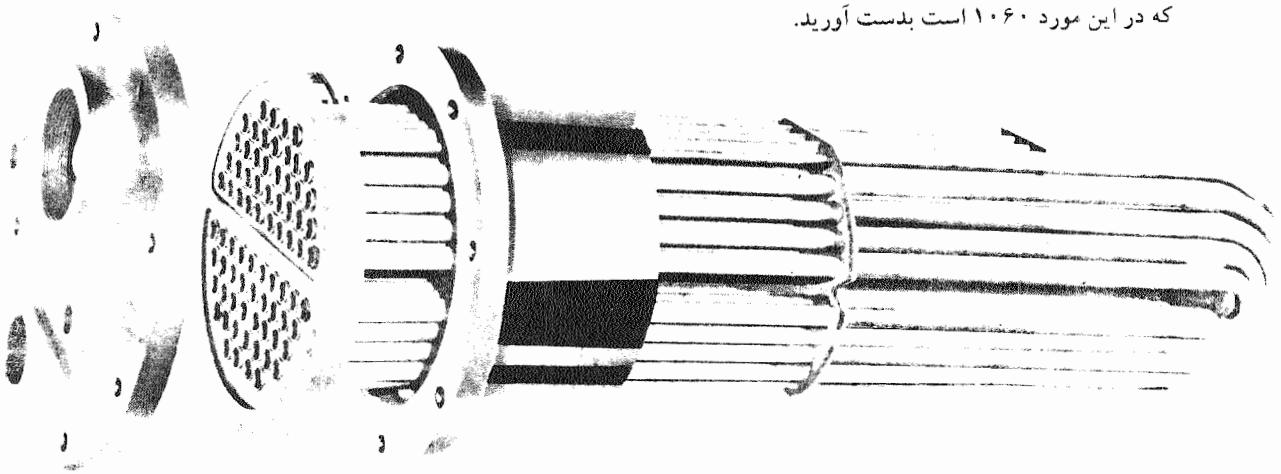


Table 1 - Adjustment Factors (Heating water)

	Steam in Tubes - PSIG											
Temp.Rise	0	2	5	10	15	20	30	40	50	75	100	125
40-100	0.490	0.497	0.504	0.514	0.520	0.525	0.531	0.536	0.540	0.546	0.550	0.553
40-120	0.716	0.722	0.728	0.736	0.741	0.745	0.752	0.754	0.757	0.762	0.765	0.767
40-140	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40-160	1.381	1.362	1.346	1.326	1.314	1.304	1.292	1.284	1.277	1.267	1.261	1.256
40-180	1.957	1.883	1.821	1.751	1.709	1.681	1.642	1.618	1.600	1.572	1.555	1.543
50-100	0.422	0.427	0.433	0.440	0.444	0.448	0.453	0.457	0.459	0.464	0.467	0.469
50-120	0.649	0.653	0.657	0.663	0.666	0.668	0.672	0.675	0.677	0.679	0.681	0.683
50-140	0.934	0.932	0.930	0.928	0.926	0.924	0.923	0.921	0.920	0.918	0.917	0.916
50-160	1.316	1.297	1.277	1.255	1.241	1.230	1.215	1.205	1.198	1.186	1.178	1.172
50-180	1.894	1.821	1.754	1.681	1.637	1.608	1.567	1.541	1.522	1.490	1.473	1.460
60-100	0.350	1.353	0.357	0.362	0.365	0.368	0.371	0.373	0.375	0.378	0.380	0.381
60-120	0.577	0.579	0.582	0.585	0.587	0.588	0.590	0.591	0.592	0.594	0.595	0.595
60-140	0.863	0.859	0.855	0.803	0.847	0.845	0.841	0.838	0.836	0.833	0.831	0.829
60-160	1.247	1.225	1.205	1.180	1.163	1.151	1.134	1.122	1.115	1.101	1.093	1.086
60-180	1.832	1.751	1.686	1.608	1.563	1.529	1.488	1.458	1.439	1.406	1.387	1.374
70-100	0.272	0.274	0.277	0.280	0.282	0.283	0.285	0.287	0.288	0.289	0.290	0.291
70-120	0.500	0.501	0.502	0.503	0.504	0.504	0.505	0.505	0.505	0.505	0.505	0.505
70-140	0.787	0.782	0.777	0.770	0.765	0.762	0.756	0.752	0.750	0.745	0.741	0.740
70-160	1.174	1.149	1.127	1.100	1.081	1.068	1.050	1.037	1.028	1.013	1.004	0.997
70-180	1.761	1.681	1.610	1.529	1.481	1.449	1.404	1.374	1.353	1.319	1.299	1.284

Table 2 - Type TCSH (3/4" or 7/8" O.D. COOPER TUBES)

	Steam in Tubes - PSI											
HEATER NO.	0	2	5	10	15	20	30	40	50	75	100	125
TCSH-412	22	24	26	29	32	35	39	43	46	53	58	63
TCSH-418	39	43	47	53	57	62	70	77	82	96	106	112
TCSH-424	55	60	66	74	80	87	98	108	115	132	145	157
TCSH-430	73	79	87	98	106	115	129	143	151	174	192	208
TCSH-436	90	98	108	122	132	143	161	177	188	216	239	258
TCSH-442	108	117	129	145	157	170	192	212	225	258	285	309
TCSH-448	124	134	148	167	184	200	220	243	263	303	334	362
TCSH-454	143	154	170	192	208	225	253	280	297	341	384	407
TCSH-460	157	170	188	212	234	248	280	309	328	384	424	450
TCSH-466	174	192	208	234	258	280	315	341	369	424	468	506
TCSH-472	192	208	229	258	285	303	341	376	407	468	517	559
TCSH-484	212	229	253	280	309	334	376	415	441	506	559	605
TCSH-496	229	248	274	309	334	362	407	450	477	548	605	655
TCSH-612	73	79	87	98	106	115	129	143	151	174	192	208
TCSH-618	122	134	145	164	181	196	220	239	258	297	328	355
TCSH-624	174	192	208	234	258	280	315	341	369	424	468	506
TCSH-630	225	243	269	303	334	355	399	441	468	548	605	655
TCSH-636	280	303	334	376	407	441	497	548	582	668	738	799
TCSH-642	328	355	391	441	487	517	582	642	682	799	882	954
TCSH-648	384	415	459	517	559	605	682	753	799	917	1013	1096
TCSH-654	432	468	517	582	630	682	768	847	899	1033	1163	1235
TCSH-660	487	527	582	655	709	768	864	954	1013	1163	1284	1390
TCSH-666	537	582	642	723	783	847	954	1054	1118	1284	1418	1535
TCSH-672	593	642	695	783	864	936	1054	1141	1235	1418	1566	1695
TCSH-684	695	753	831	917	1013	1096	1235	1363	1447	1662	1835	1986
TCSH-696	799	864	954	1075	1163	1259	1418	1566	1662	1909	2107	2281
TCSH-818	243	263	285	321	355	384	432	468	506	582	642	695
TCSH-824	328	355	391	441	487	517	582	642	682	799	882	954
TCSH-830	415	450	497	559	617	655	738	815	864	1013	1118	1187
TCSH-836	506	548	605	682	738	799	899	993	1054	1210	1336	1447
TCSH-842	593	642	709	799	864	936	1054	1163	1235	1418	1597	1695
TCSH-848	695	768	831	936	1033	1118	1259	1363	1475	1695	1871	2025
TCSH-854	799	864	954	1075	1163	1259	1418	1566	1662	1947	2149	2281
TCSH-860	899	973	1075	1210	1310	1418	1597	1763	1871	2139	2421	2569
TCSH-866	993	1075	1187	1336	1447	1566	1763	1947	2066	2373	2620	2836
TCSH-872	1075	1163	1284	1447	1566	1695	1939	2107	2236	2569	2893	3070
TCSH-884	1284	1390	1505	1695	1871	2025	2281	2469	2672	3070	3389	3669
TCSH-896	1475	1597	1763	1986	2149	2327	2620	2893	3070	3526	3893	4214
TCSH-1024	593	642	709	799	864	936	1054	1163	1235	1418	1597	1695
TCSH-1030	753	815	899	1013	1118	1187	1336	1475	1597	1835	2025	2192
TCSH-1036	917	993	1096	1235	1363	1447	1629	1799	1909	2236	2469	2672
TCSH-1042	1096	1187	1284	1447	1597	1729	1947	2107	2284	2620	2893	3131
TCSH-1048	1235	1336	1475	1662	1799	1947	2192	2421	2569	2951	3258	3526
TCSH-1054	1390	1505	1662	1871	2025	2192	2469	2726	2893	3389	3742	3971
TCSH-1060	1566	1695	1871	2107	2281	2469	2780	3070	3258	3742	4132	4472
TCSH-1066	1729	1871	2066	2327	2518	2726	3070	3389	3597	4132	4562	4938
TCSH-1072	1871	2025	2236	2518	2780	3010	3389	3669	3971	4562	5036	5451
TCSH-1084	2236	2421	2620	2951	3258	3526	3971	4298	4653	5345	5901	6387
TCSH-1096	2569	2780	3010	3389	3742	4051	4562	4938	5345	6139	6778	7337
TCSH-10108	2893	3131	3457	3817	4214	4562	5137	5561	6019	6914	7633	8263
TCSH-1236	1336	1447	1597	1799	1947	2107	2373	2620	2780	3258	3597	3817
TCSH-1242	1566	1695	1871	2107	2327	2518	2836	3070	3323	3817	4214	4562
TCSH-1248	1835	1986	2149	2421	2672	2893	3258	3526	3817	4384	4841	5240
TCSH-1254	2066	2236	2469	2780	3010	3258	3669	4051	4298	4938	5561	5901
TCSH-1260	2281	2469	2726	3070	3323	3597	4051	4472	4746	5451	6139	6515
TCSH-1266	2518	2726	3010	3389	3669	3971	4472	4938	5240	6139	6778	7193
TCSH-1272	2780	3010	3323	3742	4051	4384	4938	5451	5785	6645	7337	7942
TCSH-1278	3010	3258	3597	4051	4384	4746	5345	5901	6262	7193	8101	8596
TCSH-1284	3194	3526	3817	4298	4746	5137	5785	6262	6778	7786	8596	9365
TCSH-1296	3742	4051	4384	4938	5451	5901	6645	7193	7786	8944	9874	10688
TCSH-12108	4214	4562	5036	5672	6139	6645	7484	8263	8768	10072	11120	12037
TCSH-12120	4653	5036	5561	6262	6778	7337	8263	9122	9681	11120	12533	13390
TCSH-1436	1835	1986	2149	2421	2672	2893	3258	3526	3817	4384	4841	5240
TCSH-1442	2149	2327	2569	2893	3131	3389	3817	4214	4472	5137	5785	6139
TCSH-1448	2469	2672	2951	3323	3597	3893	4384	4841	5137	5901	6515	7052
TCSH-1454	2780	3010	3323	3742	4051	4384	4938	5451	5785	6778	7484	7942
TCSH-1460	3131	3389	3742	4214	4562	4938	5561	6139	6515	7484	8263	8944
TCSH-1466	3457	3742	4132	4653	5036	5451	6139	6778	7193	8263	9122	9874
TCSH-1472	3742	4051	4472	5036	5451	5901	6645	7337	7786	9122	10072	10688
TCSH-1478	4051	4384	4841	5451	6019	6515	7193	7942	8596	9874	10902	11801
TCSH-1484	4384	4746	5240	5901	6387	6914	7786	8596	9122	10479	11801	12523
TCSH-1496	5036	5451	6019	6778	7337	7942	8944	9874	10479	12278	13555	14385
TCSH-14108	5672	6139	6778	7633	8263	8944	10072	11120	11801	13826	15266	16200
TCSH-14120	6387	6914	7633	8428	9305	10072	11343	12278	13290	15266	16854	18244

Table 3 - Type TCWH (3/4" O.D. COPPER TUBES)
HEATING 40° - 140° F

	BOILER WATER IN TUBES			
HEATER NO.	180° PUMPED G.P.H.	MIN.** B.W.REQD.	212° PUMPED G.P.H.	MIN.** B.W.REQD.
TCWH-418	10	1	22	2
TCWH-424	17	1	37	3
TCWH-430	27	2	54	5
TCWH-436	36	3	71	6
TCWH-442	46	4	90	8
TCWH-448	56	5	107	9
TCWH-454	67	6	126	11
TCWH-460	75	6	142	12
TCWH-466	86	7	160	14
TCWH-472	97	8	180	15
TCWH-484	107	9	199	17
TCWH-496	119	10	215	18
TCWH-612	18	1	29	2
TCWH-618	31	3	71	6
TCWH-624	58	5	121	10
TCWH-630	85	7	169	14
TCWH-636	114	10	224	19
TCWH-642	142	12	278	24
TCWH-648	173	15	332	28
TCWH-654	203	17	382	32
TCWH-660	233	20	438	37
TCWH-666	262	22	494	42
TCWH-672	295	25	545	46
TCWH-684	360	31	652	55
TCWH-696	421	36	763	65
TCWH-818	66	6	145	12
TCWH-824	110	9	228	19
TCWH-830	157	13	313	27
TCWH-836	207	18	405	34
TCWH-842	257	22	494	42
TCWH-848	319	27	602	51
TCWH-854	374	32	705	60
TCWH-860	430	36	810	69
TCWH-866	484	41	912	77
TCWH-872	534	45	1007	85
TCWH-884	652	55	1204	102
TCWH-896	779	66	1410	120
TCWH-1024	203	17	421	36
TCWH-1030	289	25	579	49
TCWH-1036	382	32	748	64
TCWH-1042	475	40	912	77
TCWH-1048	556	47	1069	91
TCWH-1054	652	55	1228	104
TCWH-1060	748	64	1410	120
TCWH-1066	843	72	1588	135
TCWH-1072	949	81	1754	149
TCWH-1084	1157	98	2096	178
TCWH-1096	1356	115	2455	208
TCWH-10108	1557	132	2820	239
TCWH-1236	556	47	1090	93
TCWH-1242	691	59	1329	113
TCWH-1248	826	70	1588	135
TCWH-1254	968	82	1824	155
TCWH-1260	1112	94	2054	174
TCWH-1266	1252	106	2314	196
TCWH-1272	1383	117	2606	221
TCWH-1278	1527	130	2820	239
TCWH-1284	1685	143	3053	259
TCWH-1296	1975	168	3577	304
TCWH-12108	2268	193	4109	349
TCWH-12120	2554	217	4627	393
TCWH-1436	748	64	1467	125
TCWH-1442	949	81	1824	155
TCWH-1448	1112	94	2137	181
TCWH-1454	1303	111	2504	213
TCWH-1460	1497	127	2820	239
TCWH-1466	1719	146	3176	270
TCWH-1472	1898	161	3507	298
TCWH-1478	2096	178	3872	329
TCWH-1484	2268	193	4191	356
TCWH-1496	2658	226	4910	417
TCWH-14108	3053	259	5530	469
		292	6227	529

Pressure drop through all TCWH heaters at maximum flow is approximately .55 ft. for each foot of free tube length

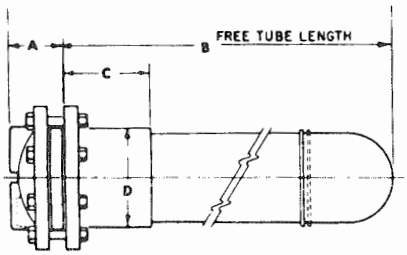
Note: A DTCW Diamond back double wall unit maybe selected by dividing GPH (Gallons Per Hr.) by 1.05.

HARARAT
GOSTAR

MAXIMUM BOILER WATER CAPACITIES
Pumped Circulation in TCWH units

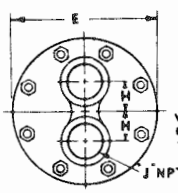
Heater Diameter	Boiler Water In Tubes
4"	34 GPM
6"	98 GPM
8"	175 GPM
10"	310 GPM
12"	448 GPM
14"	640 GPM

DIMENSIONS ..... (in inches) Continued

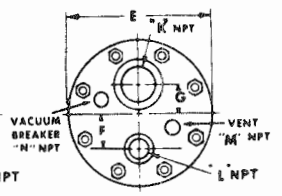


NOTE:
TCWH & TCSH
Indicates 3/4" OD Copper Tubes

Please indicate head and Tube Style when ordering



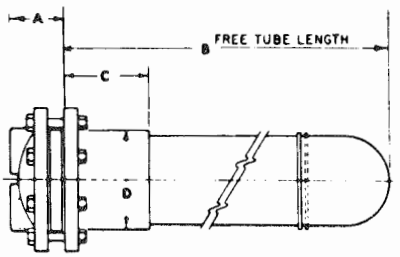
TCWH HEAD STYLE FOR BOILER WATER IN TUBES

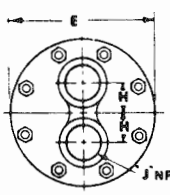


TCSH HEAD STYLE FOR STEAM IN TUBES

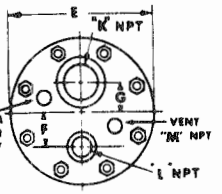
HEATING SURFACE SQ.FT.		A		B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
HEATER NO.	TCWH TCSH	TCWH	TCSH												
TCWH-TCSH-1024	27	3 3/8	3 3/8	23 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1030	34.5	3 3/8	3 3/8	29 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1036	42	3 3/8	3 3/8	35 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1042	49.5	3 3/8	3 3/8	41 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1048	56	3 3/8	3 3/8	47 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1054	63.5	3 3/8	3 3/8	53 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1060	71	3 3/8	3 3/8	59 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1066	78.5	3 3/8	3 3/8	65 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1072	86	3 3/8	3 3/8	71 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1084	101	3 3/8	3 3/8	83 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1096	116	3 3/8	3 3/8	95 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-10108	131	3 3/8	3 3/8	107 3/8	8 1/4	10 3/4	14 5/8	4 1/16	2 13/16	2 15/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1236	61	3 7/8	5 1/8	36 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1242	72	3 7/8	5 1/8	42 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1248	83	3 7/8	5 1/8	48 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1254	94	3 7/8	5 1/8	54 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1260	104	3 7/8	5 1/8	60 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1266	115	3 7/8	5 1/8	66 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1272	126	3 7/8	5 1/8	72 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1278	137	3 7/8	5 1/8	78 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1284	147	3 7/8	5 1/8	84 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1296	169	3 7/8	5 1/8	96 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-12108	191	3 7/8	5 1/8	108 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-12120	212	3 7/8	5 1/8	120 1/4	10 1/4	12 3/4	16 5/8	5 1/16	3 11/16	3 11/16	4	4	2	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1436	86	6 3/8	6 3/8	37 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1442	102	6 3/8	6 3/8	43 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1448	116	6 3/8	6 3/8	49 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1454	131	6 3/8	6 3/8	55 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1460	146	6 3/8	6 3/8	61 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1466	161	6 3/8	6 3/8	67 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1472	175	6 3/8	6 3/8	73 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1478	190	6 3/8	6 3/8	79 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1484	204	6 3/8	6 3/8	85 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-1496	234	6 3/8	6 3/8	97 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-14108	263	6 3/8	6 3/8	109 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4
TCWH-TCSH-14120	292	6 3/8	6 3/8	121 1/2	10 1/4	14	17 7/8	5 1/8	3 5/8	4	6	6	3	3/4	3/4

DIMENSIONS ..... (in inches) Continued





TCWH HEAD STYLE FOR BOILER WATER IN TUBES



TCSH HEAD STYLE FOR STEAM IN TUBES

NOTE:

TCWH & TCSH

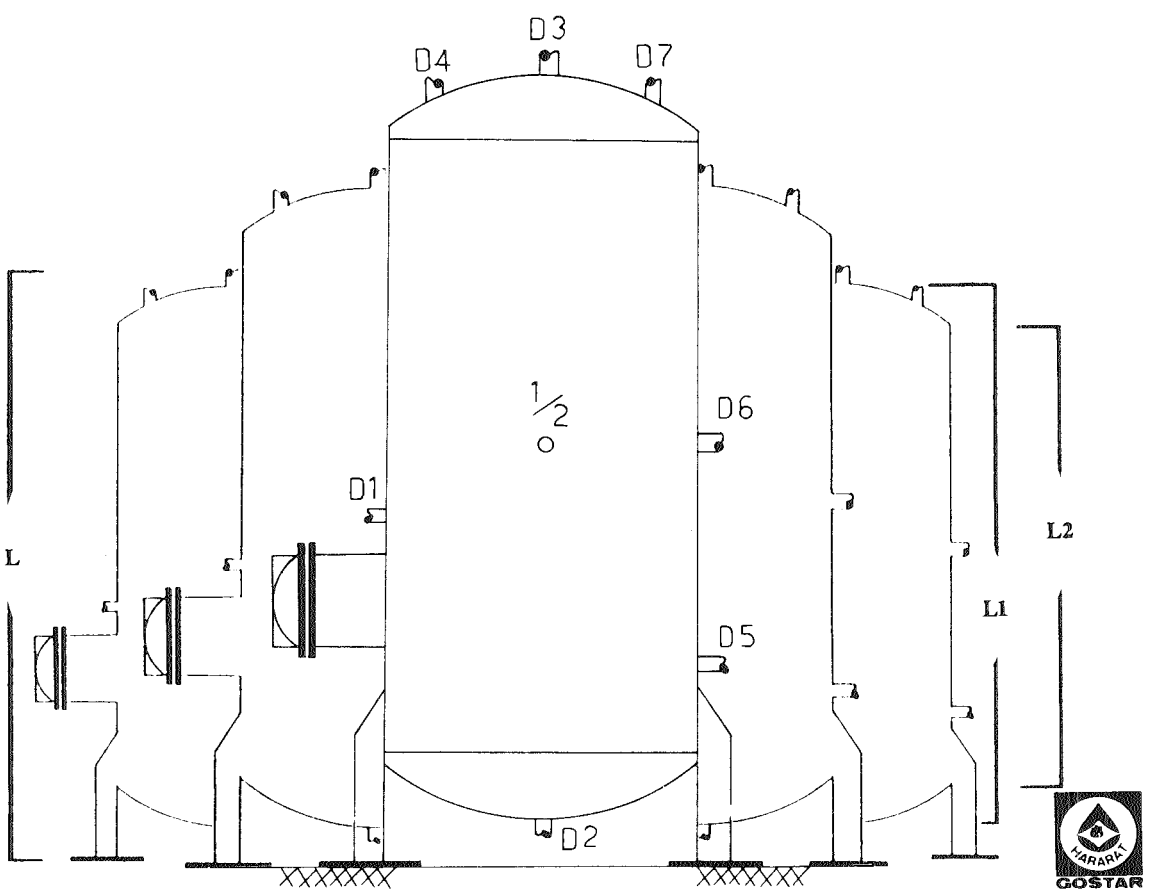
Indicates 3/4" OD Copper Tubes

Please indicate head and Tube Style when ordering

HEATING SURFACE SQ.FT.		A		B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
HEATER NO	TCWH TCSH	TCWH	TCSH												
TCWH-TCSH-412	1.0	2 1/8	2 1/8	11 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-418	1.8	2 1/8	2 1/8	17 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-424	2.5	2 1/8	2 1/8	23 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-430	3.3	2 1/8	2 1/8	29 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-436	4.1	2 1/8	2 1/8	35 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-442	4.9	2 1/8	2 1/8	41 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-448	5.7	2 1/8	2 1/8	47 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-454	6.5	2 1/8	2 1/8	53 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-460	7.2	2 1/8	2 1/8	59 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-466	8.0	2 1/8	2 1/8	65 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-472	8.8	2 1/8	2 1/8	71 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-484	10.4	2 1/8	2 1/8	83 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-496	12.0	2 1/8	2 1/8	95 1/4	6 1/8	4 1/2	7 1/4	1 11/16	1 5/16	1 5/16	1 1/4	1 1/4	3/4	1/2	1/4
TCWH-TCSH-612	3.3	2 3/4	2 1/2	9 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-618	5.6	2 3/4	2 1/2	15 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-624	8.0	2 3/4	2 1/2	21 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-630	10.3	2 3/4	2 1/2	27 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-636	12.7	2 3/4	2 1/2	33 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-642	15.0	2 3/4	2 1/2	39 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-648	17.4	2 3/4	2 1/2	45 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-654	19.7	2 3/4	2 1/2	51 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-660	22.1	2 3/4	2 1/2	57 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-666	24.4	2 3/4	2 1/2	63 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-672	26.8	2 3/4	2 1/2	69 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-648	31.5	2 3/4	2 1/2	81 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-696	36.2	2 3/4	2 1/2	93 1/8	6 1/8	6 5/8	10 1/2	2 9/16	1 7/8	1 7/8	2	2	1	1/2	1/2
TCWH-TCSH-818	11	3 3/8	3 3/8	16 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-824	15	3 3/8	3 3/8	22 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-830	19	3 3/8	3 3/8	28 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-836	23	3 3/8	3 3/8	34 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-842	27	3 3/8	3 3/8	40 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-848	32	3 3/8	3 3/8	46 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-854	36.5	3 3/8	3 3/8	52 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-860	41	3 3/8	3 3/8	58 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-866	45	3 3/8	3 3/8	64 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-872	49	3 3/8	3 3/8	70 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-884	58	3 3/8	3 3/8	82 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2
TCWH-TCSH-896	67	3 3/8	3 3/8	94 1/4	8	8 5/8	12 1/2	3 3/8	2 1/4	2 1/2	3	3	1 1/4	1/2	1/2

DIMENSIONS ..... (in inches) Continued

CAPCITY LIT	L Cm	L1 Cm	L2 Cm	D Cm	TH × TS mm	D1 IN.	D2 IN.	D3 IN.	D4 IN.	D5 IN.	D6 IN.	D7 IN.
500	175	165	150	63	4×3	1 1/4	1	1 1/4	1	1	3/4	3/4
1000	190	170	150	90	4×4	1 1/4	1	1 1/4	1	1	3/4	3/4
1500	190	170	150	112	5×5	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1	1	3/4	3/4
2000	240	220	200	112	6×5	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1	3/4	1
2500	240	220	200	124	6×5	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1	1
3000	240	220	200	142	6×6	1 1/4	2	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1	1 1/4"
4000	300	275	250	142	6×6	1 1/4	2	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1	1 1/4"
5000	360	330	300	142	6×6	1 1/4	2	2	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4"
6000	360	330	300	157	8×6	1 1/4	2 1/2	2 1/2	2	2	1 1/2	1 1/2"
8000	360	330	300	182	8×6	1 1/4	2 1/2	2 1/2	2	2	1 1/2	1 1/2"
10,000	410	380	350	190	8×8	1 1/4	3	3	2	2 1/2	1 1/2	1 1/2"



دفتر مرکزی : تهران، خیابان طالقانی شرقی، شمارهٔ ۵۴۳ صندوق پستی: ۵۳۷۱-۱۵۸۷۵

تلفن : ۷۶۵۸۸۹-۷۶۵۸۹۳ تلکس : ۲۲۳۷۳۷ HGSR فاکس : ۷۶۴۵۳۱

SARAN

PERFORMANCE TABLES

WATER COOLED PACKAGED UNITS
ONE COMPRESSOR

UNIT MODEL	NOMINAL C.F.M.	COIL R.A. Sq.ft.	COOLING								HEATING		
			E.A.T. W.B. T_1 (°F)	CONDENSER WATER	CONDENSER WATER T.C. (°F)						E.A.T. D.B. T_1 (°F)	CAPACITY (MBH)	
				G.P.M.	P.D. (F.W.G.)	85 T.C. (MBH)	KW	90 T.C. (MBH)	KW	105 T.C. (MBH)	KW		Inside Air	Outside Air
1 SRPU- 5-W	2000	4.2	50	2.5	3.2	58	4.8	53	5.1	46	5.6	50	52	39
			63	3.0	2.5	66	4.7	61	5.0	54	5.5	60	71	54
			67	3.5	3.8	67	4.8	64	5.1	60	5.5	70	90	69
			71	4.5	5.1	72	5.0	68	5.3	64	5.6	80	109	84
1 SRPU - 8-W	3300	6.2	50	3.8	3.4	86	5.8	83	6.2	78	6.7	50	101	75
			63	4.5	3.9	95	6.3	92	6.7	86	7.2	60	121	104
			67	5.2	4.4	105	6.5	101	7.0	95	7.5	70	141	133
			71	6.8	5.1	115	6.6	108	7.1	101	7.6	80	161	162
1 SRPU - 10-W	4000	8.2	50	5.0	4.6	110	8.0	104	8.5	96	9.2	50	126	94
			63	6.0	5.2	123	8.4	116	8.9	107	9.6	60	151	130
			67	6.9	5.9	132	8.6	125	9.2	116	9.9	70	176	166
			71	9.0	6.6	141	8.8	133	9.4	123	10.1	80	201	202
1 SRPU - 15-W	5500	11.2	50	7.5	4.0	157	11.4	149	12.1	137	13.1	50	180	134
			63	9.0	4.5	169	11.9	160	12.7	147	13.7	60	216	186
			67	10.3	5.1	180	12.2	171	13.0	157	14.1	70	252	237
			71	13.5	5.7	192	12.5	182	13.3	168	14.4	80	288	289
1 SRPU- 20-W	7000	13.4	50	10.0	4.6	196	14.4	186	15.3	171	16.5	50	226	168
			63	12.0	5.2	211	14.9	200	15.9	184	17.2	60	271	233
			67	13.8	5.9	225	15.3	214	16.3	196	17.6	70	316	297
			71	18.0	6.5	240	15.7	228	16.7	210	18.0	80	361	362
1 SRPU- 25-W	8000	16.8	50	12.5	5.5	235	15.5	223	16.5	205	17.8	50	271	202
			63	15.0	6.2	253	16.1	240	17.1	221	18.5	60	325	280
			67	17.3	7.1	270	16.5	257	17.5	236	18.9	70	379	356
			71	22.5	7.8	288	16.9	274	18.0	252	19.4	80	434	434
1 SRPU- 30-W	9500	19.9	50	15.0	6.6	282	18.6	268	19.8	246	21.4	50	325	242
			63	18.0	7.4	304	19.3	288	20.5	265	22.2	60	390	336
			67	20.8	8.5	324	19.8	308	21.0	283	22.7	70	455	427
			71	27.0	9.4	346	20.3	329	21.6	302	23.3	80	520	521
1 SRPU- 35-W	11500	25.1	50	17.5	7.7	329	21.7	312	23.1	287	24.9	50	379	282
			63	21.0	8.6	354	22.5	336	24.0	309	25.9	60	455	391
			67	24.3	9.9	378	23.1	359	24.5	330	26.5	70	530	498
			71	31.5	10.9	403	23.7	383	25.2	352	27.2	80	606	607
1 SRPU- 40-W	14000	28.2	50	20.0	8.8	376	24.8	357	26.4	328	28.5	50	433	322
			63	24.0	9.9	405	25.7	384	27.4	353	29.6	60	520	448
			67	27.8	11.3	432	26.4	411	28.0	377	30.3	70	606	569
			71	36.0	12.5	460	27.1	437	28.8	402	31.1	80	693	694
1 SRPU- 50-W	15500	33.6	50	25.0	11.0	470	31.0	446	33.0	410	35.6	50	541	403
			63	30.0	12.4	506	32.1	480	34.3	441	37.0	60	650	560
			67	34.8	14.1	540	33.0	514	35.0	472	37.9	70	758	711
			71	45.0	15.6	576	33.9	546	36.0	503	38.9	80	866	868
1 SRPU- 60-W	18500	39.7	50	30.0	13.2	564	37.2	535	39.6	492	42.7	50	649	483
			63	36.0	14.9	607	38.5	576	41.2	529	44.4	60	780	672
			67	41.8	16.9	648	39.6	617	42.0	566	45.5	70	910	853
			71	54.0	18.7	691	40.7	655	43.2	604	46.7	80	1039	1041

NOTES:

- E.A.T. : ENTERING AIR DB TEMPERATURE (F)
- E.W.B.T. : ENTERING AIR WB TEMPERATURE (F)
- T.C. : TOTAL COOLING CAPACITY
- KW : COMPRESSOR KILOWATT INPUT
- ENTERING AND LEAVING CONDENSER WATER TEMPERATURE DIFFERANCE = 10 F
- ENTERING HOT WATER TEMPERATURE = 180 F
- P.D. : CONDENSER WATER PRESSURE DROP (FT.W.G.)
- ΔT_H : HOT WATER ENTERING AND LEAVING TEMPERATURE DIFFERENCE
- MBH : 1000 BTU/HR

SARAN

PERFORMANCE TABLES

AIR COOLED PACKAGED UNITS (ONE COMPRESSOR)

TABLE: 2

MODEL	NOMINAL CFM	COIL F.A. sq.ft.	COOLING										HEATING			
			E. WB T. (°F)	AMBIENT TEMP (°F)									E. A. T. (°F)	CAPACITY (MBH)		
				90			100			110				HOT WATER ΔT_H=20°F		STEAM 5 PSIG
				T.C. (MBH)	KW	T.H.R. (MBH)	T.C. (MBH)	KW	T.H.R. (MBH)	T.C. (MBH)	KW	T.H.R. (MBH)		1-ROW	2-ROW	1-ROW
1 SRPU- 5-A	2000	4.2	59	52	4.5	68	48	5.1	65	46	5.3	64	40	84	153	120
			63	57	5.2	75	54	5.5	73	50	5.5	69	50	78	142	113
			67	63	5.3	81	59	5.8	78	55	6.0	74	60	72	131	106
			71	68	5.5	86	63	6.0	83	58	6.2	79	70	66	120	100
1 SRPU- 8-A	3300	6.2	59	80	6.5	102	76	6.5	99	72	6.9	96	40	141	246	185
			63	89	6.8	112	84	7.1	108	79	7.3	104	50	131	228	175
			67	97	7.1	120	92	7.5	118	86	7.5	112	60	121	210	165
			71	106	7.3	131	101	7.8	127	94	8.2	121	70	111	193	155
1 SRPU- 10-A	4000	8.2	59	104	8.3	132	97	8.6	127	92	9.2	123	40	173	312	232
			63	113	9.0	143	107	9.3	139	99	9.5	132	50	160	289	220
			67	120	9.2	153	115	9.7	149	109	10.3	142	60	148	266	207
			71	129	9.5	163	125	10.2	160	116	10.5	152	70	136	245	195
1 SRPU- 15-A	5500	11.2	59	138	10.2	175	131	11.2	170	124	11.5	163	40	240	433	310
			63	152	11.3	191	144	12.0	185	136	12.5	176	50	222	401	295
			67	165	12.2	206	156	12.5	199	145	13.0	190	60	203	353	276
			71	180	12.3	223	170	13.0	214	154	14.0	201	70	189	340	260
1 SRPU- 20-A	7000	13.4	59	168	12.0	208	160	12.5	202	150	13.0	194	40	296	524	375
			63	183	12.6	226	173	13.2	219	161	14.0	208	50	274	486	355
			67	199	13.6	245	189	14.2	238	174	14.9	224	60	253	448	335
			71	212	13.8	259	202	14.5	252	186	15.5	239	70	232	412	315
1 SRPU- 25-A	8000	16.8	59	210	16.3	266	198	17.0	256	187	17.5	247	40	373	658	470
			63	230	17.3	289	215	18.0	277	202	18.5	265	50	346	610	445
			67	249	18.1	311	235	19.3	300	217	20.0	285	60	319	563	420
			71	262	18.5	330	250	19.7	318	231	20.5	301	70	294	517	395
1 SRPU- 30-A	9500	19.9	59	247	18.8	311	234	19.5	301	220	20.3	289	40	440	784	547
			63	272	19.6	339	255	20.6	325	239	21.5	313	50	408	727	510
			67	291	20.5	361	276	22.0	351	258	22.8	335	60	376	670	489
			71	313	21.5	386	296	22.6	373	272	23.9	353	70	346	616	460
1 SRPU- 35-A	11500	25.1	59	312	24.0	394	294	24.6	379	283	25.5	368	40	576	1004	696
			63	342	25.3	428	321	26.5	411	299	27.5	392	50	526	934	650
			67	369	26.5	459	348	28.0	443	322	29.0	421	60	485	859	622
			71	395	27.5	489	374	29.0	474	344	30.5	448	70	446	790	585
1 SRPU- 40-A	14000	28.2	59	350	28.5	448	330	29.8	432	314	30.5	419	40	635	1153	780
			63	385	30.0	487	363	31.5	470	335	32.7	447	50	589	1052	739
			67	411	31.5	519	391	33.5	506	362	34.6	451	60	543	970	697
			71	442	32.5	554	418	34.6	537	385	36.3	509	70	499	892	655
1 SRPU- 50-A	15500	33.6	59	424	37.0	550	396	39.1	530	376	40.0	512	40	761	1355	936
			63	466	39.0	600	435	41.3	576	402	42.9	548	50	706	1256	887
			67	498	41.0	638	469	43.9	619	434	45.4	589	60	650	1158	836
			71	536	42.2	680	501	45.4	656	462	47.6	624	70	598	1065	786
1 SRPU- 60-A	18500	39.7	59	488	46.1	645	456	49.2	624	433	50.4	605	40	873	1320	1056
			63	536	48.1	701	501	52.0	678	463	54.0	647	50	810	1225	1000
			67	573	51.1	747	540	55.3	728	500	57.2	695	60	746	1129	943
			71	617	52.6	796	577	57.2	772	532	59.9	736	70	687	1038	887

NOTES:

- E.A.D.B. : ENTERING AIR DB TEMPERATURE (°F)
- E.W.B.T. : ENTERING AIR WB TEMPERATURE (°F)
- T.C. : TOTAL COOLING CAPACITY
- KW : COMPRESSOR KILOWATT INPUT
- T.H.R. : CONDENSER TOTAL HEAT REJECTION CAPACITY
- ENTERING HOT WATER TEMPERATURE : 180 °F
- ΔT_H : HOT WATER ENTERING AND LEAVING TEMPERATURE DIFFERENCE
- MBH : 1000 BTU/HR

SARAN

PERFORMANCE TABLES

AIR COOLED PACKAGED UNITS
(TWO COMPRESSORS)

TABLE: 2 (CONT.)

MODEL	NOMINAL CFM	COIL F.A. sq.ft.	COOLING									HEATING		
			E. WB T. (°F)	AMBIENT TEMP (°F) 90			100			110			E. A. T. (°F)	CAPACITY (MBH) HOT WATER ΔT_H=20°F		
				T.C. (MBH)	KW	T.H.R. (MBH)	T.C. (MBH)	KW	T.H.R. (MBH)	T.C. (MBH)	KW	T.H.R. (MBH)		1-ROW	2-ROW	3-ROW
2 SRPU- 10-A	4000	8.3	59	104	9.0	136	96	10.2	130	92	10.6	128	40	168	306	396
			63	114	10.4	150	108	11.0	146	100	11.0	138	50	186	284	276
			67	126	10.6	162	118	12.6	156	110	12.0	148	60	144	262	252
			71	136	11.0	172	126	17.0	166	116	12.4	158	70	132	240	168
2 SRPU- 15-A	6500	12	59	160	13.0	204	152	13.0	198	146	13.8	192	40	282	492	588
			63	178	13.6	224	168	14.2	216	158	14.6	208	50	276	456	450
			67	194	14.2	240	184	15.0	236	172	15.0	224	60	242	420	420
			71	212	14.6	262	202	15.6	254	188	16.4	242	70	222	386	318
2 SRPU- 20-A	8000	16.5	59	208	16.6	264	194	17.2	254	184	18.4	246	40	336	624	768
			63	216	18.0	286	214	18.6	278	198	19.0	264	50	324	578	564
			67	240	18.4	306	230	19.4	298	212	20.6	284	60	296	532	516
			71	258	19.0	326	250	20.4	320	232	21.6	304	70	272	490	408
2 SRPU- 30-A	11000	22.4	59	276	21.4	350	262	22.8	340	248	23.0	326	40	450	866	672
			63	304	22.6	382	288	24.0	370	268	25.0	362	50	446	802	786
			67	330	24.4	412	312	25.0	398	290	26.0	380	60	410	734	552
			71	360	24.6	442	340	26.0	428	308	28.0	402	70	378	680	504
2 SRPU- 40-A	14000	26.8	59	336	24.0	416	320	25.0	402	304	26.0	388	40	592	1048	756
			63	366	25.2	452	346	26.4	438	322	28.0	416	50	548	972	710
			67	398	27.2	490	378	28.4	474	348	29.8	458	60	506	896	672
			71	424	27.6	518	404	29.0	504	372	31.0	478	70	464	824	618
2 SRPU- 50-A	16000	33.6	59	430	32.6	522	396	34.0	512	374	35.0	444	40	760	1336	1014
			63	460	34.6	578	430	36.0	551	404	37.0	530	50	692	1220	1080
			67	498	36.2	622	470	38.6	600	434	40.0	570	60	638	1126	840
			71	534	37.0	660	500	39.4	636	462	41.0	602	70	588	1034	798
2 SRPU- 60-A	19000	39.7	59	494	37.6	622	468	39.0	602	440	40.2	578	40	880	1565	1094
			63	544	39.2	678	510	41.2	650	478	43.0	626	50	816	1454	1134
			67	582	41.0	722	552	44.0	702	516	45.6	670	60	752	1340	1044
			71	626	43.0	772	592	45.2	746	544	47.8	706	70	692	1232	960
2 SRPU- 70-A	23000	50.2	59	624	48.0	788	588	49.2	756	562	51.0	736	40	1134	2018	1562
			63	648	50.6	856	642	53.0	827	598	55.0	784	50	1054	1876	1530
			67	738	53.0	918	696	56.0	886	644	58.0	842	60	970	1728	1344
			71	790	55.0	978	748	58.0	948	688	61.0	896	70	892	1586	1170
2 SRPU- 80-A	28000	56.3	59	700	57.0	896	660	59.6	864	628	61.0	838	40	1270	2270	1560
			63	770	60.0	974	726	63.0	940	670	65.2	894	50	1178	2104	1478
			67	822	63.0	1036	782	87.0	1012	724	69.2	902	60	1086	1940	1394
			71	884	65.0	1108	836	69.2	1074	770	72.6	1018	70	998	1781	1310
2 SRPU-100-A	31000	67	59	848	74.0	1100	792	78.2	1060	752	80.0	1024	40	1522	2710	1872
			63	932	78.0	1200	870	82.6	1152	804	85.8	1096	50	1412	2512	1774
			67	996	82.0	1276	938	87.8	1238	868	90.8	1178	60	1300	2316	1672
			71	1072	84.4	1360	1002	90.8	1312	924	95.2	1248	70	1196	2130	1572
2 SRPU-120-A	37000	79	59	976	92.2	1290	912	98.4	1248	866	100.8	1210	40	1746	2610	2112
			63	1072	97.2	1392	1002	104.0	1356	926	108.0	1294	50	1620	2490	2040
			67	1146	102.2	1494	1080	110.6	1456	1000	114.4	1390	60	1492	2358	1836
			71	1234	105.2	1592	1154	114.4	1544	1064	119.8	1472	70	1374	2016	1722

NOTES:

- E.A.T. : ENTERING AIR DB TEMPERATURE (°F)
- E.W.B.T. : ENTERING AIR WB TEMPERATURE (°F)
- T.C. : TOTAL COOLING CAPACITY
- KW : COMPRESSOR KILOWATT INPUT
- T.H.R. : CONDENSER TOTAL HEAT REJECTION CAPACITY
- ENTERING HOT WATER TEMPERATURE = 180 °F
- ΔT_H : HOT WATER ENTERING AND LEAVING TEMPERATURE DIFFERENCE
- MBH = 1000 BTU/HR

SARAN

PERFORMANCE TABLES

ARI CERTIFIED DATA & VALUE NOTES
EXTREME AMBIENT CONDITIONS
TWO COMPRESSORS

MODEL			COOLING						HEATING		
			AMBIENT TEMPERATURE								
			105°F			95°F					
			EVAPORATOR AIR			EVAPORATOR AIR					
			80°F DB			80°F DB					
			67°F WB			67°F WB					
2 SRPI - 060-A	46000	44									
2 SRPI - 150-A	65000	12									
2 SRPI - 200-A	90000	22.5									
2 SRPI - 240-A	110000	22.4									
2 SRPI - 300-A	130000	26.8									
2 SRPI - 360-A	160000	33.6									
2 SRPI - 420-A	190000	39									
2 SRPI - 480-A	220000	45.1									
2 SRPI - 600-A	280000	58.3									
2 SRPI - 720-A	330000	67									
2 SRPI - 840-A	370000	79									

NOTES:

SARAN

LEAVING WET BLUB TEMP.(°F)

TABLE: 3

BTU / Hr.CFM \ ENT. W.B. (°F)	59	63	67	71
10	55.6	60.0	64.0	68.6
20	51.8	56.5	61.0	65.6
30	47.8	52.8	57.6	62.6
40	43.5	46.8	54.2	59.4
50	39.0	44.7	50.3	56.0

APPROXIMATE SENSIBLE HEAT FACTOR

TABLE: 4

ENT. W.B. TEMP. (°F)	ENT. DRY BLUB TEMP. °F			
	75	80	85	90
59	0.94	0.97	1.00	1.00
63	0.74	0.80	0.92	1.00
67	0.56	0.70	0.84	1.00
71	0.41	0.[illegible]2	0.64	0.74

INTERNAL AIR SIE PRESSURE DROP

TABLE: 5

CFM/NOM. CFM		80%	90%	100%	110%	120%
WITHOUT HEATING COIL	WET	0.27	0.33	0.41	0.48	0.57
	DRY	0.18	0.22	0.27	0.32	0.38
WITH 1-ROW HEATING COIL	WET	0.35	0.44	0.53	0.63	0.74
	DRY	0.24	0.29	0.35	0.42	0.50
WITH 2-ROW HEATING COIL	WET	0.41	0.51	0.63	0.74	0.89
	DRY	0.28	0.34	0.42	0.50	0.59

NOTES:

APPLIES TO 4 ROW D.X. COILS WITH 8 FPI.

FILTER AIR PRESSURE DROP

TABLE: 6

FILTERS	FACE VELCITY F.P.M.									
	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800
CLEANABLE	0.037	0.050	0.065	0.081	0.099	0.120	0.156	0.182	0.235	0.325

NOTES:

- ALL PRESSURE DROPS IN INCHES OF WATER.
- FILTER AREA IN FLAT CONFIGURATION EQUALS THE COIL FACE AREA.

CAPACITY FACTOR FOR NON STANDARD CFM

TABLE: 7

CFM/NOM. CFM	80%	90%	100%	110%	120%
COOLING CAPACITY	0.87	0.94	1.00	1.04	1.09
HEATING CAPACITY	0.89	0.95	1.00	1.02	1.05

HOT WATER CORRECTION FACTOR

TABLE: 8

TEMP. DROP (°F)	ENT. WATER TEMP. °F			
	160	180	200	220
10	0.95	1.20	1.50	1.75
20	0.75	1.00	1.25	1.50
30	0.56	0.77	1.10	1.27

STEAM CORRECTION FACTOR

TABLE: 9

PRESSURE PSIG	2	5	10	15	20	30
TEMP. °F	218.5	227.2	239.4	249.7	258.8	274.1
LATENT HEAT BTU/LB.	966.2	960.5	952.5	945.5	939.3	928.5
CORRECTION FACTOR	0.95	1	1.07	1.14	1.19	1.28

BYPASS FACTOR

TABLE: 10

COIL FACE VELOCITY (FPM)	4 ROW	5 ROW	6 ROW
400	0.20	0.14	0.10
450	0.21	0.15	0.11
500	0.23	0.17	0.12
550	0.26	0.19	0.13
600	0.27	0.20	0.14

-FOR 8 FPI.

کارخانجات تولیدی مهر اصل

Air Handling

MODEL KEYWORD

AHU | A | 1 | H | F | 1 | 1

Air Handling Unit

Unit size group:
A , B , C , ... J
(Ref. TABLE1-1 General...)

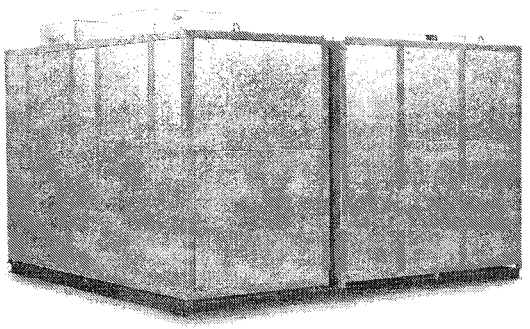
type:
1: Galvanized steel with welding connection
2: Galvanized steel with screw connection
3: Aluminium profile

Shape:
H: Horizontal unit
L: L – Type unit

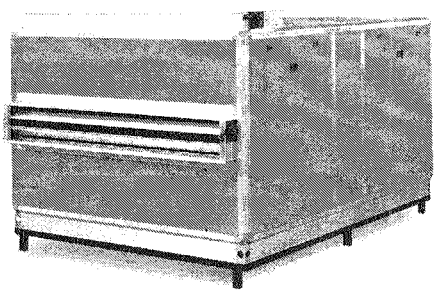
Side of flow:
U: Up flow
F: Front flow
D: Down flow

Design Improvement
1: Original
(without additional options)
2 : Electrical panel installed

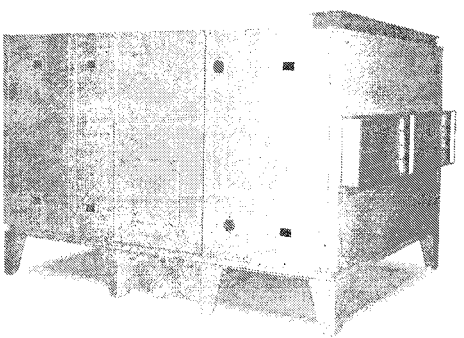
Electrical Options:
1: 230-1-50
2: 380-3-50
3: 460-3-60



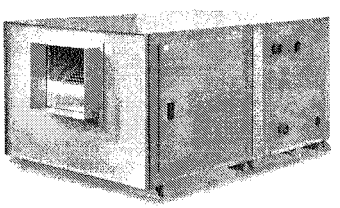
Galvanized steel with welding connection



Aluminium profile



Galvanized steel with screw connection



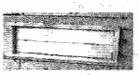
Air Handling

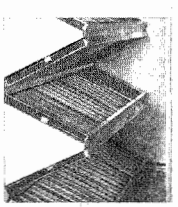
MEHR ASL Air handling units are composed of three main sections:

1- Mixing Box:

Air enters the mixing box via two inlets which are controlled with dampers. The size of dampers are evaluated based on 20% fresh Air and 80% return air. In full open position, the air pressure drop is 0.01 in H2O. Air pressure drop in different situations are given in table 1)
Mixed air passes through washable aluminum filters. The filters are arranged in V from for higher surface area and lower pressure drop.
Air pressure drop for the aluminum filters with 40% dust absorption and 300-400 FPM air velocity is 0.03 in H2O. For higher dust absorption we can use rolly filters.



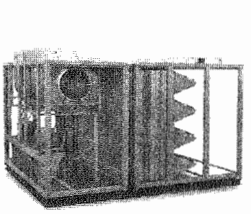


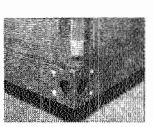


MEHR ASL Air Handling units are manufactured in ten different models with A, B, C , J, standard and 2,500 ~ 54,000 cfm capacities.
Their body are designed and manufactured in three modes:

1- The structure and panels are made of galvanized steel sheet, where the structure is made of 2.5mm galvanized steel sheet and attached to each other by electrical welding.
2- The body and panels are attached to each other with screw bolts.
3- The structure is made of Aluminium and attached with screw bolts, and the panels are also made of Aluminium.

All the Air handling units (types 1 and 2) are coated with electrostatic paint. All parts of the unit are isolated with 1/2" insulation at coil section and 1/4" at the rest. All the models are assembled in the factory and its size does not tolerate the traffic laws,except models I,J which are assembled at the sight

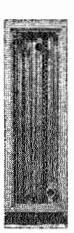




2- Coil section :

The air after passing through the filters passes through coils. The following coils are available regarding the orientations.
a) Hot water coil b) Steam coil c) Cold water coil

DX coils or reheating coils are also available by requests. Reheating coils are used for areas where the humidity is high. The air passes through a cold area for dehumidification and then passes through reheating coil.
The coils are made of aluminum fins and copper tubes with 5/8" OD and 50 x 25mm geometry. The coils specification are given in following table.

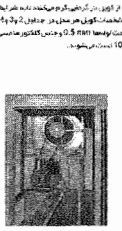


جدول آرایش لوله ها برای لوله هایی 5/8"

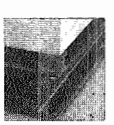
نوع آرایش لوله	ST(mm) X BL(mm)
Inline (Sin wave fin) 4-6 row	50 x 50
Staggered (Sin wave fin) 1-12 row	43 x 25

3- Fan section :

The air after passing through coils is led to ceramic by the fan.
The type of fan used with MEHR ASL Air handling units are usually Nicotra air series which are belt driven and the electromotor are Motogen 3ph/380v/50Hz class IP54.
In model 1 air handling units the fan section is made separately and attached to other section by oildoth for isolation of fan vibration.

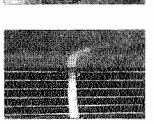


MEHR ASL Air handling catalogue



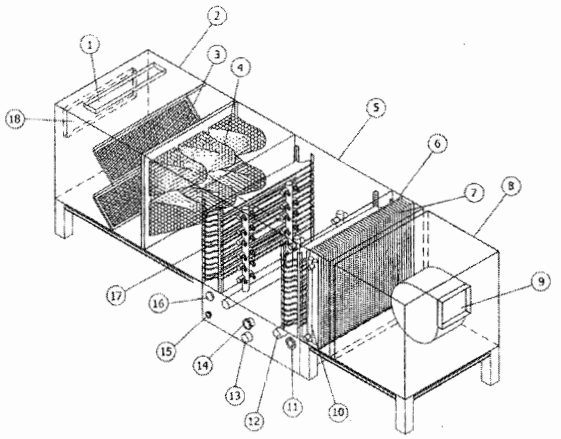
Accessories and available parts:

1- Motorized inlet air dampers with temperature sensor.
2- Bag shaped filters with 45-90% dust absorption, class EU2-EU5, and 0.15 in. H2O pressure drop.
3- Air washer (attached specifications).
4- Steam humidifier (electrical humidifier).
5- Water spray humidifier.
6- Electrical heater.
7- Using thermostat for fan controlling.
8- Any types of electromotor by request.




Air Handling



1- Fresh air inlet
2- Mixing chamber
3- Aluminium washable filters
4- Bag filters
5- Air washer chamber
6- Coil section
7- Coils
8- Fan section
9- Fan
10- Coil collectors
11- Quick fill
12- Spray header
13- Suction
14- Floater
15- Drain
16- Over flow
17- Louvers
18- Return air inlet

TABLE (a): MODULAR SPECIFICATIONS (ENGLISH system)*

Air Handling Unit Model	Fan Model	Number of Fans	Fan Optimum Speed (RPM)	Volume Rate (opt) (cfm)	Total Fan Pressure (In. H2O)	Max Sound Level (db)	Fan input Power (hp)**	Coil Face Area (ft^2)***	Coil Height (tube)	Coil Length (inch)
AHUA1****	AT 10-10 S	1	1050	2360	1.49	74	1	4	12	24.38
AHUB1****	AT 12-12 S	1	900	4130	1.61	77	3	7.27	18	29.56
AHUC1****	AT 15-15 S	1	800	7080	1.89	80	5.5	10.91	22	36.27
AHUD1****	AT 18-18 S	1	760	11210	2.36	88	10	21.82	26	61.39
AHUE1****	AT 22-22 TIC	1	700	14160	2.56	88	15	27.27	28	71.25
AHUF1****	AT 28-28 TIC	1	530	24780	2.75	88	25	40	38	77
AHUG1****	AT 30-28 TIC	1	520	27140	3.15	96.7	25	45.45	40	83.13
AHUH2****	AT 22-22 TIC	2	700	28320	2.56	91	2 x 15	50	44	83.13
AHUI2****	AT 28-28 TIC	2	530	49560	2.75	91	2 x 25	62.86	48	95.79
AHUJ2****	AT 30-28 TIC	2	520	54280	3.15	98	2 x 25	71.43	50	104.5

*These specifications are calculated for free outlet NICOTRA fans based on following preconditions:
Altitude height=0 ; Environment Temp. =69°F ; Motor Efficiency =85%
** Electrical Power and Sound level are determined for optimum CFM
*** Face area is calculated from the optimum volume rate divided by **550fpm (2.79m/s)** ; and the maximum volume rate is determined from multiplying this area by maximum allowable air velocity in ARI standard
**** Dimensions of coil air inlet area will change by request; any other requested dimensions which have special transportation(traffic) law would be discussed in person.

TABLE (b): MODULAR SPECIFICATIONS (Metric System)*

Air Handling Unit Model	Fan Model	Number of Fans	Fan Optimum Speed (RPM)	Volume Rate (opt) (m^3/hr)	Total Fan Pressure (Pa)	Max Sound Level (db)	Fan input Power (Kw)**	Coil Face Area (m^2)***	Coil Height (tube)	Coil Length (mm)
AHUA1****	AT 10-10 S	1	1050	4000	360	74	0.75	0.3716	12	620
AHUB1****	AT 12-12 S	1	900	7000	410	77	2.2	0.6757	18	750
AHUC1****	AT 15-15 S	1	800	12000	480	80	4	1.0135	22	920
AHUD1****	AT 18-18 S	1	760	19000	600	88	7.5	2.0270	26	1560
AHUE1****	AT 22-22 TIC	1	700	24000	650	88	11	2.5337	28	1810
AHUF1****	AT 28-28 TIC	1	530	42000	700	88	18.5	3.7161	38	1960
AHUG1****	AT 30-28 TIC	1	520	46000	800	96.7	18.5	4.2229	40	2110
AHUH2****	AT 22-22 TIC	2	700	48000	650	91	2 x 11	4.6452	44	2110
AHUI2****	AT 28-28 TIC	2	530	84000	700	91	2 x 18.5	5.8396	48	2430
AHUJ2****	AT 30-28 TIC	2	520	92000	800	98	2 x 18.5	6.6359	50	2650

The total air pressure given above can approximately be taken roughly (without regarding suction pressure drops) as static pressure of Air Handling Unit. So, net static pressure satisfied by Air Handling Unit must be calculated by subtracting damper, filter, and coil pressure drops from the Hot (opt.) mentioned above.

Air Handling

TABLE 1: PHYSICAL DATA

Model		AHUA*****	AHUB*****	AHUC*****	AHUD*****	AHUE*****	AHUF*****	AHUG*****	AHUH*****	AHUI*****	AHUJ*****
Fan											
Fan Model		AT 10x10 S	AT 12x12 S	AT 15x15 S	AT 18x18 S	AT22x22 TIC	AT28x28 TIC	AT30x28 TIC	AT22x22 TIC	AT28x28 TIC	AT30x28 TIC
Number of Fan		1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Motor Power(Kw)/RPM		0.75/1380	1.5/1415	3/1405	5.5/1425	11/1445	11/1445	11/1445	11/1445	11/1445	11/1445
Volume Range (cfm)		1500-3200	2400-5500	3300-7700	3300-7700	5300-16000	9500-25000	12700-30000	10600-36000	19000-50000	24800-60000
Speed Range (rpm)		700-1400	500-1100	400-900	400-900	300-880	200-550	200-500	300-880	200-550	200-500
Fan Head Range (in H2O)		0.64-2.57	0.5-2.4	0.47-2.38	0.47-2.38	0.48-4	0.4-3	0.48-3	0.48-4	0.4-3	0.48-3
Coils											
Num. of Tubes/Row		12	18	22	26	28	38	40	44	48	50
Accessory Coils *											
Hot Water	Num. of Rows	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4
	Fin/inch	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10
Steam	Num. of Rows	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	Fin/inch	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10
Chilled Water	Num. of Rows	4,6,8	4,6,8	4,6,8	4,6,8	4,6,8	4,6,8	4,6,8	4,6,8	4,6,8	4,6,8
	Fin/inch	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10
Dimensions											
Horizontal	Length	1735	2175	2580	2750	2950	3430	3630	3350	3980	4080
	Width	870	1000	1170	1810	2060	2255	2410	2410	2730	2950
	Height	970	1270	1470	1670	1770	2270	2570	2570	2770	2870
L Type	Length	1690	2090	2490	2650	3390	3830	4150	2410	4480	4680
	Width	870	1000	1170	1810	2060	2255	2410	2580	2730	2950
	Height	1050	1310	1510	1720	1885	2335	2490	2440	2750	2840
Flow features											
Flow type	Front Flow	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Up Flow	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Down Flow	✓**	✓ **	✓**	✓**	✓**	✓**	✓**	✓**	✓**	✓ **

* Dx & Electrical Coils Available by request ** HORIZONTAL Type Only

TABLE 2: HEATING COIL CAPICITY (Hot water) (EW 180°F,LW 160°F) (ERH=50%) .

			(FPI=6)								(FPI=10)							
	CFM	EDB	1ROW		2ROW		3ROW		4ROW		1ROW		2ROW		3ROW		4ROW	
MODEL	opt	[°F]	TC [MBH]	LDB [°F]	TC [MBH]	LDB [°F]	TC [MBH]	LDB [°F]	TC [MBH]	LDB [°F]	TC [MBH]	LDB [°F]	TC [MBH]	LDB [°F]	TC [MBH]	LDB [°F]	TC [MBH]	LDB [°F]
		40	68.5 H	67.2	120 H	87.8	155 H	101.8	180 H	111.6	90.6 H	76	152 H	100	190 H	115	214.6 H	125
AHUA*****	2300	50	61 H	74.8	108 H	94	140 H	107	163 H	116.2	81 H	82.9	137 H	105.8	172 H	119.6	194 H	129
		60	54 H	82.5	97 H	100	125 H	112.2	146 H	120.8	71 H	89	123 H	110	154 H	123	174 H	132
		40	128 H	68.1	222 H	88.7	288 H	102.6	330 H	112.4	171 H	77.5	282 H	12	350 H	116.6	394 H	126
AHUB*****	4100	50	115 H	75.8	201 H	95	258 H	107.8	299 H	117	153 H	84	255 H	107	317 H	120	357 H	129.8
		60	103 H	83.5	180 H	101	232 H	112.9	269 H	121	136 H	91	228 H	112	284 H	124.9	321 H	133
		40	198.5 H	69	339 H	89.5	433 H	103.2	500 H	113	265 H	78.7	431 H	103	531 H	117	597 H	127
AHUC*****	7000	50	179 H	76.6	306 H	95.6	392 H	108.5	453 H	117.5	238 H	85.5	389 H	108	481 H	121	541 H	130
		60	159 H	84	275 H	101.6	352 H	113.6	407 H	122	213 H	92	349 H	113	432 H	125	488 H	133
		40	417.6H	70.5	698 H	90.9	885 H	104.6	994 F	112	562 H	81	889 H	104	1087 H	119	1185 F	126
AHUD*****	11200	50	377 H	78.1	632 H	97.1	802 H	109.7	899 F	117	507 H	87.8	806 H	110	984 H	123	1073 F	129.9
		60	339 H	85.8	568 H	103	722 H	115	809 F	121.6	455 H	94.6	724 H	115	885 H	127	965 F	133
		40	527 H	70.8	876 H	91.2	1110 H	105	1249 F	112.9	710 H	81.4	1076 F	102	-	-	1491 F	127
AHUE*****	14600	50	477 H	78.4	794 H	97.3	1008 H	110	1133 F	117.5	642 H	88.3	972 F	107.9	-	-	1351 F	130.6
		60	428 H	86	715 H	103.5	908 H	115.2	1018 F	122	576 H	95	913 H	115	-	-	1216 F	133
		40	775 H	70.8	1247 F	89.6	-	-	1839 F	113.2	1046 H	81	1587 F	103	-	-	2192 F	127
AHUF*****	24800	50	702 H	78.5	1169 H	97.5	-	-	1668 F	117.8	948 H	88.5	1435 F	108	-	-	1987 F	130.7
		60	631 H	86.2	1052 H	103.5	-	-	1500 F	122	850 H	95	1342 H	115.7	-	-	1788 F	134
		40	885 H	71	1424 F	89.9	-	-	2094 F	113.3	1196 H	81.9	1812 F	103	-	-	2450 F	127.5
AHUG*****	27100	50	802 H	78.7	1333 H	97.8	-	-	1899 F	117.9	1082 H	88.7	1639 F	108.6	-	-	2266 F	131
		60	721 H	86.3	1200 H	103.8	-	-	1708 F	122.4	972 H	95.5	1531 H	115.9	-	-	2040 F	134.4
		40	957 H	67.9	1576 F	85.9	-	-	2377 F	109.4	1290 H	77.7	2013 F	98.8	-	-	2860 F	123
AHUH*****	28300	50	886 H	75.8	1471 H	93.8	-	-	2154 F	114.2	1168 H	84.8	1822 F	104.3	-	-	2593 F	127
		60	779 H	83.7	1326 H	100.3	-	-	1941 F	119.1	1050 H	91.9	1700 H	111.7	-	-	2334 F	131
		40	1296H	65.8	2167F	83.1	-	-	3324F	106.2	1746H	74	2779F	74	-	-	4025F	120
AHUI*****	49500	50	1175H	73.9	1964F	89.9	-	-	3011F	111.2	1582H	82	2515F	82	-	-	3647F	124.1
		60	1058H	83	1765F	96.6	-	-	2713F	116	1420H	89.4	2260F	89.4	-	-	3282F	128
		40	1478H	69.3	2475F	83.3	-	-	3783F	106.2	1992H	74.8	3174F	74.8	-	-	-	-
AHUJ*****	54300	50	1339H	73.9	2241F	90	-	-	3432F	111.3	1804H	82.2	2874F	82.2	-	-	4157F	124
		60	1207H	82	2014F	96.8	-	-	3092F	116.4	1623H	89.4	2584F	89.4	-	-	3741F	126

Air Handling

TABLE 3: HEATING COIL CAPICITY (Steam) (Steam Pressure=15psi) (ERH=50%)

			(FPI=6)						(FPI=10)					
			1ROW			2ROW			1ROW			2ROW		
MODEL	CFM opt	EDB [°F]	TC [MBH]	Cond.Mass [lb/min]	LDB [°F]	TC [MBH]	Cond.Mass [lb/min]	LDB [°F]	TC [MBH]	Cond.Mass [lb/min]	LDB [°F]	TC [MBH]	Cond.Mass [lb/min]	LDB [°F]
		40	125	2.17	88.9	204	3.54	119.86	167	2.9	105.4	285	4.59	143.5
AHUA*****	2300	50	116.7	2.03	98.7	191	3.31	126.2	158	2.71	112.5	247	4.28	148.6
		60	108	1.89	104.4	178	3.09	132.6	146	2.53	110.57	225	3.9	151.8
		40	227	3.94	88.9	378	6.54	121.1	305	5.27	105.4	484	8.38	144
AHUB*****	4100	50	212	3.68	96.6	347	6.02	126.3	285	4.93	112.5	452	7.82	149.1
		60	198	3.43	104.4	324	5.62	132.7	266	4.61	119.6	420	7.28	154.2
		40	342	5.91	88.9	568	9.84	121.4	465	8.07	106.7	730	12.62	144.4
AHUC*****	7000	50	319	5.53	96.6	531.1	9.19	127.6	426	7.4	112.5	681	11.78	149.5
		60	297	5.15	104.4	496	8.55	133.8	399	6.91	119.6	633	10.97	154.6
		40	689	11.94	89.4	1146	19.81	121.9	941	16.31	107.5	1460	25.44	145.3
AHUD*****	11200	50	641	11.14	97.07	1070	18.5	128.1	878	15.23	114.3	1370	23.75	150.3
		60	596	10.36	104.7	995	17.22	134.3	816	14.17	121.1	1270	22.12	155.4
		40	881	14.93	89.5	1434	24.6	122.1	1180	20.44	107.6	1940	31.86	145.4
AHUE*****	14600	50	805	13.95	97.16	1339	23.16	128.2	1100	19.08	114.4	1720	29.73	150.49
		60	751	12.98	104.7	1246	21.57	134.4	1023	17.75	121.2	1600	27.7	155.6
		40	1266	21.93	89.5	2100	36.4	122.1	1730	30.00	107.7	2702	46.72	145.4
AHUF*****	24800	50	1176	20.48	97.18	1965	33.97	128.2	1614	28.00	114.51	2521	43.65	150.6
		60	1097	19.05	104.8	1829	31.64	134.4	1506	26.04	121.2	2350	40.83	155.6
		40	1439	24.97	89.6	2391	41.41	122.2	1969	34.15	107.8	3070	53.19	145.6
AHUG*****	27100	50	1346	23.3	97.2	2232	38.67	128.4	1843	31.65	114.6	2871	49.65	150.69
		60	1247	21.69	104.9	2083	35.99	134.5	1714	29.65	121.3	2670	46.26	155.8
		40	1540	26.78	84.3	2629	45.5	115.3	2110	36.5	100.4	3389	58.7	137.19
AHUH*****	28300	50	1443	24.98	92.2	2452	42.5	121.8	1987	34.07	107.5	3166	54.81	142.6
		60	1338	23.25	100.1	2285	39.56	128.2	1827	31.71	114.7	2947	51.04	148
		40	2073	36.03	80.65	3585	62.14	110.14	2822	48.97	95.27	4634	80.32	130.6
AHUI*****	49500	50	1939	33.61	88.7	3347	58.02	116.85	2637	45.69	102.8	4332	74.98	136.4
		60	1808	31.27	96.7	3114	54.02	123.5	2456	42.51	110	4036	69.8	142.12
		40	2356	40.95	80.67	4074	70.63	110.16	3380	58.65	98.2	5461	94.54	133.92
AHUJ*****	54300	50	2204	38.2	88.7	3803	65.95	116.87	3156	54.73	105.49	5096	88.32	139.55
		60	2055	35.54	96.8	3551	61.35	123.5	2936	50.93	112.73	4751	82.21	145.11

Number of circuit is HALF of tubes per row in all

TABLE 4: COOLING COIL CAPICITY (Chilled water) (EW 45°F,LW 55°F) (ERH=50%)

				(FPI=14)											
				4ROW				6ROW				8ROW			
MODEL	CFM opt	EDB [°F]	EWB [°F]	TC [MBH]	SC [MBH]	LDB [°F]	LWB [°F]	TC [MBH]	SC [MBH]	LDB [°F]	LWB [°F]	TC [MBH]	SC [MBH]	LDB [°F]	LWB [°F]
		80	67.2	44 H	42	61.7	60.8	54 H	48	59.2	58.4	61 H	51	57.7	56.9
AHUA*****	2300	90	75	71 H	51	67.3	66.9	83 H	58	64.5	64	91 H	61	63	62.2
		100	83	97 H	58	73.9	72.6	113 H	65	70.9	69.4	123 H	68	69.3	67.6
		80	67.2	86 H	78	61.2	59.2	105 H	88	58.6	56.7	116 H	95	57.3	56.9
AHUB*****	4100	90	75	135 H	95	66.7	65.1	157 H	107	64	64	169 H	112	62.8	62.3
		100	83	164 H	107	73.4	72.7	120 H	119	70.5	69.4	227 H	125	69	67.6
		80	67.2	138 H	121	60.7	59.2	161 H	136	58.4	56.7	176 H	143	57.2	55.1
AHUC*****	7000	90	75	209 H	148	66.4	65.1	241 H	152	63.8	62.8	259 H	170	62.5	60.5
		100	83	262 H	163	73.1	72	324 H	181	70.1	69.4	347 H	190	69.7	67.6
		80	67.2	300 H	252	59.9	59.3	345 H	280	57.7	56.8	348 F	285	57.3	56.9
AHUD*****	11200	90	75	405 F	287	66.8	65.1	471 F	320	64	62	513 F	388	62.6	62
		100	83	553 F	323	73.4	72.7	637 F	359	70.4	69.4	692 F	376	69	67.6
		80	67.2	386 H	320	59.6	57.7	404 F	339	58.4	56.7	441 F	358	57.2	55.1
AHUE*****	14600	90	75	518 F	362	66.5	65.1	602 F	405	63.7	62.3	648 F	425	62.5	60.5
		100	83	705 F	408	73.1	72.7	804 F	452	70.3	69.4	869 F	475	68.8	67.6
		80	67.2	574 H	472	59.5	57.7	601 F	501	58.2	56.7	647 F	525	57.2	55.1
AHUF*****	24800	90	75	778 F	538	66.2	65.1	892 F	597	63.6	62.3	951 F	624	62.5	60.5
		100	83	1045 F	601	73	72.7	1191 F	666	70.1	69.4	1274 F	696	68.7	67.6
		80	67.2	852 H	536	59.5	57.7	692 F	573	58.1	56.8	744 F	601	57	55.1
AHUG*****	27100	90	75	883 F	611	66.3	65.1	1014 F	679	63.6	62.3	1091 F	712	62.3	60.5
		100	83	1211 F	690	72.8	72.7	1353 F	756	70.1	69.4	1383 D	773	69.5	67.6
		80	67.2	701 F	609	60.7	59.2	814 F	679	58.4	56.7	880 F	715	57.2	56.9
AHUH*****	28300	90	75	1044 F	722	66.6	65	1196 F	805	63.9	62.2	1293 F	848	62.5	60.5
		100	83	1418 F	812	73.3	72.5	1613 F	902	70.3	69.4	1640 D	921	69.7	67.6
		80	67.2	1020 F	868	61.1	58.8	1173.5F	978	58.7	56.5	1280 F	1040	57.4	56.9
AHUI*****	49500	90	75	1510 F	1033	67.2	64.6	1696 D	1169	65.3	64	1767 D	1195	63.6	62.3
		100	83	2045 F	1159	74	72	2151 D	1251	71.9	71.2	2363 D	1333	70.1	69.4
		80	67.2	1175 F	993	61	58.8	1351 F	1119	58.8	55.5	1473 F	1190	57.3	56.9
AHUJ*****	54300	90	75	1735 F	1160	67.1	64.6	1934 D	1276	65.2	64	2025 D	1366	63.5	62.3
		100	83	2122 D	1291	75.1	71.9	2493 D	1435	71.7	71.2	2711 D	1522	69.9	69.4

TC : Total capacity *Fin density in cooling coils here is 14 fpi* *LDB: Leaving air dry-bulb temp. |*

LWB: Leaving air wet-bulb temp. *Tube arrangement is Staggered 50*25 Pitch* *SC: Sensible Capacity*

CORRECTON FACTOR:

TABLE 5: Steam coil capacity CORRECTION FACTOR

EDB [°F]	FPI	St. Press [psi] 5	15	30	60	100	150	200
40		1.02	1.15	1.33	1.47	1.63	1.79	1.91
50	6	0.95	1.07	1.25	1.38	1.55	1.7	1.82
60		0.88	1	1.17	1.3	1.47	1.61	1.73
40		0.95	1.06	1.23	1.36	1.51	1.66	1.77
50	10	0.88	1.01	1.15	1.26	1.43	1.57	1.68
60		0.81	1	1.08	1.2	1.36	1.49	1.6

TABLE 6: Steam Condensed mass CORRECTION FACTOR

EDB [°F]	FPI	St. Press [psi] 5	15	30	60	100	150	200
40		1.01	1.15	1.35	1.53	1.75	1.97	2.15
50	6	0.93	1.07	1.27	1.44	1.66	1.87	2.04
60		0.86	1	1.19	1.36	1.57	1.77	1.94
40		0.94	1.07	1.25	1.42	1.63	1.83	2
50	10	0.87	1	1.18	1.34	1.54	1.74	1.9
60		0.8	1	1.1	1.26	1.46	1.65	1.81

TABLE 7: Capacity & GPM correction factor in variety of air face velocity

	Velocity		200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
			Correction Factor																				
Hot water	1	6fpi	0.68	0.71	0.60	0.74	0.82	0.86	0.94	1	1.04	1.09	1.13	1.16	1.19	1.21	1.22	1.23	1.23	1.23	1.22	1.19	1.17
	row	10fpi	0.6	0.65	0.67	0.75	0.82	0.88	0.95	1	1.05	1.09	1.13	1.16	1.19	1.2	1.21	1.21	1.22	1.21	1.2	1.17	1.14
	2	6fpi	0.53	0.60	0.64	0.72	0.8	0.87	0.94	1	1.05	1.11	1.16	1.19	1.23	1.26	1.29	1.3	1.32	1.33	1.32	1.32	1.31
	row	10fpi	0.49	0.57	0.64	0.71	0.79	0.87	0.94	1	1.06	1.11	1.16	1.2	1.24	1.27	1.3	1.32	1.34	1.35	1.35	1.35	1.34
	3	6fpi	0.48	0.58	0.63	0.71	0.79	0.86	0.93	1	1.06	1.12	1.17	1.22	1.26	1.3	1.33	1.36	1.39	1.41	1.42	1.43	1.44
	row	10fpi	0.45	0.54	0.62	0.7	0.78	0.86	0.93	1	1.07	1.12	1.18	1.23	1.28	1.32	1.36	1.39	1.42	1.45	1.47	1.48	1.49
	4	6fpi	0.45	0.54	0.62	0.70	0.78	0.85	0.93	1	1.07	1.13	1.19	1.24	1.29	1.33	1.37	1.41	1.44	1.47	1.49	1.52	1.53
	row	10fpi	0.43	0.67	0.6	1.69	0.77	0.85	0.93	1	1.07	1.13	1.19	1.25	1.3	1.35	1.4	1.45	1.49	1.52	1.56	1.58	1.61
Cold Water Steam	1 Row		0.61	0.56	0.85	0.74	0.86	0.88	1	1	1.12	1.09	1.21	1.16	1.27	1.19	1.20	1.2	1.19	1.17	1.14	1.11	1.07
	2 Row		0.50	0.52	0.63	0.71	0.82	0.87	0.97	1	1.11	1.11	1.23	1.20	1.32	1.26	1.30	1.32	1.33	1.33	1.33	1.32	1.30
	4 Row		0.4	0.5	0.9	0.7	0.77	0.94	0.92	1	1.08	1.14	1.22	1.27	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-
	6 Row		0.41	0.5	0.6	0.68	0.77	0.84	0.93	1	1.09	1.16	1.23	1.3	1.37	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Row		0.41	0.51	0.6	0.68	0.77	0.84	0.93	1	1.08	1.15	1.23	1.1	1.37	-	-	-	-	-	-	-	-

PRESSURE DROP:

Pressure drop of Aluminium washable filter : 0.04" H2O , Pressure drop of bag filter (EU2-EU4): 0.15" H2O

Pressure drop of HEPA & ULPA filter : 1" H2O

TABLE 8: Air Pressure Drop for Hot Water Coil (in H2O)

ROW	Air Vol. 550 fpm 6fpi	10fpi	700 fpm 6fpi	10fpi
1	0.028	0.058	0.036	0.073
2	0.055	0.114	0.069	0.143
3	0.072	0.166	0.1	0.27
4	0.11	0.22	0.137	0.28

TABLE 9: Air Pressure Drop for Steam Coil (in H2O)

ROW	Air Vol. 550 fpm 6fpi	10fpi	700 fpm 6fpi	10fpi
1	0.029	0.061	0.039	0.077
2	0.059	0.123	0.074	0.154

TABLE 10: Air Pressure Drop for Cold Water Coil (in H2O)

ROW	Air Vol. 550 fpm	700 fpm
4	0.27	0.38
6	0.4	0.5
8	0.53	0.7

TABLE 11: AIR PRESSUER DROP IN DAMPER (inch-water)

FREE INLET AREA / FULL AREA	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
V=100 FPM	0.0339	0.0092	0.0037	0.0018	0.0011	0.0007
V=200 FPM	0.1475	0.0406	0.016	0.0084	0.005	0.003
V=300 FPM	0.354	0.996	0.0404	0.0205	0.0127	0.0083
V=400 FPM	0.6589	0.1918	0.0762	0.0384	0.0241	0.0157
V=500 FPM	1.0757	0.3074	0.1208	0.0638	0.04	0.0261
V=600 FPM	1.6154	0.4537	0.1936	0.0952	0.0609	0.0409
V=700 FPM	2.3232	0.6507	0.2822	0.1385	0.0890	0.0602
V=800 FPM	3.1725	0.9178	0.3903	0.1928	0.1243	0.0838
V=900 FPM	4.1895	1.2179	0.5215	0.2564	0.1668	0.1125
V=1000 FPM	5.3891	1.5724	0.6786	0.3319	0.217	0.1475
V=1100 FPM	6.7819	1.9867	0.8621	0.421	0.2767	0.1882

TABLE 12: WATER VOLUME RATE & PRESSUER DROP (Cold Water)

MODEL	CFM opt	EDB [°F]	4ROW (FPI=6) GPM	Tube PD (Ft H2O)	6ROW (FPI=6) GPM	Tube PD (Ft H2O)	8ROW (FPI=6) GPM	Tube PD (Ft H2O)
		80	8.6	1	10.7	2.2	12	2.1
AHUA*****	2300	90	13.6	1.48	16.5	3	18	4.6
		100	15	2.63	22.5	5.3	24	8.1
		80	17	1.23	20.5	2.6	23	4.25
AHUB*****	4100	90	26.5	2.7	30.7	5.3	33	8.1
		100	36	4.69	41	8.9	45	14.1
		80	27	2.3	32	4.75	35	7.5
AHUC*****	7000	90	41	4.9	47.5	9.6	51	14.6
		100	55	8.3	64	16.4	68	24.5
		80	59	11.2	68	21.45	69	4.3
AHUD*****	11200	90	80	2.75	92	5.4	101	8.5
		100	108	4.7	126	9.4	133	13.8
		80	75.8	17.6	80	4.25	87	6.6
AHUE*****	14900	90	101	4.25	118	8.4	1278.5	13
		100	138	7.38	157	14	170	21.5
		80	112.5	22.2	118	5.3	127	8.1
AHUF*****	24800	90	158	5.9	176	10.75	188	16.1
		100	204	9.2	235	17.9	250	26.6
		80	127	26.8	135	6.6	146	10.1
AHUG*****	27100	90	174	6.8	200	13	213	19.8
		100	238	11.0	265	21.6	270	4.3
		80	137	3.79	160	7.5	172	11.4
AHUH*****	28300	90	207	7.8	237	15	252	22.4
		100	277	13	315	24.8	325	5.1
		80	200	7.24	230	13.9	250	21.5
AHUJ*****	40500	90	268	14.6	315	3.55	350	5.7
		100	400	24	420	5.8	469	9.4
		80	230	9.3	265	18	290	28.3
AHUJ*****	54300	90	338	18.4	360	4.5	402	7.6
		100	415	3.6	490	7.75	535	12.1

Air Handling

TABLE 13: WATER VOLUME RATE & PRESSUER DROP (Hot Water)

MODEL	CFM opt	EDB [°F]	(FPI=6) 1ROW GPM	1ROW Tube PD (Ft H2O)	2ROW GPM	2ROW Tube PD (Ft H2O)	3ROW GPM	3ROW Tube PD (Ft H2O)	4ROW GPM	4ROW Tube PD (Ft H2O)	(FPI=10) 1ROW GPM	1ROW Tube PD (Ft H2O)	2ROW GPM	2ROW Tube PD (Ft H2O)	3ROW GPM	3ROW Tube PD (Ft H2O)	4ROW GPM	4ROW Tube PD (Ft H2O)
		40	7	0.08	12.2	0.46	15.8	1.11	18.3	1.97	9.2	0.13	15.5	0.7	19.4	1.62	21.8	2.7
AHUA*****	2300	50	6.25	0.07	11	0.38	14.3	0.93	16.6	1.65	8.25	0.107	14	0.56	17.5	1.34	19.8	2.27
		60	5.5	0.05	9.9	0.32	12.8	0.78	14.9	1.3	7.26	0.085	12.5	0.48	15.7	1.1	17.8	1.87
		40	13.1	0.14	22.7	0.77	29.1	1.88	33.6	3	17.4	0.23	28.8	1.2	35.8	2.72	40.1	4.5
AHUB*****	4100	50	11.7	0.11	20.5	0.64	26.4	1.6	30.5	2.8	15.6	0.19	25.9	0.99	32.3	2.27	36.4	3.8
		60	10.5	0.09	18.3	0.53	23.6	1.31	27.4	2.27	13.9	0.15	23.1	0.8	29	1.87	32.7	3.13
		40	20.2	0.25	34.5	1.37	44	3.26	51	5.7	27	0.41	44	2.13	54	4.75	60.8	7.9
AHUC*****	7000	50	18.2	0.21	31.2	1.13	40	2.74	46	4.7	24.3	0.33	39.7	1.77	49	3.97	55.2	6.6
		60	16.2	0.17	27.9	0.93	35.9	2.25	40.4	3.9	21.9	0.29	35.6	1.45	44.9	3.25	49.6	5.47
		40	42.5	1.11	71	5.9	90	13.8	101	3.17	57.2	1.92	90.8	9.24	110.5	20	120.4	4.34
AHUD*****	11200	50	38.5	0.93	64.5	4.95	81.7	11.58	91.7	2.7	51.8	1.6	82	7.67	100	16.75	109	3.65
		60	34.5	0.77	58	4	73.5	9.5	82.5	2.2	46.4	1.31	73.7	6.3	90	13.8	98	3
		40	53.6	1.7	89	8.9	113	20	127	4.8	72	2.91	109.7	1.78	-	-	152	6.67
AHUE*****	14600	50	48.5	1.43	80.6	7.4	103	17.4	115	4	65.4	2.4	99	1.48	-	-	137.5	5.55
		60	43.5	1.17	72.7	6.15	92.3	14.4	104	3.3	58.8	2	93	9.62	-	-	124	4.6
		40	79	2.14	127	1.44	-	-	187	6	106.5	3.6	162	2.23	-	-	222.8	8.23
AHUF*****	24800	50	71.5	1.8	119	9.3	-	-	170	5	96.6	3.8	146	1.85	-	-	202	6.9
		60	64	1.46	107	7.8	-	-	153	4.17	86.7	2.5	137	12	-	-	180	5.7
		40	90	2.6	145	11.6	-	-	213	7.4	122	4.6	184	2.75	-	-	254	10.16
AHUG*****	27100	50	81.7	2.2	136	11.5	-	-	194	6.2	110	3.8	167	2.3	-	-	231	8.6
		60	73.5	1.83	122	9.46	-	-	174	5.12	99	3.14	156	14.78	-	-	208	7
		40	97	2.55	160	1.8	-	-	242	7.8	131	4.3	205	2.8	-	-	290	10.8
AHUH*****	28300	50	88.2	2.14	150	11.6	-	-	219	6.5	119	3.7	185.4	2.24	-	-	264	9.18
		60	79.5	1.78	135	9.57	-	-	198	5.44	107	3.8	173	15	-	-	238	7.6
		40	141	4.8	232	3.40	-	-	348	14.5	179	7.41	283	4.9	-	-	410	19.75
AHUI*****	49500	50	128	4.07	210	2.84	-	-	317	12.25	172	6.94	268	4.42	-	-	380	17
		60	115	3.35	188.8	2.34	-	-	285	10.1	155	5.75	250	3.63	-	-	342	14.1
		40	150	5.5	252	4	-	-	385	17.8	203	9.5	324	6.3	-	-	-	-
AHUJ*****	54300	50	136	4.62	228.5	3.37	-	-	350	14.9	184	7.98	293	5.28	-	-	420	20
		60	123	3.85	205	2.77	-	-	315	12.36	165	6.55	263	4.3	-	-	380	17.3

Connections:

TABLE 14: Coil Connection (Hot water & Steam)

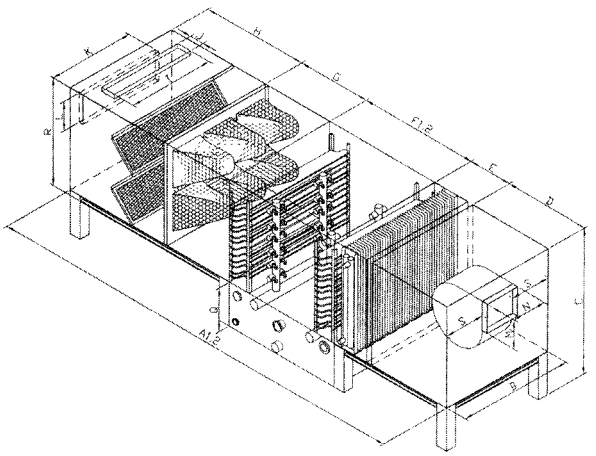
	Model	6 FPI 1 Row	6 FPI 2 Row	6 FPI 3 Row	6 FPI 4 Row	10 FPI 1 Row	10 FPI 2 Row	10 FPI 3 Row	10 FPI 4 Row
Hot Water	AHUA*****	1"	1¼"	1¼"	1½"	1"	1¼"	1¼"	1½"
	AHUB*****	1¼"	1½"	2"	2"	1¼"	1½"	2"	2"
	AHUC*****	1½"	2"	2"	2"	1½"	2"	2½"	2½"
	AHUD*****	2"	2½"	2½"	3"	2"	2½"	3"	3"
	AHUE*****	2"	2½"	2"	3"	2½"	3"	3"	3"
	AHUF*****	2½"	3"	-	3"	2½"	3"	-	2x3"
	AHUG*****	2½"	3"	-	3"	3"	3"	-	2x3"
	AHUH*****	3"	3"	-	2x3"	3"	3"	-	2x3"
	AHUI*****	3"	2x3"	-	2x3"	3"	2x3"	-	2x3"
	AHUJ*****	3"	2x3"	-	2x3"	3"	2x3"	-	2x3"
Steam	AHUA*****	¾"	¾"	-	-	1"	1"	-	-
	AHUB*****	¾"	1"	-	-	1"	1"	-	-
	AHUC*****	¾"	1"	-	-	1"	1¼"	-	-
	AHUD*****	1"	1¼"	-	-	1¼"	1¼"	-	-
	AHUE*****	1"	1¼"	-	-	1¼"	1½"	-	-
	AHUF*****	1¼"	1½"	-	-	1½"	2"	-	-
	AHUG*****	1½"	1½"	-	-	1½"	2"	-	-
	AHUH*****	1½"	2"	-	-	1½"	2"	-	-
	AHUI*****	1½"	2"	-	-	2"	2½"	-	-
	AHUJ*****	1½"	2"	-	-	2"	2½"	-	-

TABLE 15: Coil Connection (Chilled Water)

Model	4 Row	6 Row	8 Row
AHUA*****	1 ¼"	1 ½"	1 ½"
AHUB*****	1 ½"	2 "	2 "
AHUC*****	2 "	2 ½"	2 ½"
AHUD*****	3"	3"	3"
AHUE*****	3"	3"	3"
AHUF*****	3"	2x3 "	2x3 "
AHUG*****	3"	2x3 "	2x3 "
AHUH*****	2x3 "	2x3 "	2x3 "
AHUI*****	2x3 "	2x3 "	2x3 "
AHUJ*****	2x3 "	2x3 "	2x3 "

Air Handling

Horizontal Air Handling Unit with 1 fan
(forward flow-up flow-down flow)

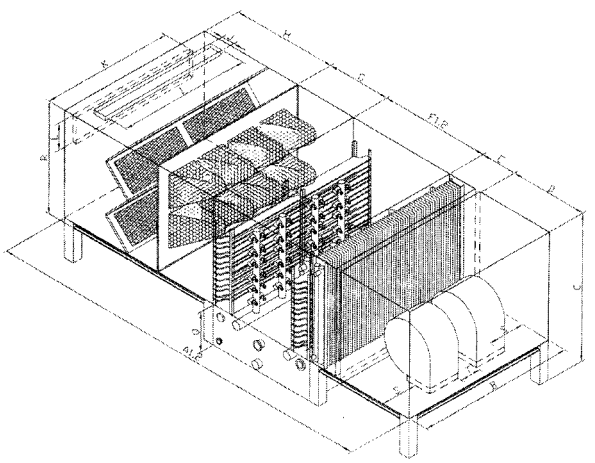


Model	A1	A2*	B	C	D	E	F1	F2*	G	H	I	J	K	L	M	N	S	Q	R
AHUA*****	3455	4455	870	1270	675	430	1000	2000	600	750	455	135	455	360	289	331	268.5	300	970
AHUB*****	3755	4755	1000	1570	875	430	1000	2000	600	850	800	135	800	360	341	395	302.5	300	1270
AHUC*****	4080	5080	1170	1770	1050	480	1000	2000	600	950	900	135	900	470	471	404	383	300	1470
AHUD*****	4450	5450	1810	1970	1170	580	1000	2000	600	1100	1500	135	1500	580	478	557	626.5	300	1670
AHUE*****	4550	5550	2060	2120	1270	580	1000	2000	600	1100	1700	245	1700	805	695	692	684	350	1770
AHUF*****	2130	6130	2255	2620	1700	580	1000	2000	600	1250	1900	245	1900	805	870	870	592.5	350	2270
AHUJ*****	5380	6380	2410	2820	1800	580	1000	2000	600	1400	2000	245	2000	910	936	870	770	350	2470

Note: 1- These dimensions are based on optimum cfm of air .

** In row- nozzle of air washer dimensions F2 and A2 is used instead of F1 and A1 respectively.*

Horizontal Air Handling Unit with 2 fan
(forward flow-up flow-down flow)



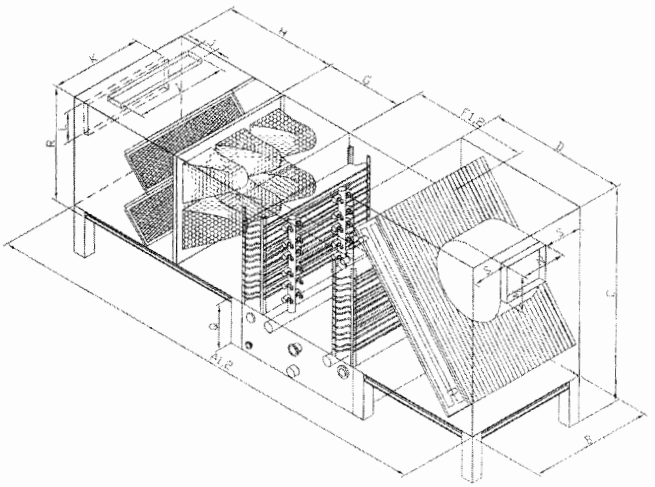
Model	A1	A2	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J	K	L	M	N	S	Q	R	T
AHUH*****	4950	5950	2410	2940	1270	580	1000	2000	600	1500	1970	245	1970	1130	695	692	263	400	2670	500
AHUI*****	5580	6580	2730	3170	1700	580	1000	2000	600	1700	2240	360	2240	1460	870	870	245	400	2770	500
AHUJ*****	5680	6680	2950	3270	1800	580	1000	2000	600	1700	2360	360	2360	1570	936	870	355	400	2870	500

Note: 1- These dimensions are based on optimum cfm of air

2- In row- nozzle of air washer dimensions F2 and A2 is used instead of F1 and A1 respectively.

Air Handling

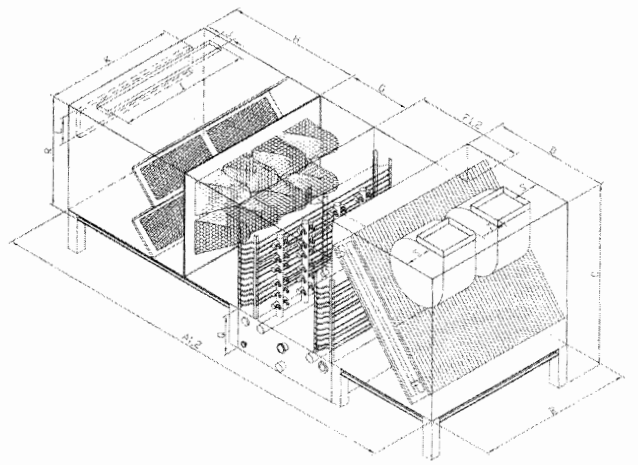
L-Type Air Handling Unit with 1 fan
(forward flow-up flow)



Model	A1	A2	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J	K	L	M	N	S	Q	R
AHUA*****	3410	4410	870	1350	1060	430	1000	2000	600	750	455	135	455	360	289	331	269.5	300	750
AHUB*****	3670	4670	1000	1610	1220	430	1000	2000	600	850	600	135	800	360	341	395	302.5	300	1010
AHUC*****	3990	4890	1170	1810	1440	480	1000	2000	600	950	900	135	900	470	471	404	383	300	1185
AHUD*****	4460	5460	1810	2100	1760	580	1000	2000	600	1100	1500	135	1500	480	478	557	626.5	300	1360
AHUE*****	4990	5990	2060	2235	2290	580	1000	2000	600	1100	1700	245	1700	805	695	692	684	350	1445
AHUF*****	5530	6530	2255	2685	2680	580	1000	2000	600	1250	1900	245	1900	805	870	870	592.5	350	1895
AHUG*****	5900	6900	2410	2840	2900	580	1000	2000	600	1400	2000	245	2000	910	936	870	770	350	2050

Note: 1- These dimensions are based on optimum cfm of air.
2- In row- nozzle of air washer dimensions F2 and A2 is used instead of F1 and A1 respectively.

L-Type Air Handling Unit with 2 fan
(forward flow-up flow)



Model	A1	A2	B	C	D	E	F1	F2	G	H	I	J	K	L	M	N	S	Q	R	T
AHUH*****	5540	6540	2410	2980	2440	580	1000	2000	600	1500	1970	245	1970	1130	695	692	263	400	2140	500
AHUI*****	6080	7080	2730	3150	2780	580	1000	2000	600	1700	2240	360	2240	1460	870	870	245	400	2310	500
AHUJ*****	6280	7280	2950	3240	2980	580	1000	2000	600	1700	2360	360	2360	1570	936	870	355	400	2480	500

Note: 1- These dimensions are based on optimum cfm of air.
2- In row- nozzle of air washer dimensions F2 and A2 is used instead of F1 and A1 respectively.

Air Handling

SELECTION METHOD:

Air handling unit selection (Example):

انتخاب هواساز (حل یک مثال) :

Required unit: 17000 cfm
Cooling load: 800,000 Btu/hr
Heating Load: 570,000 Btu/hr
Heating coil: Hot water coil
Entering air temperature in winter 50 °F
Entering air temperature in Summer 100 °F

Solution:

1- Hot water coil selection:Select the models witch satisfies desired air volume rate from the overlap diagram Models: E, F, G, h

First see the coil face area of each model from the table 1 and calculate the face velocity of air in each model, and then extract the nearest cooling capacity from table 4 and heating capacity From table 2 (or tables 3 if you want steam coil).

۱ - انتخاب کویل آب گرم ابتدا از نمودار overlap دستگاه یا دستگاههایی را که جوابگوی هوای مورد نیاز ماست انتخاب می‌کنیم

Models: E, F, G, h

سپس از طرفی به جدول 1(Modular Specifications) رفته با توجه به سطح کویل در هر یک از مدلها سرعت روی کویل را در هریک حساب می‌کنیم و از طرف دیگر در هر مدل از جداول 4 و 2 یا 3 نزدیکترین ظرفیت را به ظرفیت مورد نظر انتخاب می کنیم.

Model	Air Face velocity	Opproximate heating Capacity features
AHUE*****	623.4	14fpi,4ows, 705 Mbtu 10fpi,1Rows, 804 Mbtu
AHUF*****	425	14fpi,4Rows,1045Mbtu
AHUG*****	374	14fpi,4Rows,121 Mbtu
AHUH*****	340	14fpi,4Rows,141 Mbtu

Now correct these capacity with correction factor in table 7 (or table 5 if you want steam coil).

حال با توجه به سرعتها در هر کدام از ظرفیتهای بالا را ضرایب تصحیحی که در جدول 7 موجود است تصحیح میکنیم.

Model	Air Face velocity	Correction Factor	Actual heating capacity
AHUE*****	623.4	1.0634 1.0687	507.2 Mbtu 686.1 Mbtu
AHUF*****	425	0.85	596.7 Mbtu
AHUG*****	374	0.778	624 Mbtu
AHUH*****	340	0.724	641 Mbtu

Air Handling

As can be seen from above results model "F" with 1 row and 6fpi hot water coil and model " G " with 1 row and 6fpi hot water coil has a reliable capacity. We must point out that same correction factor can be used for determining actual hot water volume rate (gpm) of our model .

چنانکه از نتایج مشخص است مدل F با یک ردیف کویل آب گرم و فین بر اینچ 6 و مدل G با یک ردیف کویل آب گرم و فین بر اینچ6 نزدیکترین ظرفیت به ظرفیت مورد نظر ما دارد. نکته بسیار مهمی که در اینجا قابل ذکر است اینست که مقدار حجم جریانی آب گرم نیز از ضرایب تصحیح در gpm های متناظر با این مدلها (جداول 13و12) بدست می آیند.

2- Cold water coil selection:
Selection of cold water coil is the same. Make same tables as below:

Model	Air Face velocity	Nearest heating Capacity features
AHUE*****	623.4	14fpi,4 Rows,705 Mbtu 14fpi,6 Rows,804 Mbtu
AHUF*****	425	14fpi,4 Rows,1045 Mbtu
AHUG*****	374	14fpi,4 Rows,1211 Mbtu
AHUH*****	340	14fpi,4 Rows,1418 Mbtu

Now correct these capacities with correction factor in table 7

حال با توجه به سرعتها هر کدام از ظرفیتهای بالا را با ضرایب تصحیحی که در جدول 7 موجود است تصحیح میکنیم.

Model	Air Face velocity	Correction Factor	Actual heating capacity
AHUE*****	623.4	1.1081 1.1174	781.2 Mbtu 898.4 Mbtu
AHUF*****	425	0.805	841.2 Mbtu
AHUG*****	374	0.734	888.4 Mbtu
AHUH*****	340	0.68	964.2 Mbtu

As can be see from above results model "F" with 4 row hot water coil and model "H" with 4 row hot water coil and model has a reliable capacity. As a result final choice is model AHUF***** with 1row 6fpi hot water ad 4 row 14fpi cold water.

چنانچه از نتایج مشخص است مدل F با 4 ردیف کویل آب سرد و مدل H با 4 ردیف کویل آب سرد نزدیکترین ظرفیت را به ظرفیت مورد نظر ما دارد. انتخاب نهایی با توجه به انتخاب کویل آب گرم و سرد مدل*******AHUF با کویل آب گرم یک 6 fpi ردیفه و کویل آب سرد چهار ردیفه و 14 fpi خواهد بود.

Air Handling

3- Pressure drops:

Since air pressure drop (8,9,10) and water pressure (12,13) are given in optimum cfm.we can calculate required water pressure drop from the following formula:

چون افت فشار هوا (جداول 8,9,10)و افت فشار آب (جداول12,13)در شرایط اپتیموم داده شده اند می‌توان افت فشار آب در هر کویل در cfm جدید را از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$WPD2=(\frac{gpm2}{gpm1})^{2} \times WPD1$$

in witch gpm1 and WPD1 are respectively water volume rate and pressure drop in primary condition (that corresponds with optimum cfm table12,13) and gpm2 and WPD2 are respectively our required water volume rate And pressure drop due to it. We can calculate air pressure drop from the following formula:

که در آن gpm1 و WPD1 به ترتیب دبی و افت فشار آب مربوط به شرایط cfm اپتیموم مدل انتخاب شده جداول (12 و13) و gpm2 و WPD2 به‌ترتیب دبی و افت فشارهوا درcfm جدید(17000 cfm) می‌باشد.

افت فشار هوا در هر کویل در شرایط جدید از رابطه:

$$APD2=(\frac{cfm2}{cfm1})^{1.5} \times APD1$$

In witch cfm1 and ADP1 are respectively air volume rate and pressure drop in primary condition (that corresponds with optimum cfm ad is mentioned in tables 12,13) and cfm2 and APD2 are respectively our air volume rate and pressure drop due to it.

Air and water pressure drops in cood water coil is:

که در آن cfm1 و APD1 به ترتیب دبی و افت فشار هوا مربوط به شرایط cfm اپتیموم مدل انتخاب شده جداول (12 و13) و cfm2 و APD2 به‌ترتیب دبی و افت فشارهوا درcfm جدید می‌باشد،

افت فشار هوا و آب در کویل آب سرد :

$gpm2 = 0.85 \times 204 = 173.4$

$APD2 = (17000 / 22000)^{1.5} \times 0.27 = 0.184''\ H2O$

$WPD2 = (173.4 / 204)^{2} \times 9.2 = 6.64\ ft\ H2O$

Air and water pressure drops in hot water coil is:

افت فشارهای هوا و آب در کویل آب گرم عبارتند از :

$gpm2 = 0.85 \times 71.5 = 60.8$

$APD2 = (17000 / 22000)^{1.5} \times 0.28 = 0.19''\ H2O$

$WPD2 = (60.8 / 71.5)^{2} \times 1.8 = 1.3\ ft\ H2O$

افت فشار کلی هوا تقریبا مجموع دو افت فشار هوا در دو کویل است .

Air Handling

Air Handling

INDEX A (AIR WASHER)

KEYWORD:

AW C-4 1 D

- AW — Air washer
- C-4 — Water consumption:
  C-4: 4 gpm/1000cfm of water
  C-6: 4 gpm/1000cfm of water
- 1 — No. of nozzle bank:
  1: one row bank
  2: two row bank
- D — placement at banks:
  D: Down stream
  O: Opposing

When air passes trough the air washer its dew point approaches the temperature of the water supplied to the machine. Air that is more humid is dehumidified and air that is less humid is humidified. If water is sprayed to the almost dry air we have used the air washer as an evaporative cooler. Then except for both the small amount at outside energy added by pump in the form of shaft work and small amount of heat leakage into the apparatus from outside evaporative cooling air washer is strictly adiabatic.
The parameter for identifying state of outlet air and its relationship with performance of nozzles is named effectiveness, which is defined as bellow:

بطور کلی خاصیت air washer اینست که دمای شبنم هوای عبور کننده از آنرا به دمای آب گذرنده از air washer نزدیک کند.حال بسته به اینکه اختلاف نقطه شبنم هوا و دمای آب ورودی به سیستم مثبت یا منفی باشدهوا رطوبت زدایی یا رطوبت زنی می‌شود .اگر در ایرواشر آب با دمای معمولی به هوای خشک اسپری شود در واقع این ایرواشر مانند سرد کن عمل می‌کند. در این حالت اگر انرژی را که از شفت پمپ به سیستم وارد می‌شود و یا تبادل حرارتی از ابزاری مانند دیواره‌های ایر واشر یا پمپ را در نظر تحول هوا قطعا آدیاباتیک خواهد بود.
پارامتر تعیین کننده وضعیت هوای خروجی و ارتباط آن با عملکرد نازلها پارامتری به نام ضریب تاثیر است .ضریب تاثیر بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$E = \frac{DBin - DBout}{DBin - WBin} \times 100\%$$

Where:

DBin: dry-bulb temperature of inlet air	دمای حباب خشک هوای ورودی
DBout: dry-bulb temperature of outlet air	دمای حباب خشک هوای خروجی
WBin: wet-bulb temperature of inlet air	دمای حباب تر هوای ورودی

In adiabatic process in which simultaneous heat and mass transfer between sprayed water and air occurs, wet-bulb temperature remains constant and dry-bulb temperature of the air approaches to wet bulb temperature. Then ideal effectiveness is 100%. In MEHR ASL air handling units according to given lengths effectiveness varies between 50-60% in one row bank (our arrangement is downstream) while varies between 85-95% in two row bank (our arrangement is opposing).
Exact determination of effectiveness depends on exact value of pump head RH of inlet air and etc,.Air washers can be made only for version 2 of the air handling units.

Air Handling

It's casing is made of galvanized sheets coated with electrostatic paint as well as other sections of AHU. Volume rate of each nozzle is 1.6 gpm for C-4, 2 gpm for C-6 and 2.5 gpm for C-8 air washer. As it can be seen in key word air washer have two positions:One is in one bank downstream and the other is in two bank opposing arrangement.

در تحول آدیاباتیک ایرواشرکه مبادله همزمان جرم و انرژی صورت می‌گیرد، دمای WB تقریبا ثابت می‌ماند و دمای‌حباب خشک بصورت آدیاباتیک‌به دمای حباب تر نزدیک می‌شود.بدین ترتیب ضریب اثر در حالت ایده ال ۱۰۰ % می‌شود.
در هواسازهای مهر اصل با طول‌های داده شده هنگامی‌که یک ردیف نازل (Down stream)داریم‌ضریب اثر(Effectiveness) بین ۵۰تا ۶۰ درصد تغییرمیکند و هنگامی‌که نازل دو ردیفه(Opposing) است‌ضریب‌اثر بین ۸۵ الی ۹۵ درصد تغییر می‌کند. تعیین دقیق این پارامتر به مقدار دقیق فشار تامینی پمپ، درصد رطوبت هوای ورودی و .. دارد و باید بصورت سفارشی محاسبات دقیق انجام‌گیرد.ایرواشر فقط برای هواساز ورژن ۱ (هواساز پیچی) ورق گالوانیزه و یا تمام استیل قابل تهیه است.

بدنه ایر واشر در حالت ورق گالوانیزه نیز مانند سایر قسمتهای هواساز با رنگ الکترو استاتسکی پوشش داده خواهد شد.
حجم جریانی هر نازل برای ایر واشرC-4 , 1.6 gpm برای C-6 و برای C-6,2.5 gpmاست.
همانطور که در کلید ایرواشر دیده می‌شود ایرواشرهای مهراصل به دو صورت یک ردیفه down stream(جریان پاشش آب وهوا در خلاف جهت هم هستند)و دو ردیفه opposing(که جریان پاشش یکی از بانکهای ایرواشر در جهت و دیگری در خلاف جهت جریان هواست)

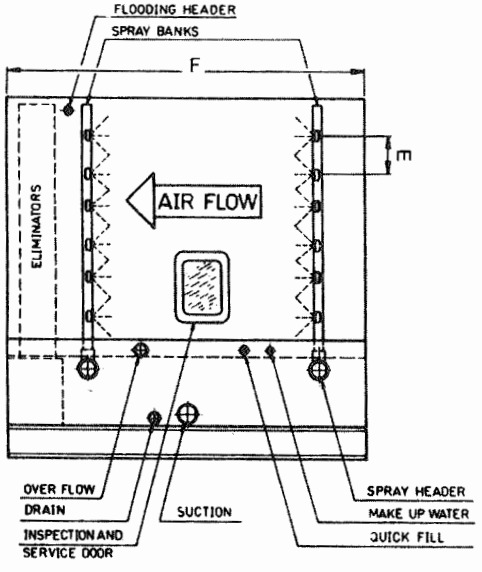
General Specifications of Air washer

Air vol.rate range (cfm)	Water vol.rate (gpm)			Distance of Nozzle to Eliminator=1220mm	One row downstream nozzle bank				Distance of Nozzle to Eliminator=1220mm	One row downstream nozzle bank			
	C-4	C-6	C-8		No. of trees	C-4	C-6	C-8		No. of trees	C-4	C-6	C-8
1500-3200	8.8	13.2	17.6		2	2	3	3		2	2	3	3
2400-5500	16	24	32		3	3	4	4		3	3	4	4
3300-7700	24	36	48		4	4	5	5		4	4	5	5
4500-13000	48	72	96		6	5	6	6		6	5	6	6
5300-18000	60	90	120		7	5	6	7		7	5	6	7
9500-25000	88	132	176		8	7	8	9		8	7	8	9
12700-30000	100	150	200		8	7	9	9		8	7	9	9
10600-36000	120	180	240		8	9	11	11		8	9	11	11
19000-50000	176	264	352		10	11	14	14		10	11	14	14
24800-60000	200	300	400		11	12	14	15		11	12	14	15

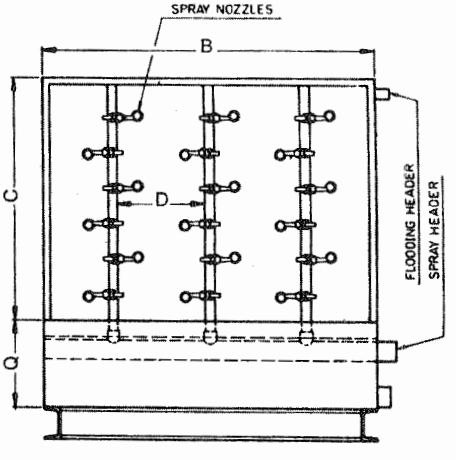
Air Handling

Dimensions:

MODEL	B (mm)	C (mm)	One row downstream nozzle bank F=1420 mm Q=	D	Q	E C-4	E C-6	E C-8	One row downstream nozzle bank F=1420 mm Q=	D	Q	E C-4	E C-6	E C-8
AHUA*****	620	600		250	300	271	225	221		250	300	271	225	221
AHUB*****	750	900		250	300	180	150	141		250	300	180	150	141
AHUC*****	920	1100		250	300	147	123	115		250	300	147	123	115
AHUD*****	1560	1300		250	300	125	104	98		250	300	125	104	98
AHUE*****	1810	1400		250	350	116	97	91		250	350	116	97	91
AHUF*****	1960	1900		250	350	86	71	67		250	350	86	71	67
AHUG*****	2110	2000		250	350	81	68	63		250	350	81	68	63
AHUH*****	2110	2200		250	400	68	56	53		250	400	68	56	53
AHUI*****	2430	2400		250	400	53	-	-		250	400	53	-	-
AHUJ*****	2650	2500		250	400	51	-	-		250	400	51	-	-



SIDE ELEVATION



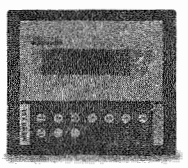
FRONT ELEVATION

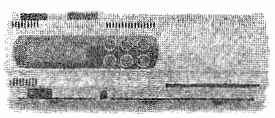
BMS control system

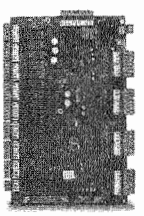
CONTROL PANEL:

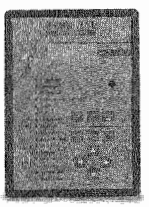
Control panels are designed with the most recent products by Telemechanicque, Simens, for circuit braker, contactors, relays and best material with warning lights, pressure gages and temperature display.

MEHR ASL Corp. offers two kinds of Mechanical and Digital control circuit for its products. It uses the latest microprocessor control system technology and instruments which are made by the best qualified companies in Europe with its products.
All of products are capable of being designed for microprocessor control system. In such a systems all the pressures such as discharge, suction and oil pressure, also evaporator and condenser temperatures are controlled by pressure and temperature sensors or switches and all the measurement are processed with the main board. All the faults are processed with this board and the whole system is controlled with the main board. The LCD display on the controller lets the user to observer the pressures and temperatures, and enables to control and change the necessary parameters.









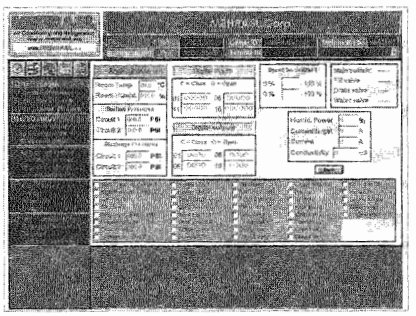
BMS system which its software is provided by MEHR ASL corp. provides the opportunity for the user to be able to control all of the air conditioning units which are installed in different parts of their working area (This can be as for as the hole country)with a central PC computer via a telephone line and a modem.
Any kinds of function which could be done on the local display system can also be done on the central computer too. In other words, an operator with connecting to any unit can observe all the system parameters, and operate the system remotely. The BMS system provides saving in time and human resource and is suitable for organizations which have several air conditioning systems in various locations.

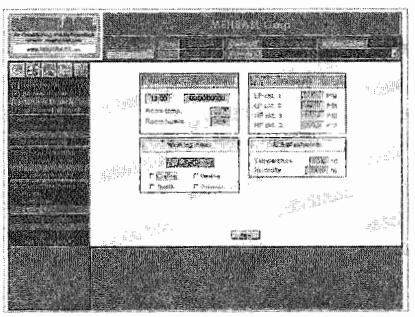
این‌سیستم کنترل در صورت درخواست بر روی دستگاههای تهویه مطبوع تولیدی مهر اصل نصب می‌شود.
از مزایای این سیستم می‌توان به موارد زیر اشاره داشت:

۱ – قابلیت نصب کلمه رمز عبوری این امکان را بوجود می‌آورد که افراد متفرقه و غیر متخصص امکان دستکاری تنظیمات دستگاه را نداشته باشند.
۲ – گزارش گیری مداوم از عملکرد دستگاه و جلوگیری از بروز اشکالات احتمالی
۳– امکان اتصال به اینترنت و کنترل دستگاه از راه دور توسط خط تلفن
۴– امکان اتصال چندین دستگاه به یکدیگر و کنترل همزمان کل سیستم

BMS control system

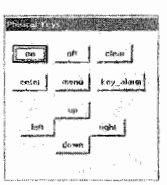
The following shows some windows used in BMS system.





The following shows some of micro controller parameters which are designed for a water cooled chiller with three compressors.
The key board and LCD display provides a user friendly environment for easy control and operation of the system. This system has some advantages over mechanical control system.

a- Controlling the evaporator pumps.
b- Controlling the condenser pumps and disabling them when they are not needed.
c- Controlling the cooling tower fans with respect to the cooling tower water temperature.
d- Controlling the condenser fans (air cooled chiller) with respect to the discharge pressure.
e- The compressors rotation option.
f- The pump down option.
g- The LAN local network capability.
h- The BMS supervisory system capability.




```
MEHR ASL CORPORATION

Chilled WTR  00.0 °C
Cooling WTR  00.0 °C
```

```
Discharge pressures:
HP ckt. 1  000.0 PSI
HP ckt. 2  000.0 PSI
HP ckt. 3  000.0 PSI
```

```
Suction pressures:
LP ckt. 1  000.0 PSI
LP ckt. 2  000.0 PSI
LP ckt. 3  000.0 PSI
```

```
Oil pressures:
OP ckt. 1  000.0 PSI
OP ckt. 2  000.0 PSI
OP ckt. 3  000.0 PSI
```

```
to Synoptic menu
to Mainten. menu
to User   branch
to Manuf. branch
```

```
to I/O status ....
to alarms history
to h-counter vis.
to version mask ..
```

```
to h.count setting
to manual proced.
to probe calibrat.
to new password ..
```

```
Clock/Time Zones
Printer ........
Setpoints ......
Settings .......
```

```
Unit configuration
General parameters
Timings ..........
Unit initializat.
```

شرکت صنعتی
مهکوه تهویه
(سهامی خاص)
MEHKOOH

Air Handling Unit

مشخصات فنی و مزایای هواساز ـ ایرواشر شرکت مهکوه تهویه

دستگاههای هواساز شرکت مهکوه تهویه با بهره‌گیری از کادر مجرب فنی و مهندسی و ماشین‌آلات مدرن طراحی و ساخته می‌شود و با توجه به کاربرد آن در مجتمعهای مسکونی، تجاری و صنعتی در ۱۰ مدل از ظرفیت حداقل ۲۰۰۰ الی ۵۰۰۰۰ CFM تولید می‌گردد.

ساختار بدنه: اسکلت و بدنه از ورق و پروفیل گالوانیزه مرغوب که پس از عملیات فرم‌دهی و خمکاری با سیستم پیچ و مهره به هم متصل شده و روی یک شاسی آهنی مونتاژ می‌گردد.

اطاق فن: شامل بادبزن سانتریفیوژ DW-DI طرح نیکوترا ایتالیا که قبل از نصب بصورت استاتیکی و دینامیکی بالانس می‌شود.

کوئیلها : کلیه کوئیلها از نوع آبسرد، آبگرم، بخار و DX مطابق استاندارد ARI-410 طراحی شده و از لوله مسی "5/8 و "1/2 با فین پلیت یا اسپیرال آلومینیومی یا مسی از ۸ الی ۱۴ فین در اینچ ساخته و عرضه می گردند.

دمپرها: بطور معمول بصورت PARALLEL BLADE از جنس گالوانیزه با کنترل دستی یا موتوری می‌باشند.

فیلترها: بطور معمول از نوع آلومینیوم قابل شستشو با ضخامتهای ۱ الی ۲ اینچ ساخته و نصب می‌گردند. در صورت نیاز از فیلترهای مخصوص هم استفاده می‌شود.

رطوبت‌زن: بطور کامل کلیه رطوبت‌زنها با توجه به ظرفیت و راندمان آنها برحسب نیاز بصورتهای زیر ساخته می‌شوند.
ایرواشر کلاس 4 بطور متوسط با راندمان 65% ، کلاس 6 با راندمان 75% ، کلاس 8 با راندمان 90% می‌باشد.
رطوبت‌زن بخار Steam grid که متناسب با ظرفیت مورد نیاز طراحی و نصب می‌گردد.

General Specifications

MODEL	NOMINAL CFM	COIL FACE AREA FT^2	COOLING COIL CAPACITY (MBH) CHILLED WATER 8FPI			HEATING COIL CAPACITY (MBH) HOT WATER 8 FPI		
			4 ROWS	6 ROWS	8 ROWS	1 ROWS	2 ROWS	3 ROWS
MAHU-26	2600	5.1	72.5	100	118.5	78.5	147.2	198.8
MAHU-36	3600	7.2	107	144	168	112	208	168.7
MAHU-50	5000	10	154	205	218.5	159.6	292	240
MAHU-70	7000	14	221	259	310	227	413	548
MAHU-100	10000	20	279	385	452	329	567	497
MAHU-150	15000	30	438	594	698	502	864	1155
MAHU-200	26000	40	609	813	949	678	1165	1552
MAHU-250	25000	50	691	952	1133	821	1414	1964
MAHU-300	30000	60	877	1189	1396	1005	1728	2312
MAHU-400	40000	80	1217	1625	1897	1356	2330	3104

دفتر فروش : تهران ـ خیابان ازادی ـ تقاطع خوش ـ ساختمان ۴۳۹ ـ طبقه سوم ـ واحد ۱۵ ـ کدپستی ۱۴۵۷۹
تلفکس : ۶۴۳۱۸۴۲ ـ ۶۴۳۷۷۷۱ ـ ۶۹۲۸۳۳۹

SINCE 1967 تاسیس ۱۳۴۶

"هواساز"

HAVASAZ AIR HANDLING UNIT

TABLE 3 - FAN PERFORMANCE RATING

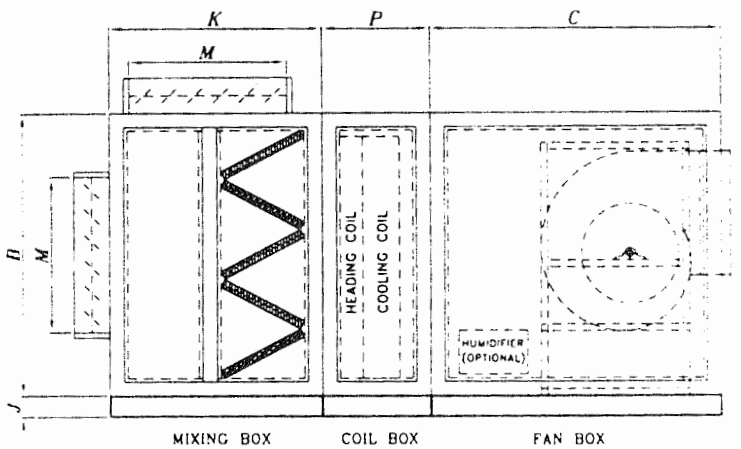
FAN CFM	FAN (NO X SIZE)	TOTAL STATIC PRESSURE (in. of w.g.)															
		0.5 "		0.75 "		1.00 "		1.25 "		1.50 "		1.75 "		2.00 "		2.50 "	
		RPM	HP	RPM	HP	RPM	HP	RPM	HP	RPM	HP	RPM	HP	RPM	HP	RPM	HP
1750	1 x (12 - 09) "	560	0.50	667	0.50	771	0.75	870	0.75	954	1.00	1055	1.00	1116	1.50	1264	1.50
2000	1 x (12 - 09) "	578	0.50	680	0.75	777	0.75	862	1.00	945	1.00	1031	1.50	1121	1.50	1246	2.00
2250	1 x (12 - 09) "	603	0.75	697	0.75	780	1.00	862	1.00	937	1.50	1013	1.50	1093	1.50	1257	2.00
2500	1 x (12 - 09) "	630	0.75	706	1.00	790	1.00	869	1.50	937	1.50	1000	1.50	1071	2.00	1230	3.00
2750	1 x (12 - 12) "	605	0.75	708	1.00	811	1.50	913	1.50	1000	1.50	1088	2.00	1158	2.00	1300	3.00
3000	1 x (12 - 12) "	622	1.00	716	1.00	812	1.50	914	1.50	1000	2.00	1082	2.00	1169	3.00	1293	3.00
3250	1 x (12 - 12) "	640	1.00	732	1.50	819	1.50	915	2.00	997	2.00	1074	3.00	1154	3.00	1291	3.00
3500	1 x (12 - 12) "	663	1.50	746	1.50	825	2.00	919	2.00	990	3.00	1067	3.00	1149	3.00	1283	4.00
3750	1 x (15 - 11) "	543	1.50	605	1.50	676	1.50	743	2.00	805	3.00	875	3.00	928	3.00	1043	4.00
4000	1 x (15 - 11) "	564	1.50	622	2.00	686	2.00	747	3.00	810	3.00	874	3.00	924	3.00	1039	4.00
4250	1 x (15 - 11) "	580	2.00	637	2.00	695	2.00	753	3.00	818	3.00	877	3.00	925	4.00	1038	4.00
4500	1 x (15 - 15) "	549	1.50	613	2.00	676	2.00	744	3.00	819	3.00	883	4.00	946	4.00	1070	4.00
4750	1 x (15 - 15) "	565	1.50	623	2.00	683	3.00	752	3.00	820	3.00	885	4.00	947	4.00	1068	5.50
5000	1 x (15 - 15) "	578	2.00	633	2.00	692	3.00	759	3.00	825	4.00	886	4.00	948	4.00	1067	5.50
5500	1 x (15 - 15) "	600	3.00	654	3.00	708	3.00	769	4.00	832	4.00	898	4.00	949	4.00	1058	5.50
6000	1 x (18 - 13) "	485	3.00	635	3.00	582	3.00	631	4.00	673	4.00	724	4.00	773	5.50	865	5.50
6500	1 x (18 - 13) "	507	3.00	554	3.00	599	4.00	646	4.00	683	4.00	733	5.50	774	5.50	864	5.50
7000	1 x (18 - 13) "	532	3.00	576	4.00	617	4.00	655	5.50	694	5.50	740	5.50	778	5.50	865	7.50
7500	1 x (18 - 18) "	466	3.00	532	3.00	591	4.00	648	4.00	699	5.50	755	5.50	806	5.50	907	7.50
8000	1 x (18 - 18) "	482	3.00	542	3.00	591	4.00	654	4.00	700	5.50	756	5.50	811	7.50	908	7.50
8500	1 x (20 - 20) "	458	3.00	503	3.00	547	4.00	594	5.50	631	5.50	674	5.50	715	7.50	783	7.50
9000	1 x (20 - 20) "	477	4.00	517	4.00	562	4.00	602	5.50	641	5.50	683	7.50	720	7.50	788	7.50
9500	1 x (22 - 22) "	388	3.00	433	4.00	479	4.00	525	5.50	569	5.50	608	7.50	660	7.50	749	7.50
10000	1 x (22 - 22) "	404	3.00	444	4.00	486	5.50	530	5.50	573	5.50	611	7.50	662	7.50	745	10.0
10750	1 x (22 - 22) "	422	4.00	469	4.00	500	5.50	538	5.50	580	7.50	619	7.50	663	7.50	740	10.0
11500	1 x (22 - 22) "	440	4.00	477	5.50	516	5.50	550	7.50	588	7.50	628	7.50	666	10.0	745	10.0
12250	1 x (28 - 20) "	294	3.00	325	4.00	362	5.50	389	5.50	422	7.50	456	7.50	549	10.0	558	10.0
13000	1 x (28 - 20) "	306	4.00	337	5.50	365	5.50	392	7.50	423	7.50	453	10.0	490	10.0	558	15.0
13750	1 x (28 - 20) "	315	4.00	344	5.50	372	5.50	398	7.50	425	7.50	460	10.0	491	10.0	557	15.0
14500	1 x (25 - 25) "	325	4.00	370	5.50	410	5.50	450	7.50	481	7.50	518	10.0	557	10.0	626	15.0
15250	1 x (30 - 20) "	255	4.00	300	5.50	339	7.50	376	10.0	411	10.0	440	10.0	469	15.0	529	15.0
16000	1 x (30 - 20) "	264	5.50	306	5.50	344	7.50	378	7.50	411	10.0	438	10.0	467	15.0	523	15.0
17000	1 x (28 - 28) "	286	5.50	321	7.50	358	7.50	392	10.0	427	10.0	462	15.0	493	15.0	555	15.0
18000	1 x (28 - 28) "	294	5.50	331	7.50	364	7.50	395	10.0	430	10.0	462	15.0	490	15.0	553	15.0
19000	1 x (30 - 28) "	263	5.50	297	7.50	333	7.50	366	10.0	400	10.0	436	15.0	466	15.0	526	15.0
20000	1 x (30 - 28) "	270	5.50	300	7.50	335	10.0	366	10.0	399	15.0	434	15.0	463	15.0	521	20.0
22000	1 x (30 - 28) "	283	7.50	314	10.0	344	10.0	373	15.0	402	15.0	433	15.0	461	15.0	513	20.0
24000	2 x (28 - 20) "	295	3.00	325	4.00	356	5.50	388	5.50	421	7.50	455	7.50	495	10.0	558	15.0
26000	2 x (28 - 20) "	306	4.00	337	5.50	365	5.50	392	7.50	423	7.50	453	10.0	490	10.0	558	15.0
28000	2 x (28 - 20) "	319	4.00	346	5.50	372	5.50	397	7.50	426	7.50	458	10.0	491	10.0	556	15.0
30000	2 x (30 - 20) "	253	4.00	298	5.50	338	7.50	373	7.50	411	10.0	440	10.0	470	10.0	530	15.0
32000	2 x (30 - 20) "	264	5.50	306	5.50	344	7.50	378	7.50	411	10.0	438	10.0	467	15.0	523	15.0
34000	2 x (28 - 28) "	286	5.50	321	7.50	358	7.50	392	10.0	427	10.0	462	15.0	493	15.0	555	15.0
36000	2 x (28 - 28) "	294	5.50	331	7.50	364	7.50	395	10.0	430	10.0	462	15.0	490	15.0	553	15.0
38000	2 x (30 - 28) "	263	5.50	297	7.50	333	7.50	366	10.0	400	10.0	436	15.0	466	15.0	526	15.0
40000	2 x (30 - 28) "	270	5.50	300	7.50	335	10.0	366	10.0	399	15.0	434		463	15.0	521	20.0
42000	2 x (30 - 28) "	276	7.50	306	7.50	336	10.0	370	10.0	400	15.0	433		461	15.0	516	20.0
44000	2 x (30 - 28) "	283	7.50	314	10.0	344	10.0	373	15.0	402	15.0	433		461	15.0	513	20.0
46000	2 x (30 - 28) "	291	10.0	319	10.0	350	15.0	379	15.0	406	15.0	434	15	459	20.0	512	20.0
48000	2 x (30 - 28) "	298	10.0	326	15.0	356	15.0	383	15.0	410	15.0	436	20.0	462	20.0	511	20.0
50000	2 x (30 - 28) "	306	10.0	333	15.0	359	15.0	385	15.0	412	15.0	438	20.0	465	20.0	510	25.0
56250	2 x (30 - 28) "	332	15.0	356	15.0	379	20.0	402	20.0	425	20.0	448	25.0	471	25.0	518	25.0
62500	2 x (30 - 28) "	358	20.0	456	25.0	401	25.0	422	25.0	443	25.0	464	30.0	484	30.0	526	40.0

For more than 22000 CFM , two motors are required

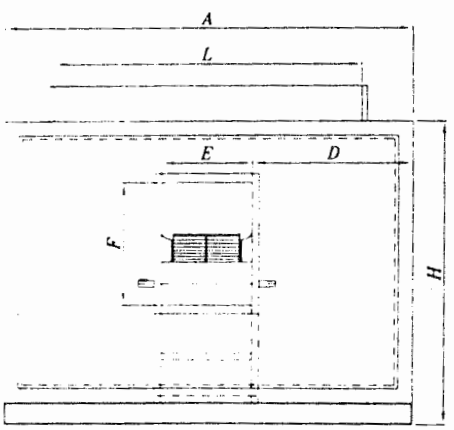
"هواساز"

HAVASAZ AIR HANDLING UNIT

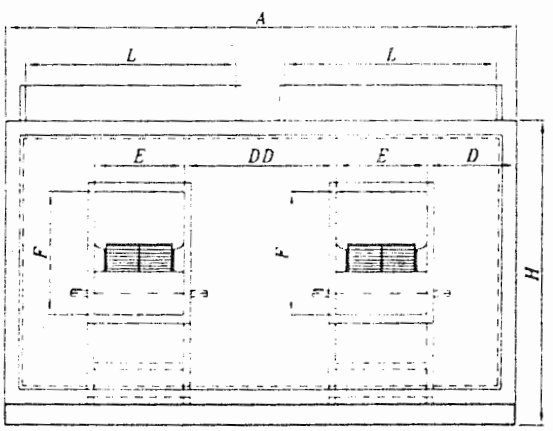
SINGLE ZONE DIMENSION



SIDE VIEW



FRONT VIEW
(HAH 25 TO HAH-220)

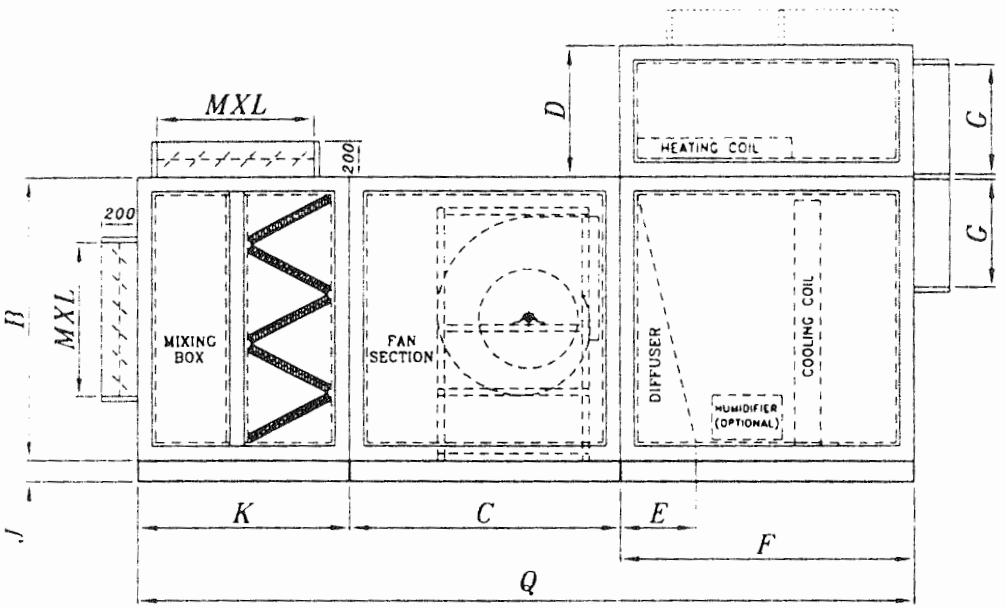


FRONT VIEW
(HAH-250 TO HAH-500)

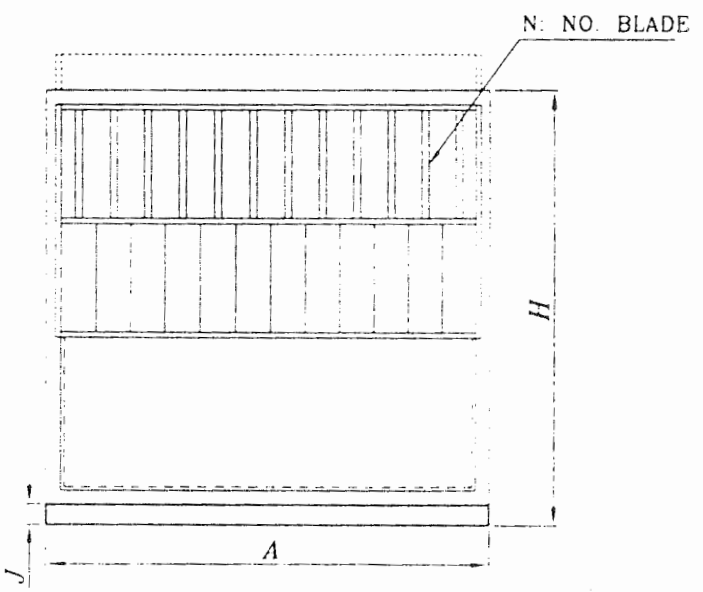
"هواساز"

HAVASAZ AIR HANDLING UNIT

MULTI ZONE DIMENSION



SIDE VIEW



FRONT VIEW

"هواساز"

HAVASAZ AIR HANDLING UNIT

TABLE 8- VERTICAL AND L- TYPE UNIT DIMENSIONS

MODEL	A	B	C	D	DD	E	F	G	K*	H	NOXL	M	J	P
HAHV-25	1200	850	1200	300	-	370	400	850	700	1780	700	445	80	COOLING COIL WIDTH+
HAHV-35	1400	850	1200	330	-	370	400	850	700	1780	1000	445	80	HEATING COIL WIDTH+
HAHV-50	1400	1100	1350	300	-	430	480	1000	700	2200	1000	445	100	250
HAHV-70	1600	1350	1550	500	-	500	630	1250	850	2700	1200	590	100	WIDTH OF COILS
HAHV-100	2000	1500	1550	750	-	500	630	1250	850	2850	1730	590	100	1ROW = 140
HAHV-130	2000	1750	1900	660	-	680	870	1500	1000	3370	1730	730	120	2ROW = 140
HAHV-150	2350	1750	1900	785	-	680	870	1500	1000	3370	2030	730	120	3ROW = 140
HAHV-180	2300	2100	2000	715	-	870	940	1700	1150	3920	2030	875	120	4ROW = 170
HAHV-200	2500	2100	2000	815	-	870	940	1700	1300	3920	2030	1020	120	6ROW = 230
HAHV-220	2750	2100	2000	940	-	870	940	1700	1300	3920	2160	1020	120	8ROW = 290
HAHV-250	3200	2100	1900	582	1165	870	680	1500	1300	3740	2x1200	1020	140	
HAHV-300	3800	2100	1900	732	1465	870	680	1500	1300	3740	2x1430	1020	140	
HAHV-350	4300	2100	2000	640	1280	870	680	1700	1300	3940	2x1730	1020	140	
HAHV-400	4800	2100	2000	765	1530	870	940	1700	1300	3940	2x2030	1020	140	
HAHV-450	4800	2350	2000	765	1530	870	940	1700	1450	4190	2x2030	1160	140	
HAHV-500	5300	2350	2000	890	1780	870	940	1700	1600	4190	2x2030	1310	140	

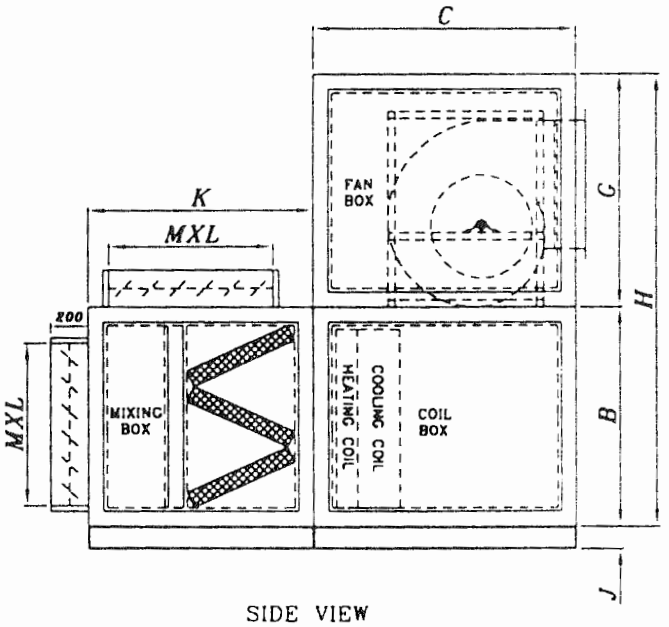
"K" is used for I- type unit.

NOTE : All Dimensions in mm .

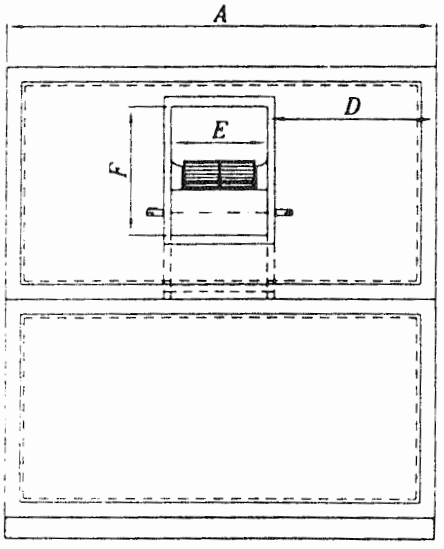
"هواساز"

HAVASAZ AIR HANDLING UNIT

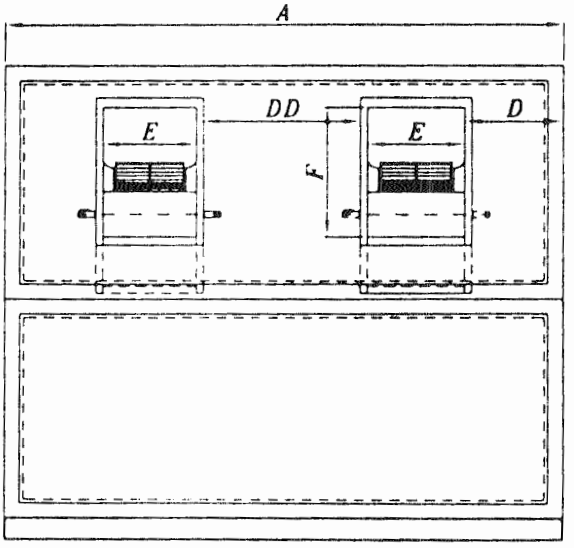
L- TYPE UNIT DIMENSION



SIDE VIEW



FRONT VIEW
(HAH-25 TO HAH-220)



FRONT VIEW
(HAH-250 TO HAH-500)

Unit Heater

Hot Water Ratings

Table 1

Model	MOTOR RPM	MOTOR Power(w)	C.F.M	Heating capacity (MBH)*	G.P.M	Leaving Air Temp. (°F)	Water Pressure Drop (Ft. W.G)	Unit Weight (Kg)
SRUH - 25	1450	60	280	12	1.2	99	0.15	
	1450	60	280	14	1.5	106	0.25	38
	1450	60	280	16	1.6	112	0.35	
SRUH - 50	1450	130	500	22	2.2	100	0.4	
	1450	130	500	25	2.5	106	0.45	44
	1450	130	500	30	3	115	0.55	
SRUH - 75	1450	130	800	35	3.5	100	0.5	
	1450	130	800	40	4	106	0.55	47
	1450	130	800	45	4.5	112	0.6	
SRUH - 100	1450	140	1050	50	5	106	0.7	
	1450	140	1050	55	5.5	108	0.8	53
	1450	140	1050	60	6	112	0.9	
SRUH - 125	1450	140	1350	65	6.5	104	0.8	
	1450	140	1350	70	7	108	0.9	61
	1450	140	1350	75	7.5	111	1.0	
SRUH - 150	1450	230	1650	75	7.5	102	1.1	
	1450	230	1650	85	8.5	107	1.2	65
	1450	230	1650	95	9.5	113	1.4	
SRUH - 200	1450	230	2250	100	10	101	1.6	
	1450	230	2250	120	12	109	2.5	76
	1450	230	2250	130	13	113	3	
SRUH - 250	1450	230	2550	110	11	100	2	
	1450	230	2550	130	13	107	2.6	82
	1450	230	2550	140	14	111	3	
SRUH - 300	1450	250	3200	145	14.5	102	2	
	1450	250	3200	165	16.5	107	2.6	103
	1450	250	3200	175	17.5	110	3	
SRUH - 400	1450	470	4400	180	18	98	3.2	
	1450	470	4400	200	20	102	3.6	121
	1450	470	4400	225	22.5	107	4	

NOTES: 1- Entering air dry bulb temperature of 60 (°F)
2- Entering and leaving water temperatures, 160 & 180°F respectively
** MBH = 1000 BTU/HR*

STEAM RATINGS

Table 2

Model	MOTOR RPM	MOTOR Power(w)	C.F.M	Heating capacity (MBH)*	Steam Press. (PSIG)	Condensate (LBS/HR)	Leaving Air Temp. (F)	Unit Weight (Kg)
SRUS - 25	1450	60	280	22.5	5	23	134	
	1450	60	280	26.5	15	28	146	38
	1450	60	280	30	30	33	158	
SRUS - 50	1450	130	500	40	5	42	134	
	1450	130	500	47	15	51	146	44
	1450	130	500	54	30	59	158	
SRUS - 75	1450	130	800	65	5	67	134	
	1450	130	800	75	15	79	146	51
	1450	130	800	85	30	91	158	
SRUS - 100	1450	140	1050	85	5	88	134	
	1450	140	1050	98	15	103	146	87
	1450	140	1050	112	30	120	158	
SRUS - 125	1450	140	1350	100	5	104	134	
	1450	140	1350	125	15	132	146	94
	1450	140	1350	145	30	156	158	
SRUS - 150	1450	230	1650	132	5	137	134	
	1450	230	1650	154	15	163	146	101
	1450	230	1650	177	30	191	158	
SRUS - 200	1450	230	2250	180	5	187	134	
	1450	230	2250	210	15	222	146	110
	1450	230	2250	240	30	258	158	
SRUS - 250	1450	230	2550	205	5	214	134	
	1450	230	2550	230	15	243	146	135
	1450	230	2550	270	30	291	158	
SRUS - 300	1450	250	3200	260	5	271	134	
	1450	250	3200	300	15	317	146	170
	1450	250	3200	340	30	366	158	
SRUS - 400	1450	470	4400	355	5	369	134	
	1450	470	4400	410	15	434	146	208
	1450	470	4400	470	30	507	158	

NOTES: Entering air dry bulb temperature of 60 (F)

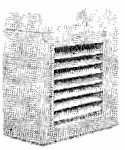
* MBH = 1000 BTU/HR

MEHRASL کارخانجات تولیدی مهر اصل

UNIT HEATER

General Description:

"UNIT HEATERS" of MEHR ASL Corporation are manufactured using the best quality materials. These products are of low sound level and high thermal capacities. They are made to be installed in a panel with one or two axial fans. To avoid any oscillation, fans are balanced before installations.



Components description:

Casing:
Casings are made of 1.5mm thick iron sheets with cooked electrostatic-resistant paint.

Coils:
Coils are manufactured from 100 to 200 microns aluminum fins (8 F.P.I fin space).*
Copper tubes of 5/8 OD, which have been mechanically expanded, are used with fins.
Each coil has a pair of standard galvanized steel (or aluminum) tube sheets.**
Hot water and steam coils are produced in 1-4 rows and staggered arrangement of 25*50 tubes pitch.
Treated head connections are made of standard size tubes.

* Copper fins are optional
** Aluminum tube sheets are optional





Fans and motors:
Axial fans with 4 or 6 poles and single phase are used. Different types of fans can be installed upon request.

Selection method for hot water coil unit heater :
Tables 2 to 5 are used for selecting hot water coil Unit Heater where the heat load is known. The values of these tables are based on 180°F entering and 160°F leaving water temperature, and 60°F entering air temperature. In cases where temperature is out of these values the heat capacity read from these tables will be multiplied by factors that are given in Correction Factor table (table 6).

Selection method for steam coil unit heater :
Steam coils can be selected according to specifications mentioned in tables 2 to 5,Correction factors for other conditions, other than those mentioned at capacity tables can be obtained from tables7 and 8.

یونیت هیتر

یونیت هیتر های ساخت مهر اصل از مرغوب ترین مواد اولیه موجود با بدنه‌ای زیبا، که عمدتا در اندازه‌های مختلف جریان هوا (بر اساس سرعت دورانی پره) و سطح تبادل حرارتی (با توان‌های متفاوت) ساخته می‌شوند، می توانند از نوع محوری بوده و یا داکتی، گردیده است تا از افزایش همگام با نیاز و کاربری، بهره‌مند گردد.

مشخصات بدنه و کویل :

بدنه از ورق روغنی (1.5 mm) با رنگ کوره‌ای الکترو استاتیک ساخته می‌شود. کویل‌های از فین سپاریس به ضخامت 100 تا 200 میکرون از جنس آلومینیوم (در صورت درخواست مسی) با 8 fin spacing per F.P.I فین بر اینچ ساخته می‌شوند. لوله‌ها از نوع بدون با قطر خارجی 5/8 که به صورت مکانیکی در داخل فین‌ها کشیده می‌شوند هر کویل دارای یک جفت لوله‌ی ورق گالوانیزه (در صورت درخواست آلومینیومی) می‌باشد. کویل آب گرم و بخار در دو ردیف یک در میان و با آرایش متناوب و به گام 25 mm x 50 ساخته می‌شود. اتصالات سر ده‌های از نوع دنده‌ای استاندارد می‌باشد.

مشخصات فن و موتور و محور ها :

فن از نوع محوری با موتور 4 و 6 قطبی و تک فاز می‌باشد. در صورت درخواست موتور با دور خاص قابل نصب بر روی بدنه‌های مورد استفاده در دو مدل قابل نصب می‌باشند:

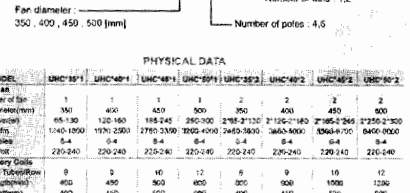
۱ – فن‌های ساخت شرکت مهر اصل (مطابق با آخرین تکنولوژی روز) External rotor ۲ – فن‌های ساخت شرکت دمنده

دمپرهای نصب شده از نوع ثابت بوده، در صورت درخواست دمپرهای قابل تنظیم، قابل نصب می‌باشد.

روش انتخاب یونیت هیتر آبگرم و یونیت هیتر بخار :

برای انتخاب یونیت هیتر آبگرم پس از مشخص شدن دبی هوا، مورد نیاز از جدول 1 استفاده می‌شود. مقادیر این جدول بر اساس دماهای آب ورودی °F 180، خروجی °F 160 هوای ورودی °F 60 و FPI=8 می‌گردد. برای سایر دماهای ورودی آب و هوا ضرایب ظرفیت حرارتی (مقادیر ضرب شده در ظرفیت) از جدول 2 استخراج می‌شود. ظرفیت هیتر بخار بر اساس بخار خروجی از دیگ بخار با فشار 1 psi و FPI=8 می‌باشد. برای سایر فشارها و FPI ها ضرایب ظرفیت از جدول 3 استخراج می‌شود. ظرفیت هیتر آب گرم بر اساس آب ورودی °F 200 و خروجی °F 180 و هوای ورودی °F 60 و FPI=8 می‌باشد. برای سایر دماهای ورودی آب و هوا ضرایب ظرفیت حرارتی (مقادیر ضرب شده در ظرفیت) از جدول 2 استخراج می‌شود. ظرفیت هیتر بخار بر اساس بخار خروجی از دیگ بخار با فشار 1 psi و FPI=8 می‌باشد. برای سایر فشارها و FPI ها ضرایب ظرفیت از جدول 3 و 4 بدست می‌آید. ظرفیت جدول 1 برای کویل‌هایی با FPI=8 و FPI=12 و FPI=10 ظرفیت بدست آمده از جدول را در ضرایب جدول تا ضرب کنید.

MODEL KEYWORD



PHYSICAL DATA

MODEL	UHC*35*1	UHC*40*1	UHC*45*1	UHC*50*1	UHC*35*2	UHC*40*2	UHC*45*2	UHC*50*2
Fan								
Number of fan	1	1	1	1	2	2	2	2
Fan diameter(mm)	350	400	450	500	350	400	450	500
Power(w)	65-130	120-160	155-245	280-300	2*65-2*130	2*105-2*160	2*155-2*245	2*250-2*300
cfm	1240-1850	1930-2500	2780-3500	3200-4000	2480-3800	3860-5000	5560-7000	6400-8000
Poles	6-4	6-4	6-4	6-4	6-4	6-4	6-4	6-4
Volt	220-240	220-240	220-240	220-240	220-240	220-240	220-240	220-240
Accessory Coils								
Number of Tubes/Row	8	8	10	12	6	8	10	12
Fin length(mm)	400	450	500	600	300	900	1000	1200
Height(mm)	400	400	500	600	400	450	500	600
Face Area(m^2)	0.16	0.202	0.25	0.36	0.32	0.464	0.5	0.72
Number of Rows	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4
Finish	8,10,12	8,10,12	8,10,12	8,10,12	8,10,12	8,10,12	8,10,12	8,10,12

Table - 2 : HOT WATER COIL CORRECTION FACTOR

ENTERING AIR TEMP. (°F)	ENTERING WATER TEMP. (°F) 160	170	180	190	200	210	220
50	0.91	1.02	1.11	1.21	1.32	1.41	1.53
65	0.0	0.0	1	1.1	1.19	1.29	1.39
70	0.80	0.79	0.89	0.98	1.08	1.18	1.27

Table - 3: STEAM COIL CORRECTION FACTOR

ENTERING AIR TEMP. (°F)	STEAM PRESSURE (PSI) 5	15	30	60	100	150	200
50	0.95	1.07	1.24	1.38	1.52	1.66	1.81
60	0.88	1	1.17	1.3	1.46	1.61	1.72
70	0.81	0.92	1.09	1.22	1.38	1.53	1.64

Table - 4: CONDENSATE CORRECTION FACTOR

ENTERING AIR TEMP. (°F)	STEAM PRESSURE (PSI) 5	15	30	60	100	150	200
50	0.83	0.87	1.27	1.44	1.58	1.67	2.04
60	0.93	1	1.19	1.35	1.57	1.77	1.84
70	0.79	0.92	1.11	1.29	1.48	1.68	1.85

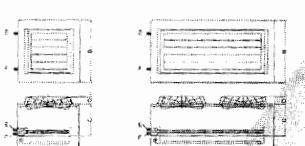


TABLE-5: *DIMENSIONS

MODEL	A	B	C	D	E 1 ROW	E 2 ROW	E 3 ROW	E 4 ROW
UHC*35*1	590	580	300	150	3/4"	3/4"	1"	1"
UHC*40*1	635	630	350	150	3/4"	1"	1 1/2"	1 1/2"
UHC*45*1	683	683	400	150	1"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"
UHC*50*1	780	780	500	150	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"
UHC*35*2	790	580	300	150	1"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"
UHC*40*2	900	630	350	150	1"	1 1/2"	1 1/2"	2"
UHC*45*2	1180	683	400	150	1 1/2"	1 1/2"	2"	2"
UHC*50*2	1380	780	500	150	1 1/2"	2"	2"	2"

*All dimensions are in mm.

TABLE-6: CAPACITY CORRECTION FACTOR FOR DIFFERENT F.P.I

F.P.I=8 (A)	F.P.I=10 (B)	F.P.I=12 (C)
1.00	1.12	1.21

Table - 1: HEATING CAPACITY

MODEL	ROW	HOT WATER COIL BTU/HR	GPM	FINAL TEMP.(°F)	PD(ft.water)	STEAM COIL BTU/HR	FINAL TEMP.(°F)	COND.(lb/hr)
UHC*3561A	1	28200	3	81	0.28	60000	101	1.64
	2	52800	5.5	99	1.8	98700	124	1.71
	3	64800	6.5	107	1.19	125400	150	2.17
	4	74100	7.5	114	0.92	144800	164	2.5
UHC*4061A	1	39400	4	78	0.6	83600	96	1.48
	2	62500	6.5	89	0.26	140600	125	2.44
	3	81500	8.5	99	0.26	181100	144	3.13
	4	93500	11	111	1.62	210600	157	3.64
UHC*4561A	1	45000	5	78	0.56	103200	93	1.8
	2	74800	10	92	4.3	172400	118	3.11
	3	107300	11	98	0.33	236300	136	4.09
	4	117400	15	108	2.6	279500	150	4.84
UHC*5061A	1	73000	7.5	81	1	147400	101	2.55
	2	117400	12	90	0.7	244300	126	4.23
	3	147900	15	102	0.9	311700	147	5.39
	4	172000	18	106	0.41	360600	161	6.24
UHC*5562A	1	55300	2.5	84	2	126000	103	2.09
	2	104200	10.5	98	1.42	197700	134	3.42
	3	143400	14.5	113	8	256000	152	4.43
	4	163400	16.5	120	6.6	284000	164	5
UHC*4062A	1	92200	9.5	82	5	167700	99	2.91
	2	147900	15	95	2.4	281600	129	4.67
	3	189600	19	104	2	382200	144	6.26
	4	217000	22	111	1.4	421800	159	7.29
UHC*4562A	1	144400	12	79	5	298500	91	3.58
	2	193600	20	92	3.7	359200	117	6.21
	3	251700	26	101	2.8	473100	136	8.17
	4	298500	30	108	3.3	559800	150	9.69
UHC*5062A	1	106200	17	89	6	297800	102	5.17
	2	267300	27	98	5.5	497300	129	8.62
	3	329500	34	108	3.9	629400	147	10.79
	4	380800	40	115	5.15	721300	161	12.48
UHC*3541A	1	29500	3	75	0.28	65800	92	1.14
	2	59400	6	90	2.1	114800	117	1.99
	3	72900	7.5	97	0.57	151700	135	2.63
	4	91900	9.5	106	1.4	179200	149	3.12
UHC*4041A	1	39800	4	74	0.4	79900	88	1.38
	2	58800	6.5	83	0.29	144800	112	2.51
	3	95400	9	92	0.28	190600	120	3.38
	4	123000	13	106	2.2	258600	144	4
UHC*4541A	1	46300	5	72	0.58	92000	84	1.59
	2	92500	10	86	4.2	174000	106	3
	3	112000	12	90	0.39	241900	124	4.19
	4	157300	18	103	2.9	298600	139	5.13
UHC*5041A	1	78300	8	77	1.13	149800	93	2.67
	2	128000	13	89	0.78	258600	118	4.47
	3	163800	17	97	0.61	343400	136	5.8
	4	217600	22	109	4.2	403800	150	6.97
UHC*3542A	1	69900	7	77	2.9	151800	93	2.29
	2	119600	12	90	1.8	229800	117	3.98
	3	150300	16	99	1.46	303300	136	5.25
	4	183200	19	106	1.2	359600	146	6.23
UHC*4042A	1	99100	9	70	4.6	154600	89	2.77
	2	154700	16	89	2.7	299700	112	5
	3	208600	21	97	2.4	391100	130	6.76
	4	244300	25	104	1.73	471000	143	8.15
UHC*4542A	1	104400	11	74	4.2	184000	84	3.19
	2	191000	20	88	3.7	349200	106	6
	3	256500	26	96	2.96	483600	124	8.37
	4	319000	32	100	2.46	595700	139	10.2
UHC*5042A	1	157500	17	79	8	297600	83	5.18
	2	295000	29	89	6	524500	119	9
	3	377200	38	102	4.8	680600	136	11.77
	4	438100	44	109	3.74	809800	150	13.9

*Heating capacity are based on air inlet: 60°F, water inlet: 180°F and water outlet: 160°F & steam pressure: 15 psi for steam coil

شرکت صنعتی

مهکوه تهویه

(سهامی خاص)

MEHKOOH

Unit Heater

مشخصات فنی و مزایای یونیت هیترهای شرکت مهکوه تهویه

- یونیت هیتر دستگاهی است ساده که گرمای مورد نیاز را بوسیله آب گرم و یا بخار آب که ازموتور خانه تغذیه می‌نماید تامین می‌سازد .
- یونیت هیتر دارای بدنه فولادی ، کویل حرارتی ، الکتروموتوربا فن آکسیال کوپله مستقیم شده و دمپر تنظیم هوا در دو مدل سقفی و دیواری ساخته میشود .
- **MUH** و **MUHS** بترتیب نامهای اختصاری یونیت هیتر با سیال آبگرم و بخار می باشد ، ظرفیت آنها از حداقل **18380 BTU/HR** تا **419500 BTU/HR** است.
- کویل حرارتی به صورت دو ردیفه از لوله مسی یا مانیسمان با فین پلیت یا اسپیرال آلومینیومی‌از ۸ الی ۱۰ فین در اینچ می‌باشد.

HORIZONTAL DISCHARGE UNIT HEATER CAPACITIES AND ENGINEERING DATA.

MODEL HP X RPM	CFM	HOT WATER (EWT 180 °F & EAT 60 °F)					STEAM , EAT, 60 °F			
		CAPACITY BTU/HR	GPM	T_{OA} °F	ΔT_W °F	PD_W FT.W	CAPACITY BTU/HR	STEAM PSIG	T_{OA} °F	CONDENSATE IBS/HR
MUH-28	280	18380	2	120	20	0.1	29550	5	157	30.8
		19720	2.7	125	15	0.19	33600	15	170	35.5
¼ X 950		21000	4.3	129	10	0.45	37900	30	185	41
MUH-55	550	35600	3.7	119	20	0.23	55000	5	152	57
		37800	5.2	123	15	0.43	62500	15	165	66
¼ X 950		40 000	8.2	127	10	1.0	70.000	30	178	76
MUH-100	1000	62000	6.4	117	20	0.47	89500	5	142	93
		65500	9	120	15	0.87	101500	15	153	107
¼ X 950		69000	14.2	124	10	2	114750	30	165	123
MUH-140	1400	80 000	8.2	112	20	0.76	112800	5	134	117
		84 600	11.6	115	15	1.42	128200	15	144	135
⅓ X 950		89000	18.3	119	10	3.3	144800	30	155	155
MUH-200	2000	125600	13	118	20	1.1	177330	5	142	185
		131500	18	120	15	2	201500	15	152	213
½ X 950		137600	28.3	123	10	4.5	227700	30	165	245
MUH-70	700	37840	4	110	20	0.38	56800	5	134	59
		40 000	5.5	113	15	0.73	64580	15	145	68
¼ X 1450		43000	9	117	10	1.7	73000	30	156	78
MUH-130	1300	76600	8	114	20	0.7	108000	5	137	112
		80 000	11	117	15	1.31	123000	15	147	130
½ X 1450		85000	17.5	120	10	3	139000	30	158	149
MUH-210	2100	129500	13.3	117	20	1.15	182400	5	140	190
		135700	18.6	119	15	2.1	207200	15	150	219
½ X 1450		142000	29.2	122	10	4.8	234200	30	162	252
MUH-300	3000	180 000	18.5	115	20	1.75	243600	5	135	254
		188000	26	117	15	3.2	276870	15	145	292
¾ X 1450		196000	40	120	10	7.2	313000	30	156	336
MUH-400	4000	240 000	24.5	115	20	2	326600	5	135	340
		250 000	34	117	15	4	371200	15	145	392
¾ X 1450		260 000	53.5	120	10	8.5	419500	30	156	450

EWT= entering water temperature, °F — T_{OA}= outlet air temperature °F — PDw= coil pressure drop, Ft.w (water side)

EAT= entering air temperature, °F — ΔT_W= water temperature drop °F

دفتر فروش : تهران ـ خیابان آزادی ـ تقاطع خوش ـ ساختمان ۴۳۹ ـ طبقه سوم ـ واحد ۱۵ ـ کدپستی ۱۴۵۷۹

تلفکس : ۶۴۳۱۸۴۲ ـ ۶۴۳۷۷۷۱ ۶۹۲۸۳۳۵

ARIA

شرکت آریا (عضوکارخانجات تولیدی مهر اصل)

Unit Condensers

Casing:

Casing for unit condensers is made of galvanized steel with electrostatic paint coating.

Fans:

Fans used in unit condonvers are made by ZIEHL-ABEGG. All fans are equipped with internal over load device according to IP 54. There are four models of fans, with diameters of (350-400-450-500 mm).

Coils:

Coils are tested at 30 Bar. All unit condensers are precharged with nitrogen gas to ensure leakage prevention and that refregerant circuit be free of humidity.Fin spacing 2.5, 2.82 mm and tube OD is 3/8" , 5/8" in staggered type.

Receiver tanks:

Receiver tanks are made of heavy steel pips with proportional thickness and volume according to unit condensing capacity.

بدنه :

بدنه یونیت کند انسورها از ورق ۱/۵ و ۲ میلیمتر گالوانیزه با پوشش رنگ الکترواستاتیک فور های باکیفیت طی ساخته شده که در مقابل شرایط مکانیکی دارای استحکام زیاد می باشد.

فن :

فن های یونیت کند انسورهای سری سکتور ساخت شرکت زیگلیک آلمان و از نوع تک فاز 50 Hz ، 220 v و External rotory و مجهز به Internal over load می باشد. حفاظ فن ها دارای IP 54 در اندازه های هم 350-400-450-500-550 میباشد.

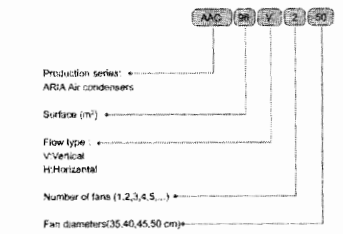
کویل :

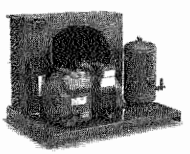
کویل یونیت کند انسورها با فین های مخصوص از جنس آلومینیم و لوله مسی 3/8" ، 5/8" Wieland انبطی باکرانیش مکانیکی انبسیط شده و تحت فشار 30 Bar 450 مورد تست قرار گرفته اند. فاصله بین فین ها در دو اندازه 2.5، 2.82 میلیمتر بوده و جهت جلوگیری از ورود رطوبت و امکان نشتی در حین حمل و انتقل حاوی گاز نیتروژن تحت فشار قرار دارند.

رسیور :

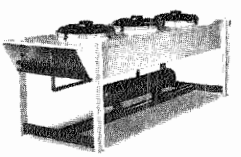
رسیور این یونیت کند انسورها از ورق های فولادی مستحکم با ضخامت کافی و با حجم متناسب با ظرفیت یونیت کند انسور طراحی و ساخته شده است.

MODEL KEYWORD





AAC "H"



AAC"V"

CORRECTION FACTOR TABLES:

DT correction factor (Table 1)

DT [°C]	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
f1	1.78	1.56	1.44	1.32	1.22	1.12	1.06	1	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75

Ambient temperature correction factor (Table 2)

Ta [°C]	10	15	20	25	30	35	40	50
f2	0.95	0.98	0.96	1	1.02	1.04	1.05	1.06

Refrigerant correction factor (Table 3)

R	R404A	R22	R502	R134a
f3	0.99	1	1.04	1.01

Altitude correction factor (Table 4)

h [m]	0	500	1000	1500	2000	2500	3000
f4	1	1.04	1.07	1.11	1.16	1.21	1.25

For Example: selection of suitable unit condenser model

نوع کمپرسور	4P-15.2 Bitzer			
ظرفیت کمپرسور	Qc = 21.45 kw			
دمای اواپراتور	Te = -10 °C			
دمای کند انسور	Tc = 50 °C	DT = (Tc - Ta) = 50 -35 = 15 °C	f1 = 1	(Table 1)
دمای محیط	Ta = 35 °C	.....	f2 = 1.04	(Table 2)
نوع مبرد	R22	.....	f3 = 1	(Table 3)
ارتفاع	h = 500 m	.....	f4 = 1.04	(Table 4)

از کاتالوگ کمپرسور: Pe = 9.91 kw

با توجه به فرمول یک: Qnc=(Q+Pe)x f1x f2x f3x f4= (21.45+9.91)x1x1.04x1x1.04= 33.9 kw

در نهایت با مراجعه به کاتالوگ، مدل **AAC-77H245** یونیت کند انسور مناسب انتخاب می شود.

SPECIFICATION DESIGN STANDARDS:

AAC-H and AAC-V unit condensers designed for following temperatures(given):

کند انسورهای سری AAC"V"،AAC"H" برای دماهای زیر طراحی شده اند.

MODEL	Tc [°C]	Ta [°C]	DT
AAC"H"	50	35	15
AAC"V"	40	25	15

Tc=Condensing temp. Ta=Ambient temp. DT=Tc-Ta

"UNIT CONDENSERS" SPECIFICATIONS:

مشخصات فنی یونیت کند انسورها:

MODEL	Fin Spacing [mm]	TUBE	FIN THICKNESS	FAN
AAC"H"	2.5	3/8"(staggered)	150-200 µ	Axial type 220v-50H
AAC"V"	2.82	5/8"(staggered)	150-200 µ	Axial type 220v-50H

Standards specifications which have been taken into design condition:

استانداردها و مشخصاتی که در طراحی مد نظر بوده است:

1) EUROVENT ENU 327.
2) ARI 365-94.

All unit condensers are corresponding to Global standard specificaobns.

یونیت کند انسورهای ساخته شده در این شرکت طبق استانداردهای جهانی مذکور طراحی و تولید شده است.

For other condition use the following formula.

برای شرایط غیر مذکور طراحی شده در این شرکت از فرمول زیر استفاده می شود. (روش محاسبه ظرفیت کند انسور)

فرمول یک: **Qnc = (Q+Pe) x f1 x f2 x f3 x f4**

Qnc = ظرفیت کند انسور (kw)
Q = ظرفیت سرمایی تبخیر (kw)
Pe = توان ناشی کمپرسور
f1 = ضریب تصحیح (Table 1)
f2 = Ta ضریب تصحیح (Table 2)
f3 = ضریب تصحیح مبرد (Table 3)
f4 = ضریب تصحیح ارتفاع (Table 4)

ARIA

شرکت آریا (عضوکارخانجات تولیدی مهر اصل)

Unit Condensers

AAC"V" UNIT CONDENSERS

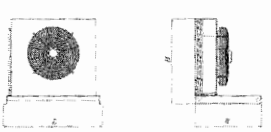
Model	Capacity (T = 15 k		Surface	Air circulation Fans		Dimensions			Coil			Receiver Tank		Weight
	KW	Kcal/h	m²	Air Flow m³/h	POWER (w) (1x4mm)	Length (L) mm	Width (W) mm	High (H) mm	Connections Dim (mm)	Block (mm)	Internal Volume (cm³)	Volume dm³	Connection dim	kg
AAC-05V150	7.9	6840	42.2	7950	1*500	1350	940	950	28	12	14.8	15.6	5/8"	98
AAC-08V250	12.7	10944	59.43	14100	2*500	1640	940	950	35	22	19.2	29.5	7/8"	105
AAC-10V300	16.1	13824	144.68	21150	3*500	1790	1080	1090	42	28	28.36	40	1 1/8"	273
AAC-12V400	19.3	16588	182.9	28200	4*500	2390	1040	1050	54	35	43.04	49.6	1 1/8"	375
AAC-21V550	26.4	22700	241.13	35250	5*500	2390	1040	1050	54	35	43.04	55.8	1 3/8"	332
AAC-28V650	33.6	28900	289.36	42300	6*500	3440	1040	1050	54	35	53.74	2*40	1 5/8"	460

AAC"H" UNIT CONDENSERS

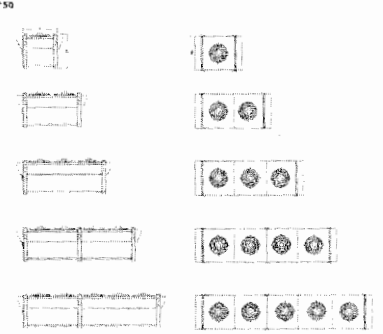
Model	Capacity (T = 15 k		Surface	Air circulation Fans		Dimensions			Coil			Receiver Tank		Weight
	KW	Kcal/h	m²	Air Flow m³/h	POWER (w) (1x4mm)	Length (L) mm	Width (W) mm	High (H) mm	Connections Dim (mm)	Block (mm)	Internal Volume (cm³)	Volume dm³	Connection dim	kg
AAC-04H126	3.8	3268	5.1	2900	1*500	650	460	490	12	10	3	3	1/2"	35
AAC-07H126	4.6	3975	7.35	2900	1*500	780	460	490	12	10	3.6	5.6	1/2"	48
AAC-10H126	5.7	4924	9.43	2900	1*500	780	460	490	12	10	3.6	5.6	1/2"	51
AAC-15H126	8.2	7085	13	4200	1*750	780	460	490	12	10	3.6	5.6	1/2"	51
AAC-15H138	7.5	6480	10.3	2900	1*750	780	460	490	12	10	4.85	7.8	1/2"	73
AAC-22H138	11	9504	15.2	4200	1*750	780	460	490	12	10	4.85	7.8	1/2"	73
AAC-30H146	15.4	13310	20.7	5650	1*750	1040	460	490	12	10	7.22	11.5	1/2"	94
AAC-40H146	19.2	16588	27.6	7450	1*750	1040	460	490	12	10	7.22	11.5	1/2"	94
AAC-45H246	23.1	20000	34	11300	2*750	1040	460	490	12	10	10.1	15	1/2"	114
AAC-60H246	27.4	23688	41	11300	2*750	1040	460	490	12	10	10.1	15	1/2"	114
AAC-71H246	34	29376	54.6	15050	2*750	1540	460	490	12	10	11.5	30	1/2"	165
AAC-110H350	46	41280	109	14100	2*750	1780	1040	1050	22	15	19.15	30	1/2"	190

DIMENSIONS:

- AAC"H"



- AAC"V"50



ARIA

REFRIGERATION MANUFACTURING GROUP

(Member of MEHR ASL Corporation)

HEAD OFFICE : No. 19 - ZOHREH St. - MOFATTEH Ave.
- TEHRAN - IRAN FAX : (0098-21) 8304147
TEL. : (0098-21) 8827535 , 8300756-7, 8300801, 8836562
FACTORY : SALIMI Industrial Zone - TABRIZ - IRAN
TEL : (0098-412) 4328301-4 FAX : (0098-412) 4328305
WWW.ARIA.WS E-Mail : ARIA@ARIA.WS

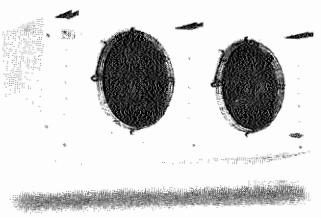
دفتر مرکزی: تهران – خیابان مفتح شمالی – خیابان زهره – شماره ۱۹۵
تلفن: ۸۸۳۶۵۶۲ – ۸۳۰۰۸۰۱ – ۷، ۸۳۰۰۷۵۶ – ۸۸۲۷۵۳۵، ۰۲۱
فاکس: ۸۳۰۴۱۴۷ – ۰۲۱
کارخانه: تبریز – شهرک صنعتی شهید سلیمی
تلفن: ۴ – ۴۳۲۸۳۰۱ – ۰۴۱۲ فاکس: ۴۳۲۸۳۰۵ – ۰۴۱۲

ARIA

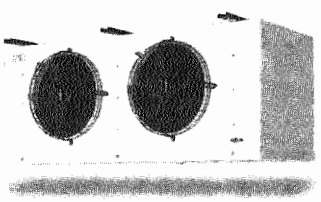
شرکت آریا(عضوکارخانجات تولیدی مهر اصل)

Unit Coolers

ACHT ******* , ACMT ******* , ACLT *******



ACGT ******* , ACQT *******



MODEL KEYWORD

ACMT 3 20 A 45 R E

Production series:
ACHT : 10 > Tr > 2 °C
ACMT : 2 >Tr > -10 °C
ACLT : -10 > Tr > -20 °C
ACGT : 10 > Tr > -10 °C
ACQT : 10 > Tr > -10 °C
(Tr= Room temperature)

Number of fans

Diameter of fans(cm)

Serial size
(A,B,C)

Fin spacing(mm)

Refrigerant connections side
R:Right
L:Left

Defrost system
A:Air
E:Electric
H:Hot gas
W:Hot Water

Industrial unit coolers are suitable for all application such as dairy products fruits meat , fish and frozen products and etc.They are also using HFC and HCFC refrigerants with nominal capacity from 1300 w to 84400 w.

CASING:
Made of galvanized steel with electrostatic paint coating which allows for easy cleaning.

FANS:
The unit cooler fans are single phase with internal thermal protection. The electric motors are classified in IP54



COIL:
In addition, there are four models, 350,400,450,500 mm ,impeller diameters.The coils are tested at 30 bar and all the unit coolers are rechargted with nitrogen gas to ensure prevention of leakage and humidity.

INDUSTRIAL UNIT COOLERS

ACHT Series:
For high room temperature: 2 - 10 °C
Fin spacing : 4.5 mm
Tube diameter: 3/8" With inline geometry

ACMT Series:
For medium room temperature (-10) - 2 °C
Fin spacing : 4.6 mm
Tube diameter: 5/8" With staggered geometry.

ACLT Series:
For low room temperature: (-20) - (-10) °C
Fin spacing : 7 mm
Tube diameter: 5/8" With inline geometry.

ACGT Series:
For room temperature (-10) & High R.H.
Fin spacing : 4.3 mm
Tube diameter: 5/8" With in geometry

ACQT Series:
For room temperature (-10) - 10 °C & Low R.H.
Fin spacing : 5 mm
Tube diameter: 5/8" With staggered geometry.

یونیت کولرهای سری AC را با توجه به شرایط فوق می‌توان در کارآیند محصولات لبنی، شکه‌داری میوه‌جات و انجماد مواد گوشتی و ریزیابی استفاده نمود یونیت کولرهای سری AC،HCT،ACMT،ACLT،ACQT،ACGT با دامنه ظرفیت 1300 w تا 84400 w ...کار با انواع مبردها کاربرد در شرایط متفاوت را ممکن می‌سازد.

- بدنه

بدنه یونیت کولرهای سری AC از ورق گالوانیزه با پوشش رنگ الکترواستاتیک پودری با کیفیت بالا ساخته شده که در مقابل ضربات مکانیکی دارای استحکام زیاد و مناسب برای محیط‌های بهداشتی می‌باشد.

- فن

فن یونیت کولر های سری AC با موتور 3 فاز دو قطب ساخت کشور آلمان از نوع تک فاز 220v-50Hz External rotors و Internal over load مجهز به حفاظ حرارتی با کلاس IP54 در اندازه‌های قطر 350،400،450،500 میلی متر نصب و مورد آزمایش قرار گرفته‌اند.

- کویل

کویل یونیت کولرهای سری AC با لوله‌های مخصوص از جنس آلیاژ مس و لوله مسی Welded گاز نشت شده و تحت فشار 450 Psi بمدت 30 دقیقه تست قرار گرفته‌اند و جهت جلوگیری از ورود رطوبت و امکان داشتن در حین حمل و نقل، حتوی گاز نیتروژن خشک می‌باشند.

Unit Coolers

Table2- CORRECTION FACTOR TABLES (FC) جدول ضرایب تصحیح

MODEL	DT1 [K]	Tr [°C] (Room Temperature) -35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15
L	5	0.52	0.53	0.54	0.56	0.58	0.59	0.61	0.65	0.73	0.75	0.76
	6	-	0.66	0.67	0.68	0.69	0.71	0.72	0.75	0.84	0.88	0.89
	7	-	-	0.80	0.81	0.82	0.84	0.86	0.90	1.01	1.03	1.04
	8	-	-	0.92	0.93	0.93	0.95	0.97	1.00	1.16	1.19	1.20
	9		-	1.03	1.03	1.05	1.07	1.10	1.15	1.25	1.34	1.35
	10	-	-	1.15	1.16	1.17	1.19	1.22	1.27	1.42	1.49	1.51
	11	-	-	-	1.31	1.31	1.32	1.36	1.41	1.57	1.66	1.67
	12	-	-	-	1.41	1.42	1.42	1.45	1.54	1.73	1.80	1.82
M	5	0.57	0.58	0.59	0.61	0.63	0.64	0.66	-	-	-	-
	6	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.76	0.77	-	-	-	-
	7	0.84	0.85	0.85	0.86	0.87	0.89	0.91	-	-	-	-
	8	0.96	0.97	0.98	0.99	1.01	1.03	1.04	-	-	-	-
	9	1.10	1.10	1.11	1.11	1.13	1.15	1.17	-	-	-	-
	10	1.23	1.23	1.24	1.25	1.27	1.29	1.29	-	-	-	-
	11	1.38	1.38	1.39	1.39	1.40	1.41	1.44	-	-	-	-
	12	1.48	1.48	1.49	1.49	1.50	1.50	1.55	-	-	-	-
G	5	0.486	0.488	0.491	0.493	0.495	0.499	0.503	0.509	0.808	-	-
	6	0.583	0.586	0.589	0.592	0.596	0.599	0.602	0.806	0.730	-	-
	7	0.681	0.684	0.688	0.691	0.695	0.700	0.704	0.707	0.851	-	-
	8	0.778	0.782	0.787	0.791	0.795	0.800	0.804	0.808	0.972	-	-
	9	0.876	0.881	0.885	0.890	0.895	0.900	0.905	0.908	1.081	-	-
	10	0.973	0.979	0.984	0.990	0.995	1.000	1.005	1.011	1.215	-	-
	11	1.071	1.077	1.083	1.089	1.095	1.100	1.106	1.112	1.337	-	-
	12	1.168	1.175	1.181	1.188	1.194	1.200	1.206	1.213	1.458	-	-
Q	5	0.486	0.488	0.490	0.492	0.495	0.497	0.499	0.501	0.603	-	-
	6	0.584	0.587	0.590	0.592	0.595	0.597	0.599	0.602	0.725	-	-
	7	0.681	0.684	0.688	0.691	0.694	0.697	0.700	1.703	0.856	-	-
	8	0.779	0.782	0.786	0.790	0.793	0.798	0.800	1.804	0.977	-	-
	9	0.876	0.880	0.884	0.888	0.893	0.897	0.902	1.904	1.097	-	-
	10	0.973	0.978	0.983	0.987	0.993	0.997	1.00	1.005	1.218	-	-
	11	1.071	1.078	1.081	1.086	1.092	1.097	1.103	1.109	1.333		
	12	1.169	1.174	1.180	1.185	1.190	1.197	1.203	1.208	1.450	-	-

DT1 = Room temp. – Evaporator temp.

UNIT COOLER SELECTION

The nominal capacities Qn refated to standard rondition SC2 in accordance with ENV328'

DT1 = room temperature – evaporating tempreture = 8 k

Tr=0 °C with relative humidity 85% and evaporating tempreature Te= -8 °C with R22 refrigerant.

روش محاسباتی با استفاده از جدول:

ظرفیت اسمی اواپراتورهای سری بر اساس استاندارد برروی (ENV328)با شرایط ***DT1 = 8 k*** ـ دمای اتاق – دمای اواپراتور با رطوبت نسبی 85% و دمای اواپراتور برابر با°C -8 با مبرد فریونی R22 طراحی و تعیین شده اند . برای سایر شرایط میتوان از جدول Table: 1 استفاده کرد.

Table1: ENV 328 STANDARD CONDITIONS:

Standard condition	Room tempreture	Evaporating tempreture	RH %	QN/QST
SC1	10	0	85	1.39
SC2	0	-8	85	1.15
SC3	-18	-25	95	1.05
SC4	-25	-31	95	1.00

For selecting suitable unit coolers there are two methods One using this TABLE 2(H,M,L,G,Q) and the other using chart.

برای سایر شرایط میتوان از جدول TABLE 4 استفاده کرد.

Table2- CORRECTION FACTOR TABLES (FC) جدول ضرایب تصحیح

MODEL	DT1 [°K]	Tr [°C] (Room Temperature) -35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15
H	5	-	-	-	-	-	0.42	0.44	0.48	0.56	0.58	0.59
	6	-	-	-	-	-	0.54	0.56	0.59	0.69	0.71	0.72
	7	-	-	-	-	-	0.67	0.69	0.73	0.84	0.86	0.87
	8	-	-	-	-	-	0.78	0.80	0.83	0.99	1.02	1.03
	9	-	-	-	-	-	0.90	0.93	0.98	1.11	1.17	1.19
	10	-	-	-	-	-	1.02	1.05	1.11	1.25	1.33	1.34
	11	-	-	-	-	-	1.16	1.18	1.25	1.40	1.50	1.50
	12	-	-	-	-	-	1.25	1.28	1.38	1.56	1.64	1.65

continue...

Example:

- Required capacity Qr = 21 kw
- Room temperature Tr = -5 °C
- Difference temperature DT1 = 7 k
- Refrigerant R22
- Relative humidity R.H=85%

If in TABLE 2(M) & TABLE 5 the correction factors are For 0.86 & Fr=1.00, the nominal capacity will be: 21/ (0.86x1.00) = 24.4 kw
The corresponding model is ACMT345A4.6

مثال:

- ظرفیت مورد نیاز Qr = 21 kw
- دمای اتاق Tr = -5 °C
- رطوبت نسبی اتاق (H.R)= 85%
- اختلاف دمای اتاق با دمای اواپراتور DT1 = 7 k
- نوع مبرد R22

پیدا میکنیم بنابراین با استفاده از رابطه (۱) ظرفیت اسمی یرابر ACMT345A4.6 از سری ACMT اواپراتور انتخاب میشود. با توجه به دمای اتاق مدل For 0.86 و Fr=1.00 ضرایب تصحیح را به مقدار Table 5 و Table 2(M) از جدول 21 / (0.86x1.00) = 24.4 kw تعیین میشود.

A unit cooler with defrost is necessary if the room temperature is lower than shown in (Table 3) for each function of DT1:

در صورتیکه دمای اتاق پایین تر از ارقام جدول باشد بهتر است اواپراتور با رویش مناسب به کار گرفته شود.

Table 3

Tr [°C]	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
DT1 [K]	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0

Temperature and working DT1 define the room relative humidity conditions.

At positive room temperature, DT1 has an influence on the relative humidity (R.H) according to the following (Table 4)

ارقام جداول و تغییر دما و رطوبت نسبی مناسب را نشان می دهد.

Table 4

DT1 [K]	5	6	7	8	9	10	11
DT1 [K]	93	89	85	82	79	76	73

برای انتخاب اواپراتور مناسب، با توجه به شرایط دمای اتاق و نوع مبرد، ضرایبرا از جداول تعیین میکنیم. سپس ظرفیت مورد نیاز را بر ضرایب مذکور تقسیم میکنیم تا ظرفیت مدنظر برآورد شود و با توجه به کاربری مبرد اواپراتورها جدل مناسب را تعیین میکنیم.

DT1= Room temp. – Evaporator temp.

رابطه (۱) ظرفیت اسمی = ***QN*** ظرفیت مورد نیاز ***QR*** / (ضریب تصحیح مبرد ***FR*** X ضریب تصحیح ***FC***)

Table 5 - REFRIGERANT CORRECTION FACTOR

ENV328 EUROVENT	Refrigerant R22	R134a	R404A
SC1	1.00	1.00	1.12
SC2	1.00	0.94	1.00
SC3	1.00	0.82	1.03

Unit Coolers

HIGH Temperature Unit Coolers

Fin spacing 4.6 mm

Model	Capacity (kw)			Coil		Air circulation		Fans			Dimensions				Connections			Weight	Defrost Heaters
	Number			Surface	Volume	Air Flow	Throw	Motors	Length	Width	High	D	DI	DO	Inlet	Outlet		
	Normal	SC	Medium	m²	dm³	m³/h	m	Kw(230v)	mm	mm	mm	mm	mm	in	in (Ø)	in (Ø)		kg	Kw
ACH1154A4-S	0.5	4.2	3.8	4.4	0.33	2200	20	0.32	1395	503	600	750	-	1"	1/2"	7/8"		24	-
ACH1144A4-S	0.8	7.3	6.5	6.1	0.57	3900	25	0.57	1645	503	805	750	-	1"	1/2"	7/8"		27	-
ACH1254A4-S	1.0	8.7	7.8	7.7	0.69	4800	25	0.69	1895	503	805	1380	665	1 1/4"	1/2"	1 1/8"		150	-
ACH1354A4-S	1.2	10.1	9.1	9.3	0.81	5700	25	1.24	2145	503	805	1530	790	1 1/4"	3/4"	1 1/8"		160	-
ACH1354A4-S	1.5	12.6	11.3	11.5	1.01	7100	28	1.24	2145	503	805	1530	790	1 1/4"	3/4"	1 1/8"		163	-
ACH1354B4-S	1.7	14.2	12.8	13.0	1.14	8000	28	1.24	2145	503	805	1530	790	1 1/4"	3/4"	1 1/8"		165	-
ACH1354A4-S	2.0	17.0	15.3	15.5	1.36	9600	28	2.39	2645	503	805	2280	1165	1"	7/8"	1 3/8"		198	-
ACH1354A4-S	2.3	19.5	17.6	17.8	1.56	11000	28	1.71	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		204	-
ACH1354A4-S	2.6	22.1	19.9	20.1	1.77	12500	28	2.56	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		222	-
ACH1354A4-S	3.0	25.4	22.9	23.0	2.03	14300	28	2.56	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		228	-
ACH1354A4-S	3.3	28.0	25.2	25.4	2.24	15800	28	2.56	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		238	-
ACH1354A4-S	3.6	30.5	27.5	27.6	2.44	17200	28	2.56	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		248	-
ACH1354A4-S	4.0	33.9	30.5	30.7	2.71	19100	28	2.56	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		258	-
ACH1354A4-S	4.3	36.4	32.8	33.0	2.91	20500	28	4.00	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		268	-
ACH1354A4-S	4.6	39.0	35.1	35.3	3.12	22000	28	4.00	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		278	-
ACH1354A4-S	5.0	42.4	38.2	38.4	3.39	23900	28	4.00	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		288	-
ACH1354A4-S	5.3	44.9	40.4	40.7	3.59	25300	28	4.00	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		298	-
ACH1354A4-S	5.6	47.5	42.7	43.0	3.80	26800	28	4.00	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		308	-
ACH1354A4-S	6.0	50.9	45.8	46.0	4.06	28700	28	4.00	2435	503	805	2070	1165	1"	7/8"	1 3/8"		318	-

DIMENSIONS :

LOW Temperature Unit Coolers

Fin spacing 7 mm

Model	Capacity (kw)			Coil		Air circulation		Fans			Dimensions				Connections			Weight	Defrost Heaters
	Number			Surface	Volume	Air Flow	Throw	Motors	Length	Width	High	D	DI	DO	Inlet	Outlet		
	Normal	SC	Medium	m²	dm³	m³/h	m	Kw(230v)	mm	mm	mm	mm	mm	in	in (Ø)	in (Ø)		kg	Kw
ACL1154A7	1.3	1.8	1.6	10.3	3.5	2750	15	0.2	902	503	600	630	-	1"	1/2"	7/8"		44	6.3
ACL1144A7	1.7	2.5	2.2	13.7	4.7	3700	15	0.2	1152	503	600	630	-	1"	1/2"	7/8"		51	6.3
ACL1254A7	2.0	2.8	2.5	17.1	5.9	4600	20	0.32	1402	503	600	630	-	1"	1/2"	1 1/8"		51	6.3
ACL1354A7	2.3	3.2	2.9	20.5	6.9	5500	20	0.32	1652	503	600	630	-	1"	1/2"	1 1/8"		51	6.3
ACL1354A7	3.3	4.6	4.1	28.1	9.5	7550	15	0.4	2150	503	600	630	425	1"	1/2"	1 1/8"		70	9.0
ACL2364A7	4.0	5.6	5.0	34.9	11.8	9400	20	0.64	2150	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		91	12.0
ACL2364A7	4.8	6.7	6.0	41.8	14.1	11200	20	0.64	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	5.1	7.1	6.4	44.3	15.0	11900	20	0.64	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	5.7	8.0	7.2	49.8	16.9	13400	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	6.6	9.1	8.2	57.1	19.4	15400	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	7.5	10.3	9.3	64.4	21.8	17300	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	8.1	11.3	10.2	70.4	23.9	18900	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	8.8	12.3	11.1	76.4	25.9	20500	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	9.5	13.2	12.0	82.4	27.9	22100	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	10.1	14.1	12.8	87.9	29.8	23600	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	10.8	15.1	13.7	93.9	31.8	25200	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	11.5	16.1	14.6	99.9	33.8	26900	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	12.2	17.0	15.4	105.4	35.7	28400	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	13.0	18.1	16.4	112.4	38.1	30300	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	13.7	19.1	17.3	118.4	40.1	31900	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	14.4	20.1	18.2	124.4	42.1	33500	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	15.1	21.1	19.1	130.4	44.2	35200	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	15.8	22.1	20.0	136.4	46.2	36800	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	16.5	23.1	20.9	142.4	48.2	38400	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	17.2	24.1	21.8	148.4	50.2	40000	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	17.9	25.1	22.7	154.4	52.2	41700	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	18.6	26.1	23.6	160.4	54.2	43300	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2
ACL2364A7	19.3	27.1	24.5	166.4	56.2	44900	20	1.28	2650	503	600	1530	665	1 1/4"	1/2"	1 3/8"		92	14.2

MEDIUM Temperature Unit Coolers

Fin spacing 4.6 mm

Model	Capacity (kw)			Coil		Air circulation		Fans			Dimensions				Connections			Weight	Defrost Heaters
	Number			Surface	Volume	Air Flow	Throw	Motors	Length	Width	High	D	DI	DO	Inlet	Outlet		
	Normal	SC	Medium	m²	dm³	m³/h	m	Kw(230v)	mm	mm	mm	mm	mm	in	in (Ø)	in (Ø)		kg	Kw
ACM1154A4-S	0.7	3.9	3.2	5.6	1.8	1550	16	0.1	902	503	600	630	-	1"	1/2"	7/8"		31	3.0
ACM1144A4-S	0.9	4.9	4.0	7.0	2.3	1950	16	0.22	1152	503	600	630	-	1"	1/2"	7/8"		41	3.6
ACM1154A4-S	1.2	6.5	5.3	9.3	3.0	2600	20	0.32	1402	503	600	630	-	1"	1/2"	7/8"		46	3.6
ACM1154A4-S	1.4	7.7	6.3	11.0	3.6	3100	20	0.64	1652	503	600	630	-	1"	1/2"	7/8"		51	7.5
ACM1254A4-S	1.6	8.8	7.2	12.5	4.1	3500	20	0.64	1652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	9.0
ACM1254A4-S	1.9	10.4	8.5	14.8	4.8	4200	20	0.64	1902	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	9.0
ACM1254A4-S	2.2	12.1	9.9	17.2	5.6	4900	20	0.64	2152	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	9.0
ACM1254A4-S	2.4	13.2	10.8	18.8	6.1	5300	20	1.28	2402	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	2.6	14.4	11.8	20.5	6.7	5800	20	1.28	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	2.9	15.7	12.8	22.3	7.2	6300	20	1.28	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	3.2	17.4	14.2	24.8	8.0	7000	20	1.28	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	3.4	18.5	15.1	26.3	8.5	7400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	3.6	19.6	16.0	27.9	9.0	7900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	3.9	21.1	17.2	29.9	9.7	8500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	4.1	22.2	18.1	31.5	10.2	8900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	4.3	23.3	19.0	33.1	10.7	9400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	4.5	24.4	19.9	34.7	11.2	9800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	4.7	25.5	20.8	36.2	11.7	10200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	4.9	26.6	21.7	37.8	12.2	10700	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	5.1	27.7	22.6	39.4	12.7	11100	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	5.3	28.8	23.5	40.9	13.2	11500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	5.5	29.9	24.4	42.5	13.7	11900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	5.7	31.0	25.3	44.1	14.2	12400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	5.9	32.1	26.2	45.6	14.7	12800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	6.1	33.2	27.1	47.2	15.2	13200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	6.3	34.3	28.0	48.8	15.7	13700	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	6.5	35.4	28.9	50.3	16.2	14100	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	6.7	36.5	29.8	51.9	16.7	14500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	6.9	37.6	30.7	53.5	17.2	14900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	7.1	38.7	31.6	55.0	17.7	15400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	7.3	39.8	32.5	56.6	18.2	15800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	7.5	40.9	33.4	58.2	18.7	16200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	7.7	42.0	34.3	59.7	19.2	16600	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	7.9	43.1	35.2	61.3	19.7	17100	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	8.1	44.2	36.1	62.9	20.2	17500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	8.3	45.3	37.0	64.4	20.7	17900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	8.5	46.4	37.9	66.0	21.2	18400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	8.7	47.5	38.8	67.6	21.7	18800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	8.9	48.6	39.7	69.1	22.2	19200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	9.1	49.7	40.6	70.7	22.7	19700	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	9.3	50.8	41.5	72.3	23.2	20100	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	9.5	51.9	42.4	73.8	23.7	20500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	9.7	53.0	43.3	75.4	24.2	20900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	9.9	54.1	44.2	77.0	24.7	21400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	10.1	55.2	45.1	78.5	25.2	21800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	10.3	56.3	46.0	80.1	25.7	22200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	10.5	57.4	46.9	81.7	26.2	22600	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	10.7	58.5	47.8	83.2	26.7	23000	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	10.9	59.6	48.7	84.8	27.2	23500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	11.1	60.7	49.6	86.4	27.7	23900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	11.3	61.8	50.5	87.9	28.2	24300	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	11.5	62.9	51.4	89.5	28.7	24800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	11.7	64.0	52.3	91.1	29.2	25200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	11.9	65.1	53.2	92.6	29.7	25600	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	12.1	66.2	54.1	94.2	30.2	26000	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	12.3	67.3	55.0	95.8	30.7	26500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	12.5	68.4	55.9	97.3	31.2	26900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	12.7	69.5	56.8	98.9	31.7	27300	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	12.9	70.6	57.7	100.5	32.2	27700	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	13.1	71.7	58.6	102.0	32.7	28200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	13.3	72.8	59.5	103.6	33.2	28600	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	13.5	73.9	60.4	105.2	33.7	29000	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	13.7	75.0	61.3	106.7	34.2	29400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	13.9	76.1	62.2	108.3	34.7	29900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	14.1	77.2	63.1	109.9	35.2	30300	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	14.3	78.3	64.0	111.4	35.7	30700	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	14.5	79.4	64.9	113.0	36.2	31100	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	14.7	80.5	65.8	114.6	36.7	31600	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	14.9	81.6	66.7	116.1	37.2	32000	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	15.1	82.7	67.6	117.7	37.7	32400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	15.3	83.8	68.5	119.3	38.2	32800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	15.5	84.9	69.4	120.8	38.7	33300	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	15.7	86.0	70.3	122.4	39.2	33700	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	15.9	87.1	71.2	124.0	39.7	34100	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	16.1	88.2	72.1	125.5	40.2	34500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	16.3	89.3	73.0	127.1	40.7	35000	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	16.5	90.4	73.9	128.7	41.2	35400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	16.7	91.5	74.8	130.2	41.7	35800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	16.9	92.6	75.7	131.8	42.2	36200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	17.1	93.7	76.6	133.4	42.7	36700	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	17.3	94.8	77.5	134.9	43.2	37100	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	17.5	95.9	78.4	136.5	43.7	37500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	17.7	97.0	79.3	138.1	44.2	37900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	17.9	98.1	80.2	139.6	44.7	38400	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	18.1	99.2	81.1	141.2	45.2	38800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	18.3	100.3	82.0	142.8	45.7	39200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	18.5	101.4	82.9	144.3	46.2	39600	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	18.7	102.5	83.8	145.9	46.7	40100	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	18.9	103.6	84.7	147.5	47.2	40500	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	19.1	104.7	85.6	149.0	47.7	40900	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	19.3	105.8	86.5	150.6	48.2	41300	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	19.5	106.9	87.4	152.2	48.7	41800	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	19.7	108.0	88.3	153.7	49.2	42200	20	1.71	2652	503	600	1530	290	1"	1/2"	1 1/8"		129	10.8
ACM1354A4-S	19.9

ARIA

شرکت آریا (عضوکارخانجات تولیدی مهر اصل)

Unit Coolers

Q Temperature Unit Coolers

Fin spacing 5 mm

Model	Capacity		Coil		Air circulation		Fans		Dimensions				Connections		Weight	Defrost Heaters
			Surface	Volume internal	Air Flow	Throw	Motors		Length	Width	Height	D	Inlet	Outlet		
	KW	Kcal/hr	m²	dm³	m³/h	m	n°x mm	Kw(220V)	mm	mm	mm	mm	in (Ø)	in (Ø)	Kg	Kw
ACQT1304A3	4.0	3440	14.1	3.1	2750	16	1*350	0.2	1010	565	665		1/2"	7/8"	40	4.5
ACQT1604A3	5.5	4730	20.3	4.5	4040	20	1*400	0.2	1360	565	790		1"	1 1/8"	57	6.0
ACQT2004A3	7.0	6020	25.8	5.8	5600	22	2*350	0.4	1715	570	880	425	1 1/4	1 1/8	76	8.0
ACQT2504A3	9.2	7910	34.0	7.6	7450	26	2*400	0.4	2115	565	1115	500	1 1/4	1 1/8	92	8.0
ACQT1304A4	4.0	3440	14.1	3.1	2750	16	1*350	0.2	1010	565	665		1/2"	7/8"	40	4.5
ACQT1604A4	5.5	4730	20.3	4.5	4040	20	1*400	0.2	1360	565	790		1"	1 1/8"	57	6.0
ACQT2004A4	7.0	6020	25.8	5.8	5600	22	2*350	0.4	1715	570	880	425	1 1/4	1 1/8	76	8.0
ACQT2504A4	9.2	7910	34.0	7.6	7450	26	2*400	0.4	2115	565	1115	500	1 1/4	1 1/8	92	8.0
ACQT1304A3-3	4.0	3440	14.1	3.1	2750	16	1*350	0.2	1010	565	665		1/2"	7/8"	40	4.5
ACQT1604A3-3	5.5	4730	20.3	4.5	4040	20	1*400	0.2	1360	565	790		1"	1 1/8"	57	6.0
ACQT2004A3-3	7.0	6020	25.8	5.8	5600	22	2*350	0.4	1715	570	880	425	1 1/4	1 1/8	76	8.0
ACQT2504A3-3	9.2	7910	34.0	7.6	7450	26	2*400	0.4	2115	565	1115	500	1 1/4	1 1/8	92	8.0
ACQT1304A4-3	4.0	3440	14.1	3.1	2750	16	1*350	0.2	1010	565	665		1/2"	7/8"	40	4.5
ACQT1604A4-3	5.5	4730	20.3	4.5	4040	20	1*400	0.2	1360	565	790		1"	1 1/8"	57	6.0
ACQT2004A4-3	7.0	6020	25.8	5.8	5600	22	2*350	0.4	1715	570	880	425	1 1/4	1 1/8	76	8.0
ACQT2504A4-3	9.2	7910	34.0	7.6	7450	26	2*400	0.4	2115	565	1115	500	1 1/4	1 1/8	92	8.0

GENERAL Temperature Unit Coolers

Fin spacing 4.3 mm

Model	Capacity		Coil		Air circulation		Fans		Dimensions				Connections		Weight	Defrost Heaters
			Surface	Volume internal	Air Flow	Throw	Motors		Length	Width	Height	D	Inlet	Outlet		
	KW	Kcal/hr	m²	dm³	m³/h	m	n°x mm	Kw(220V)	mm	mm	mm	mm	in (Ø)	in (Ø)	Kg	Kw
ACQT1304A3	4.0	3440	14.1	3.1	2750	16	1*350	0.2	1010	565	665		1/2"	7/8"	40	4.5
ACQT1604A3	5.5	4730	20.3	4.5	4040	20	1*400	0.2	1360	565	790		1"	1 1/8"	57	6.0
ACQT2004A3	7.0	6020	25.8	5.8	5600	22	2*350	0.4	1715	570	880	425	1 1/4	1 1/8	76	8.0
ACQT2504A3	9.2	7910	34.0	7.6	7450	26	2*400	0.4	2115	565	1115	500	1 1/4	1 1/8	92	8.0
ACQT1304A4	4.0	3440	14.1	3.1	2750	16	1*350	0.2	1010	565	665		1/2"	7/8"	40	4.5
ACQT1604A4	5.5	4730	20.3	4.5	4040	20	1*400	0.2	1360	565	790		1"	1 1/8"	57	6.0
ACQT2004A4	7.0	6020	25.8	5.8	5600	22	2*350	0.4	1715	570	880	425	1 1/4	1 1/8	76	8.0
ACQT2504A4	9.2	7910	34.0	7.6	7450	26	2*400	0.4	2115	565	1115	500	1 1/4	1 1/8	92	8.0
ACQT1304A3-3	4.0	3440	14.1	3.1	2750	16	1*350	0.2	1010	565	665		1/2"	7/8"	40	4.5
ACQT1604A3-3	5.5	4730	20.3	4.5	4040	20	1*400	0.2	1360	565	790		1"	1 1/8"	57	6.0
ACQT2004A3-3	7.0	6020	25.8	5.8	5600	22	2*350	0.4	1715	570	880	425	1 1/4	1 1/8	76	8.0
ACQT2504A3-3	9.2	7910	34.0	7.6	7450	26	2*400	0.4	2115	565	1115	500	1 1/4	1 1/8	92	8.0
ACQT1304A4-3	4.0	3440	14.1	3.1	2750	16	1*350	0.2	1010	565	665		1/2"	7/8"	40	4.5
ACQT1604A4-3	5.5	4730	20.3	4.5	4040	20	1*400	0.2	1360	565	790		1"	1 1/8"	57	6.0
ACQT2004A4-3	7.0	6020	25.8	5.8	5600	22	2*350	0.4	1715	570	880	425	1 1/4	1 1/8	76	8.0
ACQT2504A4-3	9.2	7910	34.0	7.6	7450	26	2*400	0.4	2115	565	1115	500	1 1/4	1 1/8	92	8.0

DEFROST HEATERS WIRING :

DIAGRAM OF FANS TERMINAL

لوله و اتصالات چدنی فاضلاب ساخت شرکت ایرفو



لوله و اتصالات چدنی فاضلابی



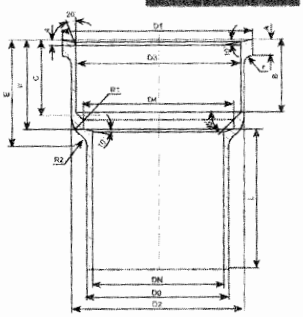


TOLERANCES LENGTH	TOLERANCES FOR WEIGHTS IS:±10%
±20(mm) لوله‌ها	قطعاتیکه جرم آنها بیشتر از جرم معمول باشد به شرطی پذیرفته می‌شود که در تمام موارد دیگر مطابق شرایط ذکر شده در این استاندارد باشند.
±10(mm) اتصالات	

TOLERANCES						
200	150	125	100	75	50	DN (mm)
±4	±3	±3.5	±3.5	±3	±3	DO (mm)
±3	±3	±3	±3	±3	±3	D3 (mm)
+15 -10	+15 -10	+15 -10	+15 -10	+15 -10	+15 -10	P (mm)

WEIGHT(kg)					
2	1	0.5	0.25	0.15	LENGTH (mm) DN
13.8	7.4	4.3	2.7	2.1	75
21	11.2	6.5	4.1	3.2	100
29.3	15.9	9.3	6	4.6	125
38.5	21	12	7.6	5.8	150
61.2	32.7	18.5	11.5	8.5	200

Thickness	DN (mm)	D0 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	E (mm)	P (mm)	r (mm)	R1 (mm)	R2 (mm)
3.5	75	82	117	109	99	90	11	53	56	80	65	7	18	9
4	100	108	146	137	126	116	12	57	59	87	70	7	21	10
4.5	125	134	174	164	152	142	12	59	61	87	70	7	21	10
5	150	160	203	192	179	169	14	61	64	94	75	8	22	11
6	200	212	257	247	232	220	14	64	69	99	80	9	22	11

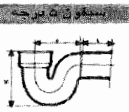


چهارراه ۹۰ درجه



Diameter		mm				Weight
inch	mm×mm	L	A	B	C	(kg)
3x3	75x75	210	43	147	55	4.8
3x3	75x75	255	55	200	55	6
4x2	100x50	181	38	143	61	6.2
4x3	100x75	215	50	165	80	7.2
4x4	100x100	235	56	169	66	8.1
5x4	125x100	235	65	169	66	8.5
5x5	125x125	275	88	195	80	11.5
6x4	150x100	255	68	187	80	12.5
6x6	150x150	310	93	217	93	16.8

زانویی ۹۰ درجه



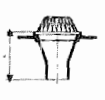
Diameter		mm				Weight
in	mm	O	H	L		(kg)
3	75	134	102	100	5	
4	100	174	140	125	9	

زانویی ۴۵ درجه



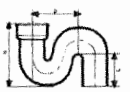
Diameter		mm			Weight
in	mm	A	B	C	(kg)
3	75	50	100	7.5	
4	100	40	135	4	
5	125	45	140	5.5	
6	150	50	190	12	
8	200	80	220	14	

سه‌راهی ۹۰ درجه



Diameter		mm					Weight
inch	mm×mm	L	A	B	C	D	(kg)
3x2	75x50	210	43	147	55	75	4.2
3x3	75x75	255	55	200	55	75	5.1
4x2	100x50	210	112	98	122	100	5.2
4x3	100x75	272	132	140	140	100	7.5
4x4	100x100	285	148	137	148	100	8.6
5x5	125x125	285	148	137	148	125	9.5
6x4	150x100	295	177	118	187	150	14
6x6	150x150	365	212	153	212	150	22.2

سیفون ۹۰ درجه



Diameter		mm				Weight
in	mm	O	H	L		(kg)
3	75	134	162	150	6	
4	100	174	210	170	10	

کلاف شیون



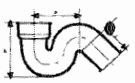
Diameter		mm			Weight
in	mm	O	H	L	(kg)
4	100	166	215	120	7.1

زانویی ۹۰ درجه



Diameter		mm			Weight
in	mm	A	B		(kg)
3	75	55	125		2.6
4	100	70	170		4.7
5	125	100	180		6
6	150	119	217		9.5
8	200	166	283		20

سیفون ۴۵ درجه



Diameter		mm			Weight
in	mm	O	H	L	(kg)
3	75	132	107	171	6
4	100	193	209	121	9.5

زانویی ۴۵ درجه

Diameter		mm			Weight
in	mm	A	B	C	(kg)
3	75	50	100	7.5	
4	100	40	135	4	
5	125	45	140	5.5	
6	150	50	190	12	
8	200	80	220	14	

زانویی دوشم



Diameter		mm				Weight
in	mm	L	L1	R1	R2	(kg)
3	75	280	20	55	75	5.5
4	100	300	25	70	90	8.5
5	125	330	27	82	102	13
6	150	365	30	95	115	20
8	200	435	35	121	140	36

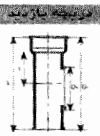
زانویی ۹۰ درجه

Diameter		mm			Weight
in	mm	A	B		(kg)
3	75	55	125		2.6
4	100	70	170		4.7
5	125	100	180		6
6	150	119	217		9.5
8	200	166	283		20

زانویی ۴۵ درجه

Diameter		mm			Weight
in	mm	A	B		(kg)
3	75	50	100		7.5
4	100	40	135		4
5	125	45	140		5.5
6	150	50	190		12
8	200	80	220		14

دریچه بازدید



Diameter		mm				Weight
in	mm	D1	D2	L		(kg)
3	75	110	140	160	262	4.8
4	100	160	200	130	335	9
5	125	179	186	120	335	12.5
6	150	152	215	135	375	17.1
8	200	200	267	175	500	27.8

پوشش ساده

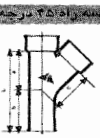


Diameter		L	Weight
in	mm	mm	(kg)
3	75	60	4
4	100	75	4.5
5	125	88	6
6	150	98	9.3

سرناو داخلی

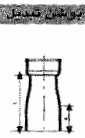
Diameter		L	Weight
in	mm	mm	(kg)
3	75	210	6
4	100	220	6.5
6	150	255	11

سه‌راه ۴۵ درجه



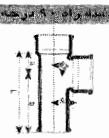
Diameter		mm				Weight
inch	mm×mm	L	A	B	C	(kg)
3x2	75x50	185	80	95	100	3.5
3x3	75x75	226	120	105	115	4.5
4x2	100x50	210	112	98	122	5.2
4x3	100x75	272	132	140	140	6.3
4x4	100x100	265	146	120	145	7
5x2	125x50	213	126	87	142	6
5x3	125x75	271	120	151	147	7.3
5x4	125x100	290	160	120	169	8.5
5x5	125x125	327	182	145	182	10
6x2	150x50	242	171	79	183	9.5
6x3	150x75	282	117	175	185	9
6x4	150x100	313	178	135	198	12.5
6x5	150x125	330	195	135	200	12.8
6x6	150x150	368	212	153	212	14.5
8x4	200x100	347	220	127	233	17.5
8x5	200x125	374	236	138	253	18.7
8x6	200x150	415	245	170	250	20.8
8x8	200x200	478	267	191	284	24

پوشش تبدیل



Diameter		mm		Weight
inch	mm×mm	L	A	(kg)
3x2	75x50	170	75	2.2
4x2	100x50	170	75	2.7
4x3	100x75	172	77	3.1
5x2	125x50	190	80	3.3
5x3	125x75	190	85	4.1
5x4	125x100	190	85	5
6x2	150x50	195	90	4.6
6x3	150x75	195	90	5
6x4	150x100	195	90	5.2
6x5	150x125	195	90	6
8x4	200x100	220	90	9
8x5	200x125	220	90	8.5
8x6	200x150	200	90	9.1

سه‌راه ۹۰ درجه



Diameter		mm				Weight
inch	mm×mm	L	A	B	C	(kg)
3x2	75x50	210	43	157	55	3.2
3x3	75x75	219	43	176	80	3.3
4x2	100x50	181	38	143	61	4.6
4x3	100x75	215	50	165	80	6
4x4	100x100	235	56	169	66	6.8
5x2	125x50	193	40	153	76	5.2
5x3	125x75	240	47	193	95	7
5x4	125x100	245	66	179	78	7.8
5x5	125x125	275	80	195	80	8.4
6x2	150x50	224	37	197	102	7.7
6x3	150x75	246	45	201	92	9
6x4	150x100	256	68	187	90	9.7
6x5	150x125	280	80	200	90	10.5
6x6	150x150	310	93	217	93	11.5
8x4	200x100	288	51	237	102	17.5
8x5	200x125	340	87	253	130	18.6
8x6	200x150	370	110	260	135	20
8x8	200x200	410	135	275	135	23

IRFU

فصل پنجم

طرح و محاسبهٔ سیستم لوله کشی آب و فاضلاب ساختمان

پیش‌بینی وسایل بهداشتی مناسب و کافی، توزیع صحیح آب و دفع فاضلاب همواره از مسائل بسیار حائز اهمیت در معماری ساختمانها می‌باشند که در صورت عدم کفایت می‌توانند مشکلات فراوانی برای ساکنین آنها پدید آورند. در این فصل با چگونگی طراحی صحیح و محاسبات شبکهٔ لوله کشی آب و فاضلاب ساختمان آشنا خواهیم شد.

۱ ــ سیستم آبرسانی ساختمان:

اولین قدم در راه آبرسانی ساختمانها، تأمین آب سالم و بهداشتی است. آب مصرفی ساختمان ممکن است از آب لوله کشی شهر، چاه، قنات و یا رودخانه تأمین شود. کنترل کیفیت آب از نظر املاح محلول، رنگ، بو و مزه و باکتریهای موجود در آن از لحاظ بهداشتی واجد اهمیت حیاتی است. این مهم در مورد آب شهر توسط سازمانهای ذیربط متداوماً انجام می‌پذیرد، ولی در صورتیکه آب مصرفی ساختمان بطور اختصاصی از منابعی نظیر چاه، قنات و رودخانه تأمین شود، باید قبلاً ویژگیهای آن از نقطه نظرهای مزبور براساس دستورالعملها و مقررات مدّون مورد تدقیق و بررسی قرار گرفته نسبت به ایجاد کیفیت مطلوب اقدامات مقتضی بعمل آیند.

مشخصات آب ــ این مشخصات را می‌توان به سه دستهٔ فیزیکی، شیمیایی و ارگانیک تقسیم نمود:

الف ــ مشخصات فیزیکی ــ ویژگیهایی از قبیل دما، رنگ، تیرگی[1]، بو و مزه جزو خواص فیزیکی آب آشامیدنی محسوب می‌شوند. تمام این خواص غیر از دما، از طریق مطالعه روی نمونهٔ آب مورد نظر، در آزمایشگاه مورد تدقیق قرار می‌گیرند. تیرگی آب که مربوط به گل ولای معلق در آن است، در سیستم آمریکایی برحسب قسمت در میلیون (ppm)[2] مواد معلق درآب که معادل میلی گرم در لیتر می‌باشد، بیان می‌گردد. مثلاً اگر میزان مواد معلق در آب برابر 10 ppm باشد، آب در لیوان بصورت غبارآلود دیده می‌شود. تیرگی مناسب برای آب معمولاً 5 ppm است. رنگ آب نیز که از نظر مصرف کننده واجد اهمیت می‌باشد، پس از خارج کردن گل ولای موجود در آن (از طریق سانتریفوژ) و در قیاس با رنگ استاندارد و مجاز اندازه گیری می‌شود. بو و مزهٔ آب که مربوط به مواد آلی و یا ترکیبات شیمیایی آن است باید بطور کامل برطرف گردد تا آب قابل شرب شود.

ب ــ مشخصات شیمیایی ــ خواص شیمیایی آب مصرفی از نظر میزان سختی، درجهٔ اسیدی (pH)، مقدار آهن و منگنز و سایر فلزات. با تکنیکهای آزمایشگاهی مورد بررسی قرار می‌گیرند. مقدار کل فلزات موجود درآب نباید از 1000 ppm و در بعضی موارد از 500 ppm تجاوز نماید. جدول A ــ۵ میزان حداکثر مجاز مواد شیمیایی موجود در آب را برحسب ppm نشان می‌دهد.

جدول A ــ۵: حداکثر مجاز مواد شیمیایی موجود درآب.

	Ppm
Lead	0.1
Arsenic	0.05
Copper	0.2
Zinc	5.0
Magnesium	125
Iron	0.3
Chlorides	250
Sulfates	250
Phenol (in compounds)	0.001
Fluorine	1.0 (optimum concentration for prevention of tooth decay)

درجهٔ سختی آب در سیستم آمریکایی از روی میزان کربنات کلسیم[3] موجود در آب برحسب ppm تعیین می‌شود. بالا بودن میزان سختی آب باعث نزول کیفیت و میزان مقبولیت آن از نظر مصارف مختلف خواهد شد. مثلاً صابون در آبی که سختی آن زیاد باشد خوب کف نمی‌کند و لذا مصرف آن بیشتر می‌شود. در مورد وسایل و اجزاء سیستم گرمایش از قبیل دیگ و رادیاتور و غیره که تشکیل رسوب روی جدار داخلی آنها باعث کاهش قدرت انتقال حرارتشان می‌شود، میزان کربنات کلسیم آب باید خیلی کمتر از 150 ppm باشد. از طرف دیگر، آبی که درجهٔ سختی آن کمتر از 30 ppm باشد برای آشامیدن چندان گوارا نیست، لذا در مورد آب آشامیدنی میزان سختی آب نباید از این حد تنزل کند. میزان تمرکز یون هیدروژن که بعنوان pH نامیده شده و خاصیت اسیدی آب با آن سنجیده می‌شود، یکی دیگر از موارد قابل بررسی است. چنانچه عدد pH آب برابر 7 باشد طبیعی است، کمتر از آن نشاندهندهٔ خاصیت اسیدی و بیشتر از آن نشانهٔ خاصیت قلیایی آب است. آبی که دارای خاصیت اسیدی باشد می‌تواند سبب خوردگی لوله‌ها گردد. برای اندازه گیری pH آب از معرفهای شیمیایی استفاده می‌شود. میزان تمرکز آهن و منگنز آب وقتی بیش از 0.3 ppm باشد ممکن است رنگ لباس را تغییر دهد و اگر افزون بر 0.2 ppm باشد برای بیشتر مصارف صنعتی مناسب نیست.

ج ــ خواص ارگانیک ــ در آبهای طبیعی همواره تعداد بسیار زیادی موجودات تک سلولی از قبیل انواع باکتری، پلانکتون و جلبک زندگی می‌کنند که برخی از آنها می‌توانند موجد انواع بیماریهای عفونی در انسان یا حیوان باشند. تشخیص و تعیین میزان ارگانیسم‌های میکروسکوپی موجود در آب، از طریق یک سلسله آزمایشات دقیق باکتریولوژیکی و بیولوژیکی روی نمونه‌های استاندارد صورت می‌گیرد.

1– Turbidity.

2– Part Per Million

3– $CaCO_3$

فشار و افت فشار آب:

برای درک بهتر مباحث بعدی لازم است توضیحی هر چند مختصر در مورد فشار و افت فشار آب داده شود:

الف ــ فشار استاتیک[1] آب (P_s) ــ این فشار که فشار ساکن نیز نامیده می‌شود ناشی از وزن ستون آب می‌باشد و دریک سطح معین بطور یکسان به تمام جهات از جمله جدار لوله وارد می‌گردد:

که در آن:

$$P_s = \rho g h$$

ρ – جرم مخصوص آب

g – شتاب ثقل

h – ارتفاع ستون آب

این فشار را می‌توان برحسب ارتفاع ستون آب بیان داشت:

$$h_s = \frac{P_s}{\rho g}$$

ب ــ فشار سرعتی[2] آب (P_v) ــ میزان این فشار در هر مقطعی از جریان بستگی به سرعت جریان آب دارد:

که در آن:

$$P_v = \rho \frac{v^2}{2}$$

v – سرعت متوسط جریان آب

که اگر آنرا برحسب ارتفاع نظیر فشار بیان کنیم خواهیم داشت:

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

ج ــ فشار کل[3] آب (P_t) ــ فشار کل درهر نقطه از مسیر جریان آب برابر است با مجموع فشارهای استاتیک و سرعتی: $P_t = p_s + p_v$

و اگر آنرا برحسب ارتفاع نظیر فشار بنویسیم خواهیم داشت:

$$h_t = h_s + h_v$$

برای اندازه‌گیری فشار آب از انواع فشارسنجها از قبیل فشارسنج گیج[4]، مانومتر و پیزومتر استفاده می‌شود که همگی فشار نسبی آب را نشان می‌دهند.

د ــ فشار مطلق[5] (P_a) ــ عبارتست از فشار نسبی باضافهٔ فشار آتمسفر:

$$P_a = P_g + 14.7$$

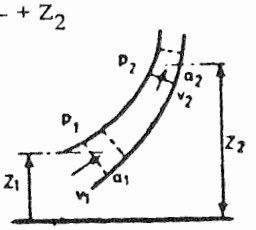
که در آن:

P_g: فشار نسبی یا فشاری که گیج نشان می‌دهد [psi]

14.7: فشار آتمسفر [psi]

معادلهٔ برنولی[6] ـ فشاری که در هر مقطعی از جریان سیال وجود دارد مستقیماً متناسب با انرژی سیال است و در مورد انرژی سیال ایده‌آل رابطه‌ای وجود دارد که به معادلهٔ برنولی موسوم است. این معادله اشعار می‌دارد که کل انرژی موجود در واحد جرم یک سیال ایده‌آل مقداری است ثابت. سیال ایده‌آل سیالی را گویند که تراکم ناپذیر بوده و یسکوزیته‌اش صفر باشد، البته چنین سیالی وجود خارجی ندارد ولی سیالاتی مثل آب، نفت و گازها در فشار کم تاحدی رفتارشان به سیال ایده‌آل نزدیک است. معادلهٔ برنولی بصورت زیر نوشته می‌شود (در ارتباط با شکل ۱ــ۵):

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2$$



شکل ۱ــ۵

که در آن $\frac{P}{\rho g}$ ارتفاع فشار استاتیک، $\frac{v^2}{2g}$ ارتفاع فشار سرعتی و Z ارتفاع مقطع مورد نظر از جریان سیال نسبت به یک سطح مبنای اختیاری می‌باشد.

افت فشارها ــ افت فشار کلی مجموع دو افت فشار استاتیک و سرعتی است:

الف ــ افت فشار استاتیک ــ وقتی آب در لوله‌ای جریان می‌یابد، بدلیل اصطکاک جریان با جدار لوله و تبذیر انرژی ناشی از اصطکاک بین مولکولهای آب که بستگی به ویسکوزیتهٔ آن دارد، فشار متداوماً در طول لوله کاهش می‌یابد. هرچه جدار لوله زبرتر باشد میزان این افت فشار که به افت فشار استاتیک موسوم است بیشتر خواهد بود. رابطهٔ این افت فشار با سرعت جریان، طول لوله، قطر لوله و زبری سطح داخلی لوله، توسط فرمول زیر بیان می‌شود:

$$h_{ls} = f \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

که در آن:

h : افت فشار برحسب فوت آب

f : ضریب اصطکاک بین سیال و لوله

l : طول لوله برحسب فوت

d : قطر لوله برحسب فوت

v : سرعت متوسط جریان برحسب فوت برثانیه

g : شتاب ثقل برحسب فوت بر مجذور ثانیه

ب ــ افت فشار سرعتی ــ این افت فشار تابع سرعت جریان است و هرقدر عواملی که موجب تغییر سرعت سیال می‌شوند بیشتر باشند، مقدار افت فشار سرعتی افزونتر می‌شود. عوامل مزبور یکی تغییر جهت جریان و در نتیجه بوجود آمدن حالت آشفتگی در مسیر جریان می‌باشد که موجب افت سرعت می‌گردد، مثل تغییر جهت جریان آب در زانویی ها و زانوسه راهه ها و دیگر تغییر مقطع لوله و وجود شیرها و موانع در مسیر جریان آب. مقدار افت فشار سرعتی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$h_{lv} = K \frac{v^2}{2g}$$

1– Static Pressure
2– Velocity Pressure
3– Total Pressure
4– Gage
5– Absolute Pressure
6– Bernoulli's Equation
7– Potential Head

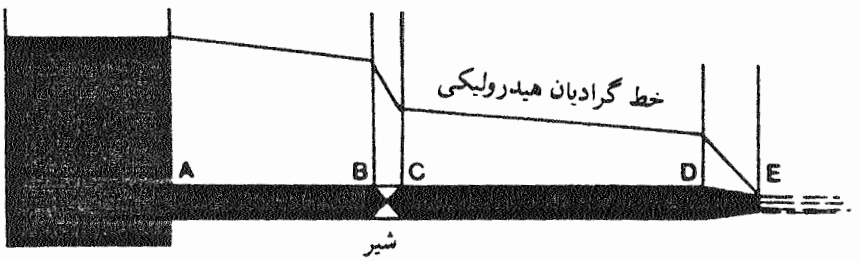
که در آن K ضریبی است که بستگی به نوع وصاله دارد.

بطوریکه ذکر شد، افت فشار کلی (h_{lt}) برابر با حاصلجمع افت فشارهای استاتیک و سرعتی است:

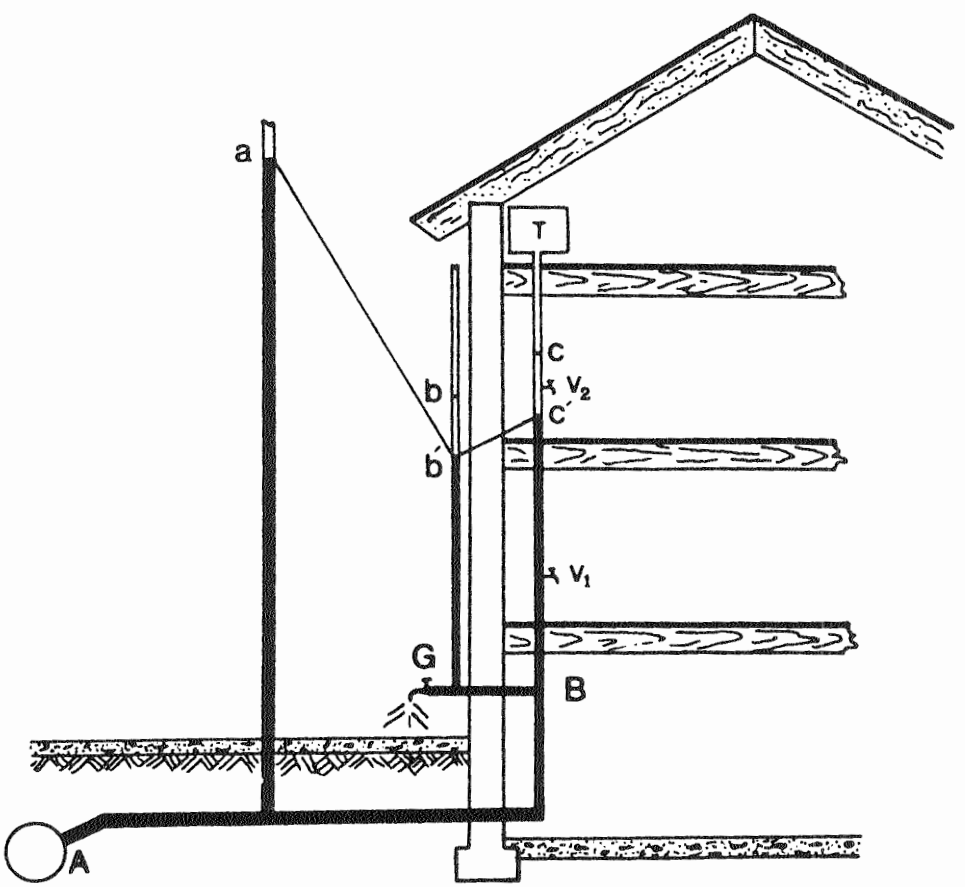
$$h_{lt} = h_{ls} + h_{lv}$$

خط گرادیان هیدرولیکی[1]:

این خط که چگونگی افت فشار آب را در طول مسیر جریان بطور عینی نشان می‌دهد عبارتست از مکان هندسی نقاطی در طول مسیر جریان که آب تا آن نقاط در داخل لولهٔ پیزومتر بالا می‌آید. این خط بطوریکه در شکل ۲ــ۵ ملاحظه می‌شود، دارای شیبی در جهت جریان آب می‌باشد. شیب این خط معلول اختلاف فشاری است که دراثر افت فشار در مسیر جریان در لوله ایجاد می‌شود. از نقطهٔ A تا B افت فشار آب ناشی از اصطکاک آن باجدار لوله است (افت فشار استاتیک). از B تا C که دراثر عبور آب از شیر افت فشار سرعتی ایجاد می‌شود، شیب خط گرادیان هیدرولیکی ناگهان تند گردیده از C تا D مجدداً تنها افت فشار استاتیک وجود دارد، لذا شیب خط کمتر می‌شود. از D تا E که مقطع لوله ناگهان کوچک می‌شود بدلیل افت فشار سرعتی، شیب خط گرادیان هیدرولیکی بشدت زیاد می‌گردد. به این ترتیب علت کاهش فشار و یا قطع جریان آب در طبقات بالای ساختمان را هنگامی که مصرف طبقات پایین افزایش می‌یابد، بهتر درک خواهیم نمود. بعنوان مثال ساختمان نشانداده شده در شکل ۳ــ۵ را درنظر می‌گیریم. اگر



شکل ۲ــ۵: خط گرادیان هیدرولیکی.



شکل ۳ــ۵: اثر ازدیاد مصرف آب در طبقهٔ همکف برروی فشار آب در طبقات بالاتر ساختمان.

1– Hydraulic Grade Line

مصرف آب در طبقهٔ اول زیاد شود، مثلاً همهٔ شیرها را باز کنیم، بعلت افزایش دبی آب شیب خط گرادیان هیدرولیکی (یعنی افت فشار) زیاد شده نتیجتاً فشار آب در شیرهای طبقهٔ دوم کمتر از **حالت مصرف معمولی خواهد بود. با بازکردن شیر باغبانی G** در طبقهٔ همکف، بعلت ازدیاد دبی در لولهٔ A – B و در نتیجه افزونی افت فشار، خط گرادیان هیدرولیکی ab شیب زیادی پیدا می‌نماید و سطح آب منبع T روی سقف پایین آمده به نقطهٔ C می‌رسد. چنانچه مقدار دبی شیر باغبانی بازهم زیاد شود، ازدیاد دبی در لولهٔ A — B موجب تندتر شدن هرچه بیشتر شیب خط گرادیان هیدرولیکی ab شده این خطر را بوجود می‌آورد که سطح آب در لولهٔ C — B از ارتفاع شیر 2^{v} نیز پایین‌تر آمده جریان آب در کلیهٔ دستگاههای مصرف طبقهٔ دوم بکلی قطع گردد.

تأمین فشار آب ساختمان:

فشار آب ساختمان باید به اندازه‌ای باشد که آب را به بالاترین واحد بهداشتی ساختمان رسانده فشار لازم و مجاز (که بعداً توضیح داده خواهد شد) را برای آن تأمین نماید. فشار آب ساختمان ممکن است توسط فشار آب شهر، مخزن ثقلی (در ارتفاع) و یا مخزن تحت فشار تأمین گردد:

۱ ــ سیستم توزیع آب در ساختمان با فشار آب شهر:

در صورتیکه ساختمان از آب لوله کشی شهر استفاده نماید کافی است لولهٔ اصلی ورودی به ساختمان را به لولهٔ آب شهر در خیابان مجاور وصل کنیم. فشار آب اغلب شهرها معمولاً بین 30 تا 80 پاوند براینچ مربع (psi) می‌باشد. در صورتیکه فشار آب شهر برای رساندن آب به طبقات بالای ساختمان و تأمین فشار مجاز آب در وسایل بهداشتی این طبقات کافی نباشد، باید از مخزن ثقلی یا مخزن تحت فشار که متعاقباً در موردشان توضیح داده خواهد شد برای تأمین فشار لازم کمک گرفته شود. مهندس طراح سیستم آبرسانی ساختمان باید قبلاً از فشار آب در خیابان مجاور ساختمان اطلاع حاصل نماید تا برمبنای آن بتواند برآورد کند که آیا فشار آب شهر در این محل برای رساندن آب به بالاترین طبقهٔ ساختمان کافی است یا خیر. فشار مورد نیاز عبارتست از:

$$H = 0.434\ h_1 + h_2 + h_3$$

که در آن:

H : فشار لازم برای ساختمان [psi]

h_1 : ارتفاع بالاترین وسیلهٔ بهداشتی متصله به سیستم لوله کشی ساختمان [ft]

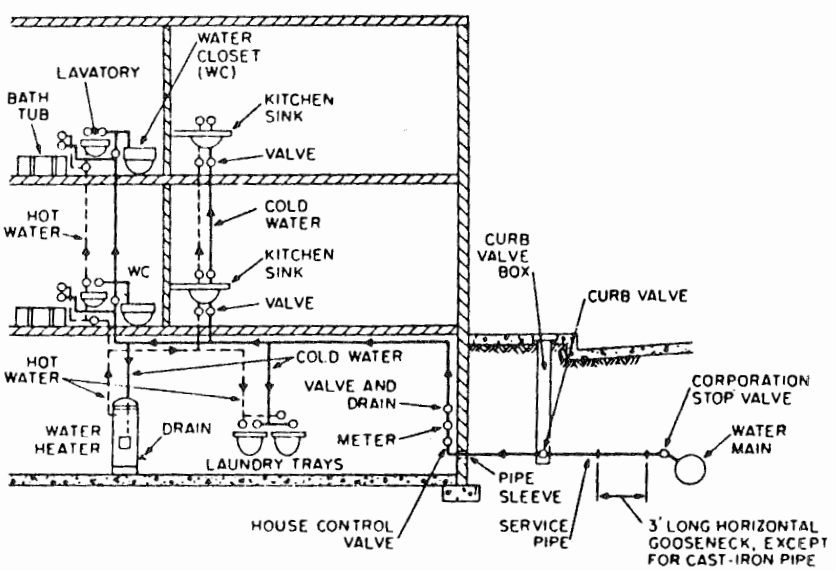
h_2 : میزان افت فشار آب در لوله از محل اتصال به لولهٔ آب شهر تا بالاترین وسیلهٔ بهداشتی، که با احتساب ضریب اطمینان معمولاً برابر 25 psi درنظر گرفته می‌شود.

h_3 : فشار آب لازم برای وسیلهٔ بهداشتی مورد نظر که بستگی به نوع آن دارد و طبق مقررات حداقل برابر 8 psi درنظر گرفته می‌شود. فشار آب مورد نیاز برای وسایل بهداشتی مختلف در جدول ۱ــ۵ (آخر فصل پنجم) ارائه شده است.

شکل ٤ــ۵ چگونگی توزیع آب با استفاده از فشار آب شهر را دریک ساختمان دو طبقه نشان می‌دهد.

۲ ــ سیستم توزیع آب در ساختمان با استفاده از مخزن ثقلی[1]:

این سیستم درمواقعی بکار می‌رود که آب ساختمان بطور اختصاصی از منابعی نظیر چاه، قنات و غیره تأمین گردد و یا فشار آب شهر برای رساندن آب به طبقات بالای ساختمان کافی نباشد. مخزن ثقلی روی برج و یا پشت‌بام ساختمان و حداقل 6 فوت بالاتر از بالاترین وسیلهٔ بهداشتی مصرف کننده نصب می‌شود.



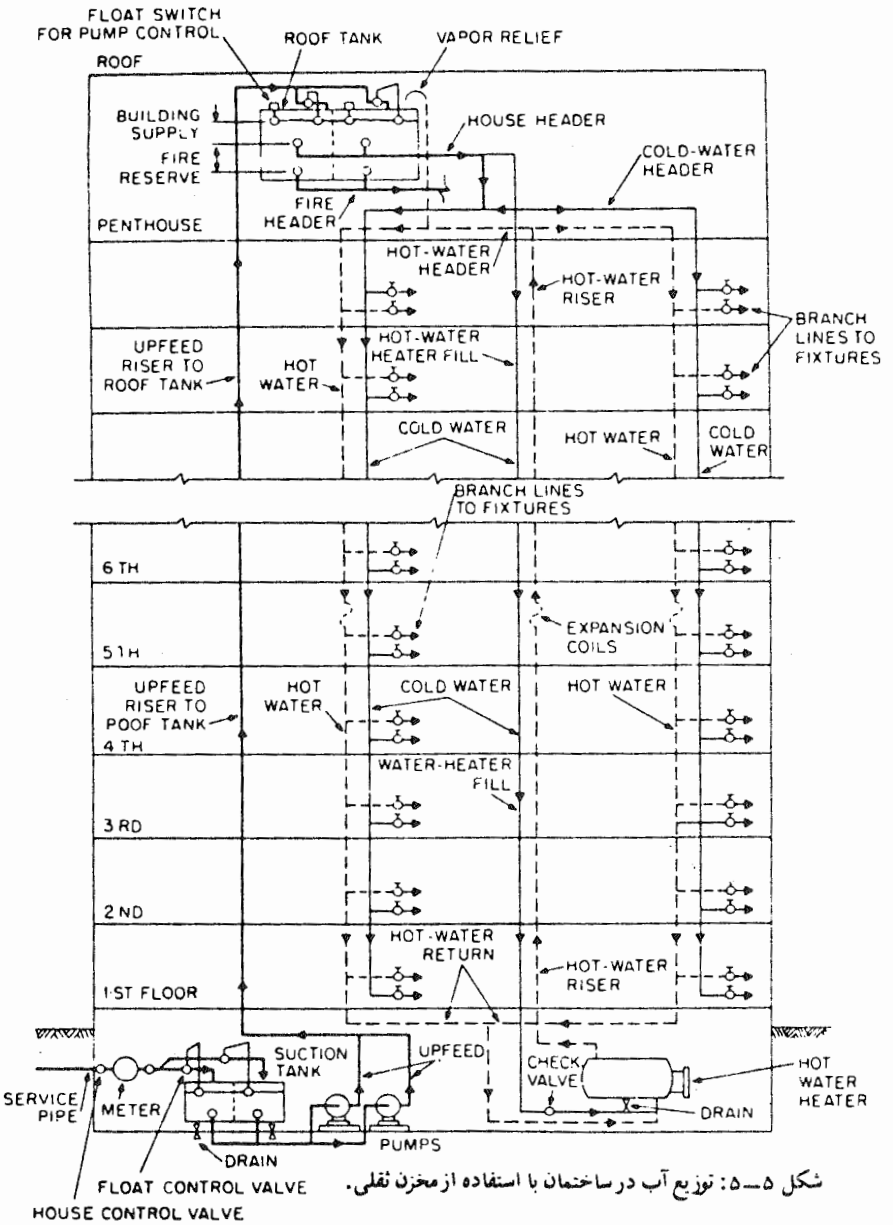
شکل ٤ــ۵: توزیع آب در ساختمانی که از آب لوله کشی شهر استفاده می‌کند.

1— Gravity Tank

آب توسط فشار آب شهر و یا پمپ به مخزن ارسال شده از آنجا در ساختمان توزیع می‌گردد. حجم مخزن ثقلی برحسب احتیاج روزانه و یا مدت مورد نظر، برای یک ساختمان، مجتمع مسکونی و یا شهرک برآورد می‌شود. مقدار مصرف روزانه برحسب جمعیت ساختمان با استفاده از جدول ۲ــ۵ (آخر فصل پنجم) محاسبه می‌گردد. در ساختمانهای بیش از پنج طبقه که از این سیستم استفاده می‌کنند، باید در طبقات پایین‌تر شیرهای فشارشکن تعبیه نمود تا فشار آب را در وسایل بهداشتی این طبقات کاهش داده مانع بروز سروصدا در آنها و آسیب دیدن لوله‌ها دراثر فشار زیاد گردند. همچنین می‌توان ترتیبی داد که طبقات پایین‌تر با فشار آب شهر و طبقات بالاتر بافشار آب مخزن تغذیه شوند. اگر قرار است این مخازن روی پشت‌بام نصب شوند باید سقف طبقهٔ آخر قدرت تحمل وزن آنها را داشته باشد. شکل ۵ــ۵ چگونگی توزیع آب در ساختمان را با استفاده از مخزن ثقلی نشان می‌دهد.

۳ ــ سیستم توزیع آب در ساختمان با استفاده از مخزن تحت فشار[1]:

مخزن تحت فشار یک مخزن بستهٔ هوابندی شده است که حدود دوسوم یا سه‌چهارم حجم آن از آب و بقیه از هوا پرشده است. موارد استفادهٔ این مخزن مشابه مخزن ثقلی است، با این تفاوت که چون فشار آب در این مخازن توسط بالشتک هوا ایجاد می‌شود می‌توان آنرا در هرجای ساختمان حتی در زیرزمین یا موتورخانهٔ تأسیسات نصب نمود. در این سیستم، هوا توسط کمپرسور و آب بوسیلهٔ پمپ یا فشار آب شهر بداخل مخزن ارسال می‌شوند. فشار مخزن توسط یک کنترل کنندهٔ فشار همیشه ثابت نگهداشته می‌شود. هرگاه سطح آب مخزن در اثر مصرف به پایین‌ترین حد تعیین شده برسد، فشار هوای درون مخزن نیز به حداقل پیش بینی شده خواهد رسید و در این زمان پمپ و یا شیر موتوری با فرمانی که از کنترل کنندهٔ فشار دریافت می‌کنند بطور خودکار وارد عمل شده آب را به مخزن



شکل ۵ــ۵: توزیع آب در ساختمان با استفاده از مخزن ثقلی.

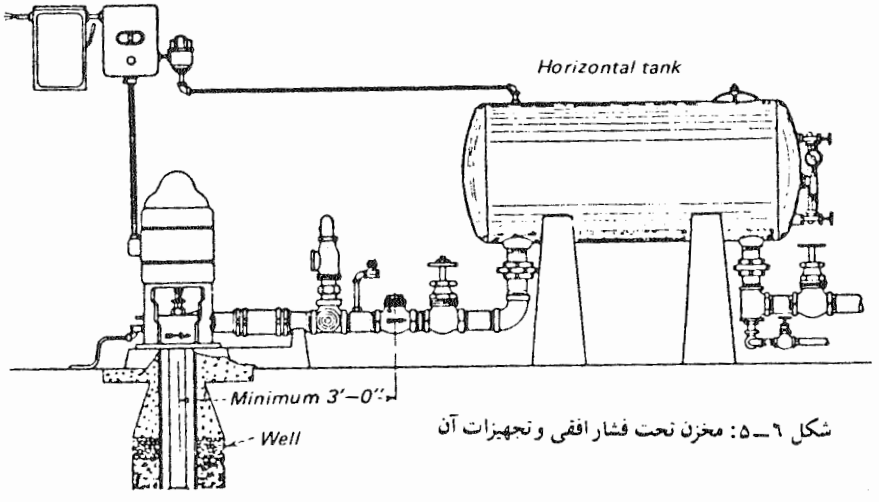
1— Pressure Tank

می‌فرستند. سطح آب در مخزن رفته رفته بالا می‌آید تا به حداکثر تعیین شده (حدود دوسوم حجم مخزن) برسد. در این هنگام هوا نیز به حداکثر فشار پیش‌بینی شده رسیده پمپ خاموش و یا شیر موتوری بسته می‌شود. اگر فشار مخزن از حد مجاز فراتر رود، فشار اضافی توسط یک شیر رهاکنندهٔ فشار[1] تخلیه می‌گردد. یک شیر خلاء گیر نیز از پیدایش خلاء در داخل مخزن و ضایعات ناشی از آن از جمله ایجاد فشار معکوس، جلوگیری می‌کند. تغییرات مجاز بین حداقل و حداکثر فشار مخزن در جدول B ــ ۵ نشانداده شده‌اند.

هرچه حجم مخزن کوچکتر باشد طبعاً ارزانتر خواهد بود ولی تعداد دفعات خاموش و روشن شدن پمپ زیادتر می‌شود که نتیجهٔ آن گرم شدن موتور و کاسته شدن عمر آن و بالاخره افزایش مصرف برق می‌باشد. لذا باید حجم مخزن را طوری انتخاب نمود که تعداد دفعات خاموش و روشن پمپ بیش از یک مرتبه در هر 15 یا 30 دقیقه نباشد. ظرفیت این مخازن که بهمان ترتیب مخازن ثقلی محاسبه می‌شود نباید از 30 گالن برای ساختمانهای کوچک و 70 گالن برای ساختمانهای بزرگ کمتر باشد. ظرفیت این مخزن بستگی دارد به تعداد ساکنین ساختمان و مدت زمان مورد نظر برای مصرف که در آن مدت آبی وارد مخزن نشود. اگر اطلاعات کافی برای محاسبهٔ ظرفیت مخزن در اختیار نداشته باشیم می‌توانیم برای هر 1000 فوت مربع سطح زیربنای ساختمان حدود 300 گالن درنظر بگیریم و این کافی است که آب مصرفی 12 ساعت ساختمان را بدون آنکه آبی وارد مخزن شود تأمین نماید. مخازن تحت فشار در دونوع قائم[2] و افقی[3] ساخته می‌شوند. شکل ٦ــ ۵ یک مخزن تحت فشار افقی را با تجهیزات آن نشان می‌دهد. اندازه‌های استاندارد مخازن تحت فشار قائم و افقی نیز در جداول C ــ ۵ و D ــ ۵ ارائه شده‌اند.

جدول B ــ ۵: حداکثر و حداقل مجاز فشار در مخزن تحت فشار

Minimum discharge pressure, psi*	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Maximum discharge pressure, psi†	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
Ratio maximum to minimum pressure	∞	6	4.5	4	3.75	3.6	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3



شکل ٦ــ ۵: مخزن تحت فشار افقی و تجهیزات آن

جدول C ــ ۵: اندازه‌های استاندارد مخزن تحت فشار قائم

Vertical tanks

Size, in.	Capacity, gal	Top to upper water-gage faucet	Top to center water-gage faucet	Bottom of tank to inlet	Opposite side to drain	Diameter of drain	Bottom to discharge	Diameter of outlet	Diameter of inlet
16 by 36	32	8½	13½	6	3	1	9	1	1
16 by 48	42	17	13½	6	3	1	9	1	1
20 by 60	82	23	13½	6	3	1	9	1	1
24 by 60	120	23	13½	6	6	1	9	1½	1½
30 by 72	220	29	13½	6	6	1	9	1½	1½
36 by 72	315	29	13½	6	6	1	9	2	2

1– Pressure-Relief Valve
2– Vertical Tank
3– Horizontal Tank

Horizontal tanks

Size, in.	Capacity, gal	Water-gage opening	Center of water-gage opening	Inlet to outlet opening	Drain to inlet	Edge to drain	Diameter of drain opening	Diameter of outlet	Diameter of inlet
36 by 120	530	½	13½	8	8	8	1	2	2
42 by 120	720	½	21½	8	8	8	1	2	2
48 by 120	940	½	21½	10	8	8	1	2	2
48 by 288	2,260	½	21½	10	8	8	1	3	3
60 by 252	3,000	½	21½	10	8	8	1	3	3
72 by 288	5,000	½	21½	10	8	8	1	3	3

جدول D—۵: اندازه‌های استاندارد مخزن تحت فشار افقی

طرح و محاسبهٔ سیستم لوله کشی آبسرد و آبگرم:

دبی آبسرد مصرفی - یکی از مهمترین اقلام مورد نیاز برای تعیین قطر لوله های سیستم آبرسانی، دبی احتمالی آب در لوله ها می‌باشد. دبی آب جریانی در لوله ها، اعم از رایزرها و شاخه های اصلی و غیره، بندرت با حاصلجمع دبی های آب وسایل بهداشتی مصرف کننده برابر خواهد بود. درواقع احتمال اینکه وسایل مصرف کنندهٔ آب همگی در یک زمان مورد استفاده قرار گیرند آنقدر بعید است که طراحی سیستم لوله کشی برمبنای حاصلجمع دبی های وسایل بهداشتی مصرف کننده عاقلانه بنظر نمی‌رسد. مقدار واقعی مصرف آب در ساختمان را نمی‌توان دقیقاً و برمبنای یک استاندارد مشخص تعیین نمود. در این راه دو مسئله اساسی باید مورد توجه قرار گیرند:

۱ ــ دبی آب رضایتبخش برای یک وسیلهٔ بهداشتی معین.

۲ ــ تعداد وسایل مصرف کننده‌ای که احتمالاً بطور همزمان مورد استفاده قرار می‌گیرند.

حداقل آب مورد نیاز انسان که تا حدود زیادی بستگی به برنامهٔ زندگی، احتیاجات حرفه‌ای، تعداد اعضای خانواده، احتیاجات باغ یا باغچه و نظایر آن دارد، معمولاً بین 30 تا 80 گالن در روز برای هر نفر است. تجربه نشان داده است که بزرگی یا کوچکی شهر و موقعیت جغرافیایی و سطح تمدن ساکنین آن نیز در میزان مصرف آب تأثیر دارند.

واحد مصرف[1] **(F. U.)** - برآورد میزان مصرف آب وسایل بهداشتی مختلف اغلب برحسب واحد مصرف صورت می‌گیرد. یک واحد مصرف عبارتست از 7.5 گالن بر دقیقه و این میزان مصرف یک شیر ساده[2] (مثلاً شیر دستشویی) است. جدول ۳ــ۵ (آخر فصل پنجم) میزان مصرف آب وسایل بهداشتی مختلف را برحسب واحد مصرف نشان می‌دهد.

میزان مصرف واقعی - همانطور که ذکر شد، استفادهٔ همزمان از تمام وسایل بهداشتی موجود در ساختمان آنقدر نامحتمل است که طراحی سیستم لوله کشی و تعیین قطر لوله ها برمبنای حاصلجمع واحدهای مصرف وسایل بهداشتی مستخرجه از جدول ۳ــ۵، بسیار نامعقول است. میزان مصرف در مدت کوتاهی از شبانه روز حداکثر بوده و در ساعات دیگر حداقل و یا حتی صفر است. بمنظور دست یافتن به میزان واقعی مصرف آب در یک ساختمان که مبنای محاسبات سیستم لوله کشی قرار خواهد گرفت، باید واحدهای مصرف مستخرجه از جدول ۳ــ۵ را در ضریبی بنام ضریب تقاضا ضرب نمود. نمودارهای ۱ــ۵ و ۲ــ۵ (آخر فصل پنجم) میزان واقعی مصرف آب را برحسب گالن بر دقیقه (GPM) برای واحدهای مصرف مختلف با درنظر گرفتن ضریب تقاضا ارائه می‌دهند. هنگام استفاده از این منحنی ها باید توجه داشت که منحنی هایی که با شمارهٔ 1 مشخص شده‌اند برای ساختمانهایی که مستراح آنها دارای **شیر فشاری**[3] و منحنی هایی که با شمارهٔ 2 مشخص شده‌اند برای ساختمانهایی که مستراح آنها دارای **مخزن فشاری**[4] می‌باشد، بکار خواهند رفت. برای تعیین میزان واقعی مصرف در هربخش از سیستم، کافی است مجموع واحدهای مصرف وسایل بهداشتی آن بخش را از جدول ۳ــ۵ تعیین نموده به نمودارهای ۱ــ۵ و ۲ــ۵ مراجعه نماییم. توضیح این مطلب ضروری است که نمودارهای مذکور فقط در ارتباط با وسایل بهداشتی مندرج در جدول ۳ــ۵ ارائه گردیده‌اند، بدیهی است که سایر مصارف آب از قبیل مصرف وسایل حرارت مرکزی و تهویه مطبوع و غیره باید جداگانه برآورد شده به میزان مصرف واقعی ساختمان اضافه گردند.

حداقل تسهیلات بهداشتی ساختمان - پیش‌بینی حداقل تسهیلات بهداشتی در ساختمان که مستقیماً با آسایش و بهداشت ساکنین آن ارتباط خواهد داشت، از اهم مسائلی است که باید مورد

1— Fixture Unit 2— Faucet 3— Flush Valve 4— Flush Tank

توجه مهندسین طراح تأسیسات و ساختمان قرار گیرد. جدول ٤ــ٥ (آخر فصل پنجم) تعداد و نوع وسایل بهداشتی مورد لزوم برای ساختمانهای مختلف را برمبنای استانداردهای ملی آمریکا ارائه می‌دهد.

افت فشارها در سیستم لوله کشی ساختمان:

در مورد انواع فشار و افت فشار قبلاً توضیحات کافی داده شد، حال ببینیم افت فشار در سیستم لوله کشی آب مصرفی مرکب از چه قسمتهایی است:

۱ ــ افت فشار در لوله‌ها ـ که بخش مهمی از افت فشار در سیستم لوله کشی را تشکیل می‌دهد و میزان آن برحسب نوع لوله های مصرفی و چگونگی سطح داخلی آنها متفاوت است:

الف ــ لوله های صاف[1] ــ که در سطح داخلی آنها هیچ زبری محسوسی وجود ندارد. لوله های مسی، برنجی و سربی معمولاً جزو لوله های صاف طبقه‌بندی می‌شوند.

ب ــ لوله های نیمه خشن[2] ـ تمام لوله های معمولی از قبیل لوله های چدنی، آهنی، فولادی و گالوانیزه پس از اندکی کار جزو لوله های نیمه خشن محسوب می‌شوند.

ج ــ لوله های خشن[3] ــ لوله ها بطور متوسط پس از ده تا پانزده سال از زمان نصب، بعنوان لوله های خشن شناخته می‌شوند.

برای تعیین افت فشار در لوله ها، با توجه به نوع آنها، نمودارهایی در آخر فصل پنجم ارائه گردیده‌اند. نمودار ۳ــ٥ برای لوله های مسی، نمودار ٤ــ٥ برای لوله‌های نیمه خشن و نمودار ٥ــ٥ برای لوله های خشن مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نمودارها بر مبنای رابطه‌ای که بین افت فشار با دبی و سرعت جریان و قطر لوله وجود دارد رسم گردیده‌اند. با دردست داشتن دو عامل از چهار عامل فوق می‌توان دوتای دیگر را از روی نمودار بدست آورد.

مثال ۱: در یک لولهٔ نیمه خشن بقطر ″2½ مقدار 100 gpm آب جریان دارد. مطلوبست افت فشار اصطکاکی در لوله در صورتیکه طول آن 200 فوت باشد.

حل: چون لوله نیمه خشن است، از نمودار ٤ــ٥ استفاده می‌کنیم. ابتدا برروی محور عمودی دبی 100 gpm را مشخص نموده نقطهٔ تقاطع آنرا با خط مورب قطر ″2½ بدست می‌آوریم. حال از این نقطه بطور عمودی پایین می‌آییم تا محور افقی نمودار را قطع کنیم. اکنون می‌توانیم نرخ افت فشار را روی این محور بخوانیم که برابر است با 4.5 پاوند براینچ مربع در هر صد فوت طول لوله، بنابراین افت فشار در 200 فوت طول لوله عبارتست از:

$$\frac{200}{100} \times 4.5 = 9 \text{ [psi]}$$

۲ ــ افت فشار در وصاله‌ها و شیرها ـ برای تسهیل محاسبهٔ افت فشار در زانویی ها، سه‌راهه ها و شیرها، بجای استفاده از فرمول هیدرولیکی، طول لوله‌ای به همان قطر را که اگر بجای این وصاله ها و شیرها قرار گیرد بهمان میزان افت فشار ایجاد می‌کند، تعیین می‌نماییم. این مهم با استفاده از جدول ٥ــ٥ (آخر فصل پنجم) صورت می‌گیرد که در آن طول لولهٔ معادل انواع زانویی ها، سه‌راهه ها و شیرها برحسب فوت ارائه گردیده است. در عمل می‌توان بابت افت فشار در وصاله ها با اطمینان کافی حدود 50٪ به طول مسیر لوله کشی اضافه نمود و طول معادل شیرهای سیستم را نیز که تعدادشان انگشت شمار است از جدول ٥ــ٥ استخراج کرده با آن جمع نمود.

۳ ــ افت فشار در کنتور آب[4] ـ کنتور وسیله‌ای است که میزان آب مصرفی ساختمان را نشان می‌دهد. این دستگاه که در ابتدای لولهٔ ورودی به ساختمان نصب می‌گردد خود افت فشار قابل ملاحظه‌ای در جریان آب ایجاد می‌کند. با معلوم بودن کل دبی آب مورد احتیاج ساختمان و قطر کنتور، می‌توان با استفاده از نمودار ٦ــ٥ (آخر فصل پنجم) افت فشار در کنتور را برحسب پاوند براینچ مربع (psi) بدست آورد. قطر کنتور با توجه به قطر لولهٔ اصلی ورودی به ساختمان تعیین می‌گردد. جدول ٦ــ٥ (آخر فصل پنجم) قطر تخمینی لولهٔ اصلی ورودی به ساختمان را نسبت به نوع آن ارائه می‌دهد.

٤ ــ افت فشار در سایر وسایل ـ میزان افت فشار در سایر وسایلی که ممکن است در سیستم لوله کشی وجود داشته باشند از قبیل دستگاه تصفیه، آبگرمکن و غیره معمولاً در کاتالوگ آنها داده می‌شود.

مراحل طرح و محاسبهٔ سیستم لوله کشی آبسرد مصرفی:

۱ ــ ترسیم کروکی سیستم لوله کشی شامل کنتور، لولهٔ اصلی، رایزرها و شاخه ها و نشاندادن لوازم بهداشتی مورد استفاده برروی نقشهٔ ساختمان (پلان).

۲ ــ تعیین واحدهای مصرف (F. U.) هریک از وسایل بهداشتی متصله به سیستم لوله کشی، از جدول ۳ــ٥.

۳ ــ تعیین میزان واقعی تقاضای آب برحسب گالن، با مشخص بودن واحدهای مصرف و مراجعه به نمودارهای ۱ــ٥ یا ۲ــ٥.

٤ ــ مشخص نمودن مرتفع‌ترین، دورترین و پرفشارترین وسیلهٔ بهداشتی موجود در سیستم و تعیین طول مسیر لوله کشی از محل اتصال به لولهٔ اصلی آب خیابان تا آن وسیلهٔ بهداشتی با احتساب طول معادل وصاله ها و شیرهای این مسیر. بطوریکه قبلاً ذکر شد، بابت افت فشار در کلیهٔ وصاله های مسیر می‌توان 50% به طول مسیر لوله کشی اضافه نمود.

٥ ــ تعیین حداقل فشار آب در لولهٔ اصلی خیابان و همچنین فشار

1– Smooth Pipes
2– Fairly Rough Pipes
3– Rough Pipes
4– Water Meter

لازم برای بالا ترین وسیلهٔ بهداشتی مذکور در بند ٤ از جدول ١ــ٥.

٦ ــ محاسبهٔ نرخ تقریبی افت فشار در سیستم با استفاده از فرمول زیر:

$$p = [p_s - 0.434h - p_f - p_m] \times \frac{100}{L}$$

که در آن:

p: متوسط نرخ افت فشار در سیستم لوله کشی برحسب psi بر 100 فوت طول معادل لوله

p_s: فشار در لولهٔ اصلی خیابان [psi]

p_f: حداقل فشار مورد نیاز در بالا ترین و دورترین وسیلهٔ بهداشتی [psi] از جدول ١ــ٥

p_m: افت فشار در کنتور آب [psi] از نمودار ٦ــ٥

h: ارتفاع بالا ترین وسیلهٔ بهداشتی از لولهٔ اصلی خیابان [ft]

L: طول کل مسیر لوله کشی مذکور در بند ٤ [ft]

درصورتیکه سیستم بجای فشارآب شهر ازمخزن ثقلی استفاده می‌کند، باید ارتفاع آب درون مخزن را در مضرب 0.434 ضرب نموده در فرمول مذکور بجای فشار در لولهٔ اصلی خیابان (P_s) قرارداد و عبارت 0.434h را در این فرمول بجای کسر کردن باید جمع نمود. در اینحالت h عبارت خواهد بود از فاصلهٔ عمودی بالا ترین وسیلهٔ بهداشتی از کف مخزن.

٧ ــ تعیین قطر لولهٔ اصلی با معلوم بودن نرخ افت فشار (P) و میزان واقعی دبی کل ساختمان مذکور در بند ٣ و مراجعه به نمودار ٤ــ٥ (بدلیل اینکه در ساختمانهای معمولی محاسبات برای لوله های نیمه‌خشن انجام می‌گیرد. در غیر اینصورت باید به سایر نمودارهای جریان با توجه به نوع لولهٔ مورد نظر مراجعه نمود).

٨ ــ تعیین قطر لوله های فرعی با معلوم بودن نرخ افت فشار (P) و دبی واقعی آب درهر قسمت از سیستم و مراجعه به نمودار ٤ــ٥.

مراحل ٧ و ٨ باید با توجه به محدودهٔ مجاز سرعت جریان آب از نظر تولید صدا که بین 2 تا 6 فوت برثانیه است انجام گیرند. جدول ٧ــ٥ (آخر فصل پنجم) حداقل قطر لوله های آبسرد یا آبگرم اتصالی به وسایل بهداشتی مختلف را ارائه می‌دهد.

مثال ٢: در مورد سیستم لوله کشی یک ساختمان اطلاعات زیر دردست است:

الف ــ حداقل فشار آب در لولهٔ اصلی خیابان [psig] 55

ب ــ فاصلهٔ عمودی بالا ترین وسیلهٔ بهداشتی ساختمان که یک آبریزگاه با شیر فشاری است تا لوله اصلی خیابان [ft] 50

ج ــ طول مسیر لوله کشی (بدون احتساب طول معادل وصاله ها) از لولهٔ اصلی خیابان تا بالا ترین وسیلهٔ بهداشتی [ft] 100

د ــ میزان کل آب مصرفی ساختمان [F. U.] 50

مستراحهای ساختمان دارای شیر فشاری می‌باشند. پیدا کنید قطر لولهٔ اصلی آب ساختمان را.

حل: با دردست داشتن میزان کل آب مصرفی ساختمان و مراجعه به نمودار ٢ــ٥، مقدار واقعی تقاضا را برحسب گالن بر دقیقه تعیین می‌کنیم:

[gpm] 51 = میزان واقعی تقاضا

در جدول ١ــ٥ حداقل فشار مورد نیاز برای آبریزگاه برابر با [psig] 15 تعیین شده است.

در شروع محاسبات چون از قطر لولهٔ اصلی ساختمان اطلاع نداریم، قطر کنتور نیز برای ما ناشناخته است، لذا ابتدا بطور آزمایشی کنتوری با قطر $1\frac{1}{2}''$ درنظر گرفته محاسبات را انجام می‌دهیم و سپس نتیجهٔ بدست آمده را بترتیبی که متعاقباً ذکر می‌شود کنترل خواهیم نمود. برای کنتوری با قطر $1\frac{1}{2}''$ و دبی آب [gpm] 51 ، افت فشار از نمودار ٦ــ٥ برابر [psi] 6.5 بدست می‌آید.

بنابراین باقیماندهٔ فشار آب شهر که باید بمصرف مقابله با افت فشار در لوله ها و وصاله ها برسد برابر خواهد بود با:

$$55 - (0.434 \times 50 + 15 + 6.5) = 12 \text{ [psi]}$$

اکنون باید طول کل مسیر لوله کشی تا بالا ترین وسیلهٔ بهداشتی (آبریز) را با احتساب 50% اضافی بابت طول معادل وصاله ها تعیین کنیم:

$$L = 1.5 \times 100 = 150 \text{ [ft]}$$

حال می‌توان نرخ افت فشار را برای سیستم تعیین نمود:

$$\text{حداکثر مجاز نرخ افت فشار} = \frac{12 \text{ [psi]} \times 100 \text{ [ft]}}{150 \text{ [ft]}} = 8 \text{ [psi/100 ft]}$$

چون سطح داخلی لوله ها پس از مدتی بصورت نیمه خشن درمی‌آید، محاسبات باید برای لوله های نیمه خشن صورت گیرد، لذا به نمودار ٤ــ٥ مراجعه می‌کنیم. با دبی [gpm] 51 اگر قطر لولهٔ اصلی را برابر $1\frac{1}{2}''$ (یعنی همان قطری که برای کنتور فرض کرده‌ایم) درنظر بگیریم، نرخ افت فشار از مقدار مجاز [psi/100 ft] 8 و سرعت از محدودهٔ مجاز 2 تا 6 فوت برثانیه تجاوز می‌کنند. پس ناچاریم قطر لولهٔ اصلی را $2''$ در نظر بگیریم و محاسبات را از اول تکرار کنیم.

بررسی شرایط جدید:

اکنون که محاسبات قطر لولهٔ اصلی را برابر $2''$ نشان می‌دهند، باید از کنتور $2''$ استفاده نماییم. افت فشار در داخل کنتور با قطر $2''$ و دبی [gpm] 51 از نمودار ٦ــ٥ برابر 2.7 psi بدست می‌آید.

بنابراین باقیماندهٔ فشار آب شهر که باید صرف مقابله با افت فشار در لوله ها و وصاله ها شود برابر است با:

$$55 - (0.434 \times 50 + 15 + 2.7) = 15.6 \text{ [psi]}$$

لذا حداکثر مجاز نرخ افت فشار در لوله ها و وصاله ها عبارت خواهد

بود از:

$$\text{حداکثر مجاز نرخ افت فشار} = \frac{15.6 \times 100}{150} = 10.4 \ [\text{psi/100 ft}]$$

اکنون باردیگر به نمودار ٤ــ٥ مراجعه می‌کنیم. با نرخ افت فشار [psi/100 ft] 10.4 و دبی [gpm] 51 و محدودهٔ مجاز سرعت، بازهم قطر لولهٔ اصلی برابرّ 2 بدست می‌آید. بنابراین قطر قطعی لولهٔ اصلی ورودی به ساختمانّ 2 خواهد بود.

توجه: چنانچه در محاسبات ابتدایی نرخ افت فشار با دبی [gpm] 51 و قطر لولهٔ اصلیّ 1½ کمتر از حد مجاز [psi/100 ft] 8 بدست می‌آمد، باید قطر لولهٔ اصلی را یک نمره کوچکتر یعنیّ 1¼ درنظر می‌گرفتیم و محاسبات را با شرایط جدید تکرار می‌کردیم تا به قطر مطلوب دست یابیم.

تخمین قطر لوله‌های یک ساختمان:

تعیین اندازهٔ لوله‌ها برای یک ساختمان کوچک مانند منزل مسکونی که در آن یک خانواده زندگی می‌کند، معمولاً بر پایهٔ تجربهٔ مهندس طراح و بدون نیاز به محاسبه صورت می‌گیرد. برای شاخه‌های کوچک منتهی به یک وسیلهٔ بهداشتی منفرد، اندازهٔ لوله‌های ارائه شده در جدول ۷ــ۵ رضایتبخش می‌باشند. اندازه‌های زیر نیز برای شاخه‌هایی که آب چند وسیلهٔ بهداشتی را حمل می‌کنند پیشنهاد می‌شوند:

ّ1/2 برای لوله‌ای که آب تا حداکثر سه شاخهٔ 3/8 اینچی را حمل می‌کند.

ّ3/4 برای لوله‌ای که آب تا حداکثر سه شاخهٔ 1/2 اینچی را حمل می‌کند.

ّ1 برای لوله‌ای که آب تا حداکثر سه شاخهٔ 3/4 اینچی یا هشت شاخهٔ 1/2 اینچی یا پانزده شاخهٔ 3/8 اینچی را حمل می‌کند.

محاسبات لوله کشی آب سرد و گرم مصرفی ساختمان توأماً:

محاسبات برای سیستم لوله کشی آبگرم مصرفی بدون آبسرد عیناً مانند روشی است که قبلاً ذکر گردید. ولی در مورد شیرهای مخلوط که از دو شیر آبسرد و آبگرم و دهانهٔ مخلوط کننده تشکیل شده‌اند، باید برای هر لولهٔ حامل آبگرم یا آبسرد مقدار 0.75 واحد مصرفی(F. U.) که در جدول ۳ــ۵ برای وسیلهٔ بهداشتی مورد نظر تعیین شده، منظور گردد. برای محاسبهٔ همزمان سیستم آبسرد و آبگرم مصرفی دو جدول ترتیب می‌دهیم، یکی برای پرمقاومت‌ترین مسیر لوله کشی آبسرد که بترتیبی که قبلاً ذکر شد به مرتفع‌ترین، دورترین و پرفشارترین وسیلهٔ بهداشتی منتهی می‌گردد و یک جدول هم برای پرمقاومت‌ترین مسیر لوله کشی آبگرم که از مرتفع‌ترین، دورترین و پرفشارترین وسیلهٔ بهداشتی که دارای شیر آبگرم یا شیر مخلوط است شروع می‌شود و شامل مخزن آبگرم مصرفی گردیده به لولهٔ اصلی آب ساختمان می‌رسد.

محاسبات سیستم لوله کشی برگشت آبگرم مصرفی:

چنانچه واحدهای بهداشتی برای مدتی مصرف آبگرم نداشته باشند، آبگرم درون لوله‌ها بتدریج حرارت خود را از دست می‌دهد و در اینصورت پس از بازکردن شیر آبگرم مدتی طول می‌کشد تا آب با دمای دلخواه از آن خارج شود. جهت احتراز از این وضع باید ترتیبی داد که آبگرم در داخل لوله‌ها راکد نمانده بلکه متداوماً بین منبع آبگرم و واحدهای بهداشتی گردش کند. این امر با پیش‌بینی یک سیستم لوله کشی برگشت آبگرم از واحدهای بهداشتی به منبع و تعبیهٔ یک پمپ سیرکولا تور در این مسیر متحقق می‌شود. طبق پیشنهاد انجمن مهندسین تأسیسات آمریکا[1] در سیستمهایی که طول مسیر لوله کشی آبگرم از منبع تا محل مصرف حداکثر برابر 100 فوت می‌باشد احتیاجی به تعبیهٔ سیستم برگشت آبگرم مصرفی نیست، ولی چنانچه طول مسیر مزبور از 100 فوت تجاوز نماید باید سیستم برگشت آبگرم در نظر گرفته شود. این سیستم بطوریکه ذکر شد، شامل یک پمپ سیرکولا تور می‌شود که توسط یک ترموستات مستغرق که در مسیر برگشت نصب شده کنترل می‌گردد. این ترموستات برمبنای دامنهٔ تغییرات دمای F 20 پمپ را خاموش یا روشن می‌کند. البته در ساختمانهایی که آهنگ مصرف آبگرم آنها یکنواخت است باید پمپ دائماً روشن باشد و از اینرو نیازی به تعبیهٔ ترموستات نیست. از آنجائیکه آبگرم بدلیل دارابودن اکسیژن زیاد و دمای بالا، خاصیت زنگ‌زنی دارد، پمپ سیرکولا تور باید از جنس برنز یا سایر مواد مقاوم در مقابل زنگ‌زدگی ساخته شده باشد.

انتخاب پمپ سیرکولا تور آبگرم مصرفی - جهت گزینش پمپ سیرکولا تور آبگرم مصرفی روش ساده‌ای توسط انجمن مهندسین تأسیسات آمریکا ارائه شده است. در این روش برای هر F.U. 20 مصرف آبگرم سیستم مقدار 1 gpm ، برای هر رایزر بقطر 0.75 یا 1 اینچ مقدار 0.5 gpm ، برای هر رایزر بقطر 1.25 یا 1.5 اینچ مقدار 1 gpm ، و برای هر رایزر بقطر 2 اینچ یا بیشتر مقدار 2 gpm دبی برای پمپ درنظر گرفته می‌شود.

تعیین قطر لوله‌های برگشت آبگرم مصرفی - بطور کلی تعبیهٔ لولهٔ برگشت آبگرم مصرفی برای آن دسته از وسایل بهداشتی ضرورت دارد که بخواهیم بلافاصله پس از بازکردن شیر، آبگرم با دمای دلخواه از آنها خارج شود. عموماً در تأسیسات کوچک قطر لوله‌های برگشت را می‌توان 0.5 یا 0.75 اینچ درنظر گرفت. برای

1– Ashrea

تأسیسات بزرگتر قطر لوله های برگشت برمبنای میزان تلفات حرارتی از لوله های آبگرم و بترتیب زیر تعیین می‌شود:

۱ ــ تعیین طول کل تمامی سیستم لوله کشی رفت و برگشت آبگرم مصرفی

۲ ــ ضرب کردن طول کل بدست آمده در مرحلهٔ ۱ در عدد 30 [Btu/hr.ft] جهت دستیابی به میزان تقریبی تلفات حرارتی از لوله هایی که عایق‌پیچی شده‌اند. برای لوله های لخت باید طول مذکور را در عدد 60 [Btu/hr.ft] ضرب نمود.

۳ ــ تقسیم تلفات حرارتی بدست آمده در مرحلهٔ ۲ بر عدد 10000 جهت دستیابی به دبی پمپ سیرکولا تور آبگرم مصرفی. عدد 10000 بترتیب زیر بدست آمده است:

8.33 [lb/gal] × 60 [min/hr] ×

10000 = [افت دمای مجاز آبگرم در لوله ها F] 20

۴ ــ انتخاب یک پمپ سیرکولا تور مناسب برای گردش دادن دبی آبگرم محاسبه شده در مرحلهٔ ۳ و تعیین هد این پمپ با استفاده از منحنی مشخصهٔ پمپ. البته گزینش پمپ در این مرحله یعنی تنها با معلوم بودن دبی آن، به کمی تجربه نیاز دارد، زیرا همانطور که در فصول گذشته ذکر گردید، برای انتخاب یک پمپ به دو مشخصه یعنی دبی و هد پمپ احتیاج است. حال که فقط دبی پمپ را دراختیار داریم باید با استفاده از منحنی مشخصه، پمپی را برگزینیم که هد آن اندازهٔ معقولی داشته باشد بطوریکه قطر لوله ها که برمبنای هد پمپ تعیین می‌شود به اندازه‌ای باشد که سرعت گردش آب در آنها از محدودهٔ مجاز 2 تا 6 فوت برثانیه خارج نشود. این موضوع را می‌توان درضمن مرحلهٔ ششم محاسبات بررسی و کنترل نمود.

۵ ــ هد پمپ بدست آمده در مرحلهٔ ٤ را در عدد 100 ضرب نموده حاصل را برطول کل مسیر برگشت (با احتساب 50% اضافه بابت طول معادل وصاله ها) تقسیم می‌کنیم تا افت فشار مجاز درهر 100 فوت طول لوله بدست آید. پیشنهاد می‌گردد که بجای طی مراحل ٤ و ۵ که روش ارائه شده توسط انجمن مهندسین تأسیسات آمریکاست، برمبنای آنچه در فصول گذشته ذکر گردید، نرخ افت فشاری برابر 300 میلی اینچ برفوت معادل 2.5 فوت بر 100 فوت برای مسیر برگشت درنظر گرفته و از ضرب آن در طول کل مسیر برگشت هد پمپ تعیین شود و با دردست داشتن این هد و دبی بدست آمده در مرحلهٔ ۳ و مراجعه به منحنی مشخصه، پمپ مناسب اختیار گردد.

٦ ــ تعیین قطر لوله های برگشت آبگرم مصرفی براساس دبی آبگرمی که توسط لولهٔ مورد نظر بطرف منبع حمل می‌شود و افت فشار مجاز بدست آمده در مرحلهٔ ۵ با مراجعه به نمودار مربوطه. در اینجا نیز باید توجه داشته باشیم که از محدودهٔ سرعت مجاز (2 تا 6 فوت برثانیه) خارج نشویم.

متعادل کردن سیستم[1]:

از آنجائیکه آب نیز مانند هر سیال دیگری همواره به مسیری که دارای کمترین مقاومت است متمایل می‌شود، باید هنگام طرح سیستم دقت نمود که افت فشار در تمامی شاخه هایی که از یک نقطه منشعب می‌شوند یکسان باشد، چه در غیر اینصورت سیستم دارای تعادل نخواهد بود. عدم تعادل سیستم لوله کشی آب مصرفی مشکل مبتلا به تمامی ساختمانهایی است که بی حساب لوله کشی شده‌اند، بطوریکه با بازکردن شیرهای طبقهٔ اول، بعنوان مثال، فشار و دبی آب در طبقات بالاتر تضعیف می‌گردد. متعادل کردن سیستم به دو صورت امکان پذیر است:

۱ ــ متعادل کردن سیستم در طرح ــ در گزینش قطر لوله ها باید سعی نمود که افت فشار در کلیهٔ شاخه هایی که از یک نقطه منشعب می‌شوند یکسان باشد و این مهم هنگام طرح و محاسبهٔ سیستم لوله کشی با کم و زیاد کردن قطر لوله ها انجام می‌گیرد.

۲ ــ متعادل کردن سیستم درعمل ــ ضمن طرح سیستم باید در ابتدای شاخه ها و نیز پایین رایزرها شیرهای تنظیم کننده قرار داد. با تنظیم این شیرها در ابتدای هر شاخهٔ منشعب از یک نقطه می‌توان افت فشار در آن شاخه را کم یا زیاد نمود بطوریکه با افت فشار در سایر شاخه ها برابر شود. حتی اگر سیستم هنگام طرح نیز متعادل شده باشد، بدلیل عدم دقت در اجرا، لازم است که تعادل نهایی توسط شیرهای تنظیم کننده صورت گیرد. شیرهای تنظیم کنندهٔ مزبور از نوع گلویی[2] می‌باشند.

شیرهای مورد استفاده در تأسیسات آبرسانی:

الف ــ شیرهای مسیر ـ که به منظورهای مختلف در مسیر جریان نصب می‌شوند و در انواع زیر موجود می‌باشند:

۱ ــ شیر کشویی[3] ــ این شیر جریان آب را بوسیلهٔ یک دیسک که بطور عمودی در مسیر جریان حرکت می‌کند کنترل می‌نماید. این شیرها در قسمتهایی از سیستم لوله کشی بکار می‌روند که بخواهیم مسیر آب را کاملاً بازکرده یا ببندیم.

۲ ــ شیر گلویی ـ این شیر دبی آب را با تغییر اندازهٔ مقطع جریان کنترل می‌کند. ساختمان داخلی آن طوری است که با چرخش فلکه شیر می‌توان مجرای آب را تنگ یا گشاد نموده از این طریق افت فشار جریان آب را کم یا زیاد کرد. از این شیرها برای تنظیم دبی و متعادل کردن سیستم استفاده می‌شود.

۳ ــ شیر زاویه‌ای[4] ــ شبیه شیر گلویی است با این تفاوت که به جریان آب زاویهٔ 90 درجه داده آب را عمود بر مسیر جریان خارج می‌کند. شیر تنظیم دبی رادیاتور نمونه‌ای از شیر زاویه‌ای است.

٤ ــ شیر یکطرفه[5] ــ ساختمان داخلی این شیر طوری است که تنها در یک جهت آب را عبور می‌دهد و در مواردیکه بخواهیم از جریان

1— System Balancing 2— Globe Valve 3— Gate Valve 4— Angle Valve 5— Check Valve

معکوس آب در لوله جلوگیری نماییم بکار می‌رود.

ب ــ شیرهای مصرف[1] ـ همان شیرهایی هستند که بطور روزمره در دستشویی، مستراح و غیره با آنها سروکار داریم و در انواع زیر موجودند:

۱ ــ شیرهای تک واحدی[2] ــ که عمدتاً برای مصرف آبسرد و بندرت برای مصرف آبگرم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲ ــ شیرهای مخلوط کننده[3] ــ که برای مخلوط کردن آب گرم و سرد و رساندن آن به دمای قابل استفاده برای شستشو بکار می‌روند. شیرهای دستشویی و حمام نمونه‌هایی از شیر مخلوط کننده می‌باشند.

بست‌ها و نگهدارنده‌ها[4] ـ بمنظور ممانعت از ایجاد لرزش و تنش در لوله‌ها دراثر فشار آب و وزن لوله‌ها، باید لوله‌ها را توسط بست‌ها و نگهدارنده‌هایی که در فواصل مناسب نصب می‌شوند، در محل خود مستقر نمود. برای رایزرها معمولاً تعبیهٔ نگهدارنده‌هایی در پایین آنها و هر طبقه‌ای که رایزرها از آن عبور می‌کنند کافی است. ولی در مورد لوله‌های افقی فاصله بین نگهدارنده‌ها بستگی به قطر و جنس لوله‌ها دارد. این فواصل به قرار زیرند:

8 فوت برای لوله‌هایی با اتصال پیچی با قطر $\frac{1}{2}$ و کمتر.

12 فوت برای لوله‌هایی با اتصال پیچی با قطر $1\frac{1}{4}$ و بیشتر.

6 فوت برای لوله‌های مسی با قطر $1\frac{1}{4}$ و کمتر.

10 فوت برای لوله‌های مسی با قطر $1\frac{1}{2}$ و بیشتر.

بست‌ها باید از آهن نرم ساخته شوند و بگونه‌ای نصب گردند که اجازهٔ انبساط به لوله‌ها داده عایق آنها را خراب نکنند.

انواع لوله‌های مورد استفاده در آبرسانی:

جدول ۸ــ۵ (آخر فصل پنجم)، انواع لوله‌هایی را که بطور کلی در تأسیسات ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند بهمراه کاربرد آنها معرفی می‌کند. بدلیل اینکه سیستم لوله کشی آب سرد و گرم مصرفی سیستمی باز است، باید از لوله‌هایی استفاده نمود که ضدزنگ بوده آب مصرفی را به مواد سمی آلوده نکنند. از طرفی چون این لوله‌ها اغلب در زیر زمین یا داخل دیوار کار گذاشته می‌شوند، باید در مقابل خوردگی مقاوم بوده قدرت تحمل بارهای وارده را داشته باشند. از اینرو در سیستم لوله کشی آب سرد و گرم مصرفی ساختمان عمدتاً از لوله‌های آهنی یا فولادی گالوانیزه استفاده می‌شود.

ضربهٔ قوچ[5] ـ هرگاه تغییر ناگهانی در سرعت آب جریانی در لوله ایجاد شود یا مسیر جریان دفعتاً مسدود گردد، فشار زیادی در آب ایجاد می‌شود که بصورت موج در امتداد لوله و خلاف جهت جریان حرکت نموده پس از برخورد به مانع بازمی‌گردد و عمل رفت و برگشت موج فشار تا زمان استهلاک کامل آن ادامه می‌یابد. این فرآیند که گاهی باعث شکستن لوله‌ها می‌شود با صدای زیادی توأم است. ضربهٔ قوچ اغلب در اثر بستن ناگهانی شیر آب ایجاد می‌گردد، ولی گاهی دلایل دیگری دارد از قبیل:

۱ ــ وارد کردن آب به یک مخزن و یا لولهٔ بستهٔ پر از هوا.

۲ ــ قطع آنی جریان آب در یک پمپ سانتریفوژ و یا تغییر جهت ناگهانی دوران پمپ.

۳ ــ راه دادن بخار و آب در یک مخزن بسته.

٤ ــ بکار انداختن ناگهانی یک پمپ ضربه‌ای با سرعت.

۵ ــ بازکردن آنی شیر آبگرم که باعث کاهش فشار در لوله و تبخیر ناگهانی آب می‌شود. هرقدر دمای آب بیشتر باشد این عمل شدیدتر خواهد بود.

برای ممانعت از ایجاد ضربهٔ قوچ باید مخازن یا لوله‌ها را از پایین پر نمود تا هوا امکان فرار از بالای آنها را داشته باشد. همچنین می‌توان از اتاقکهای هوا[6] یا سایر انواع وسایلی که برای دفع ضربهٔ قوچ ساخته شده‌اند استفاده نمود. ولی ساده‌ترین توصیه‌ای که برای جلوگیری از ایجاد ضربهٔ قوچ در سیستم لوله کشی ساختمان می‌توان کرد، اینست که همواره شیرها به آهستگی بسته شوند.

۲ ــ سیستم دفع فاضلاب ساختمان:

طراحی صحیح و اصولی سیستم دفع فاضلاب ساختمان از جمله اهم مسائل درمعماری ساختمان است که درحیطهٔ وظایف متخصص تأسیسات قرار دارد. فقدان سیستم مناسب دفع فاضلاب در بعضی از ساختمانها، گاهی منجر به بروز ضایعات و مشکلات فراوانی می‌گردد که برای احتراز از آنها باید به کلیهٔ دستورات و مقررات لازم‌الاجرا در طرح سیستم فاضلاب توجه نمود. پس از جمع‌آوری فاضلاب، موضوع تخلیهٔ آن به خارج ساختمان پیش می‌آید که این مشکل امروزه در کشورهایی که دارای سیستم جمع‌آوری فاضلاب شهری می‌باشند وجود ندارد، بطوریکه فاضلاب شهر به تصفیه‌خانه‌هایی هدایت شده پس از تصفیه تقریباً از تمامی اجزاء فاضلاب بنحو مؤثری استفاده می‌گردد. متأسفانه شهرهای ایران، غیر از تعداد انگشت‌شماری، فاقد سیستم جمع‌آوری فاضلاب شهری می‌باشند، لذا فاضلاب ساختمانها بطور انفرادی در چاههایی که بدین منظور حفر می‌گردند تخلیه می‌شود.

انواع فاضلاب ساختمان:

۱ ــ فاضلاب سبک ــ فاضلابی را گویند که از آب خالص با محتویات سبک تشکیل شده باشد، مانند فاضلاب دستشویی یا

1– Faucets
2– Single-Faucets
3– Mixing-Faucets
4– Pipe Supports
5– Water Hammer
6– Air Chambers

کف‌شوی که حاوی مقداری کف صابون با اجرام کوچک از قبیل خاک و خاشاک و غیره است.

۲ ــ فاضلاب سنگین ـ به‌فاضلابی اطلاق می‌شود که محتوی فضولات انسانی یا حیوانی و مواد سنگین باشد. لوله‌هایی که فاضلاب سنگین را عبور می‌دهند دارای قطر و شیب بیشتری نسبت به‌لوله‌های حامل فاضلاب سبک خواهند بود.

انواع چاه فاضلاب:

شرط لازم برای حفر چاه در یک محل، مناسب بودن جنس زمین برای جذب آب است. جهت تخلیهٔ فاضلاب سبک و سنگین جمع‌آوری شده توسط سیستم لوله کشی فاضلاب، معمولاً سه نوع چاه در ساختمان حفر می‌گردند:

۱ ــ چاه فاضلاب دستشویی و مستراح و حمام.

۲ ــ چاه فاضلاب آشپزخانه ـ از آنجائیکه فاضلاب آشپزخانه حاوی مواد چربی زیادی است که پس از ته‌نشین شدن در چاه بعد از مدتی زمین را غیرقابل نفوذ می‌کند، باید برای آشپزخانه چاه جداگانه‌ای درنظر گرفته در مواقع مقتضی کف و دیوارهٔ چاه را از این مواد پاک نمود.

۳ ــ چاه مخصوص آب باران و نزولات جوی.

ساختمان چاه فاضلاب:

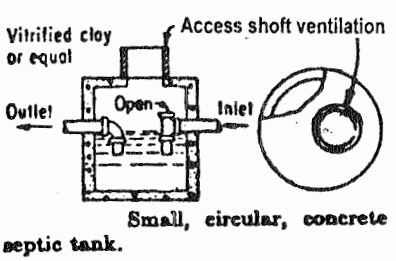
چاه فاضلاب، چنانکه ذکر شد، باید در محلی حفر گردد که زمین آن شنی بوده قابلیت جذب آب را داشته باشد، چه در غیراینصورت خطر پرشدن سریع چاه و ضایعات ناشی از آن وجود دارد. ساختمان چاه از دوقسمت میله و انباره تشکیل می‌گردد:

الف ــ میلهٔ چاه ــ میلهٔ چاه عبارتست از سوراخی به قطر 30 اینچ که در زمین حفر می‌شود و تا رسیدن به قشری که قابلیت جذب آب آن زیاد باشد ادامه می‌یابد. طول میلهٔ چاه بهتر است از 30 فوت کمتر نباشد.

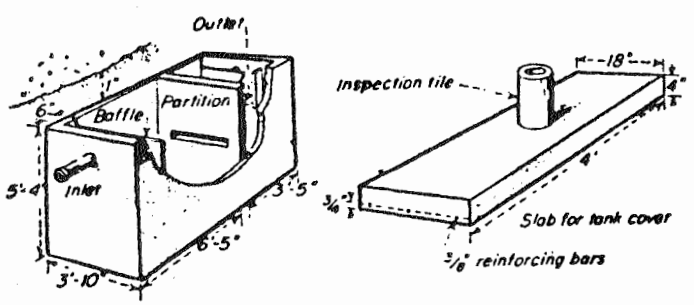
ب ــ انبارهٔ چاه ــ پس از رسیدن میلهٔ چاه به زمین آبکش، زیر و اطراف میله را خاکبرداری می‌نمایند، به این ترتیب خزینه‌ای ایجاد می‌شود که محتویات غیرقابل جذب فاضلاب در آن انبار شده در فواصل زمانی که بستگی به میزان فاضلاب تولید شده در ساختمان دارد، تخلیه می‌گردد. سقف انباره بصورت قوسی خاکبرداری می‌شود تا مقاومت آن در برابر بارهای وارده افزون گردد. حجم انبارهٔ چاه که بستگی به مقدار فاضلاب تولید شده و جنس زمین دارد، حداقل حدود 2000 فوت مکعب درنظر گرفته می‌شود.

سپتیک تانک[1]:

در مناطقی که زمین آنها آبکش نبوده یا قابلیت جذب آب آن کم باشد، بجای حفر چاه از سپتیک تانک استفاده می‌شود. سپتیک تانک محفظهٔ سربسته‌ای است که فاضلاب از یک طرف آن وارد شده پس از مدتی توقف در محفظه و تصفیهٔ طبیعی بیولوژیکی، پساب حاصله از طرف دیگر محفظه خارج می‌گردد. پساب خروجی از سپتیک تانک باید در محلی تخلیه شود که به اندازهٔ کافی از محل چاه آب یا نهر یا هرآب قابل شرب دیگری دور باشد تا آن را آلوده نسازد. پس از ورود فاضلاب به محفظهٔ سپتیک تانک، مواد سنگین و اجسام و فضولات معلق در پساب بوسیلهٔ گازهای متصاعده بالا آمده در سطح پساب تشکیل کف می‌دهند. زمانیکه ارتفاع لجن موجود در ته محفظه به حدود نصف عمق مخزن برسد می‌توان آنرا تخلیه و تمیز نمود. اگر سپتیک تانک خوب طراحی شده باشد، آب خروجی از آن برای مصارف کشاورزی قابل استفاده است. سپتیک تانک ممکن است بجای یک محفظه دارای چند محفظه باشد که در اینصورت عمل تصفیهٔ طبیعی آن کاملتر و هزینهٔ ساخت و نگهداری آن بیشتر خواهد بود. شکلهای ۷ــ۵ و ۸ــ۵، بترتیب دو نوع سپتیک تانک تک محفظه‌ای و دو محفظه‌ای را نشان می‌دهند. سپتیک تانک باید از مواد ضدزنگ و مقاوم ساخته شده سقف آن قدرت تحمل حداقل 150 پاوند بر اینچ مربع فشار را داشته باشد و چنانچه تانک بتنی باشد باید از بتن مسلحی که حداقل 4 اینچ ضخامت دارد ساخته شود. همچنین باید به تعداد محفظه‌های تانک برای آن دریچهٔ ورودی بشکل مربع بابعاد حداقل $20'' \times 20''$ و یا دایره‌ای به قطر حداقل $24''$ درنظر گرفت. این دریچه‌ها باید دارای پوشش کاملاً آب‌بندی و قابل باز و بسته شدن باشند.



شکل ۷ــ۵: سپتیک تانک تک محفظه‌ای مدور بتنی.



شکل ۸ــ۵: سپتیک تانک دو محفظه‌ای بتنی.

1— Septic Tank

اجزاء سیستم فاضلاب:

الف ــ لوله‌ها ـ بطور کلی سیستم لوله کشی فاضلاب ساختمان شامل تعدادی لولهٔ فرعی قائم[1]، لولهٔ اصلی قائم[2]، لولهٔ فرعی افقی[3]، و لولهٔ اصلی افقی[4] می‌شود. انواع لوله های فاضلاب برحسب نوع وظیفه عبارتند از:

۱ ــ لوله های حامل فاضلاب سبک[5].

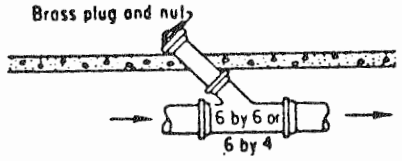
۲ ــ لوله های حامل فاضلاب سنگین[6].

۳ ــ لوله های تخلیهٔ آب باران و نزولات جوی[7].

٤ ــ لوله های مرکب[8] ـ که حاوی فاضلاب سبک و آب باران توأماً می‌باشند و استفاده از آنها امروزه بندرت صورت می‌گیرد.

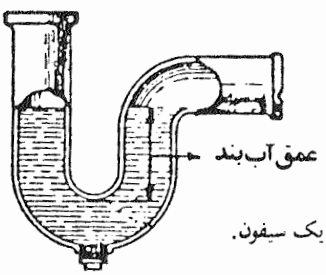
۵ ــ لوله های تهویه[9] ـ لوله های تهویه‌ای که به نزدیکی سیفون هر وسیلهٔ بهداشتی متصل می‌شوند تا آنها را با هوای آزاد ارتباط دهند به لوله های فرعی تهویه موسومند. این لوله ها یا به لوله های قائم اصلی تهویه که مستقیماً تا پشت‌بام ادامه می‌یابند و به آنها **هواگیر قائم اصلی**[10] می‌گویند اتصال پیدا می‌کنند و یا در آخرین طبقهٔ ساختمان به لوله‌ای که در دنبالهٔ لولهٔ اصلی قائم فاضلاب تا پشت‌بام ادامه یافته وظیفهٔ تهویه را بعهده دارد و لولهٔ **هوابر**[11] نامیده می‌شود، متصل می‌گردند. در مورد لوله های تهویه و اهمیت آنها در سیستم فاضلاب ساختمان بعداً توضیح کافی داده خواهد شد.

ب ــ دریچهٔ بازدید[12] **(C. O.)** ـ دریچه‌ای است که در مواقع گرفتگی سیفون، لوله ها، زانویی ها و غیره، برای رفع گرفتگی و تمیز کردن بدون نیاز به شکافتن ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در هر سیستم فاضلاب باید تعداد کافی دریچهٔ بازدید در پایین‌ترین نقطهٔ هر لولهٔ فاضلاب قائم، درسر زانو سه راهه ها موقع اتصال یک لولهٔ فرعی به لولهٔ اصلی دیگر، در هر تغییر مسیر لوله و بالاخره در لولهٔ اصلی فاضلاب ساختمان که از دیوار خارجی عبور می‌کند نصب نمود. دریچه های بازدید اغلب توسط وصالهٔ سه راههٔ Y شکل در مسیر لولهٔ فاضلاب نصب می‌شوند. شکل ۹ــ۵ چگونگی قرارگرفتن دریچهٔ بازدید را در مسیر لولهٔ فاضلاب نشان می‌دهد. برای لوله های فاضلاب تا قطر″4 ، لولهٔ منتهی به دریچهٔ بازدید باید برابر با همان قطر لولهٔ فاضلاب باشد و برای لوله های فاضلاب با قطر بیش از″4 ، قطر لولهٔ منتهی به دریچهٔ بازدید باید حداقل″4 یا بیشتر درنظر گرفته شود. برای لوله های زیرزمینی با قطر بیش از″10 باید یک سوراخ آدم رو با زانویی 90 درجه در فواصل حداکثر تا 150 فوت نصب شود. دهانهٔ دریچه باید حدود 2 اینچ بالاتر از سطح کف قرار گیرد تا کار تمیزکردن لوله ها براحتی صورت پذیرد. برای لوله های فاضلاب افقی بقطر″4 یا کمتر، در هر 50 فوت و برای لوله های با قطر بیشتر در هر 100 فوت باید یک دریچهٔ بازدید نصب شود. دهانهٔ دریچهٔ بازدید توسط در پوش بسته می‌شود.



شکل ۹ــ۵: چگونگی نصب دریچهٔ بازدید در مسیر لولهٔ فاضلاب.

ج ــ سیفون[13] ـ سیفون یک وسیلهٔ آب‌بندی شده است که در محل اتصال وسیلهٔ بهداشتی به لولهٔ فاضلاب قرار می‌گیرد و وظیفه‌اش جلوگیری از ورود گازهای متعفن سیستم فاضلاب به فضای داخل ساختمان است. شکل ۱۰ــ۵ برش یک سیفون را نشان می‌دهد. بطوریکه در شکل دیده می‌شود همواره مقداری آب در قسمت U شکل سیفون باقی می‌ماند و مانند سدی در برابر ورود گازهای متعفن سیستم فاضلاب به فضای داخل ساختمان عمل می‌نماید. عمق مناسب آب‌بندی برای فاضلاب سنگین حدود 2 اینچ و حداکثر 4 اینچ است که در مورد آب باران می‌تواند بیشتر هم باشد. سیفون انواع گوناگونی دارد که برخی از آنها در شکل ۱۱ــ۵ ملاحظه می‌شوند، شکل ۱۲ــ۵ نیز نحوهٔ اتصال سیفون را به چند وسیلهٔ بهداشتی نشان می‌دهد.

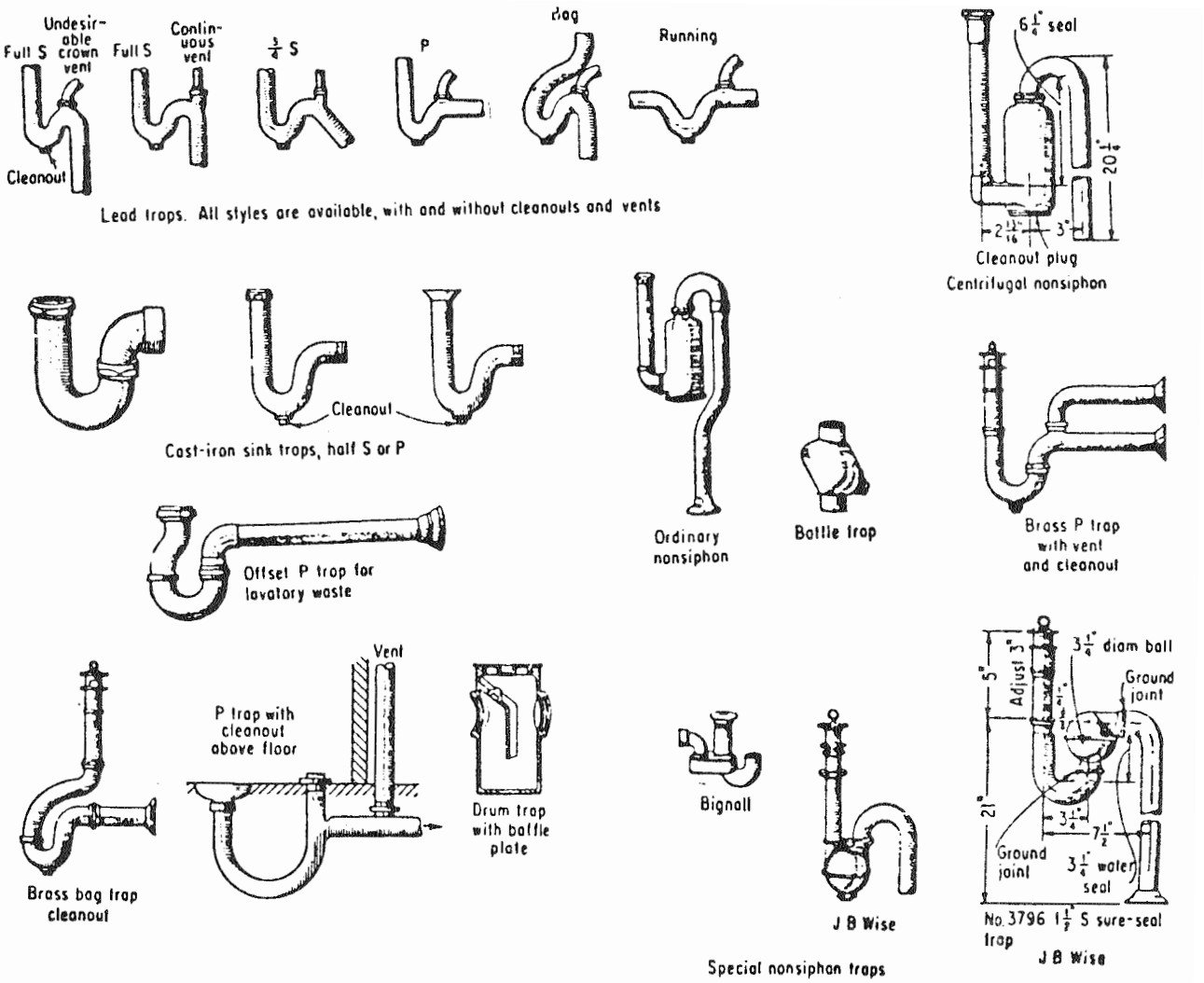


شکل ۱۰ــ۵: برش یک سیفون.

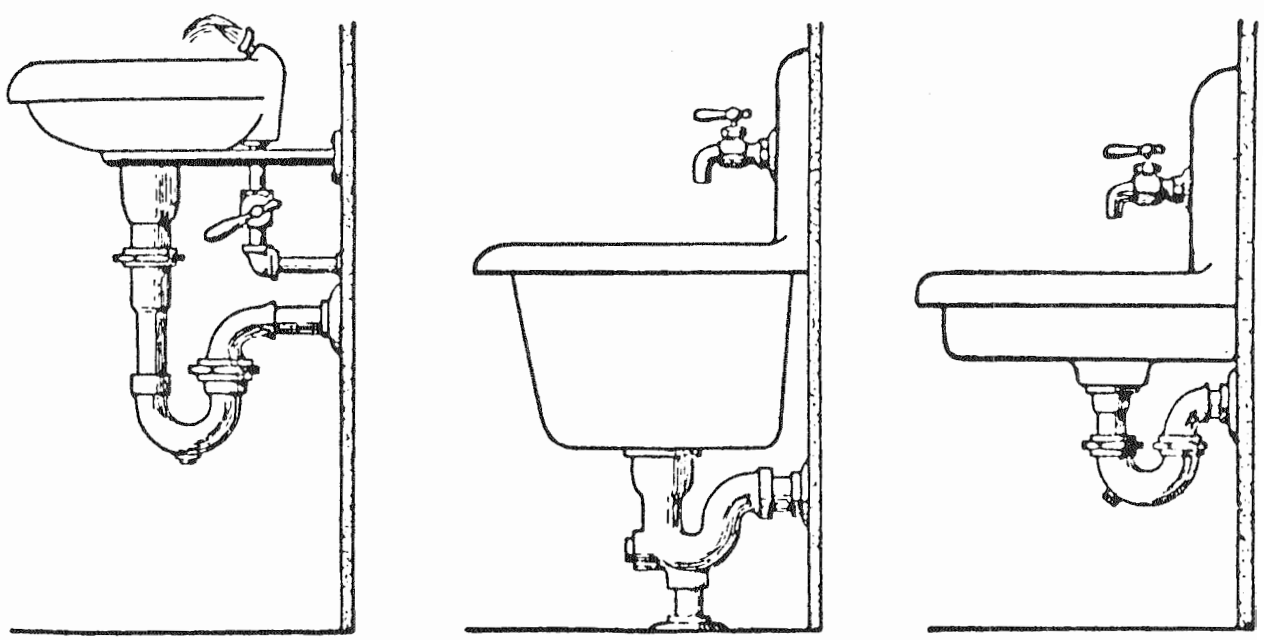
در صورتیکه سیستم فاضلاب ساختمان بطور اصولی طراحی نشده باشد، همواره خطر خالی شدن سیفون و ورود گازهای فاضلاب بداخل ساختمان وجود دارد. برای پی بردن به دلایل تخلیهٔ سیفون باید با مفهوم سیفوناژ آشنا شویم:

سیفوناژ[14] ـ سیفوناژ عبارتست از اثر فشار آتمسفر در تخلیهٔ مایع در نتیجهٔ پیدایش خلاء نسبی در لوله. شکل ۱۳ــ۵ چگونگی تخلیهٔ مایع از ظرف را در اثر سیفوناژ نشان می‌دهد. در اثر خروج مایع از ساقهٔ بلندتر لولهٔ U شکل، در لوله خلاء ایجاد می‌شود و نتیجتاً فشار هوا که بر سطح آزاد مایع داخل ظرف سمت چپ وارد می‌شود مایع را متداوماً به داخل لولهٔ U شکل می‌راند و عمل تخلیه ادامه می‌یابد.

1– Stack
2– Main Stack
3– Branch
4– Main Branch Or Horizontal Branch
5– Waste Pipes
6– Soil Pipes
7– Drains Or Storm Drains
8- Combined Sewer Pipes
9– Vents
10– Vent Stack
11– Stack Vent
12– Clean Out
13– Trap
14– Siphonage



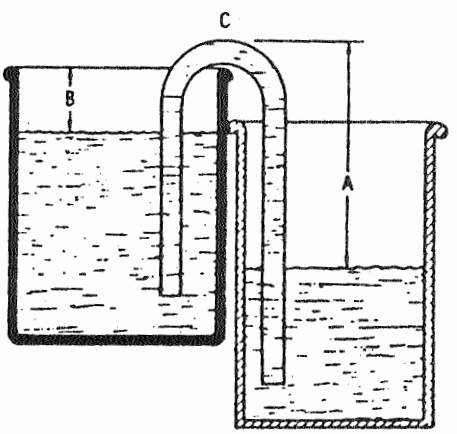
شکل ۱۱ــ۵: انواع مختلف سیفون.



شکل ۱۲ــ۵: چگونگی اتصال سیفون به چند وسیلهٔ بهداشتی.

سیفوناژ خود به خود[1] ـ عمل سیفوناژ خود بخود وقتی صورت می‌گیرد که ساقهٔ بلند سیفون یک وسیلهٔ بهداشتی (ساقه‌ای که جهت جریان فاضلاب در آن بسمت پایین است) پراز آب باشد بطوریکه وقتی آب از این ساقه تخلیه می‌شود در اثر مکش حاصله، آب داخل سیفون بطور کامل خالی گردیده گازهای متعفن به داخل فضای ساختمان راه می‌یابند. شکل ۱۴ــ۵ چگونگی سیفوناژ خودبخود را در سیفون یک دستشویی نشان می‌دهد.

سیفوناژ غیرمستقیم ــ در اثر سقوط فاضلاب یک وسیلهٔ بهداشتی واقع در طبقهٔ بالای ساختمان در داخل لولهٔ قائم اصلی، مکشی در این لوله ایجاد می‌شود که هرچه ارتفاع سقوط فاضلاب مذکور بیشتر باشد میزان این مکش افزونتر خواهد بود. حال اگر وسیلهٔ بهداشتی دیگری در طبقهٔ پایین‌تر وجود داشته باشد که فاضلاب خود را به

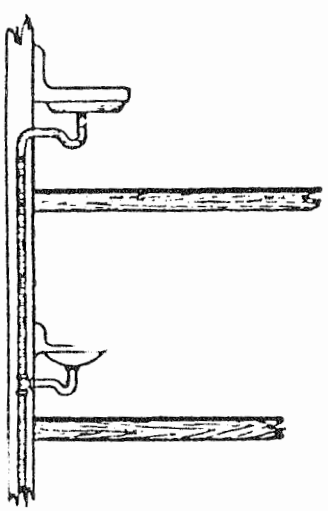


Liquid transfer by means of siphon action.

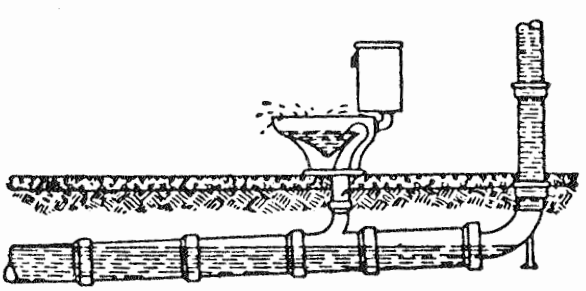
شکل ۱۳ــ۵: تخلیهٔ مایع در اثر سیفوناژ.

این لولهٔ قائم بریزد، در اثر مکش تولید شده در داخل لوله، آب داخل سیفون این وسیلهٔ بهداشتی بطور کامل تخلیه شده گازهای متعفن به داخل اتاقهای این طبقه راه می‌یابند. با تعبیهٔ سیستم تهویهٔ مناسب (که بعداً ذکر خواهد شد) در سر راه اتصال سیفون به لولهٔ قائم فاضلاب، می‌توان از بروز سیفوناژ غیر مستقیم جلوگیری نمود. شکل ۱۵ــ۵ چگونگی انجام سیفوناژ غیرمستقیم را نشان می‌دهد.

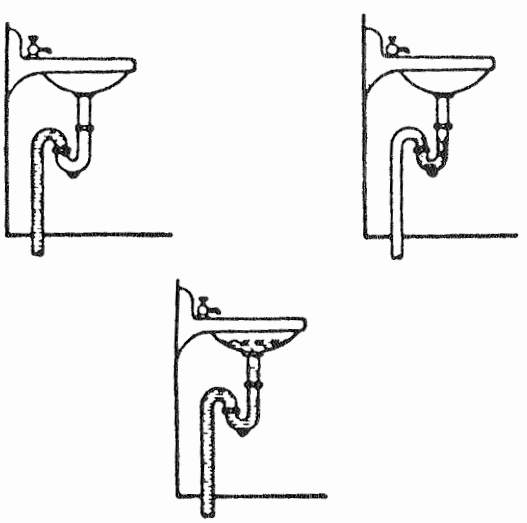
فشار معکوس[2] ـ گازهای موجود در مجرای فاضلاب دراثر حبس و فشرده شدن در داخل لوله، فشارشان افزایش می‌یابد. میزان این فشار گاهی بحدی است که باعث پرتاب آب‌بندی سیفون وسیلهٔ بهداشتی متصله به لولهٔ مذکور و پاشیدن فاضلاب بداخل ساختمان می‌شود. شکل ۱۶ــ۵ چگونگی این پدیده را نشان می‌دهد. برای ممانعت از ایجاد فشار معکوس، باید با تعبیهٔ لوله‌های تهویه و ارتباط دادن قسمتهای مختلف سیستم فاضلاب باهوای آزاد بنحوی که بعداً ذکر خواهد شد، از فشرده‌شدن گازها در داخل سیستم لوله کشی فاضلاب جلوگیری نمود.



شکل ۱۵ــ۵: سیفوناژ غیرمستقیم.



شکل ۱۶ــ۵: چگونگی تخلیهٔ سیفون مستراح در اثر فشار معکوس.



شکل ۱۴ــ۵: چگونگی سیفوناژ خودبخود در سیفون یک دستشویی.
ابتدا آب‌بندی سیفون درحال تعادل است (شکل سمت راست) و سپس فاضلاب وسیلهٔ بهداشتی تخلیه شده آب داخل سیفون بطور کامل تخلیه می‌گردد.

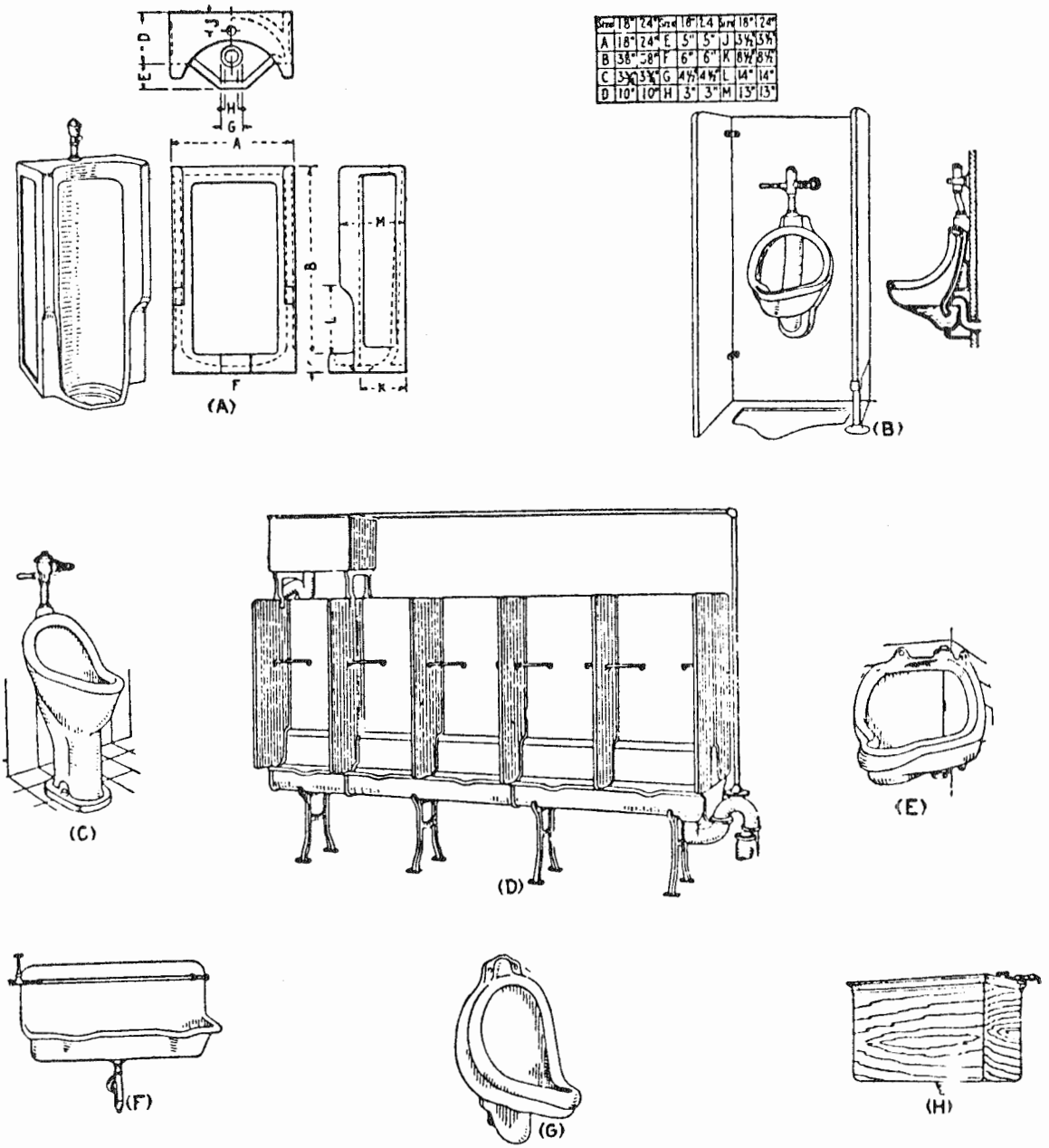
1— Self Siphonage

2— Back Pressure

د ــ وسایل بهداشتی متصله به سیستم فاضلاب ساختمان ـ

برخی از وسایل بهداشتی که به سیستم فاضلاب ساختمان متصل می‌شوند عبارتند از:

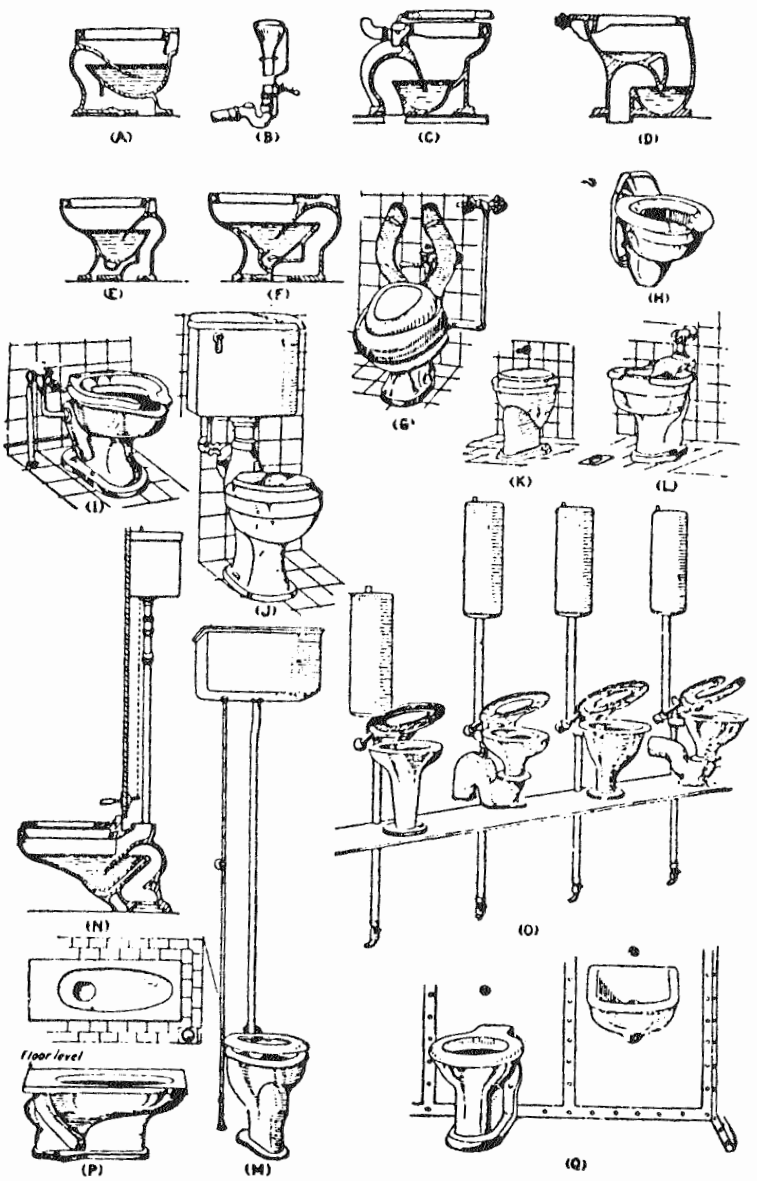
دستشویی[1]، انواع آبریزگاه[2]، مستراح[3]، سینک آشپزخانه[4]، ظرفشویی[5]، سینک آبدارخانه[6]، لگن رختشویی[7]، وان حمام[8]، کف‌شوی[9] و غیره. شکلهای ۱۷ــ۵، ۱۸ــ۵ و ۱۹ــ۵ بترتیب انواع آبریزگاه، مستراح فرنگی و مستراح شرقی را نشان می‌دهند.



. Types of urinal. (*A*) Stall urinal. (*Woodbridge Ceramic Co.*) (*B*) Wal urinal showing two types of stall wall. (*Mott.*) (*C*) Pedestal urinal with flushometc valve and siphon jet. (*Trenton Potteries Co.*) (*D*) Trough urinal with stall (*Mott.*) (*E*) Corner urinal, wall type. (*Trenton Potteries Co.*) (*F*) Trough urir (*Kohler.*) (*G*) Wall urinal with integral trap. (*Canadian Pottery Co.*) (*H*) A matic flushing tank. (*Becker Manufacturing Co.*)

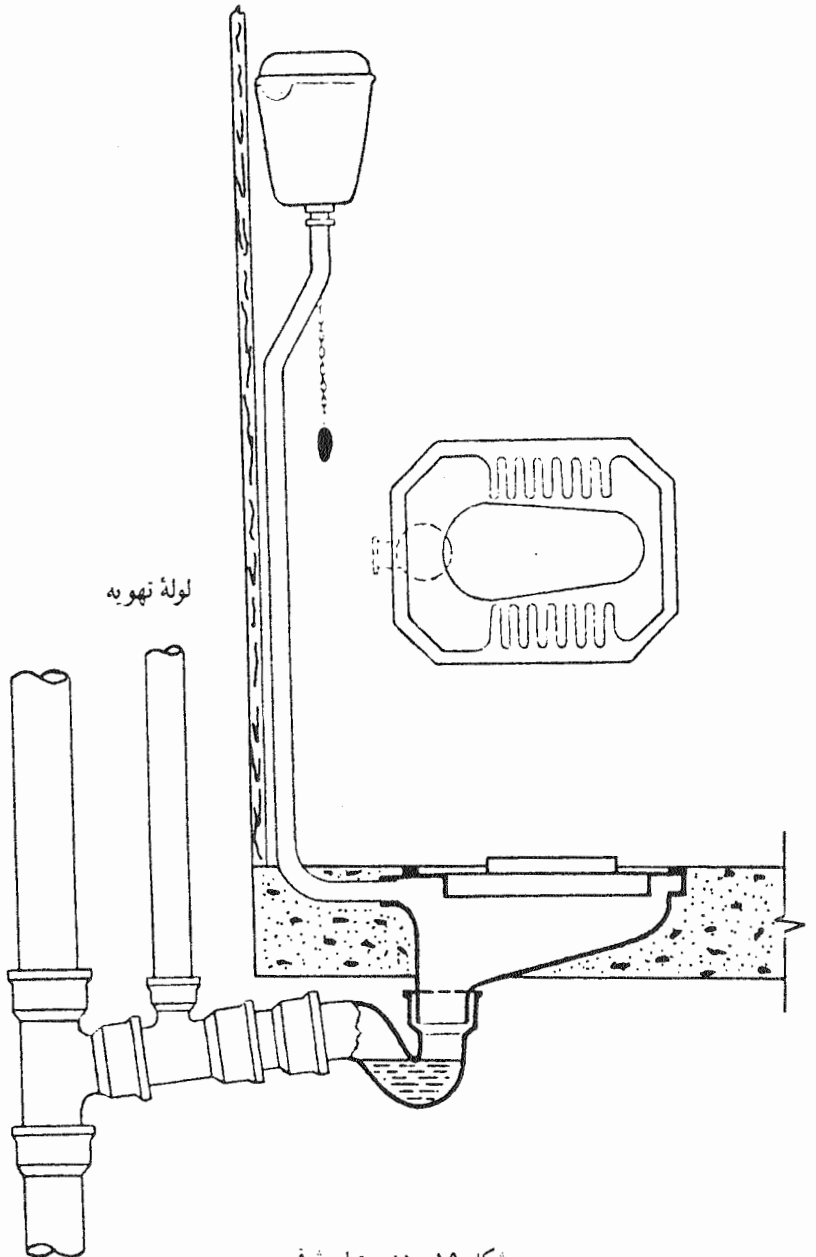
شکل ۱۷ــ۵: انواع آبریزگاه.

1– Lavatory
2– Urinal
3– Water Closet
4– Kitchen Sink
5– Slop Sink
6– Pantry Sink
7– Laundry Tray
8– Bathtub
9– Floor Drain



Types of water closet. (*A*) Washdown closet. (*B*) Frostproof closet. (*C*) Washdown closet. (*D*) Washout closet. (*E*) Siphon-action closet. (*F*) Siphon jet closet. (*G*) Combination bedpan washer and water closet. (*H*) Wall-hung closet and flush valve handle. (*I*, *K*, and *L*) Closets showing flushometer valve handle. (*J*) Closet with low-down flush tank. (*M* and *N*) Closets with high-up flush tanks. (*O*) Automatic, seat-actuated pneumatic tanks for flushing. Two of the closets shown are frostproof hopper type. (*P*) Squat closet. Top is flush with the floor. (*Q*) Fixtures for penal institutions.

شکل ۱۸ــ۵: انواع مستراح فرنگی.



شکل ۱۹ــ۵: مستراح شرقی.

طرح و محاسبهٔ سیستم دفع فاضلاب ساختمان:

واحد مصرف(F. U.)- در تأسیسات فاضلاب نیز مانند تأسیسات آبرسانی، برای سهولت در اندازه گیری میزان تخلیهٔ فاضلاب هر وسیلهٔ بهداشتی، واحدی بنام واحد مصرف تعریف شده است که عبارتست از مقدار فاضلابی که از یک وسیلهٔ بهداشتی که بعنوان واحد انتخاب می‌شود (دستشویی)، در هر دقیقه تخلیه می‌گردد. هر واحد مصرف معادل 7.5 گالن بردقیقه است. میزان تخلیهٔ فاضلاب هر وسیلهٔ بهداشتی برحسب واحد مصرف در جدول ۹ــ۵ (آخر فصل پنجم) ارائه شده است. برای آن دسته از وسایل بهداشتی که در جدول ۹ــ۵ یافت نمی‌شوند باید از جدول ۱۰ــ۵ که تعداد واحدهای مصرف وسایل بهداشتی را برمبنای قطر سیفون آنها تعیین نموده است استفاده کرد. در ستون آخر جدول ۹ــ۵، حداقل اندازهٔ سیفون وسایل بهداشتی مختلف پیشنهاد گردیده است. قطر لولهٔ تخلیه وسایل بهداشتی را معمولاً برابر با قطر سیفون آنها درنظر می‌گیرند.

ظرفیت و قطر لوله های فاضلاب:

چنانکه می‌دانیم، حرکت فاضلاب در داخل لوله ها تنها در اثر نیروی وزن آن و بدون کمک عامل خارجی صورت می‌گیرد. در انتخاب قطر لوله های فاضلاب ساختمان باید درنظر داشت که قطری بیش از اندازهٔ مناسب علاوه براینکه هزینهٔ لوله کشی را بالا می‌برد موجب کندی جریان فاضلاب در لوله نیز می‌گردد، از طرفی قطر کمتر از اندازهٔ لازم باعث می‌شود که سرعت جریان فاضلاب دراثر تراکم ذرات آن و افزونی مقاومت اصطکاکی، کم شده لوله قادر به‌عبوردادن قطعات حجیم نباشد، واین خصوصاً درمورد فاضلاب

سنگین سبب گرفتگی لوله در پیچ و خمها و زانو سه راهه می‌گردد.

حداقل قطر لوله‌های فاضلاب سبک - حداقل قطر لوله‌های افقی و قائم حامل فاضلاب سبک ساختمان "2 تعیین شده است. این لوله‌ها بطوریکه قبلاً ذکر شد حامل فاضلاب دستشویی، کف‌شوی، حمام و بطور کلی فاضلابی که از آب و محتویات سبکی نظیر کف صابون، خاک و خاشاک و غیره تشکیل شده، می‌باشند.

حداقل قطر لوله‌های فاضلاب سنگین - حداقل قطر لوله‌های افقی و قائم حامل فاضلاب سنگین ساختمان "4 تعیین شده است. لوله‌های فاضلاب سنگین به لوله‌هایی اطلاق می‌شود که حامل فضولات انسانی یا حیوانی باشند. همچنین لوله‌هایی که فاضلاب سنگین و سبک را با هم حمل می‌کنند جزو لوله‌های فاضلاب سنگین شمرده می‌شوند. بطور کلی قطر لوله‌های فاضلاب چه سنگین و چه سبک براساس مقدار فاضلابی که قرار است حمل کنند و شیب آنها تعیین می‌شود. بعضی از استانداردها حداقل قطر لوله‌های فاضلاب سنگین را "3 تعیین نموده‌اند.

شیب[1] لوله‌های فاضلاب افقی - از آنجائیکه حرکت فاضلاب تحت نیروی وزن آن صورت می‌گیرد، باید باتوجه به امکانات ساختمان شیبی برای لوله‌های افقی درنظر گرفت تا فاضلاب بتواند بسهولت در داخل لوله‌ها حرکت کند. طبق استانداردهای آمریکا مناسب‌ترین شیب برای لوله‌های افقی فاضلاب 1/48 فوت در هر فوت مطابق با 1/4 اینچ در فوت می‌باشد. در لوله‌های افقی با این شیب، سرعت جریان فاضلاب کافی بوده لوله‌ها خودبخود پاک می‌شوند و فشارهای غیرعادی نیز در سیستم لوله کشی فاضلاب ایجاد نمی‌شوند. با اینحال گاهی بعلت زیادبودن طول لوله یا مشکلات اجرایی دیگر، ممکن است ناگزیر باشیم شیب کمتری به لوله‌ها بدهیم، ولی در هرحال باید سعی کنیم میزان این شیب از 1/8 اینچ در فوت کمتر نباشد. جدول ۱۱ــ۵ حداقل شیب لوله‌های افقی فاضلاب را نسبت به قطر آنها ارائه می‌دهد.

تعیین قطر لوله‌های فاضلاب ساختمان:

بطور کلی قطر لوله‌های فاضلاب براساس میزان فاضلابی که حمل می‌کنند و شیب آنها بنحوی تعیین می‌گردد که از حداقل قطرهایی که برای لوله‌های افقی و قائم ذکر شد کمتر نباشد. برای تعیین قطر شاخه‌های افقی با توجه به تعداد واحدهای مصرفی که در آنها تخلیه می‌شود و شیب مورد نظر، از جدول ۱۲ــ۵ (آخر فصل پنجم) استفاده می‌شود. جدول ۱۳ــ۵ نیز برای تعیین قطر لوله‌های قائم فاضلاب بکار می‌رود. نکتهٔ قابل تذکر اینست که قطر لولهٔ اصلی فاضلاب بهیچوجه نباید از قطورترین لوله‌ای که به آن وارد می‌شود کمتر باشد. هنگام استفاده از این جداول باید به زیرنویس آنها نیز توجه نمود.

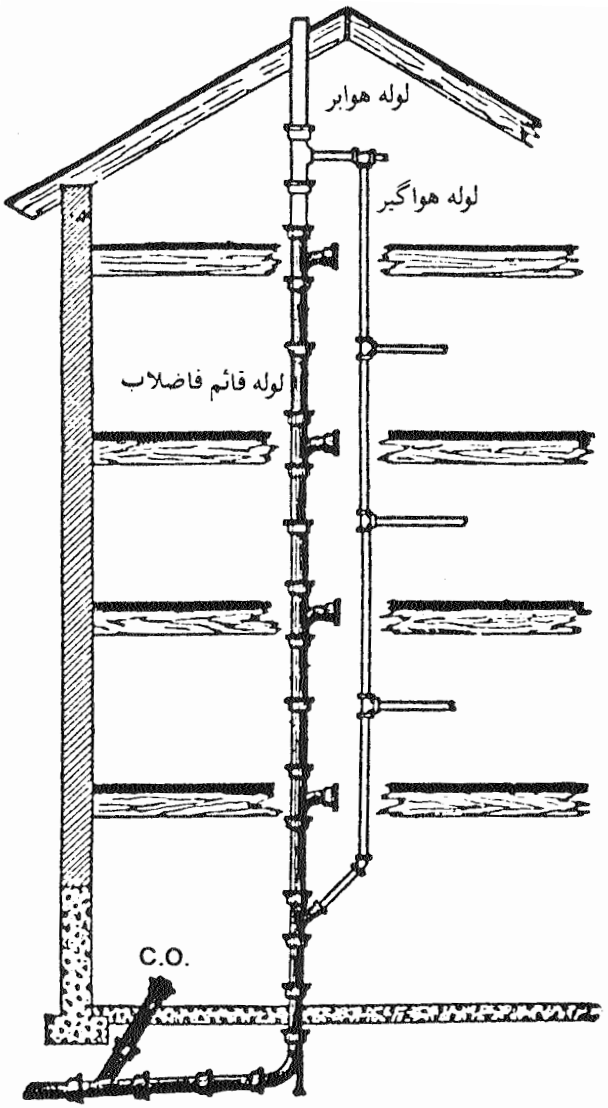
تعیین قطر لوله‌های حامل آب باران و ناودانها - آب باران که روی پشت‌بام یا شیروانی جاری می‌شود توسط لولهٔ آب‌بر[2] جمع‌آوری شده به **لولهٔ عمودی ناودان**[3] هدایت می‌شود. شکل ۲۰ــ۵ اجزاء سیستم تخلیهٔ آب باران را نشان می‌دهد. تعیین اندازهٔ لوله‌های عمودی و افقی حامل آب باران براساس مساحت پشت‌بام یا تصویر افقی سطح شیروانی، با استفاده از جدول ۱۴ــ۵ (آخر فصل پنجم) صورت می‌گیرد. در صورتیکه بخواهیم از ناودانهایی با مقطع مستطیلی استفاده نماییم باید مساحت آن با مساحت سطح مقطع لولهٔ مستخرجه از جدول ۱۴ــ۵ برابر باشد. اندازهٔ لولهٔ آب‌بر نیز براساس مساحت پشت‌بام یا تصویر افقی سطح شیروانی و شیب لولهٔ آب‌بر، از جدول ۱۵ــ۵ تعیین می‌گردد. انتهای لولهٔ عمودی آب باران ممکن است بصورت آزاد در نزدیکی سطح زمین قرار گیرد و یا مطابق آنچه در شکل ۲۰ــ۵ نشان داده شده، در زیر سطح زمین به لولهٔ اصلی حمال نزولات جوی[4] و یا لولهٔ مرکب که فاضلاب سبک ساختمان را نیز حمل می‌کند، اتصال یابد. برای تعیین اندازهٔ لولهٔ مرکب باید ابتدا تعداد واحدهای مصرفی که بصورت فاضلاب سبک به آن ریخته می‌شود را با استفاده از جدول ۱۶ــ۵ به مساحت معادل تبدیل نموده با مساحت سطح بارانگیر جمع کنیم و آنگاه با مراجعه به جدول ۱۴ــ۵ قطر لوله را با توجه به شیب درنظر گرفته شده، استخراج نماییم.

لوله‌های تهویهٔ فاضلاب:

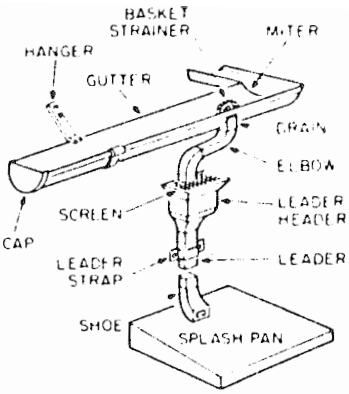
۱ ــ لولهٔ هواگیر - بمنظور ممانعت از ایجاد سیفوناژ و فشار معکوس، باید قسمتهای مختلف سیستم فاضلاب را بوسیلهٔ تعداد کافی لولهٔ تهویه با هوای آزاد مرتبط نمود. هر ساختمان باید حداقل دارای یک لولهٔ هواگیر قائم اصلی باشد که با قطر ثابت از محل اتصال به لولهٔ قائم فاضلاب تا حداقل 6 فوت بالای سطح پشت‌بام امتداد یابد. این لوله ممکن است بجای اینکه تا پشت‌بام امتداد پیدا کند، به لولهٔ هوابر که در امتداد لولهٔ قائم اصلی فاضلاب است متصل شود، مشروط برآنکه نقطهٔ اتصال آن به لولهٔ هوابر حداقل 6 فوت بالا تر از سطح آبگیر سیفون بالا ترین وسیلهٔ بهداشتی متصله به لولهٔ قائم اصلی باشد. شکل ۲۱ــ۵ لولهٔ هواگیر و چگونگی اتصال آن به لولهٔ هوابر را نشان می‌دهد.

۲ ــ لولهٔ هوابر - بطوریکه قبلاً ذکر گردید، این لوله در دنبالهٔ لولهٔ قائم اصلی فاضلاب و از بالا ترین شاخهٔ افقی متصله به آن تا پشت‌بام امتداد می‌یابد. عموماً، یک گروه از وسایل بهداشتی شامل وان حمام، سینک آشپزخانه و مستراح، واقع در ساختمان

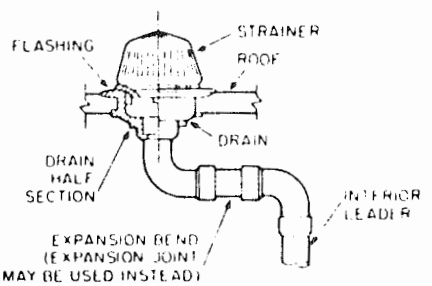
1— Slope Or Fall
2— Gutter
3— Vertical Leader
4— Storm Sewer



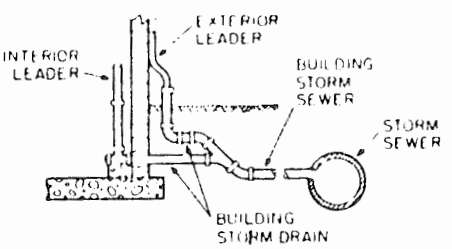
شکل ۲۱ــ۵: لولهٔ هوابر و نحوهٔ اتصال لولهٔ هواگیر به آن.



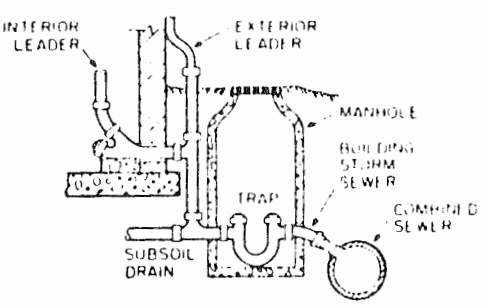
(a)



(b)



(c)



(d)

شکل ۲۰ــ۵: اجزاء سیستم تخلیهٔ آب باران. a ـ لولهٔ آب‌بر، ناودان خارجی و سینی آب‌پاش. b ـ قسمت فوقانی لولهٔ عمودی آب باران که از داخل ساختمان عبور می‌کند. c ـ چگونگی اتصال لوله‌های عمودی حاوی نزولات جوی به لولهٔ اصلی جمع‌کنندهٔ نزولات جوی در زیرزمین. d ـ چگونگی اتصال لوله‌های عمودی حاوی نزولات جوی به لولهٔ مرکب.

یک طبقه و یا طبقهٔ آخر ساختمان چند طبقه، در صورتیکه هریک مستقلاً و دریک سطح به لولهٔ قائم فاضلاب اتصال یابند نیازی به تعبیهٔ لولهٔ تهویهٔ جداگانه ندارند و امتداد لولهٔ قائم فاضلاب که همان لولهٔ هوابر می‌باشد وظیفهٔ تهویهٔ وسایل مذکور را بعهده خواهد داشت. شکل ۲۱ــ۵ لولهٔ هوابر و چگونگی اتصال لولهٔ هواگیر قائم اصلی را به آن نشان می‌دهد.

۳ ــ لولهٔ تهویهٔ انفرادی[1] ـ لوله‌ای است برای تهویهٔ سیفون یک وسیلهٔ بهداشتی که از بالای آن به سیستم تهویهٔ فاضلاب ساختمان متصل می‌شود و یا مستقیماً به فضای آزاد منتهی می‌گردد. جهت حصول اطمینان از حسن انجام وظیفهٔ این لوله، مقررات لوله کشی فاضلاب فاصله‌ای را که باید محل اتصال این لوله از سیفون وسیلهٔ بهداشتی داشته باشد تعیین نموده‌اند. این فاصله عموماً بین 2.5 فوت برای وقتیکه قطر لولهٔ تخلیهٔ وسیلهٔ بهداشتی $1\frac{1}{4}$" باشد، تا

1– Individual Vent

10 فوت برای زمانیکه قطر لولهٔ تخلیهٔ وسیلهٔ بهداشتی″ 4 باشد، معین گردیده است. شکلهای ۲۲ــ۵ و ۲۳ــ۵، بترتیب چگونگی تهویهٔ انفرادی دستشویی ها و مستراح ها را نشان می‌دهند.

٤ ــ لولهٔ تهویهٔ مشترک[1] ـ جهت صرفه‌جویی در مصرف لوله، ممکن است دو وسیلهٔ بهداشتی که پشت به پشت هم در دوطرف دیوار قرار گرفته‌اند توسط یک لوله تهویه شوند. فاضلاب این وسایل توسط یک وصالهٔ چهارراهه صلیبی شکل به لولهٔ قائم فاضلاب می‌ریزد و لولهٔ تهویهٔ مشترک به دهانهٔ فوقانی این چهارراهه متصل می‌شود. شکل‌های ۲٤ــ۵ و ۲۵ــ۵ بترتیب چگونگی تهویهٔ مشترک یک زوج دستشویی و یک زوج مستراح را نشان می‌دهند.

۵ ــ لولهٔ تهویهٔ شاخه[2] ـ لوله‌ای است که یک یا چند لولهٔ تهویهٔ انفرادی متعلق به وسایل بهداشتی متصله به یک شاخهٔ فاضلاب، به آن اتصال می‌یابند. این لوله به لولهٔ هواگیر قائم و یا لولهٔ هوابر متصل می‌شود. لولهٔ تهویهٔ شاخه در شکلهای ۲۲ــ۵، ۲۳ــ۵ و ۲٦ــ۵ مشاهده می‌شود.

٦ ــ لولهٔ تهویهٔ مرطوب[3] ـ لوله‌ای است که وظیفهٔ دوگانه تخلیه و تهویهٔ فاضلاب سبک را برعهده دارد (شکل ۲۷a ــ۵). استفاده از این نوع تهویه باعث کاهش تعداد لوله‌ها نسبت به نوع تهویهٔ انفرادی شده هزینهٔ سیستم را کاهش می‌دهد. لولهٔ فاضلاب مستراح را نباید به لولهٔ تهویهٔ مرطوب متصل نمود.

۷ ــ لولهٔ تهویهٔ مداری[4] ـ این لوله برای تهویهٔ دو یا چند سیفون متصل به یک شاخهٔ فاضلاب بکار می‌رود و از بالای آخرین وسیلهٔ بهداشتی متصل به شاخه تا لولهٔ هواگیر قائم امتداد می‌یابد (شکل ۲۷b ــ۵). معمولاً یک سری از وسایل بهداشتی که به یک شاخه اتصال دارند از قبیل آبریزگاههای ایستاده و سراسری، دوشهای سراسری و کف‌شویها توسط سیستم مداری تهویه می‌شوند. شکلهای ۲۸ــ۵ و ۲۹ــ۵ بترتیب چگونگی تهویهٔ مداری چند دستشویی و چند مستراح را نشان می‌دهند.

۸ ــ لولهٔ تهویهٔ حلقوی[5] ـ این لوله نیز شبیه لولهٔ تهویهٔ مداری عمل می‌کند، با این تفاوت که در انتها بجای لولهٔ هواگیر به لولهٔ هوابر متصل می‌شود. از اینجهت، هوا تا رسیدن به لولهٔ هوابر یک مسیر حلقوی را طی می‌کند. در شکل ۲۷c ــ۵ لولهٔ تهویهٔ حلقوی مشاهده می‌شود. همچنین شکل ۳۱ــ۵ چگونگی هواگیری وسایل بهداشتی یک ساختمان چهار طبقه را به روش مداری نشان می‌دهد.

۹ ــ لولهٔ تعدیل فشار[6] ـ چنانچه لوله‌های قائم فاضلاب سبک و سنگین دارای بیش از ده شاخهٔ منشعبه باشند (در ساختمانهای بلند)، باید به یک لولهٔ تعدیل فشار در فواصل بین شاخه مجهز گردند. فاصلهٔ بین شاخه‌های یک لولهٔ قائم فاضلاب حداقل 8 فوت می‌باشد (یعنی به اندازهٔ فاصلهٔ بین طبقات). ابتدای هر لولهٔ تعدیل فشار در پایین توسط یک وصالهٔ Y شکل به لولهٔ قائم فاضلاب سبک یا سنگین متصل می‌شود و در فاصلهٔ هر سه یا پنج طبقه، در زیر شاخهٔ افقی منشعبه از لولهٔ فاضلاب قائم، یک لولهٔ تعدیل فشار تعبیه می‌گردد. انتهای لولهٔ تعدیل فشار در بالا به لولهٔ هواگیر متصل می‌شود. نصب این لوله، فشار هوا را در سیستم فاضلاب متعادل نموده صحت کار سیستم را تضمین می‌کند. لولهٔ تعدیل فشار معمولاً در سیستم تهویهٔ مداری یا حلقوی بکار می‌رود. قطر لولهٔ تعدیل فشار باید لااقل نصف قطر لولهٔ فاضلاب متصل به آن بوده هرگز از کمتر از″ 1¼ نباشد. شکل ۳۰ــ۵ چگونگی اتصال لولهٔ تعدیل فشار به لولهٔ قائم فاضلاب و لولهٔ هواگیر را نشان می‌دهد.

شیب لوله‌های تهویه و نحوهٔ اتصال آنها:

بدلیل تقطیر رطوبت موجود در هوا و گازهای سیستم فاضلاب روی جدارهٔ داخلی لولهٔ تهویه، این لوله‌ها باید دارای شیب مناسبی بطرف لوله‌های فاضلاب باشند تا آب حاصل از تقطیر بتواند تحت نیروی وزن خود بسمت لوله‌های فاضلاب جریان یابد. اتصال لوله‌های تهویه به لولهٔ افقی فاضلاب باید یا بطور قائم و یا با زاویهٔ حداقل 45 از بالای آن صورت گیرد. اتصال لوله‌های هواگیر به لولهٔ قائم فاضلاب همچنانکه در شکل ۲۱ــ۵ مشاهده می‌شود، باید با سه راههٔ Y شکل یا زانو سه راههٔ مخصوص فاضلاب[7] انجام پذیرد. تغییر جهت لوله‌های تهویه باید تحت زاویهٔ 45 درجه باشد.

محاسبهٔ قطر لوله‌های تهویه:

۱ ــ تعیین قطر لوله‌های **هواگیر** براساس قطر لولهٔ قائم فاضلاب سبک یا سنگین و تعداد واحدهای مصرفی که به آنها تخلیه می‌شود و طول لولهٔ هواگیر، با استفاده از جدول ۱۷ــ۵ (آخر فصل پنجم) انجام می‌گیرد. قطر لولهٔ **هوابر** که در امتداد لولهٔ قائم فاضلاب قرار دارد برابر همان قطر لولهٔ قائم فاضلاب درنظر گرفته می‌شود.

۲ ــ قطر لوله‌های **تهویهٔ انفرادی** نباید کمتر از″ 1¼ و یا نصف قطر لولهٔ فاضلاب متصل به وسیلهٔ بهداشتی مربوطه باشد.

۳ ــ قطر لوله‌های **تهویهٔ شاخه** براساس مجموع واحدهای مصرف وسایل بهداشتی که لوله‌های تهویهٔ انفرادی آنها به این لوله متصل می‌شوند و با استفاده از جدول ۱۸ــ۵ تعیین می‌گردد. در این جدول حداکثر واحدهای مصرفی که می‌توان با لوله‌ای به قطر معین تهویه نمود، پیشنهاد شده است.

٤ ــ قطر لوله‌های **تهویهٔ مشترک** که قطعاً باید بزرگتر از قطر لولهٔ تهویهٔ انفرادی باشد، از جدول ۱۸ــ۵ و با توجه به مجموع واحدهای مصرف دو وسیلهٔ بهداشتی که توسط این لوله تهویه می‌شوند، تعیین می‌گردد.

۵ ــ قطر لوله‌های **تهویهٔ مرطوب** مانند قطر لوله‌های تهویهٔ انفرادی

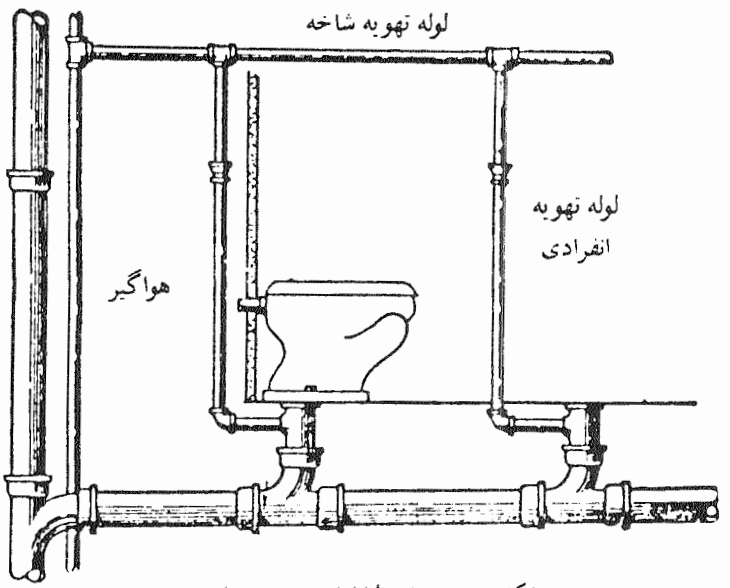
1– Common Vent
2– Branch Vent
3– Wet Vent
4– Circuit Vent
5– Loop Vent
6– Relief Vent
7– Sanitary Tee

تعیین می‌شود.

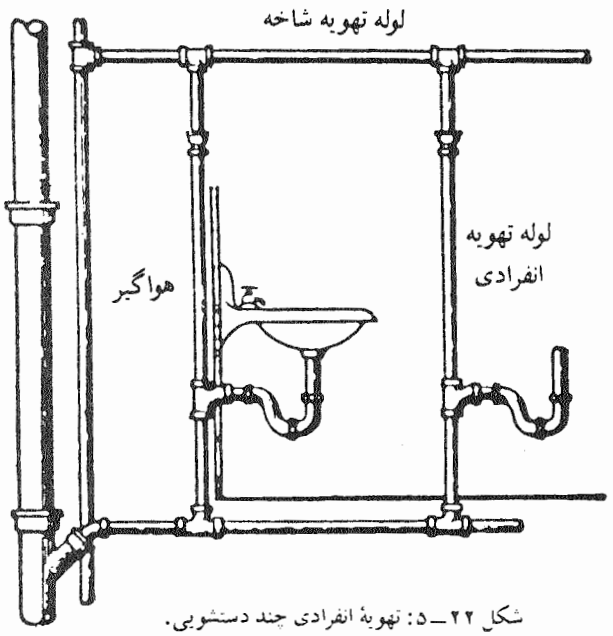
۶ ــ قطر لوله های **تهویهٔ مداری و حلقوی** نباید از نصف قطر لوله های فاضلاب افقی متصل به آنها کمتر بوده و حداقل باید برابر قطر لولهٔ هواگیر قائم اصلی که به آن متصل می‌شوند باشد.

سیفون اصلی ساختمان[1] و تهویهٔ آن:

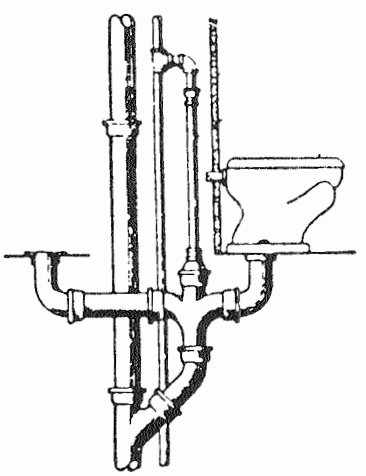
این سیفون در مسیر لولهٔ اصلی تخلیهٔ فاضلاب ساختمان و نزدیک دیوار بیرونی ساختمان نصب می‌شود و وظیفه‌اش جلوگیری از ورود گازهای تولید شده در مجاری فاضلاب شهری یا چاه فاضلاب بداخل سیستم فاضلاب ساختمان است. البته بعضی معتقدند که لزومی به تعبیهٔ این سیفون نیست و اگر سیستم لوله کشی فاضلاب درست طراحی شده باشد، گازهای مذکور خطر و مزاحمتی برای ساکنین ساختمان ایجاد نمی‌کنند. شکل ۳۲ــ۵ سیفون اصلی ساختمان و لولهٔ تهویهٔ آنرا نشان می‌دهد. لولهٔ تهویهٔ سیفون اصلی قبل از ورودی سیفون و در فاصلهٔ 2 فوتی مجرای بازدید نصب می‌شود. انتهای بالایی این لوله یا در خارج ساختمان از سطح خاک بالا می‌آید و یا تا پشت‌بام ساختمان ادامه می‌یابد. قطر لولهٔ تهویهٔ سیفون اصلی ساختمان نسبت به قطر لولهٔ اصلی فاضلاب ساختمان تعیین می‌شود، به این ترتیب که اگر قطر لولهٔ اصلی فاضلاب ساختمان تا ″6 باشد قطر لولهٔ تهویه برابر ″4 ، برای قطر لولهٔ اصلی فاضلاب تا ″8 قطر لولهٔ تهویه برابر ″6 و برای قطر لولهٔ اصلی فاضلاب بزرگتر از ″8 قطر لولهٔ تهویه برابر ″8 خواهد بود.



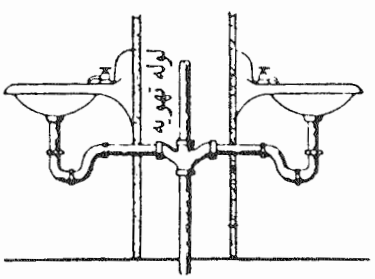
شکل ۲۳ــ۵: تهویهٔ انفرادی چند مستراح.



شکل ۲۲ــ۵: تهویهٔ انفرادی چند دستشویی.

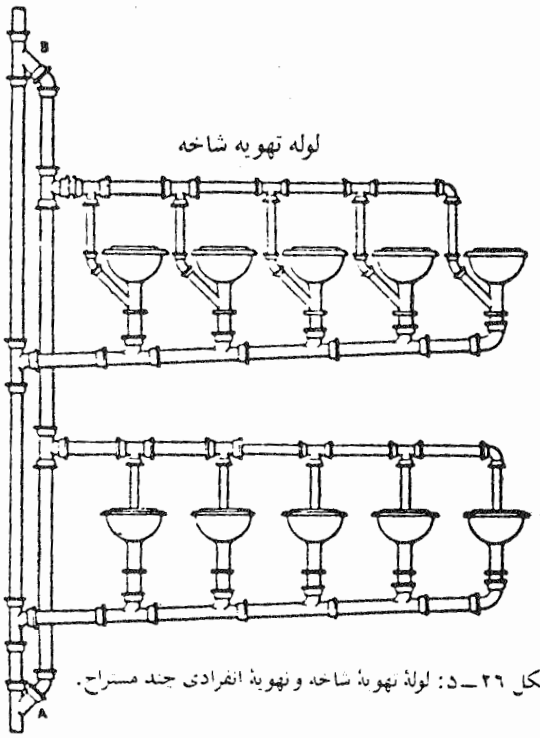


شکل ۲۵ــ۵: تهویهٔ مشترک دو مستراح.

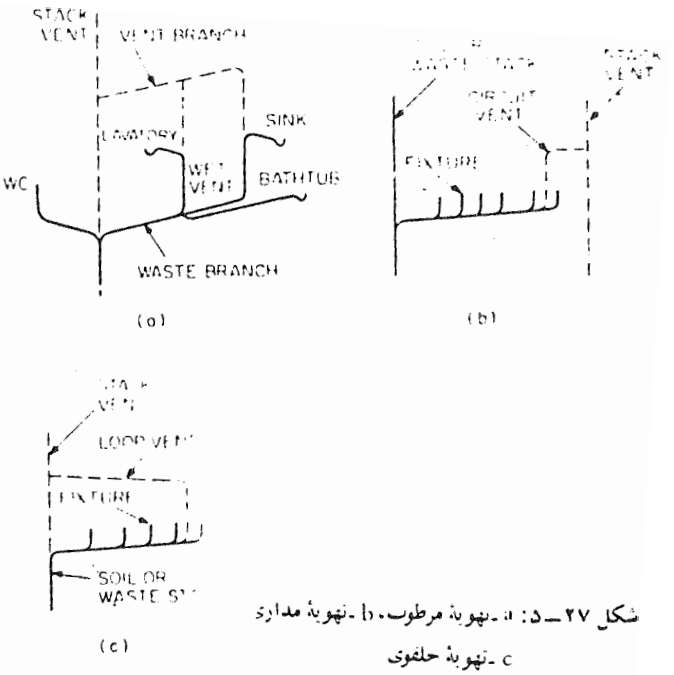


شکل ۲۴ــ۵: تهویهٔ مشترک دو دستشویی.

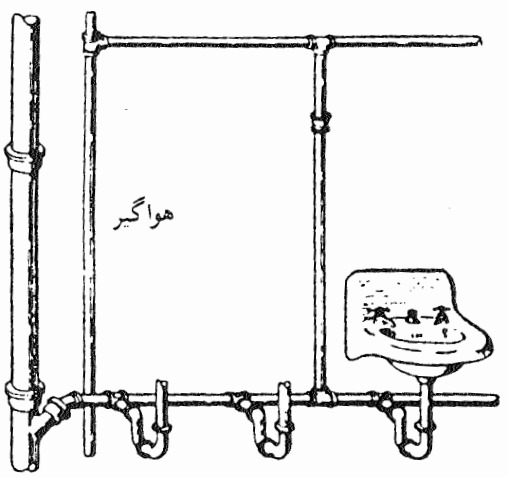
1– Sanitary Trap



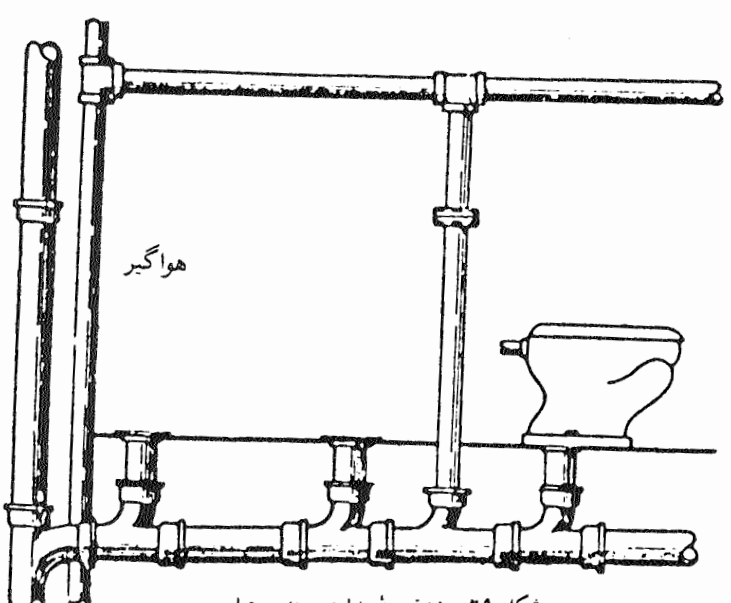
شکل ۲۶ــ۵: لولهٔ تهویهٔ شاخه و تهویهٔ انفرادی چند مستراح.



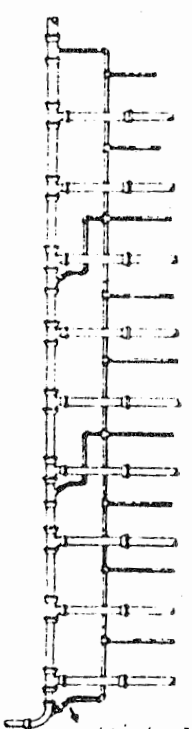
شکل ۲۷ــ۵: a ـ تهویهٔ مرطوب، b ـ تهویهٔ مداری
c ـ تهویهٔ حلقوی



شکل ۲۸ــ۵: تهویهٔ مداری چند دستشویی.



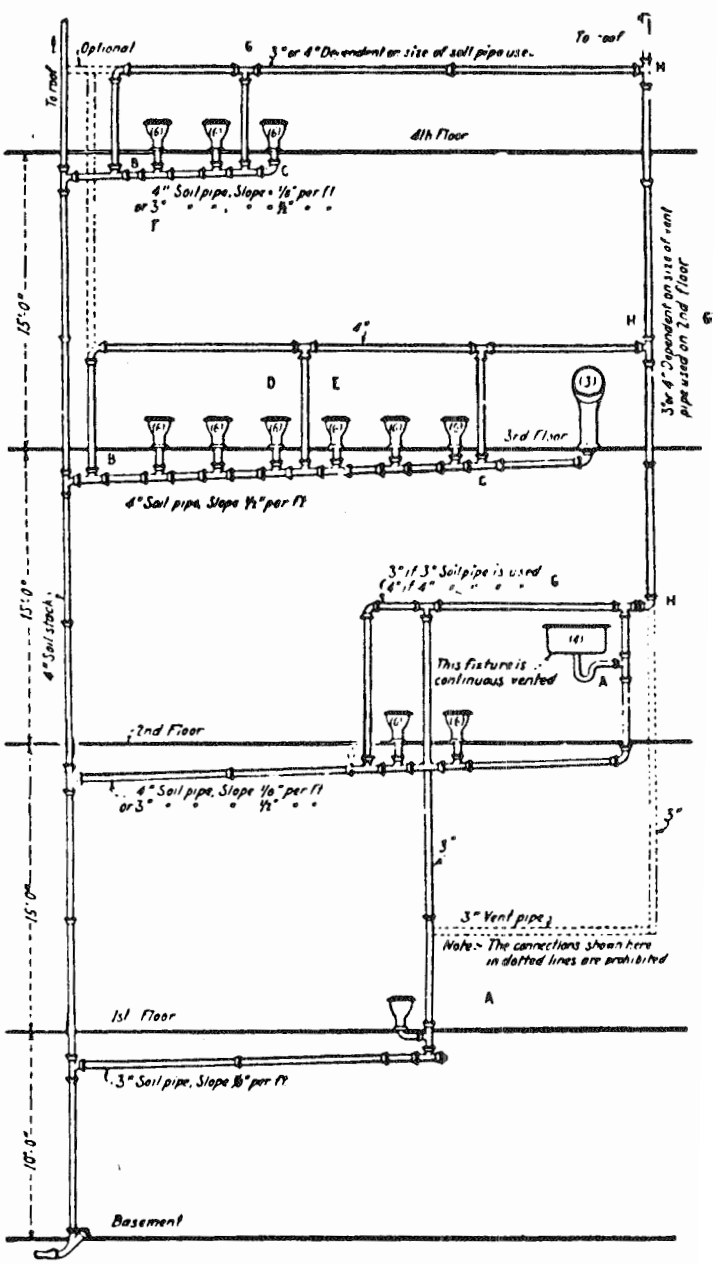
شکل ۲۹ــ۵: تهویهٔ مداری چند مستراح.



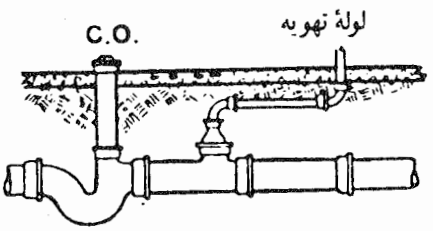
شکل ۳۰ــ۵: لولهٔ تعدیل فشار و اتصال آن به لولهٔ قائم فاضلاب و هواگیر.

تغییر مسیر و انشعاب لوله های فاضلاب:

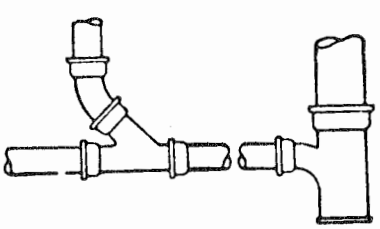
چون فاضلاب تحت نیروی وزن خود حرکت می‌کند، تغییر مسیرها و انشعابات آن باید برطبق ضوابطی صورت گیرند تا جریان فاضلاب در داخل لوله ها بسهولت انجام شده گرفتگی در مسیر فاضلاب ایجاد نشود. اتصال لوله های فرعی به اصلی نباید تحت زاویه‌ای کمتر از 45 درجه صورت گیرد و در مواقعی که لولهٔ فرعی اجباراً بطورعمودی به لولهٔ اصلی متصل می‌شود، باید در محل اتصال زاویهٔ **45 درجه و یا حداکثر 60 درجه داشته باشد. شکل ۳۳ــ۵ نحوهٔ** صحیح انشعاب گیری از لولهٔ فاضلاب را نشان می‌دهد. در تغییر مسیر از حالت افقی به قائم، می‌توان از خمهای ربع دایرهٔ کوتاه استفاده نمود. در صورتیکه لوله از مسیر قائم به حالت افقی درآید، باید از زانویی های ربع دایرهٔ بلند، دو خم 1/8 دایره و یا ترکیبی از **یک سه‌راه انشعابی 45 درجه و یک خم 1/8 دایره استفاده نمود.** شکلهای ۳۴ــ۵، ۳۵ــ۵، ۳۶ــ۵، ۳۷ــ۵ و ۳۸ــ۵ انواع لوازم استاندارد لوله کشی فاضلاب را نشان می‌دهند.



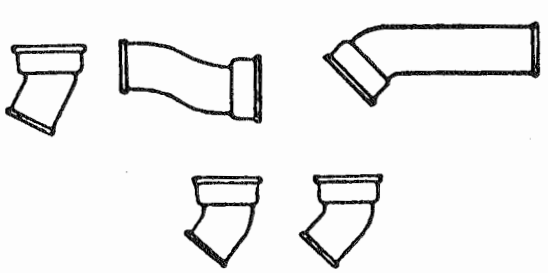
شکل ۳۱ــ۵: چگونگی تهویهٔ سیستم فاضلاب یک ساختمان چهار طبقه به روش مداری.



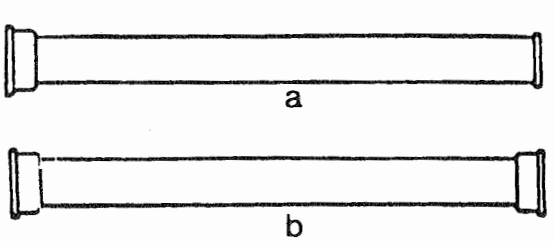
شکل ۳۲ــ۵: سیفون اصلی ساختمان و لولهٔ تهویهٔ آن.



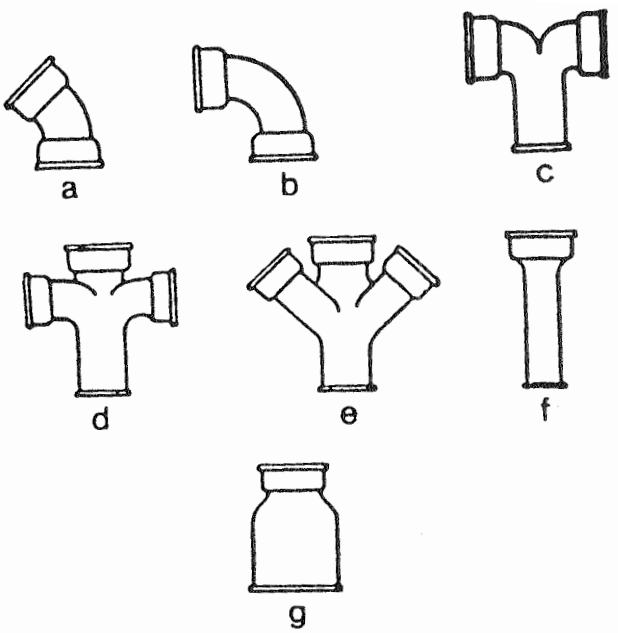
شکل ۳۳ــ۵: نحوهٔ صحیح انشعاب گیری



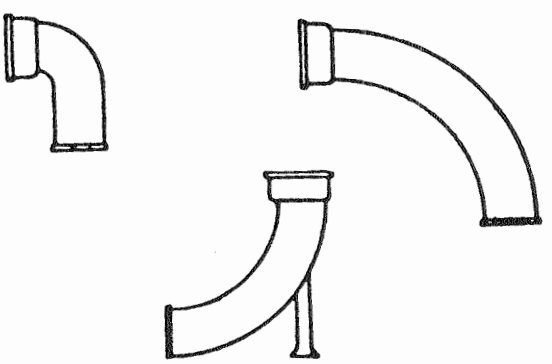
شکل ۳۴ــ۵: انواع خم های استاندارد در لوله کشی فاضلاب.



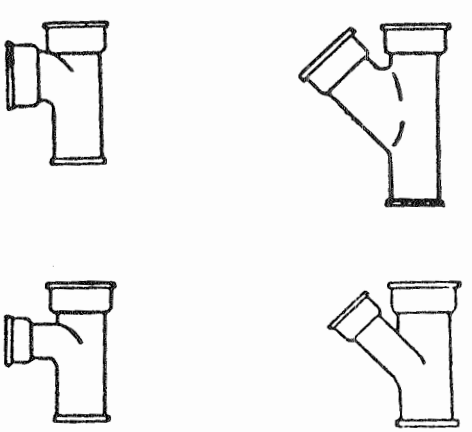
شکل ۳۵ــ۵: لولهٔ حدنی فاضلاب، a ـ یک سر خربنه b ـ دوسر خربنه



شکل ۳۶ــ۵: لوازم اتصال لوله های چدنی، a ـ زانویی 8/1 دایره b ـ زانویی ربع دایره، c ـ زانویی دوبل ربع دایره، d ـ چهارراهه، e ـ سه راهۀ انشعابی دوبل، f ـ مبدل کاهنده، g ـ مبدل افزاینده



شکل ۳۷ــ۵: چند نوع زانویی



شکل ۳۸ــ۵: چند نوع سه‌راهۀ استاندارد

مراحل طرح و محاسبۀ سیستم فاضلاب ساختمان:

برای طرح و محاسبۀ سیستم فاضلاب ساختمان قدم بقدم مطابق دستور زیر عمل می‌کنیم:

۱ ــ تعیین محل و ترسیم کلیۀ لوله های قائم و شاخه های فاضلاب و تهویه روی نقشۀ قائم ساختمان با رعایت نکاتی که در مورد تغییر مسیر و انشعابات لوله ها ذکر شد.

۲ ــ تعیین محل و ترسیم کلیۀ لوله های افقی و فرعی فاضلاب و تهویه روی نقشۀ افقی ساختمان (پلان) با رعایت نکاتی که در مورد تغییر مسیر و انشعابات لوله ها ذکر گردید. شکل ۳۹ــ۵، چگونگی ترسیم لوله های فاضلاب را روی پلان ساختمان بطور نمونه نشان می‌دهد.

۳ ــ تعیین تعداد واحدهای مصرف وسایل بهداشتی متصله به سیستم فاضلاب از جدول ۹ــ۵ و محاسبۀ مقدار فاضلابی که توسط هر لوله حمل می‌شود.

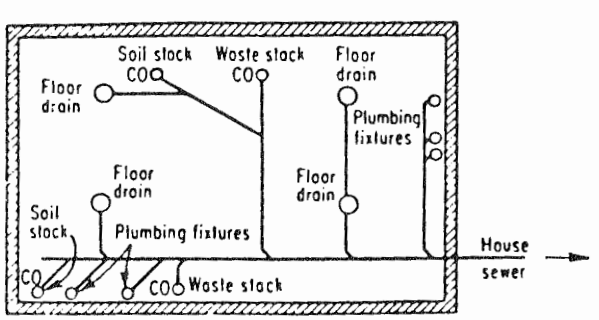
۴ ــ در نظر گرفتن شیب کافی برای لوله های افقی با توجه به امکانات ساختمان و نظر به جدول ۱۱ــ۵. روی نقشه، جهت شیب و مقدار آن بالای لوله های افقی نوشته می‌شود.

۵ ــ تعیین قطر لوله های فرعی و اصلی فاضلاب سبک و سنگین با استفاده از جداول ۱۲ــ۵ و ۱۳ــ۵ با رعایت نکاتی که در مورد حداقل قطر لوله های افقی و قائم در مبحث مربوطه ذکر گردید. با تذکار مجدد این نکته که قطر لولۀ اصلی فاضلاب بهیچوجه نباید از قطورترین لولۀ فرعی که به آن وارد می‌شود کوچکتر باشد.

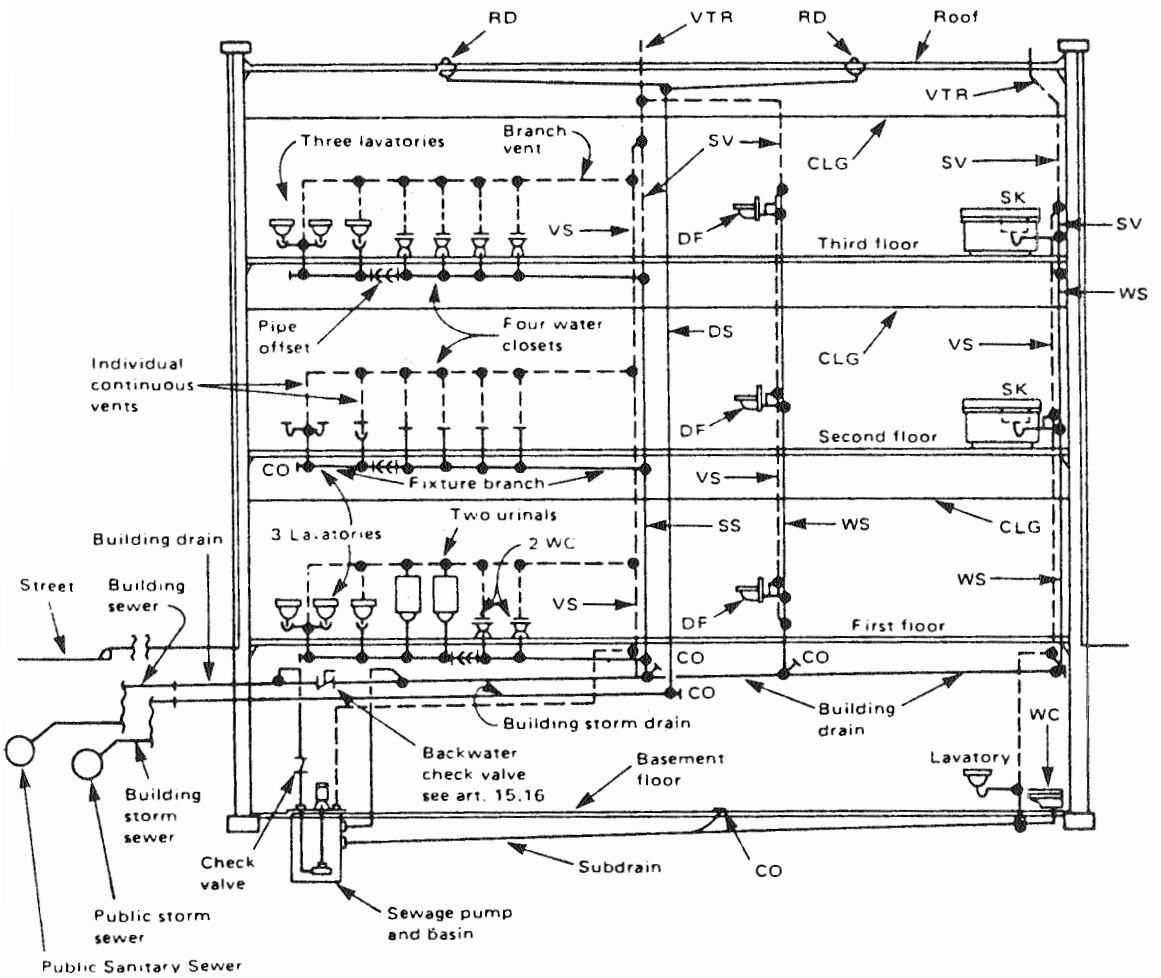
۶ ــ تعیین قطر لوله های حامل آب باران براساس مساحت پشت‌بام یا تصویر افقی سطح شیروانی، از جداول ۱۴ــ۵ و ۱۵ــ۵.

۷ ــ تعیین قطر لوله های تهویۀ سیستم فاضلاب برمبنای آنچه در مبحث مربوطه ذکر گردید.

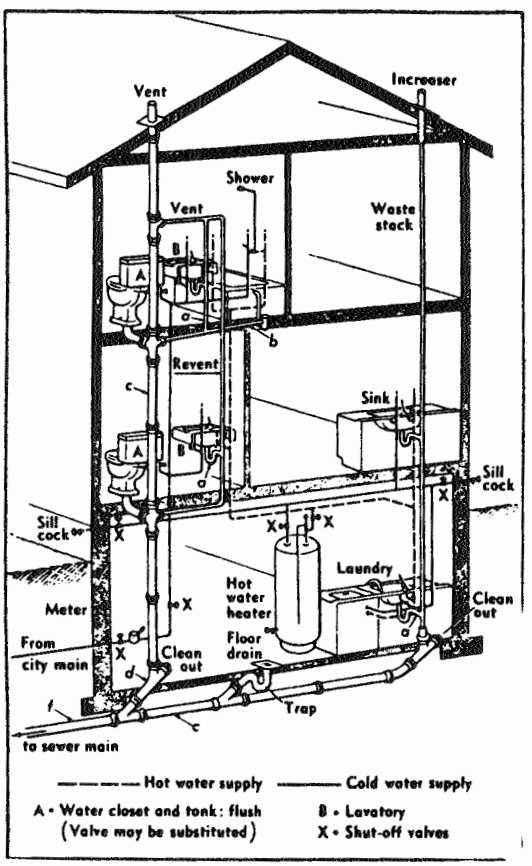
شکل‌های ۴۰ــ۵ و ۴۱ــ۵ دو نمونه از لوله‌کشی کامل سیستم‌های آب و دفع فاضلاب ساختمان را نشان می دهند. شکل ۵۱ــ۵ نیز حداقل فاصلۀ مجاز وسایل بهداشتی ساختمان را ارائه می دهد.



شکل ۳۹ــ۵: چگونگی ترسیم لوله های فاضلاب روی پلان ساختمان



شکل ۴۰ـ۵: نمونهٔ لوله کشی کامل سیستم فاضلاب یک ساختمان چند طبقه.



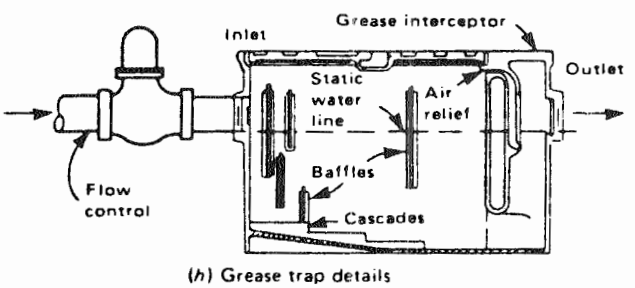
شکل ۴۱ ــ ۵: نمونهٔ لوله کشی کامل سیستم‌های آبرسانی گرم و سرد و فاضلاب یک ساختمان.

جنس لوله های فاضلاب:

همانطور که در جدول ۸ ــ ۵ ملاحظه می شود، جنس لوله هایی که در سیستم دفع فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: چدن[1]، آهن نرم[2]، آهن گالوانیزه[3]، فولاد[4]، مس[5]، فولاد استینلس[6]، برنج[7]، سرب[8]، سفال[9]، بتن[10] و سیمان آزبستی[11]. لوله های آهنی سیاه را بدلیل عدم مقاومت در برابر زنگ زدگی نمی توان در سیستم دفع فاضلاب مورد استفاده قرار داد.

حوضچهٔ چربی گیر[12]:

این حوضچه که در شکل ۴۲ ــ ۵ جزئیات آن ملاحظه می شود، تقریباً در تمام آشپزخانه های بزرگ از قبیل هتل ها و غیره که فاضلاب آنها حاوی مقدار زیادی چربی است، باید مورد استفاده قرار گیرد. چربی گیرها را بمنظور سهولت در امر تمیزکردن، در زیر زمین دفن نکرده بلکه روی سطح کف آشپزخانه یا در داخل فرورفتگی دیوار نصب می‌کنند.

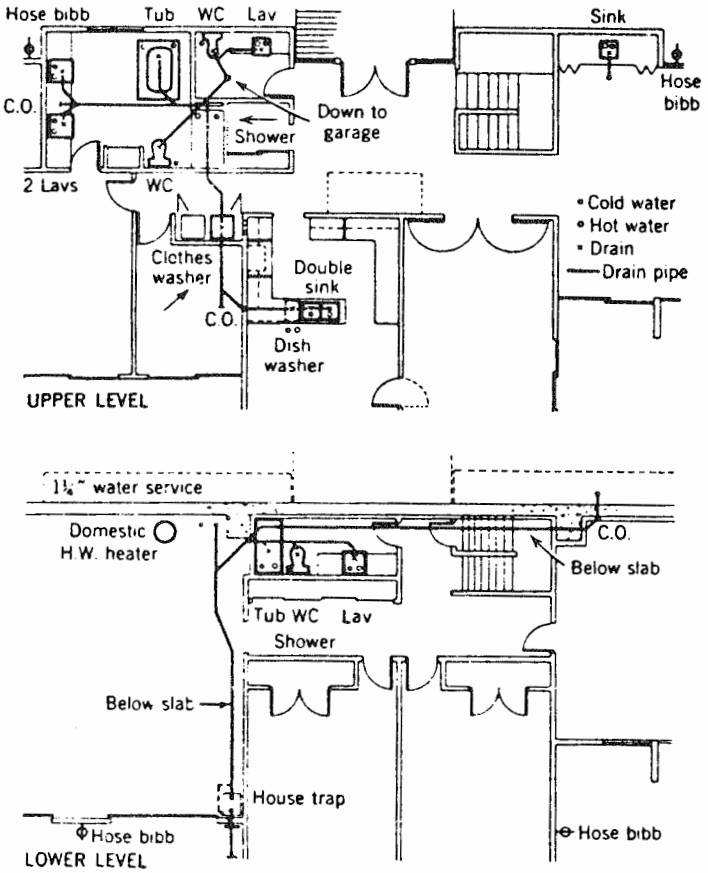


(h) Grease trap details

شکل ۴۲ ــ ۵: جزئیات حوضچهٔ چربی گیر

مثال ۳: مطلوبست طراحی و محاسبهٔ سیستم دفع فاضلاب و تهویهٔ وسایل بهداشتی یک ساختمان مسکونی که پلان آن مطابق شکل ۴۳ ــ ۵ می باشد.

حل: با توجه به نوع وسایل بهداشتی نصب شده در این ساختمان، طراحی و محاسبهٔ سیستم فاضلاب و تهویهٔ این ساختمان را قدم بقدم مطابق دستورالعمل ارائه شده در صفحهٔ ۴۱۲ انجام می دهیم. جدول E ــ ۵ مقادیر FU وسایل بهداشتی این ساختمان را که از جدول ۹ ــ ۵ استخراج شده‌اند نشان می دهد. شکل ۴۴ ــ ۵ نیز نقشهٔ قائم سیستم فاضلاب و تهویهٔ این ساختمان و قطر لوله های تعیین شده را ارائه می دهد.

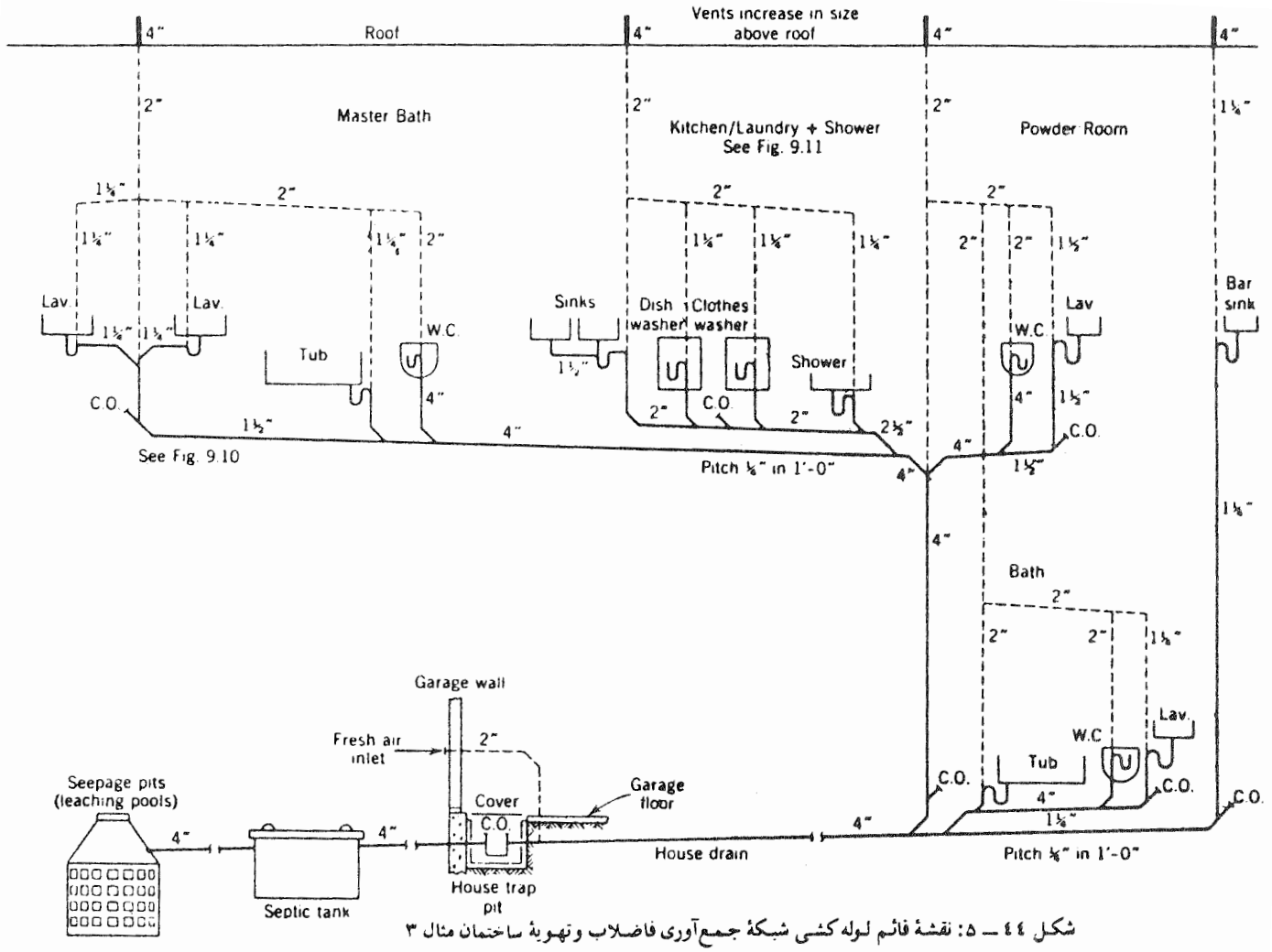


شکل ۴۳ ــ ۵: مربوط به مثال ۳

	Units
Bar sink	2
Kitchen sink and dishwasher	3
Lavatory	1
Water closet	4
Clothes washer	3
Master bath, lavatory, water closet, tub	6
Extra lavatory	1
Shower	2
Lower bath, lavatory, water closet, tub and shower	6
	28

جدول E ــ ۵: مربوط به مثال ۳

1 – Cast Iron
2 – Wrought Iron
3 – Galvanized Iron
4 – Steel
5 – Copper
6 – Stainless Steel
7 – Brass
8 – Plumb
9 – clay
10 – Concrete
11 – Asbestos Cement
12 – Grease Trap



شکل ٤٤ ــ ٥: نقشهٔ قائم لوله کشی شبکهٔ جمع‌آوری فاضلاب و تهویهٔ ساختمان مثال ۳

مثال ٤: مطلوبست طراحی و محاسبهٔ شبکهٔ جمع‌آوری و دفع آب باران برای ساختمان اداری نشان داده شده در شکل ٤٥ ــ ٥، که مساحت پشت‌بام بلندتر (high roof) $8360\ ft^2$ (مقطع ساختمان را ملاحظه کنید)، پشت‌بام کوتاهتر (low roof) $3360\ ft^2$، اتومبیل‌رو پشت ساختمان (rear drive) $3600\ ft^2$ و اتومبیل‌رو جلویی (front drive) $4800\ ft^2$ می باشد. شیب لوله های افقی آب باران 1/4 in./ft درنظر گرفته شود.

حل: با استفاده از جدول ١٤ ــ ١٥، قطر لوله های افقی و عمودی آب باران را برمبنای طرح لوله کشی نشان داده شده در نقشه های پلان و مقطع ساختمان (شکل ٤٥ ــ ٥) تعیین می‌نماییم. در این طرح، از شش لولهٔ افقی برای جمع آوری آب باران پشت‌بام بلندتر استفاده شده که به این ترتیب مساحت تحت سرویس هر لوله $1390\ ft^2$ ($8360\ ft^2 \div 6 = 1390\ ft^2$) خواهد بود. برای پشت‌بام کوتاهتر نیز سه لولهٔ افقی درنظر گرفته شده که بدین ترتیب مساحت تحت سرویس هر لوله $1120\ ft^2$ ($3360\ ft^2 \div 3 = 1120\ ft^2$) می باشد.

برای اتومبیل‌رو پشت ساختمان نیز سه لولهٔ افقی منظور شده است که هریک آب باران مساحت $1200\ ft^2$ ($3600\ ft^2 \div 3 = 1200\ ft^2$) را حمل خواهند نمود و به همین ترتیب سه لولهٔ افقی نیز برای اتومبیل‌رو جلویی ساختمان درنظر گرفته شده که هریک آب باران مساحت $1600\ ft^2$ ($4800\ ft^2 \div 3 = 1600\ ft^2$) را تخلیه خواهند کرد. اندازهٔ هریک از لوله ها که با استفاده از جدول ١٤ ــ ١٥ تعیین گردیده، روی نقشهٔ ساختمان (شکل ٤٥ ــ ٥) نشان داده شده است. شکل ٤٦ ــ ٥ نیز جزئیات نصب سرلولهٔ ناودان (لولهٔ قائم آب باران) را نشان می دهد.

مثال ٥: شکل ٤٧ ــ ٥ پلان طبقهٔ اول یک ساختمان اداری سه طبقه را با وسایل بهداشتی نصب شده در آن نشان می دهد. سیستم لوله کشی آب سرد و گرم و برگشت آبگرم مصرفی این ساختمان را براساس اطلاعات زیر طراحی و محاسبه نمایید:

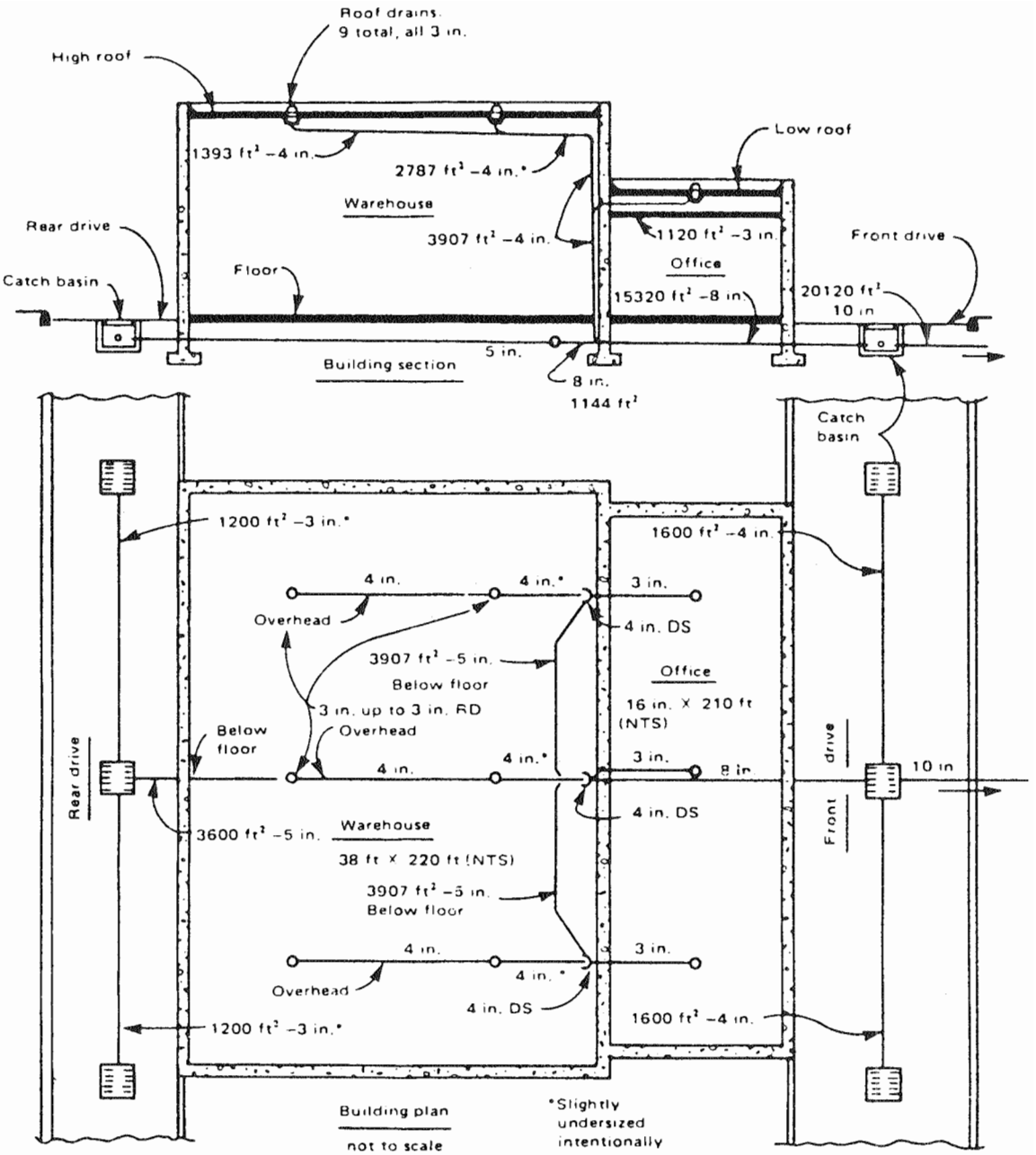
١ ــ طول واقعی لوله از محل لولهٔ اصلی خیابان تا کنتور: 150 ft

٢ ــ ارتفاع بالاترین وسیلهٔ بهداشتی نصب شده در ساختمان نسبت به لولهٔ اصلی خیابان: 30 ft

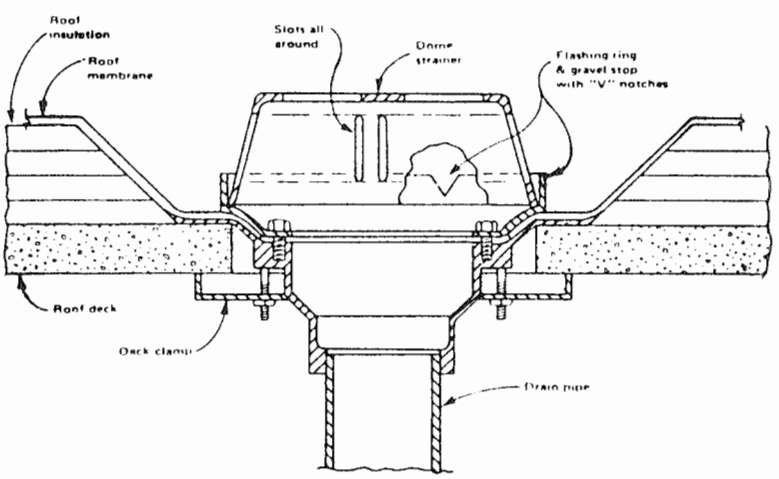
٣ ــ افت فشار در کنتور در زمان حداکثر جریان: 3 Psig

٤ ــ فشار لازم برای بالاترین مستراح (CL): 15 Psig

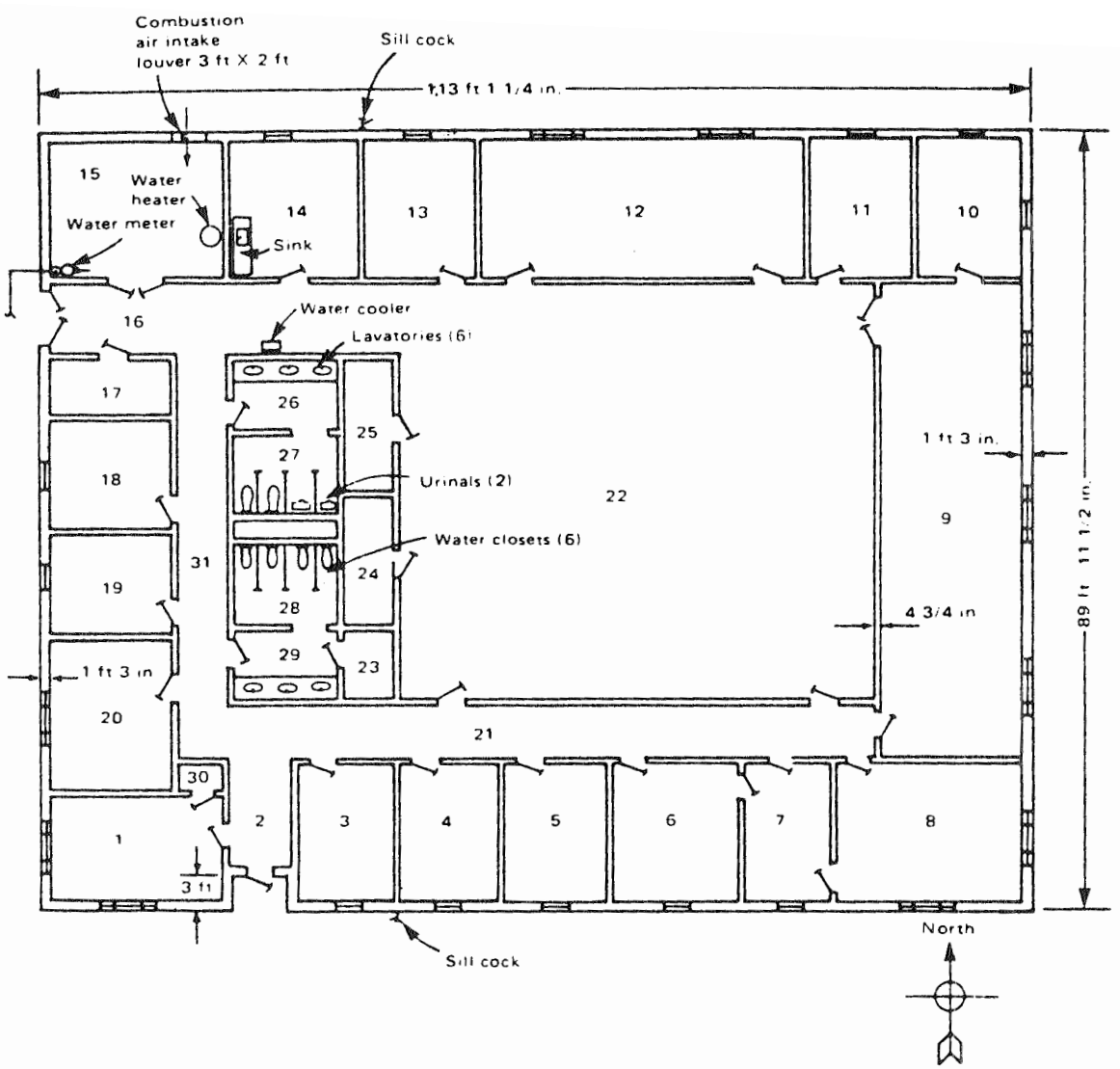
٥ ــ طول واقعی لوله از محل کنتور تا دورترین وسیلهٔ بهداشتی (دستشوییها LAV): 94 ft



شکل ٤٥ ــ ٥: مقطع و پلان ساختمان اداری مثال ٤



شکل ٤٦ ــ ٥: جزئیات نصب سرلولهٔ ناودان



شکل ۴۷ ــ ۵: پلان طبقهٔ اول ساختمان اداری سه‌طبقهٔ مثال ۵

۶ ــ طول واقعی لوله از محل کنتور تا دورترین مستراح: 75 ft

توجه: در اینجا باید توجه نمود که دورترین مستراح با طول لولهٔ 75 احتیاج به فشار 15 Psig دارد. لذا با وجودیکه در این ساختمان دستشوییهای طبقهٔ سوم با 94 طول لوله دورترین وسایل بهداشتی هستند، بلحاظ اینکه فشار مورد نیاز آنها حداکثر 8 Psig می باشد، دورترین مستراح را ملاک تعیین نرخ افت فشار قرار خواهیم داد.

۷ ــ طول معادل لوله از کنتور تا دورترین مستراح با احتساب 60٪ اضافه بابت افت فشار در وصاله‌ها: 120 ft

توجه: چنانچه دقت بیشتر در محاسبات لازم باشد باید طول معادل وصاله‌ها را بعداً با استفاده از جدول ۵ ــ ۵ بررسی نمود ولی در این مثال نیازی به این کار نیست.

۸ ــ فشار آب شهر در لولهٔ اصلی خیابان: 50 Psig

۹ ــ همهٔ لوله‌ها از نوع فولادی گالوانیزه بوده و «نیمه‌خشن» محسوب می شوند.

۱۰ ــ مستراحها و آبریزگاهها (Urinals) دارای شیر فشاری هستند.

حل: براساس دستورالعمل صفحهٔ ۳۹٤ گام‌بگام کار طرح و محاسبه را انجام می دهیم. شکل‌های ۴۸ ــ ۵ و ۴۹ ــ ۵ بترتیب پلان برش‌خوردهٔ طبقه اول و نقشهٔ ایزومتریک لوله کشی آب سرد و گرم و برگشت آبگرم مصرفی را نشان می دهند. در گوشه پایین سمت راست شکل ۴۹ ــ ۵ توضیح علامات اختصاری روی نقشه‌ها ارائه شده است. نرخ افت فشار در این سیستم لوله کشی با توجه به صورت مسئله با استفاده از فرمول مربوطه (در صفحهٔ ۳۹۵) به ترتیب زیر بدست می آید. با این توضیح که طول L در فرمول زیر که طول معادل لوله از محل لولهٔ اصلی خیابان تا کنتور است با احتساب 10٪ اضافه بابت افت فشار در یک زانویی و دو شیر کشویی باز در طول این مسیر محاسبه می شود.

$$L = 150 \times 1.1 + 120 = 285$$

$$P = [Ps - 0.434\,h - Pf - Pm] \times \frac{100}{L}$$

$$= [50 - 0.434\,h - 15 - 3] \times \frac{100}{285}$$

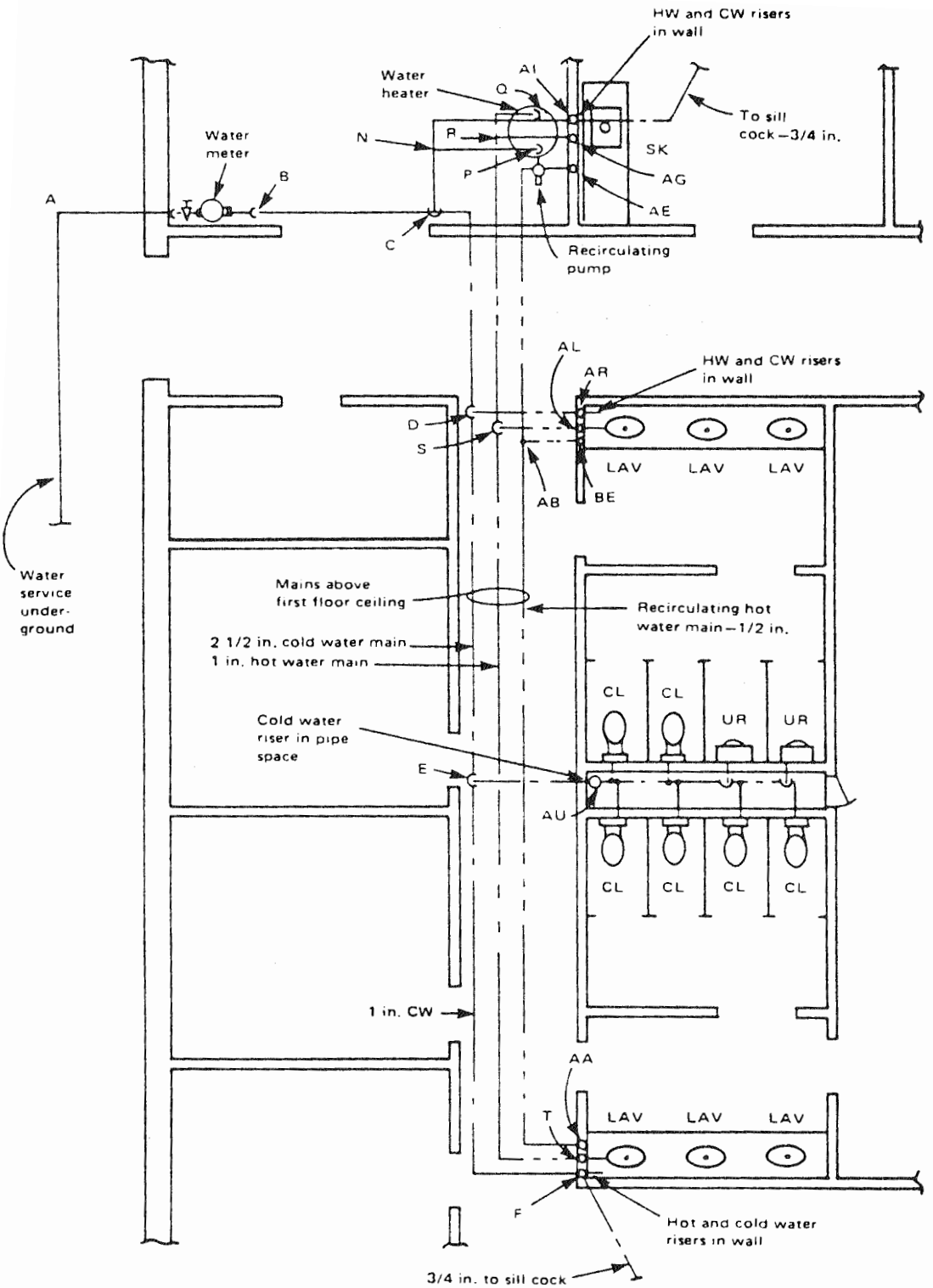
$$= 6.67\ [\frac{Psi}{100\ ft}] \approx 7\ [\frac{Psi}{100\ ft}]$$

واحدهای مصرف وسایل بهداشتی نشان داده شده در شکل های ۴۸ ــ ۵ و ۴۹ ــ ۵ را از جدول ۳ ــ ۵ استخراج نموده و برای شیرهای مخلوط که از دو شیر آب سرد و آبگرم و دهانهٔ مخلوط کننده تشکیل شده‌اند 0.75 واحدهای مصرف مستخرجه از این جدول را که در محاسبه منظور خواهد شد در ستون دوم جدول محاسبات شکل ۵۰ ــ ۵ وارد می‌کنیم. اکنون باید میزان واقعی تقاضا را با استفاده از یکی از منحنی های نمودار ۲ ــ ۵ تعیین نماییم. در اینجا باید توجه شود که منحنی شماره 1 از نمودار ۲ ــ ۵ (برای سیستم های با شیر فشاری) در مورد انشعاباتی که در آنها مستراح یا آبریزگاه با شیر فشاری وجود ندارد، قابل استفاده نبوده و از منحنی شمارهٔ 2 استفاده گردیده است. البته برای تمامی لوله های آبگرم نیز منحنی شمارهٔ 2 مورد استفاده قرار گرفته است. در ستون چهارم جدول شکل ۵۰ ــ ۵، شمارهٔ منحنی مورد استفاده از نمودار ۲ ــ ۵ برای لوله های مختلف درج شده است.

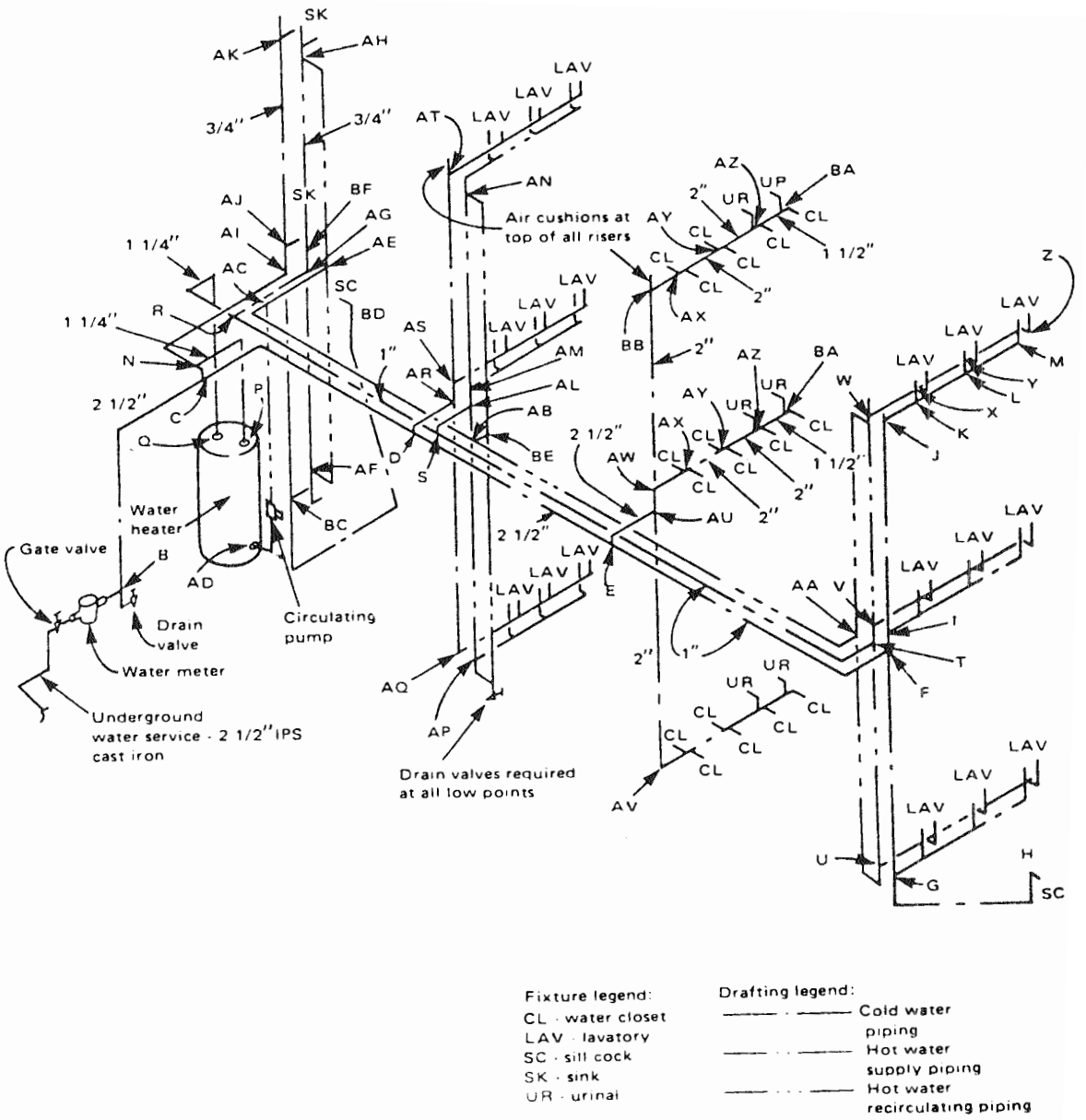
پس از تعیین مقدار تقاضای واقعی و معلوم شدن دبی آب در هر بخش از لوله که با حروف آلفابت روی نقشه مشخص شده و با در دست داشتن نرخ افت فشار $[\frac{Psi}{100\ ft}]$ 7 به نمودار ٤ ــ ۵ مراجعه نموده قطر لوله ها را تعیین کرده نتایج حاصله را در ستون پنجم جدول شکل ۵۰ ــ ۵ درج می نماییم.

سیستم برگشت آبگرم مصرفی:

این سیستم بطوریکه در صفحهٔ ۳۹۶ ذکر شد، شامل لوله کشی برگشت آبگرم مصرفی و یک پمپ جهت برقراری جریان ملایمی در لوله های آبگرم بمنظور جلوگیری از راکد ماندن و سرد شدن آب است. برای سیستم کوچکی مانند این ساختمان نیازی به محاسبه نبوده و معمولاً قطر لوله های برگشت 1/2" یا 3/4" منظور می‌گردد. پمپ برگشت آبگرم مصرفی این ساختمان تیزیک پمپ کوچک برنزی است که روی خط لولهٔ برگشت آبگرم مصرفی در موتورخانه نصب می شود و قدرت آن حداکثر 1/3 HP تا 1/2 HP می باشد.



شکل ٤٨ ــ ٥: قسمتی ازپلان طبقهٔ اول ساختمان مثال ٥



Fixture legend:
CL - water closet
LAV - lavatory
SC - sill cock
SK - sink
UR - urinal

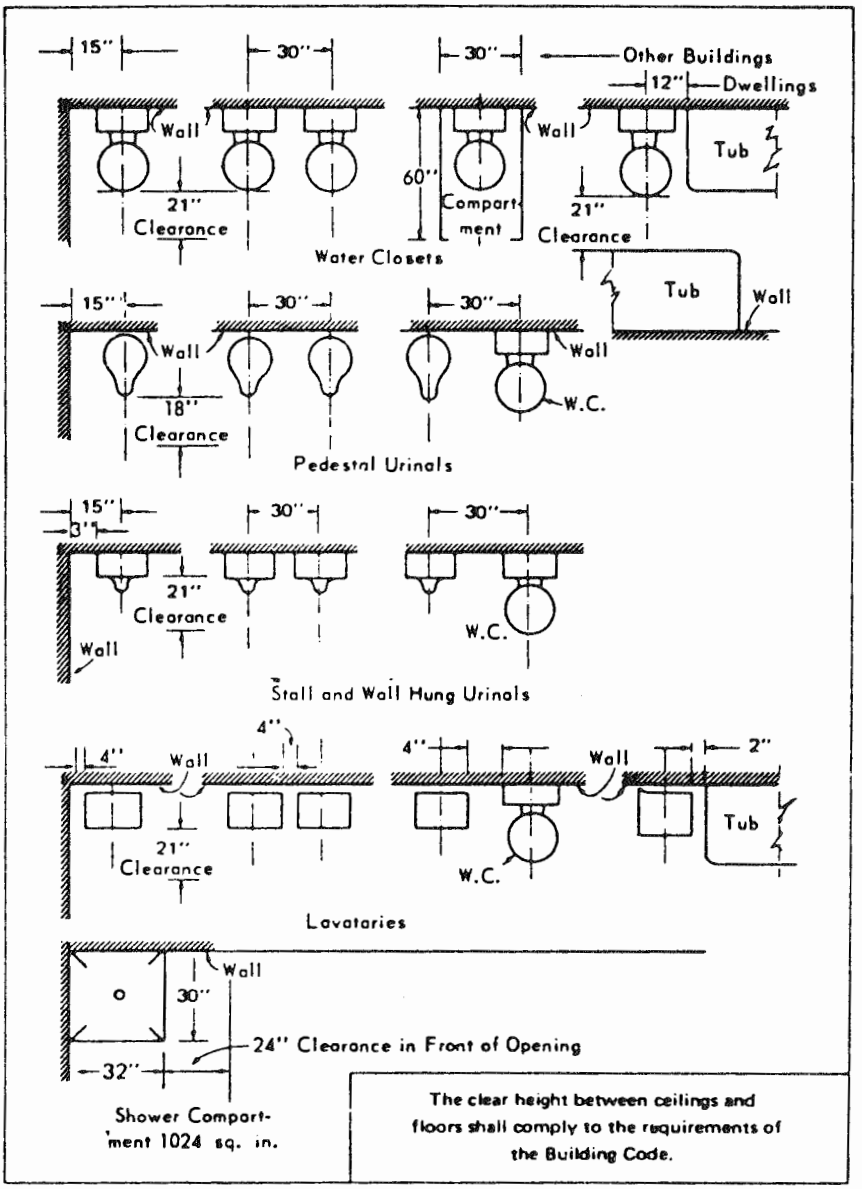
Drafting legend:
——— · ——— Cold water piping
——— · · ——— Hot water supply piping
——— · · · ——— Hot water recirculating piping

شکل ۴۹ ــ ۵: نقشهٔ ایزومتریک لوله کشی آب سرد و گرم و برگشت آبگرم
مصرفی ساختمان مثال ۵

Pipeline segment	Load fixt. units	Gpm	Curve no. from fig. 14-6	Pipe size
M-L	1.5	2	2	1/2"
L-K	3	3	2	3/4"
K-J	4.5	5	2	3/4"
J-I	4.5	5	2	3/4"
I-F	9	8	2	1"
H-G	1	5	–	3/4"
G-F	5.5	10	2	1"
F-E	14.5	12	2	1"
BA-AZ	15	32	1	1 1/2"
AZ-AY	30	42	1	2"
AY-AX	50	55	1	2"
AX-BB	70	58	1	2"
BB-AW	70	58	1	2"
AW-AU	140	77	1	*2"
AV-AU	70	58	1	2"
AU-E	210	93	1	2 1/2"
E-D	224.5	96	1	2 1/2"
AR-D	13.5	12	2	1"
D-C	239	98	1	2 1/2"
AK-AJ	3	3	2	3/4"
AJ-AI	6	6	2	*3/4"
BD-BC	1	5	–	3/4"
BC-AI	4	8	2	1"
AI-N	10	9	2	1"
Z-Y	1.5	2	2	1/2"
Y-X	3	3	2	3/4"
X-W	4.5	5	2	3/4"
W-V	4.5	5	2	3/4"
V-T	9	8	2	1"
U-T	4.5	5	2	3/4"
T-S	13.5	12	2	1"
AL-S	13.5	12	2	1"
S-R	27	18	2	1 1/4"
AH-BF	3	3	2	3/4"
BF-AG	6	6	2	*3/4"
AF-AG	3	3	2	3/4"
AG-R	9	8	2	1"
R-Q	36	23	2	*1 1/2"
P-N	36	23	2	*1 1/2"
N-C	46	27	2	1 1/2"
C-B	258	103	1	2 1/2"
B-A	258	103	1	2 1/2"

*Slightly undersized intentionally.

شکل ۵۰ ــ ۵: جدول محاسباتی مثال ۵



شکل ۵۱ ــ ۵: حداقل فاصلهٔ مجاز وسایل بهداشتی ساختمان

طرح سیستم لوله کشی گاز

طرح سیستم لوله کشی گاز به‌دلیل اهمیت خاصی که از نظر رعایت نکات ایمنی دارد می‌باید حتماً براساس استانداردهای شرکت ملی گاز ایران صورت گیرد. در این مبحث اصول طراحی سیستمهای لوله کشی گاز منازل و ساختمانهای تجاری مورد بحث قرار می‌گیرد. جزئیات اجرایی لوله کشی از قبیل نحوهٔ جوشکاری، عایقکاری، آزمون سیستم و غیره در جزوات شرکت ملی گاز ایران ذکر شده‌اند.

اصطلاحات و تعاریف

قبل از پرداختن به‌چگونگی طراحی سیستم لوله کشی گاز، توضیحات و تعاریفی ارائه می‌شوند:

• فشار گاز در داخل سیستم لوله کشی

- فشار 178 میلیمتر (7in) ستون آب: برای ساختمانهای مسکونی و تجاری با مصرف گاز و طول لولهٔ کم.
- فشار 0.14 کیلو گرم بر سانتی متر مربع (2Psi) : برای ساختمانهای مسکونی و تجاری با طول لولهٔ و مصرف گاز زیاد (حداکثر تا 120 متر مکعب در ساعت).
- فشار تا 4.2 کیلوگرم بر سانتی متر مربع (60 Psi) : برای تأسیسات صنعتی.

• رگولاتور (تنظیم کنندهٔ فشار گاز)

وسیله‌ای است که فشار شبکهٔ اصلی را تقلیل داده و آن را به‌میزان مجاز برای مصارف خانگی، تجاری یا صنعتی ثابت نگهمیدارد.

• رگولاتور اولیهٔ گاز[1]

در سیستم لوله کشی گاز با فشار 0.14 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (2Psi) که فشار در دو مرحله تقلیل می‌یابد از این رگولاتور استفاده می‌شود. این رگولاتور، فشار گاز شبکهٔ لوله کشی شهر را به‌فشار 0.14 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع کاهش داده و در این مقدار ثابت نگه‌می‌دارد.

• رگولاتور ثانویهٔ گاز

این رگولاتور نیز همراه با رگولاتور اولیه در سیستم لوله کشی داخلی با فشار 0.14 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بکار برده می‌شود. فشار گاز در این رگولاتور تا 178 میلی‌متر ستون آب کاهش یافته و در این مقدار ثابت می‌ماند.

• محل نصب رگولاتور

- رگولاتور باید در محلی نصب شود که هوای آزاد وجود داشته و یا به‌روش تأیید شده‌ای به‌هوای آزاد راه داشته باشد.
- ابتدای لوله کشی داخلی ملک باید در محلی نزدیک به‌محل نصب رگولاتور وکنتور در آینده واقع شود.
- در لوله کشی‌هایی که از سیستم دو مرحله‌ای تقلیل فشار استفاده می‌شود، باید در نقشه‌های مربوطه محل نصب رگولاتورهای ثانویه مشخص گردیده واین نقشه‌ها قبل از اجرا به‌تأیید بازرسی شرکت ملی گاز ایران رسانده شوند.
- شرکت ملی گاز ایران می‌تواند برای یک یا چند مشترک، یک رگولاتور نصب کند. در لوله کشی‌هایی که از سیستم دو مرحله‌ای تقلیل فشار استفاده می‌شود، تعداد و محل نصب رگولاتورهای ثانویه به‌میزان مصرف هر قسمت از شبکهٔ لوله کشی داخلی بستگی دارد. یعنی هر یک از این رگولاتورها باید قادر باشد مقدار گاز مورد لزوم قسمتی از لوله کشی راکه به‌آن متصل است تأمین نماید.
- در لوله کشی‌هایی که از سیستم دو مرحله‌ای تقلیل فشار استفاده می‌شود، رگولاتور ثانویه بعد از انجام آزمون فشار سیستم لوله کشی داخلی نصب خواهد شد و لذا این سیستم می‌تواند در دو قسمت جداگانه یعنی قسمت قبل از رگولاتور ثانویه و قسمت بعد از آن مورد آزمون قرار گیرد و پس از تأیید نتایج آزمون به‌نصب رگولاتور ثانویه اقدام شود.

• محل نصب کنتور

- کنتور باید در داخل محدودهٔ ملک و حتی‌الامکان بلافاصله بعد از رگولاتور قرارگیرد. اگر محل مناسبی در نزدیکی رگولاتور وجود نداشته باشد باید کنتور را نیز در جایی نصب کرد که در معرض جریان هوا باشد. اگر کنتور در داخل محفظهٔ مخصوصی که در دیوار تعبیه شده است نصب می‌گردد و درب این محفظه معمولاً بسته است، باید محفظه را به‌وسیله هواکش مناسب به‌هوای آزاد راه داد.
- کنتور نباید در محلهای بدون هواکش از قبیل اتاق خواب، دولاب، قفسه، توالت، حمام و محلهایی که امکان بروز یا تشدید آتش‌سوزی را دارند نصب گردد.
- کنتور باید در مکان و وضعیتی نصب شود که براحتی قابل خواندن و دسترسی برای تعمیر و سرویس باشد. ارتفاع کنتورهای 5 و 10 متر مکعبی که بر روی دیوار نصب می‌شوند باید حدود یک‌ونیم متر از کف زمین باشد.
- فاصلهٔ کنتور از سیمهای برق که به‌صورت روکار نصب شده‌اند باید حداقل 10 سانتی‌متر باشد.

• محل ورود انشعاب گاز به‌ملک مصرف‌کننده

این محل باید حتی‌الامکان در نزدیکترین نقطهٔ محدودهٔ ملک به‌شبکهٔ لوله کشی شهری و در محلی امن قرار گیرد.

1- First stage Regulator

• شیر پیاده‌رو[1]

شیری است که بر روی لولهٔ زیرزمینی انشعاب گاز نزدیک جدول پیاده‌رو نصب شده وفقط توسط کارکنان مجاز شرکت ملی گاز ایران، به‌وسیلهٔ آچار مخصوص باز و بسته می‌شود.

• شیر قبل از رگولاتور

شیر سماوری فنر داری است که قبل از رگولاتور نصب می‌شود و دارای سوراخی مخصوص برای قفل کردن در حالت بسته می‌باشد.

• شیرهای لوله کشی داخلی و محل نصب آنها

شیرهایی که بر روی لوله کشی گاز داخلی نصب می‌شوند باید از نوع ربع گرد توپکی یا سماوری بوده و مشخصات آنها طبق استاندارد مورد تأیید شرکت ملی گاز ایران باشد.

محلهایی که روی سیستم لوله کشی گاز داخلی حتماً باید شیر نصب شود عبارتند از:

- شیر اصلی مصرف که در ابتدای لوله کشی داخلی هر مشترک و در نزدیکترین فاصله به‌محلی که کنتور قرار می‌گیرد، نصب می‌شود.
- در ابتدای هر لولهٔ انشعابی مستقل‌در هر واحد مسکونی و تجاری و یا مجتمع بلوکهای ساختمانی مسکونی.
- سر انتهایی هر انشعاب که بلافاصله به‌وسیلهٔ گازسوز وصل می‌شود. دهانهٔ خروجی تمامی شیرهایی که روی سرهای انتهایی نصب می‌شوند باید با درپوشهای دنده پیچ شده طوری مسدود گردد که با باز کردن شیر، گاز نتواند از آن نشت کند و تا وقتی که وسیلهٔ گازسوز به‌آن متصل نشده است مسدود باقی بماند. سرهای انتهایی لوله کشی نباید در پشت درها واقع شوند.
- در لوله کشی‌هایی که از سیستم دو مرحله‌ای تقلیل فشار استفاده می‌کنند، علاوه‌بر شیر اصلی مصرف که بلافاصله بعد ازکنتور نصب می‌شود، باید قبل و بعد از رگولاتور ثانویه نیز شیر نصب شود.

طرح سیستم لوله کشی

I ـ لوله کشی گاز با فشارکار 178 میلیمتر (7in) ستون آب در ساختمانهای مسکونی و تجاری:

حدود این لوله کشی از شیر اصلی مصرف کننده که در فاصلهٔ حدود نیم‌متر بعد ازکنتور قرار می‌گیرد شروع شده و تا وسایل گازسوز ادامه‌می‌یابد.

مراحل طراحی

۱ ـ تهیهٔ نقشه: نقشه‌ای که به‌شرکت ملی گاز ارائه می‌شود باید شامل موارد زیر باشد:

الف ـ لوله کشی در پلان محوطه و طبقاتی که در آنها لولهٔ گاز کشیده خواهد شد، اعم از زیرزمین، همکف یا طبقات بالاتر(در این نقشه موقعیت لوله کشی گاز نسبت به‌ساختمان مشخص می‌گردد).

ب ـ نقشهٔ ایزومتریک با ذکر طول و قطر لوله‌ها برروی آنها.

ج ـ زیر بنا یا فضای مفید ساختمان و مقدار مصرف گاز هر یک از دستگاه‌های گازسوزی که به‌این لوله کشی متصل خواهند شد برحسب متر مکعب گاز یاکیلو کالری بر ساعت.

د ـ کروکی موقعیت محل ملک مورد تقاضا. این کروکی باید در زیر برگ تقاضا با ذکر نشانی‌های لازم کشیده شود.

۲ ـ تعیین قطر لوله‌ها: قطر لوله‌های گاز به‌چند عامل بستگی دارد: افت فشار مجاز بین کنتور و وسایل گازسوز که برای این فشارکار حداکثر برابر 12.7 میلی‌متر ستون آب است، حداکثر مصرف گاز، طول لوله کشی از رگولاتور تا دورترین وسیلهٔ مصرف کنندهٔ گاز، چگالی‌گاز و نسبت حداکثر مصرف احتمالی به‌حداکثر مصرف ممکن. حداکثر قطر اسمی مجاز لولهٔ گاز مصرفی با فشار 178 میلی‌متر ستون آب .4in است. در صورتی که میزان مصرف و یا طول لوله کشی به‌حدی باشد که قطر لوله بیش از .4in شود، باید از سیستم لوله کشی با فشار 0.14 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، که بعداً توضیح داده خواهد شد، استفاده شود و یا سیستم گازرسانی طبق نظر شرکت ملی گاز ایران نصب شود.

در عمل تعیین قطر لوله‌ها مطابق روش زیر صورت می‌گیرد:

الف ـ تعیین مقدار مصرف گاز

مقدار مصرف گاز هریک از وسایل گازسوز برحسب متر مکعب اغلب توسط سازندگان روی صفحهٔ مشخصات این وسایل درج می‌شود. چنانچه وسیلهٔ گازسوزی فاقد صفحهٔ مشخصات باشد می‌توان میزان مصرف را از جدول ۲۲ ـ ۵ (آخر فصل پنجم) که متوسط مصرف دستگاه‌های گازسوز را نشان می‌دهد به‌دست آورد. اگر میزان مصرف دستگاهی برحسب کیلو کالری بر ساعت داده شده باشد، می‌توان مصرف را بر میانگین ارزش حرارتی گاز مصرفی که در جدول ۲۱ ـ ۵ (آخر فصل پنجم) داده شده است تقسیم کرد تا مقدار مصرف برحسب متر مکعب در ساعت به‌دست آید. از جمع مصرف هر یک از وسایل گازسوز، گاز مصرفی هر یک از انشعابات و از جمع مصرف انشعابات میزان مصرف کل ساختمان به‌دست می‌آید.

ب ـ تعیین دورترین مسیر لوله

طول لوله باید از رگولاتور تا دورترین نقطهٔ مصرف در ساختمان اندازه گیری شود. این طول مبنای تعیین قطر تمامی لوله‌ها به‌ترتیبی است که ذکر می‌شود.

1- Curb Valve

ج ـ یافتن قطر لوله‌ها در جدول

با در اختیار داشتن میزان مصرف گاز در کل ساختمان و هر یک از انشعابات (بند الف) و طول لوله از رگولاتور تادورترین نقطهٔ مصرف (بند ب) به‌جدول ۲۳ ـ ۵ (آخر فصل پنجم) مراجعه می‌کنیم. در این جدول حداکثر ظرفیت لوله‌های سخت به‌متر مکعب بر ساعت برای گاز طبیعی با فشار 178 میلیمتر(.7in) ستون آب و افت فشار 12.7 میلیمتر ستون آب با چگالی 0.65 داده شده است.

ابتدا با طول لوله‌ای که دراختیار داریم سطر مربوطه را در جدول پیدا می‌کنیم. چنانچه این طول دقیقاً در جدول نباشد باید سطر بعدی که مربوط به‌طول بزرگتر است را در نظر بگیریم. نکتهٔ مهمی که باید به‌خاطر داشت این است که برای تعیین قطر تمامی لوله‌ها باید از همین سطر استفاده کرد.

حال با معلوم شدن سطر مورد نظر و میزان کل مصرف گاز در ساعت، اندازهٔ قطر لولهٔ اصلی گاز ساختمان از جدول مذکور قرائت می‌شود. قطر لولهٔ تمامی انشعابات نیز درست به‌همین ترتیب و از همین سطر جدول امّا برمبنای مصرف گاز انشعاب موردنظر، به‌دست می‌آید.

مثال ۶ : نقشهٔ ایزومتریک لوله کشی گاز یک منزل مسکونی دوطبقه مطابق شکل ۵۲ ـ ۵ می‌باشد. قطر لوله‌ها را محاسبه کنید.

حل:

۱ ـ ابتدا با استفاده از جدول ۲۲ ـ ۵ مقدار تقریبی مصرف وسایل گازسوز را تعیین می‌کنیم. در این منزل به‌طوری‌که در شکل ملاحظه می‌شود، تعداد دو دستگاه اجاق گاز خانگی پنج‌شعله هرکدام با مصرف گاز ۱ متر مکعب، چهار عدد بخاری هرکدام با مصرف گاز 0.8 متر مکعب و دو دستگاه آبگرمکن هر کدام با مصرف 1.5 متر مکعب نصب می‌شود. بدین‌ترتیب مصرف گاز کل ساختمان برابر حاصلجمع آنها یعنی 8.2 متر مکعب خواهد بود.

۲ ـ مسیر لوله کشی از محل شیر اصلی گاز ساختمان (نقطهٔ M) تا اجاق گاز G2 به‌طول 53.2 متر طولانیترین مسیر است و لذا مبنای انتخاب قطر لوله‌ها قرار می‌گیرد. به‌جدول ۲۳ ـ ۵ مراجعه نموده و روی اولین ستون سمت راست آن به‌دنبال طول 53.2 متر می‌گردیم و چون این طول را نمی‌یابیم، نزدیکترین مقدار بزرگتر یعنی 55 متر را انتخاب می‌کنیم. حال در سطر مربوط به‌طول 55 متر به‌جستجوی میزان مصرف کل ساختمان یعنی 8.2 متر مکعب می‌پردازیم و چون این رقم دقیقاً در جدول نیست نزدیکترین مقدار بزرگتر یعنی 12 متر مکعب را در نظر گرفته و قطر لولهٔ اصلی را ازبالای این ستون 1½" قرائت می‌کنیم. به‌روشی مشابه، با پیشروی در مسیر لوله کشی از نقطهٔ M و کسر کردن میزان مصرف انشعابها از مصرف کل ساختمان، قطر لولهٔ مربوطه را از همین سطر مربوط به 55 متر به‌دست می‌آوریم. مثلاً پس از کسرمصرف انشعاب A یعنی 0.8 متر مکعب که مربوط به‌بخاری H1 در اتاق سرایدار است، 7.4 مترمکعب باقی می‌ماند که از جدول مذکور قطر لوله تا انشعاب B برابر 1¼" خواهد شد. قطر لولهٔ انشعاب A با مصرف 0.8 متر مکعب نیز با استفاده از همان سطر مربوط به 55 متر برابر ½" به‌دست می‌آید. قطر انشعاب B با مصرف 2.5 متر مکعب مربوط به‌اجاق G1 و آبگرمکن W1 برابر 1" خواهد بود. قطر سایر لوله‌ها را نیز به‌همین ترتیب به‌دست آورده و روی نقشه نشان می‌دهیم.

II ـ لوله کشی گاز با فشارکار 0.14 کیلوگرم برسانتی‌متر مربع (2psi) برای ساختمانهای مسکونی و تجاری با مصرف زیاد:

به‌دلیل طول زیاد لوله و یا مصرف زیاد گاز در ساختمانهای مسکونی و تجاری، ممکن است شرکت ملی گاز تصمیم بگیرد که فشار اولیهٔ گاز ورودی به‌آنها را 0.14 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (2psi) انتخاب نماید. استفاده از این سیستم زمانی مجاز است که اولاً طبق جدول ۲۳ ـ ۵ (محاسبه برمبنای فشارکار 178 میلی‌متر ستون آب) قطر اسمی لوله بیش از 4 اینچ شود و ثانیاً شرکت ملی گاز ایران استفاده از آن را تأیید نماید. یکی از موارد کاربرد این سیستم هنگامی است که یک واحد مسکونی قبلاً دارای لوله کشی برای استفاده از گاز مایع بوده باشد که در این صورت می‌توان از گاز طبیعی با فشار 0.14 کیلوگرم برسانتی‌متر مربع استفاده کرد. به‌شرطی که اولاً لوله کشی طبق مقررات شرکت ملی گاز ایران از نظر مشخصات و آزمون فشار و نشت، قابل قبول تشخیص داده شود، و ثانیاً لوله کشی موجود دارای ظرفیت کافی برای استفاده از گاز طبیعی باشد.

مراحل طراحی در این سیستم نیز بعد از رگولاتور ثانویه که فشار را به ۱۷۸ میلی‌متر ستون آب‌کاهش می‌دهد، مانند قسمت I می‌باشد که قبلاً توضیح داده شد. اما تعیین اندازهٔ قطرلوله بین رگولاتوراولیه (که فشارگاز را به 0.14 کیلوگرم‌برسانتیمترمربع‌کاهش می‌دهد) ورگولاتور ثانویه، باید بر اساس افت‌فشار 106 سانتی‌مترستون آب (1.5psi) انجام‌شود. این‌کاربا روشی مشابه آنچه قبلاً ذکر شد ولی با استفاده از جدول ۲۵ ـ ۵ صورت می‌گیرد. جداول ۲۶ ـ ۵ و ۲۷ ـ ۵ نیز به‌ترتیب مشخصات لوله‌های سخت فولادی و لوله‌های مسی مورد استفاده در لوله کشی گاز داخلی را نشان می‌دهد.

انواع لوله کشی

۱ ـ لوله کشی روکار

- لوله کشی‌های گاز باید حتی‌الامکان روی کار نصب شوند مگر در مواردی که نصب لوله کشی زیرکار اجتناب‌ناپذیر باشد.
- اتصال لوله‌های روکار تا قطر 2 اینچ را می‌توان با استفاده از وسایل اتصال‌دنده پیچ یا جوشکاری برقی انجام داد. اتصال لوله کشی با لوله‌های با قطر بیش از 2 اینچ باید حتماً با جوش برقی صورت گیرد.
- از لوله‌های گالوانیزه فقط می‌توان برای لوله کشی روکار با اتصالات دنده پیچ شدهٔ گالوانیزه استفاده کرد. این نوع لوله به‌هیچ وجه نباید در لوله کشیهایی که به‌وسیلهٔ جوشکاری به‌یکدیگر متصل می‌شوند به کار رود.
- در سیستم لوله کشی گاز روکار نیازی به‌استفاده از نوار پلاستیکی

مخصوص برای عایق کردن نیست، بلکه باید روی لوله را پس از تمیز کردن ابتدا با یک دست رنگ ضدزنگ و سپس با رنگ روغنی پوشاند و باید توجه داشت که استفاده از رنگهای پلاستیک و لعابی محلول در آب و امثال آنها برای رنگ زدن لوله‌ها مجاز نیست.

● لوله کشی گاز در ساختمانها باید در فواصل معین مطابق جدول ۲۸ ـ ۵ به‌نحو مناسبی با استفاده از بستهای فلزی مخصوص لوله، محکم و استوار شود.

بستن یا جوش دادن یک لوله به‌لولهٔ دیگر و لوله به‌اسکلت فلزی ساختمان و به‌اجزاء فلزی غیرثابت به‌طور مستقیم مطلقاً ممنوع است.

● در مواردی که لوله ازداخل در یا پنجره عبور می‌کند باید پیش‌بینی‌های لازم جهت جلوگیری از ساییدگی لوله به‌وسیلهٔ قاب در یا پنجره و یا شیشهٔ آن به‌عمل آیند.

● فاصلهٔ لولهٔ روکار گاز تا لوله‌های آب گرم باید حداقل 5 سانتی‌متر باشد. چنانچه حفظ این فاصله امکان‌پذیر نباشد باید روی لولهٔ گاز عایق‌بند حرارتی شود.

● کانالهای عمودی ساختمان که لولهٔ گاز از آنها عبور می‌کند باید از پایین و بالا به‌هوای آزاد راه داشته باشند تا امکان تجمع گاز در آنها وجود نداشته باشد. لولهٔ گاز را نباید از داخل کانالهای مربوط به‌هواکش، آسانسور، لولهٔ بخاری و تهویه و امثال آنها عبور داد.

● لولهٔ گاز نباید با سیم و کابل برق داخلی و خارجی ساختمان تماس داشته باشد. فاصلهٔ سیم روکار و کلید و پریز برق با لوله‌های گاز و شیرهای مربوطه باید حداقل 5 سانتی‌متر باشد.

● شیرهای گاز حتی‌الامکان باید در ارتفاع بالاتر از کلید و پریز برق نصب شوند. از لوله کشی گاز به‌هیچ‌وجه نباید به‌منظور اتصال زمین سیمها و وسایل برقی استفاده شود.

● در لوله کشیهای افقی و عمودی روکار که در معرض تغییرات حرارت قابل توجه قرار می‌گیرند باید پیش‌بینی‌های کافی از قبیل زانویی، تغییر مسیر لوله، خم انبساط و امثال آن برای‌مقابله با انقباض و انبساط لوله به‌عمل آیند.

● دنده پیچهای لوله و لوازم لوله کشی باید طبق استاندارد ملی و یا سایر استانداردهای مورد قبول شرکت ملی گاز بوده و تعداد دنده‌ها مطابق جدول ۲۹ ـ ۵ باشد.

● در صورتی که لوله کشی گاز به‌منظور رسیدن به‌پشت ساختمان از روی پشت‌بام عبور می‌کند، محل عبور لوله در پشت‌بام باید به‌نحوی باشد که اولاً در معرض برخورد با اجسام خارجی و مسیر عبور و مرور نباشد و ثانیاً برای جلوگیری از گرم شدن بیش از حد برابر تابش آفتاب به‌نحو مناسبی پوشیده و محافظت گردد و چنانچه احتمال تماس طولانی لوله با آب باران و برف وجود دارد باید پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از زنگ‌زدگی لوله به‌عمل آیند.

۲ ـ لوله کشی زیرکار

● اتصالات در سیستم لوله کشی زیرکار برای کلیهٔ قطرهای لوله باید حتما به‌وسیلهٔ جوشکاری برق انجام گیرد. روش جوشکاری محلهای اتصال باید در کلیهٔ نقاط خط جوش محیط لوله یکنواخت بوده و عاری از نواقص ظاهری باشد.

● لوله‌های گاز نباید با لوله‌های آب گرم و سرد و کابل برق در یک کانال قرار داده شوند و چنانچه قرار دادن آنها در یک کانال اجتناب‌ناپذیر باشد باید لوله‌های گاز به‌وسیلهٔ عایق حرارتی از قبیل پشم شیشه و امثال آن در مقابل انتقال حرارت و برخورد به کابل برق محافظت گردند. اگر لولهٔ گاز در کانال مستقلی قرار داشته باشد، باید این کانال به‌وسیلهٔ ماسهٔ خشک پر شود و چنانچه با سایر لوله‌ها در کانال مشترکی قرار دارد که نمی‌توان آن را با ماسهٔ خشک پر کرد، باید این کانال مجهز به‌هواکشهای مناسب در نقاط مختلف باشد که در صورت نشت گاز امکان تجمع گاز در کانال وجود نداشته باشد.

● لوله‌های گاز زیرکار که به‌وسیلهٔ مصالح ساختمانی روی آنها پوشانده می‌شود باید از لوله‌های آب گرم و سرد و کابل برق حداقل 10 سانتی‌متر فاصله داشته باشند. در تقاطع لوله‌های گاز با لوله‌های آب یا کابل برق در کفهایی که به‌علت ضخامت کم آنها، حفظ فاصله مذکور امکان‌پذیر نیست باید فاصلهٔ بین لولهٔ گاز و سایر لوله‌ها یا کابلها را به‌وسیلهٔ مواد عایق‌کننده یا مصالح ساختمانی مناسب (شن، آهک و شفته) پر کرد.

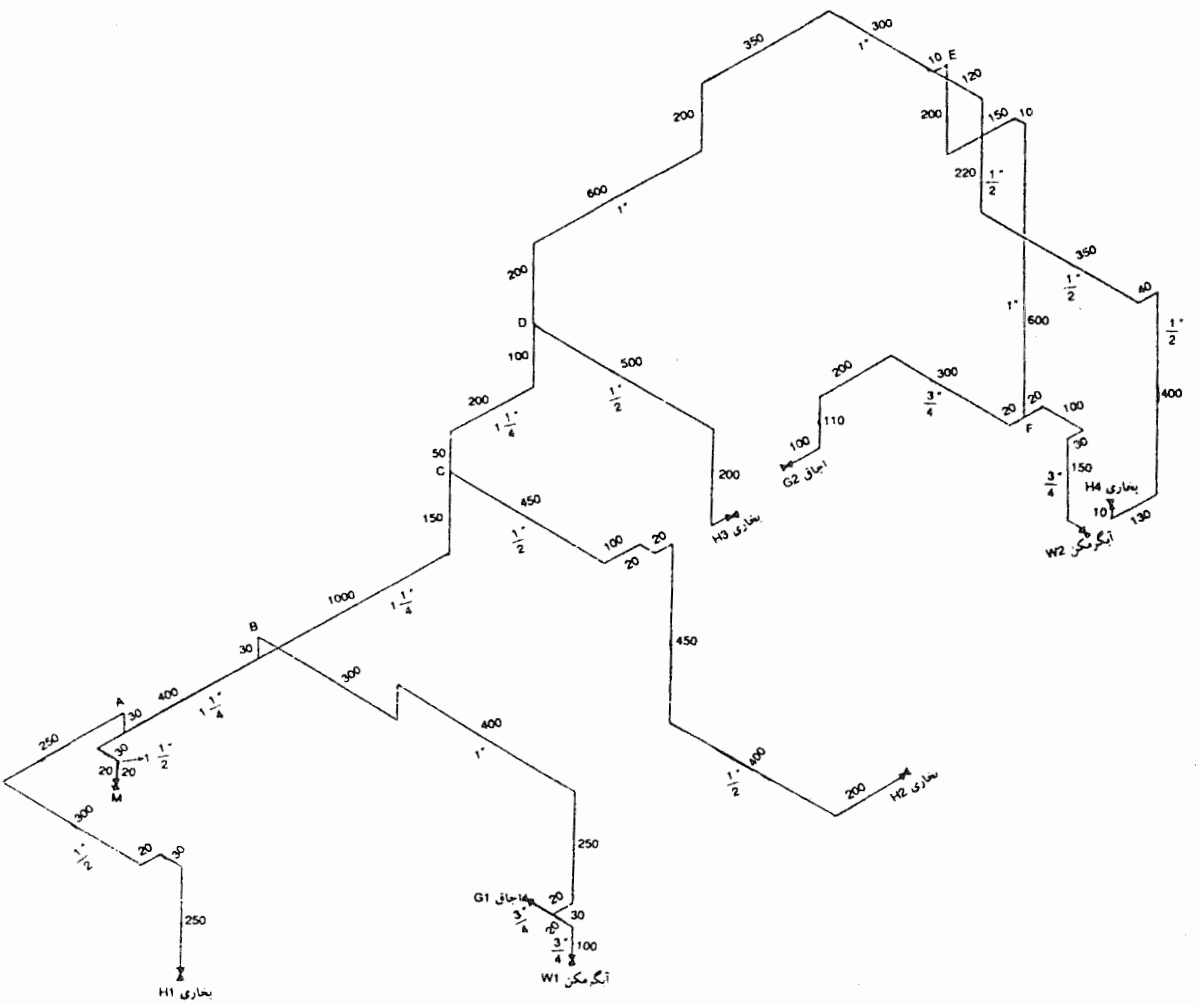
● لوله‌هایی را که از کفهای بتن و امثال آن عبور می‌کنند باید از داخل کانالهایی که بدین‌منظور در کف تعبیه می‌شوند عبور داد. محل عبور لوله و کانال ساختمان باید دقیقاً بر روی نقشه مشخص شده باشد. اطراف لوله داخل این کانالها را باید با ماسه پر کرده و روی آن را طوری پوشاند که در صورت لزوم بتوان بدون وارد کردن خسارات قابل توجه به‌ساختمان برای دسترسی به‌لوله، روی کانال را برداشت. چنانچه امکان نفوذ آب به‌داخل این کانالها وجود داشته باشد باید اطراف کانال را قیرگونی کرده و علاوه بر آن لوله را نیز عایق‌پوش نمود.

● عمق لوله‌های زیرکار در حیاط و امثال آن که امکان حفاری یا باغبانی روی آنها به‌وسیلهٔ بیل، کلنگ و غیره وجود دارد، باید حداقل 40 سانتی‌متر باشد. برای جلوگیری از آسیب دیدن لوله یا پوشش آن به‌وسیلهٔ ریشهٔ درختان، باید لوله کشی در فاصلهٔ مناسب از درختان نصب شود. محل عبور لوله در کف پارکینگ و نقاطی که محل عبور یا توقف اتومبیلها می‌باشند، باید به‌وسیلهٔ تعبیهٔ کانال و پر کردن آن با ماسه یا نصب غلاف محافظ و امثال آن به‌نحوی ساخته شود که امکان وارد آمدن فشار مستقیم یا لرزش ناشی از اتومبیل به‌لوله وجود نداشته باشد.

● در مواردی که لوله به‌طوری عمودی از داخل تیغه، دیوار، سقف و کف ساختمان عبور می‌کند، چنانچه قطر اسمی آن از 2 اینچ بیشتر نباشد احتیاجی به‌نصب غلاف ندارد. باید توجه کرد که قطر سوراخ حداقل یک سانتی‌متر بیشتر از قطر خارجی لوله بوده و فضای داخل سوراخ

به‌استثنای دو انتهای آن پس از عبور لوله با مصالح ساختمانی پر نشود.

● به‌منظور جلوگیری از زنگ زدن لوله‌های زیرکار و محافظت آنها در برابر خوردگی، باید روی لوله‌ها را پس از تمیز کردن از کلیهٔ زوائد، به‌وسیلهٔ نوار پلاستیکی و پرایمر (رنگ مخصوص) یا در صورت عدم امکان دسترسی به‌نوار پلاستیکی، توسط قیر زغال‌سنگی و پرایمر عایق‌پوش کرد. جزئیات عایقکاری در جزوات شرکت ملی گاز ایران تشریح شده است.



شکل ۵۲ـ۵: نقشهٔ ایزومتریک لوله‌کشی گاز منزل مسکونی مثال ۶

سیستم آتش‌نشانی ساختمان

سیستم آتش‌نشانی ساختمان انواع مختلفی دارد، از قبیل؛ شیلنگ ـ قرقره‌ها[1]، آبپاشهای اتوماتیک[2]، سیستم‌های شیمیایی، رایزرهای ثابت مرطوب یا خشک[3]، آتش خاموش‌کنهای قابل حمل. در این مبحث چگونگی طرح سیستم‌های شیلنگ ـ قرقره‌ها و آبپاش اتوماتیک مورد توجه قرار می‌گیرد.

شیلنگ قرقره‌ها[1]

شیلنگ قرقره‌ها، وسایل اطفأ حریق اولیه‌ای هستند که تا رسیدن مأمورین آتش‌نشانی، توسط ساکنین ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند و ممکن است به‌وسیلهٔ آنها آتش‌سوزی در همان مراحل اولیه مهار گردد. امّا به‌رغم وجود شیلنگ قرقره‌ها، از آتش خاموش‌کنهای دستی نیز به‌دلیل قابلیت آنها در اطفاء حریق نباید صرف نظر نمود.

محل نصب شیلنگ قرقره‌ها

به‌لحاظ این‌که مورد استفادهٔ شیلنگ قرقره‌ها اطفاء حریق در مراحل اولیه توسط ساکنین ساختمان است، باید چنان نصب شوند که دسترسی به‌آنها بدون به‌خطر افتادن شخص استفاده کننده ممکن باشد. بدین منظور معمولاً در طول راهروهای فرار از آتش نصب می‌شوند تاساکنین بتوانند بدون متوقف کردن فرارشان از آن استفاده نمایند.

در ساختمانهای اداری، به‌ویژه ساختمانهای بلند، شیلنگ قرقره‌ها باید در محوطه دفاتر اداری که معمولاً جنب درهای فرار از آتش قرار دارند، نصب شوند. به‌این ترتیب استفاده از شیلنگ قرقره‌ها بدون باز کردن درهای دودبند راهروی فرار ممکن شده و از خطر آکنده شدن فضا از دود اجتناب می‌شود.

در ساختمانهای صنعتی امکان نصب شیلنگ قرقره‌ها در مجاورت درهای فرار همیشه وجود ندارد، چراکه ممکن است عرض ساختمان طوری باشد که رساندن آبپاش سر شیلنگ به‌مرکز ساختمان ممکن نشود. به‌این دلیل لازم است در چنین ساختمانهایی، شیلنگ قرقره‌های اضافی نیز در مرکز ساختمان، معمولاً روی ستونها، نصب شوند.

ملاحظات طراحی

تأسیسات شیلنگ قرقره باید طوری طرح گردد که وقتی شیلنگ کاملاً از قرقره باز می‌شود، هیچ قسمت از کف راهرو بیشتر از 6m(20ft) با سر آبپاش شیلنگ فاصله نداشته باشد. ولی آب پرتابی توسط سرشیلنگ باید حداقل 0.4*l*/s (6 gpm) بوده و امکان استفادهٔ همزمان از حداقل سه شیلنگ قرقره با دبی آب 1.2 *l*/s (18 gpm) وجود داشته باشد. فشار آب لازم در آبپاش سرشیلنگ 200kpa (29 psi) است که با این فشار آب تا فاصلهٔ افقی 8 m (26 ft) و ارتفاع 5m (16.sft) پرتاب خواهد شد. برای هر 418 m^2 (4473 ft^2) سطح زیر بنا باید یک شیلنگ قرقره منظور نمود.

قطر شیلنگ

طبق مقررات، قطر شیلنگ باید حداقل 50mm (2 in.) باشد. معمول چنین است که برای ساختمانهای تا ارتفاع 15m (49 ft) شیلنگ به‌قطر 50mm (2 in.) و برای ساختمانهای بلندتر از شیلنگ به‌قطر 64mm (2½ in.) استفاده می‌شود. در بعضی موارد، حداقل قطر لولهٔ متصله به‌هر شیلنگ نباید از 25mm (1 in.) کمتر باشد.

آبرسانی

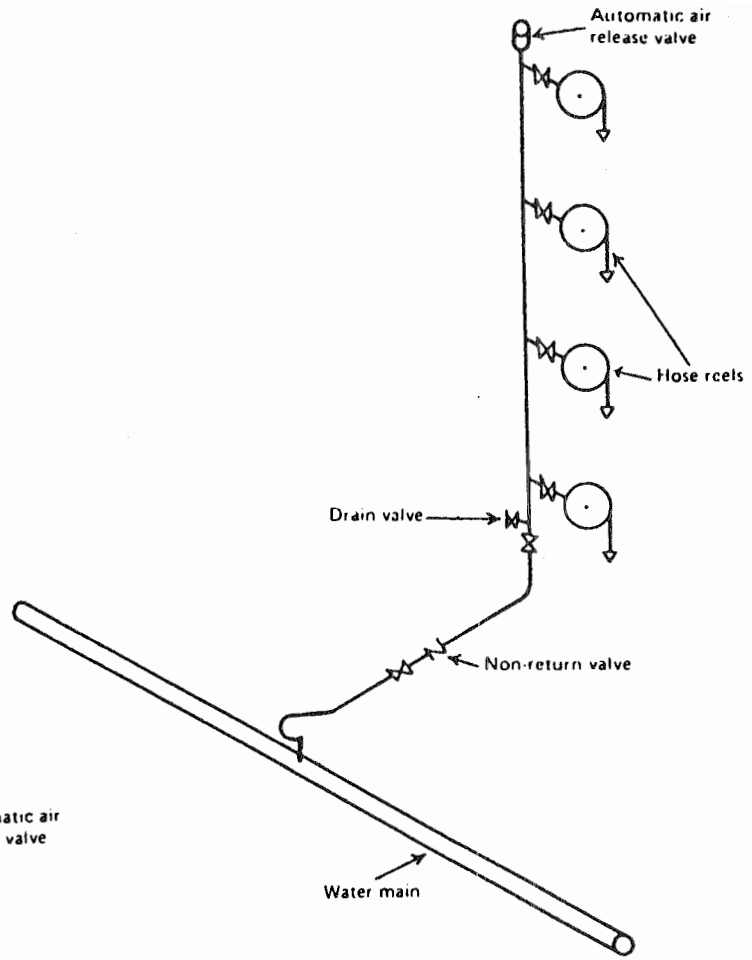
چنانچه فشار آب شهر در محل ساختمان به‌اندازه‌ای باشد که بتواند حداقل فشار موردنیاز در بالاترین شیلنگ قرقره یعنی 200kpa(29psi) را تأمین نموده و همچنین دبی آب نیز کافی باشد، آب مورد نیاز شیلنگ قرقره مستقیماً از شبکهٔ آب شهر تأمین می‌شود (شکل ۵۳ ـ ۵). اما اگر فشار آب شهر رضایتبخش نباشد، باید تجهیزات پمپاژ اتوماتیک نصب نمود. بعضی از سازمانهای آب شهری، اتصال مستقیم تجهیزات پمپاژ به‌لولهٔ اصلی آب محل را مجاز می‌دانند، به‌شرطی که بدون پمپاژ نیز یک دبی آب منطقی تحت فشار آب شهر، در بالاترین شیلنگ قرقره جریان داشته باشد.

چنانچه سازمان آب استفاده از یک منبع واسطه[4] را لازم بداند، باید حجم این منبع حداقل 1.6 m^3 (56 ft^3) بوده و یک زوج پمپ[5] با میزان دبی 2.3 *l*/s (34.5 gpm) نصب گردند. در ساختمانهای بزرگ یک پمپ یدکی با موتور دیزلی ممکن است مورد نیاز باشد.

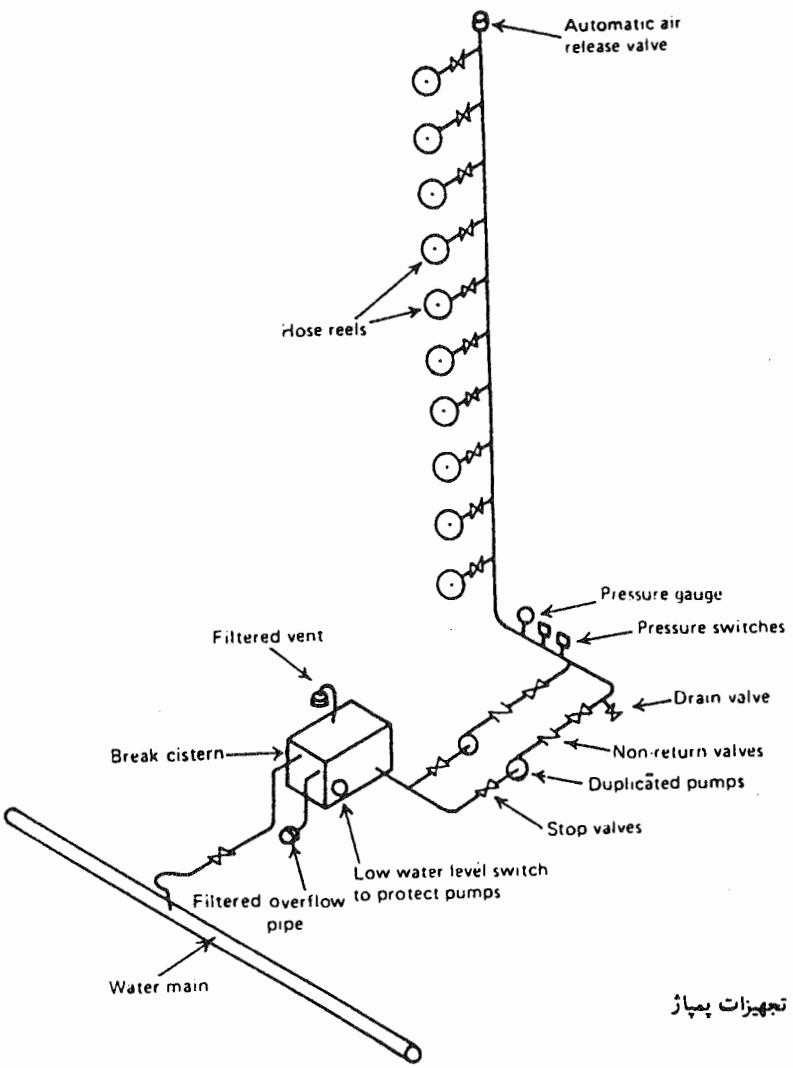
شکل ۵۴ ـ ۵ یک تأسیسات شیلنگ قرقره با تجهیزات پمپاژ را نشان می‌دهد. وقتی یک شیلنگ قرقره مورد استفاده قرار می‌گیرد، افت فشار موجب می‌گردد که سویچ فشار[6] پمپ اصلی روشن شود. به‌جای سویچ فشار، می‌توان از یک سویچ جریان[7] که روی لولهٔ اصلی دهش پمپ تعبیه می‌شود استفاده نمود. این سویچ قادر است جریانی به‌اندازهٔ 0.1 *l*/s (1.5 gpm) را احساس نموده و پمپ اصلی را تا زمانی که از شیلنگ قرقره استفاده می‌شود، روشن نگهدارد.

شکل ۵۵ ـ ۵ یک شیلنگ قرقره از نوع ثابت[8] را نشان می‌دهد. یک شیلنگ قرقرهٔ نوع گردان[9] نیز ممکن است داخل دیوار راهرو جاسازی شود.

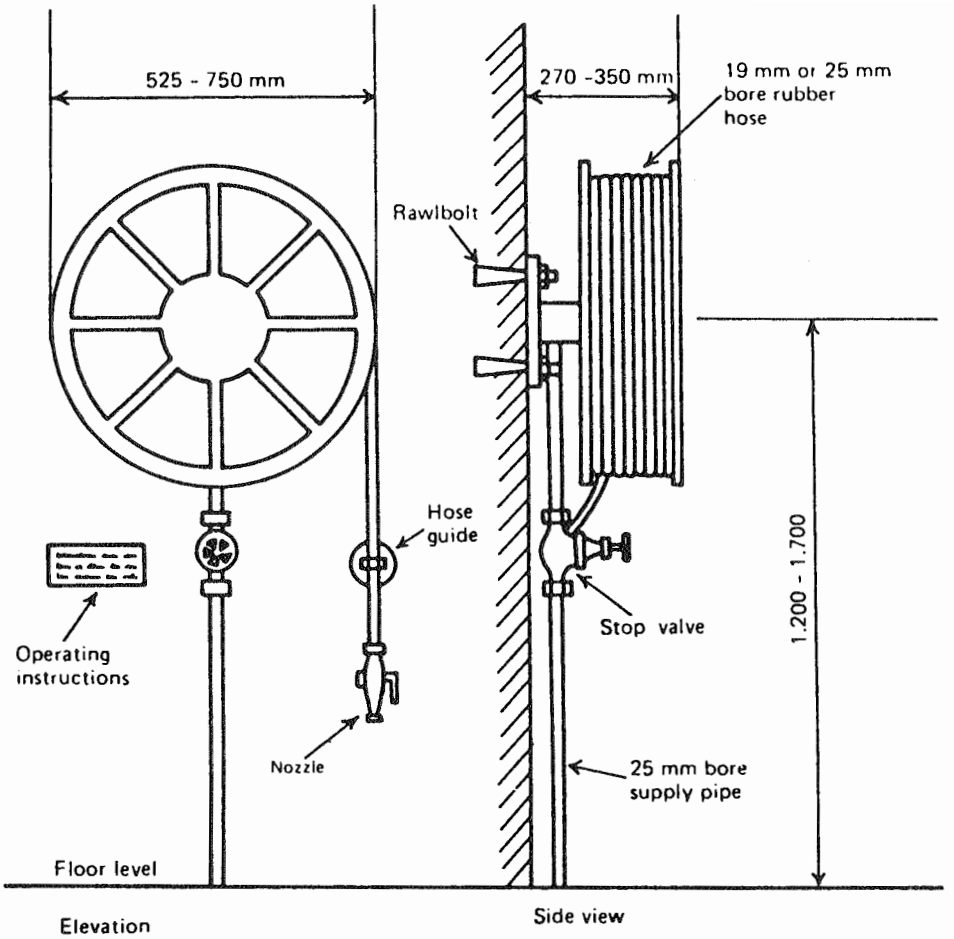
1- Hose Reels
2- Automatic Sprinkler
3- Wet or Dry Risers
4- Break Cistern
5- Duplicated Pumps
6- Pressure Switch
7- Flow Switch
8- Fixed-Type Hose Reel
9- Swinging-type hose Reel



شکل ۵۳ـ۵: تأسیسات شیلنگ قرقره بدون تجهیزات پمپاژ



شکل ۵۴ـ۵: تأسیسات شیلنگ قرقره با تجهیزات پمپاژ



شکل ۵۵ ـ ۵: جزئیات شیلنگ قرقرهٔ ثابت

رایزر خشک[1]

یک رایزر خشک عبارت است از یک لولهٔ قائم خالی از آب در داخل ساختمان که در هر طبقه یک شیر پاگرد[2] روی آن نصب می‌شود (شکل ۵۶ ـ ۵). یک ورودی در طبقهٔ همکف پیش‌بینی می‌شود تا مأمورین آتش‌نشانی بتوانند آب را از نزدیکترین شیر آتش‌نشانی[3] محل، به‌داخل رایزر پمپ کنند.

رایزرهای خشک فقط برای استفادهٔ مأمورین آتش‌نشانی نصب می‌شوند و بنابراین نمی‌توانند مانند شیلنگ قرقره‌ها به‌عنوان وسیلهٔ اولیهٔ اطفاء حریق، توسط ساکنین ساختمان مورد استفاده قرار گیرند. رایزر خشک در واقع ادامهٔ شیلنگ مأمورین آتش‌نشانی است و باید در محلی از ساختمان نصب شود که استفاده از آب در طبقات مختلف، بدون نیاز به‌شیلنگ کشی‌های طولانی، ممکن باشد.

محل نصب رایزر خشک

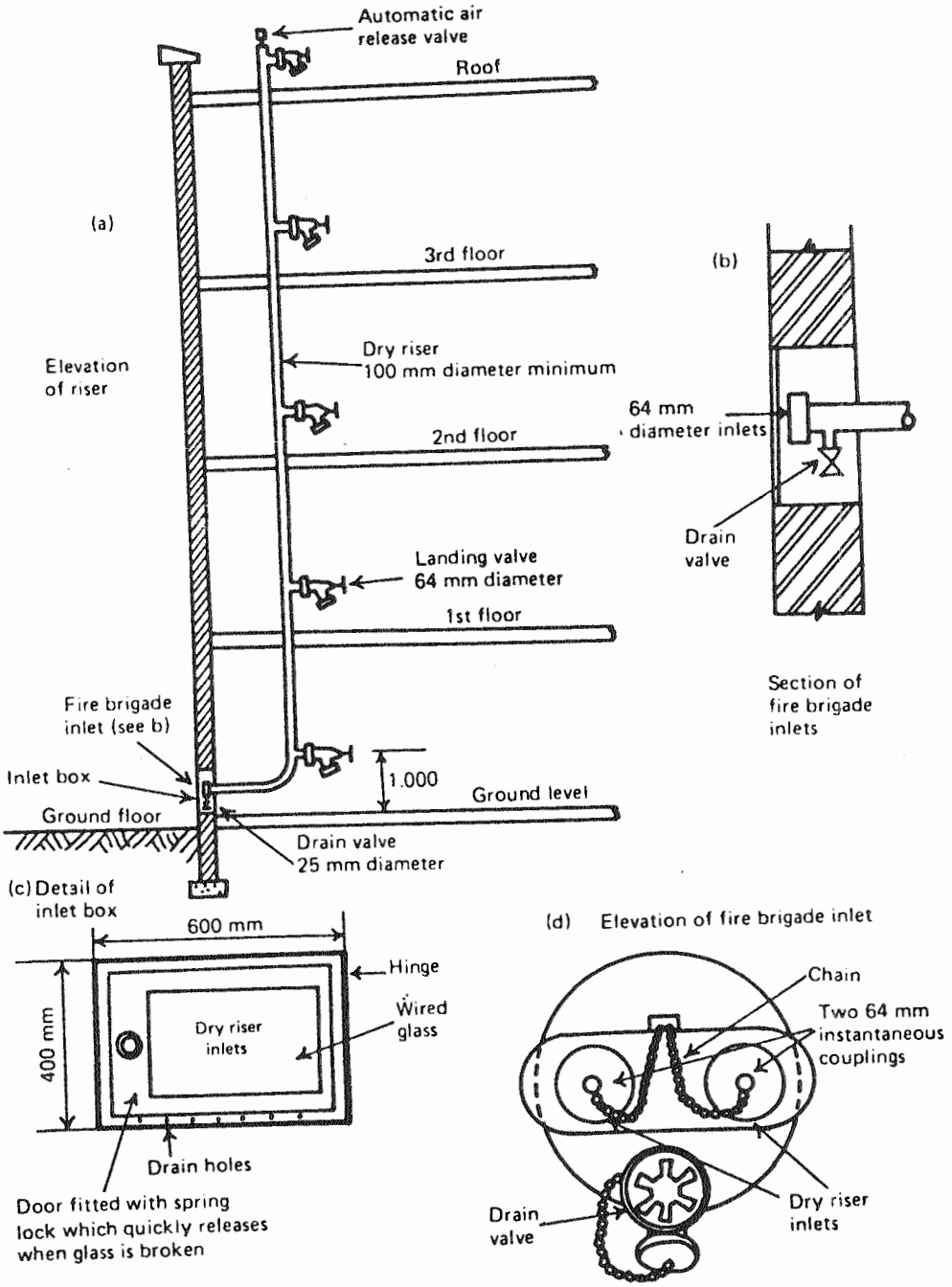
رایزرهای خشک معمولاً در راهروی تهویه شوندهٔ منتهی به‌راه‌پله نصب می‌شوند و این مأمورین آتش‌نشانی را قادر می‌سازد که شیلنگهای خود را در فضایی بدون دود به‌یک شیر پاگرد وصل کنند.

قطر رایزر خشک

در ساختمانهای با ارتفاع حداکثر 45 m (148 ft) و وقتی در هر طبقه یک شیر پاگرد به‌قطر 64 mm (2½ in.) نصب شود، قطر داخلی رایزر باید 100 mm (4 in.) باشد. در ساختمانهای با ارتفاع بین 45 m و 60 m (148′ و 197′) قطر داخلی رایزر باید 150 mm (6 in.) منظور گردد. در ساختمانی که در هر طبقه دو شیر پاگرد به قطر 64 mm (2½ in.) به‌رایزر متصل شود، قطر داخلی رایزر باید 150 mm (6 in.) باشد.

نصب رایزر خشک در ساختمانهای با ارتفاع بیش از 60 m (197 ft) امکان‌پذیر نیست. در چنین ساختمانهایی باید رایزر مرطوب[4] نصب نمود.

1- Dry Riser
2- Landing Valve
3- Hydrant
4- Wet-Riser



شکل ۵۶ـ۵: جزئیات رایزر خشک

تعداد رایزرهای خشک

رایزرهای خشک اصلی باید به‌تعدادی باشند که فاصلهٔ هیچ قسمت کف از یک شیر پاگرد بیش از 61m (200 ft) نباشد. این فاصله در طول مسیر مناسب برای یک شیلنگ شامل هر فاصله در بالا و پایین یک راه‌پله، اندازه‌گیری می‌شود. برای هر $930\ m^2$ ($9950\ ft^2$) سطح زیربنا باید یک شیر پاگرد پیش‌بینی شود.

اتصال زمین

به‌منظور پیشگیری از خطر شوک الکتریکی و وارد آمدن صدمه به‌رایزر در اثر صاعقه، لازم است رایزر از لحاظ الکتریکی اتصال زمین شود.

نصب

رایزرهای خشک باید همراه با پیشرفت عملیات ساختمانی نصب شوند و بدین‌ترتیب امکان استفاده از رایزر هنگام بروز آتش‌سوزی، همواره فراهم خواهد بود. در ساختمانهای با ارتفاع بیش از 30 m (98 ft)، رایزر باید هنگامی که ارتفاع ساختمان به‌بیش از 18 m (59 ft) رسید، نصب شود. وقتی نصب بطور کامل صورت گرفت، باید این تأسیسات توسط ادارهٔ آتش‌نشانی یا سازمان آب محل، تحت آزمون قرار گیرد.

رایزر مرطوب[1]

این رایزرها دائماً به‌لولهٔ آب متصل بوده و قادر به‌تأمین فشار حداقل 410 Kpa (59.5 psi) در بالاترین خروجی هستند. حداکثر فشار مجاز برای تخلیهٔ آب از یک خروجی 520 Kpa (75.5 psi) است. جهت برقراری فشار مورد نیاز در بالاترین خروجی، لازم است از پمپ با دبی 23 l/s (345 gpm) استفاده شود. یک زوج پمپ مورد نیاز است که یکی از آنها یدکی خواهد بود. در صورت وجود برق کافی، پمپ برقی بکار می‌رود و چنانچه برق کافی موجود نباشد، باید از پمپ دیزلی استفاده نمود. هر پمپ باید به‌طور اتوماتیک و متأثر از افت فشار یا جریان آب راه‌اندازی شود. یک هشدار دهندهٔ صوتی و چراغ نیز برای آگاه شدن از کار پمپ باید پیش‌بینی گردد.

آبرسانی

جریان آب به‌سمت پمپ باید از طریق یک منبع واسطه با حجم حداقل 11.4m³ (402 ft³) که از لولهٔ اصلی آب بادبی حداقل 27 l/s (405gpm) تغذیه می‌شود، صورت گیرد (شکل ۵۷ ـ ۵). برخی از سازمانهای آب ممکن است لازم بدانند که از یک منبع واسطه با حجم حداقل 45.5 m² (487 ft²) که از لولهٔ اصلی آب بادبی حداقل 8 l/s (120 gpm) تغذیه می‌شود، استفاده شود.

در هر مورد، مضاف بر آبی که از لولهٔ اصلی واز طریق شیرهای کروی تأمین می‌شود، یک لولهٔ ورودی به‌قطر 150 mm (6 in.) با چهار کوپلینگ فوری به‌قطر 64 mm (2½ in.) جهت پر کردن مجدد منبع در صورت قطع جریان آب از لولهٔ اصلی، باید منظور شود.

ساختمانهای بلند

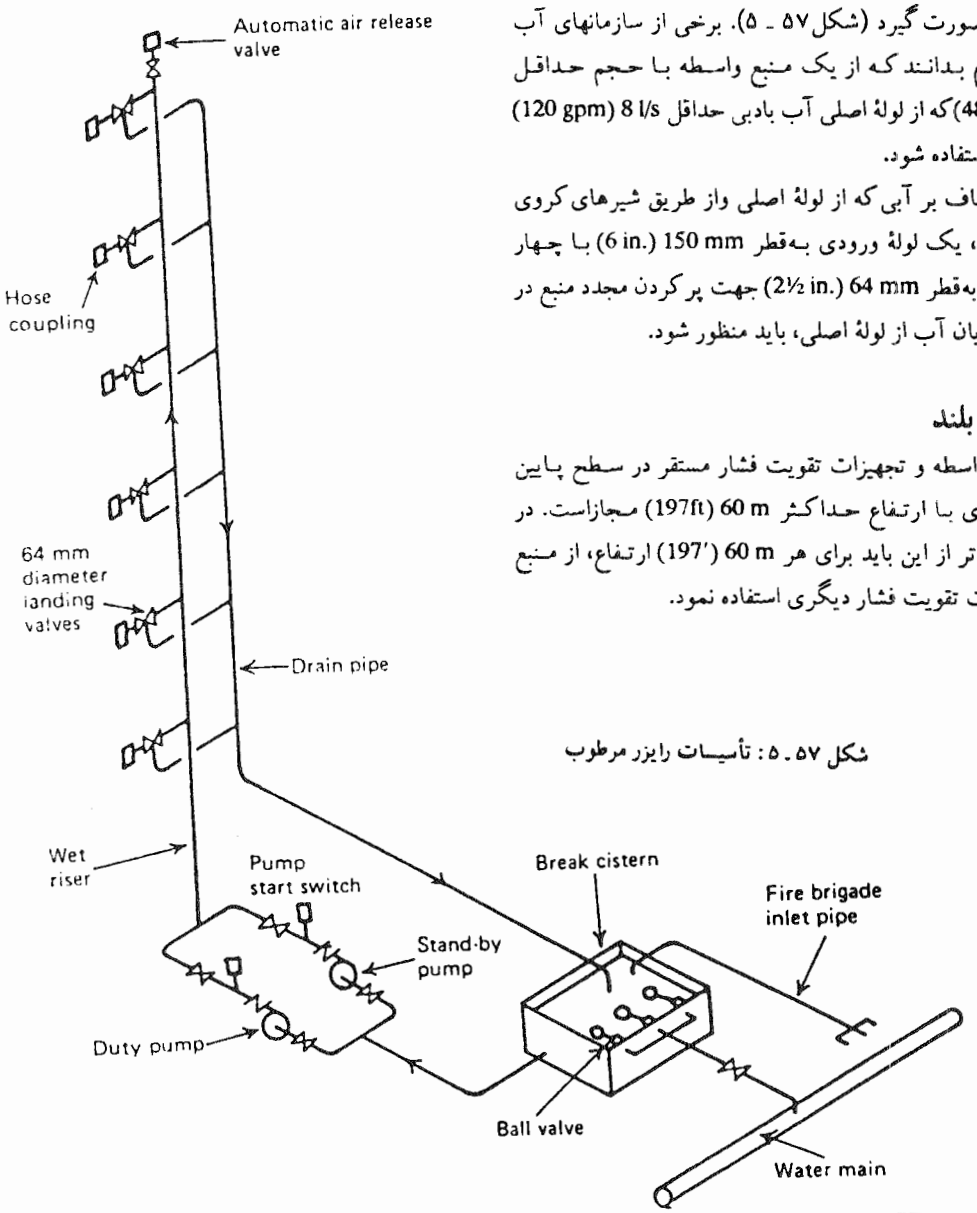
استفاده از منبع واسطه و تجهیزات تقویت فشار مستقر در سطح پایین برای ساختمانهای با ارتفاع حداکثر 60 m (197ft) مجازاست. در ساختمانهای بلندتر از این باید برای هر 60 m (197') ارتفاع، از منبع واسطه و تجهیزات تقویت فشار دیگری استفاده نمود.

کاهش فشار

چون هنگام بستن شیر آبپاش یک انشعاب، فشار استاتیک آب در پشت شیر نباید از 690 kpa (100 psi) تجاوز کند، باید در خروجی شیر پاگرد، یک شیر اطمینان تعبیه نمود. خروج آب ازاین شیرهای اطمینان باید از طریق لوله‌ای به‌قطر 50 mm (2 in.) متصل به‌لولهٔ تخلیه‌ای به‌قطر 76 mm (3 in.) یا 100 mm (4 in.) که بطور عمودی در امتداد رایزر مرطوب تا پایین ساختمان امتداد می‌یابد، صورت گیرد.

قطر رایزر

در ساختمانهای تا ارتفاع 45 m و وقتی در هر طبقه یک شیر پاگرد نصب شود، قطر داخلی رایزر باید 100 mm (4 in.) باشد. در ساختمانهای با ارتفاع بیش از 45 m (148')، قطر داخلی رایزر باید 150 mm (6 in.) باشد. برای ساختمانی که در هر طبقه دو شیر پاگرد داشته باشد، یک رایزر دیگر به‌قطر 150 mm (6 in.) نیز لازم است.



شکل ۵۷ ـ ۵: تأسیسات رایزر مرطوب

1- Wet Riser

اتصال زمین

رایزرهای مرطوب نیز باید ازلحاظ الکتریکی اتصال زمین شوند.

تأسیسات آبپاش[1]

یک تأسیسات آبپاش اساساً متشکل است از یک سیستم لوله‌کشی متصل به‌یک منبع تأمین آب مناسب. لوله‌ها معمولاً در سطح سقف سراسر ساختمان مورد حفاظت نصب می‌شوند و سرهای آبپاش به‌لوله‌ها متصلند. هنگام بروز آتش‌سوزی، حرارت ایجاد شده موجب تخریب المنت حساس نزدیکترین سر آبپاش شده و آب به‌شکل پودر روی آتش پاشیده می‌شود.

انواع سیستم

هنگام برآورد میزان خطر آتش‌سوزی، می‌توان نوع مناسب سیستم آبپاش را برگزید. سیستم آبپاش بر شش نوع است:

سیستم لولهٔ مرطوب

در این سیستم از آبپاشهای خودکار متصل به‌شبکهٔ لوله‌ای که همیشه پر از آب است، استفاده می‌شود. از این سیستم در جایی استفاده می‌شود که خطر یخزدن آب در داخل لوله‌کشی وجود نداشته باشد. به‌دلیل این که بلافاصله پس از تخریب المنت سرآبپاش، آب از آن فوران می‌کند، شرکتهای بیمه این سیستم را ترجیح می‌دهند (۵۸ ـ ۵).

سیستم لولهٔ خشک

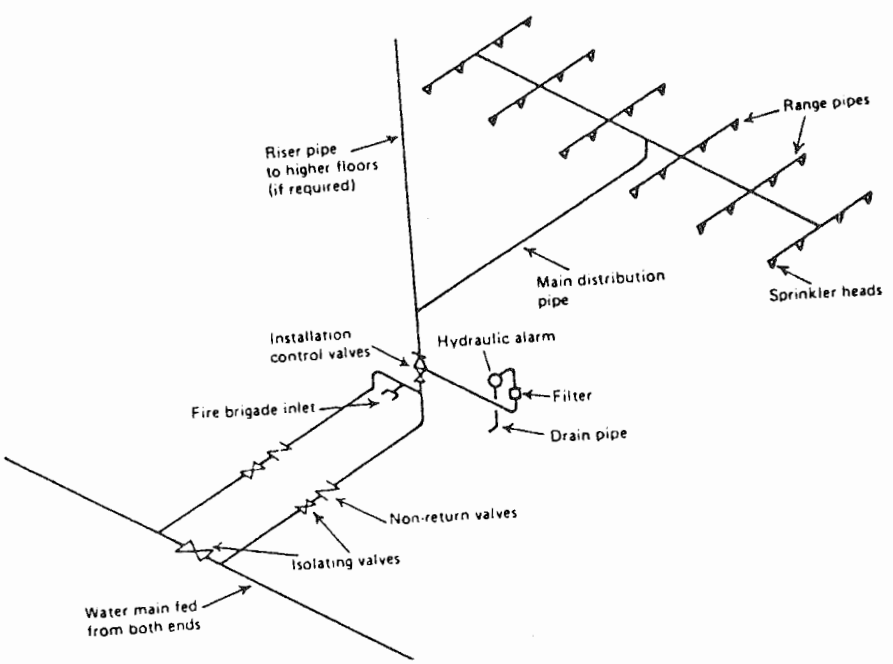
آبپاشهای خودکار در این سیستم به‌شبکهٔ لوله‌ای متصلند که از هوای تحت فشار پر شده است .وقتی سرآبپاش در اثر حرارت باز می‌شود، فشار هوا کاهش یافته و یک شیر نیز باز شده و آب به‌سمت سر آبپاش جریان می‌یابد. سیستم خشک بسیار آهسته‌تر از نوع مرطوب عمل می‌کند و هزینهٔ نصب و نگهداری آن بیشتر است. بدین دلایل، از این سیستم فقط در مکانهایی استفاده می‌شود که امکان یخزدن آب در شبکهٔ لوله وجود دارد.

سیستم قابل تبدیل مرطوب و خشک[2]

این سیستم در ساختمانهای گرم نشده مورد استفاده قرار می‌گیرد و در طول ماههای گرم سال به‌صورت یک سیستم مرطوب عمل می‌کند. در ماههای سرد، شبکهٔ لوله از آب تهی شده و با هوای تحت فشار پر می‌شود تا به‌صورت سیستم خشک عمل نماید.

سیستم‌های پیش‌عامل[3]

این سیستها اصولاً برای جبران کندی عمل سیستم خشک و نیز حذف خطر صدمات ناشی از پاشش آب در اثر آسیب دیدن اتفاقی سر آبپاش یا شبکهٔ لوله، طراحی می‌شوند. در این سیستم، تحریک شیر آب به‌باز شدن، ربطی به‌تخریب المنت حساس سر آبپاش نداشته و ناشی از عملکرد یک سیستم اتوماتیک آتش‌یاب است.



شکل ۵۸ ـ ۵: نمونهٔ تأسیسات آبپاش مرطوب

1- Sprinkler Installation
2- Alternate Wet and Dry System
3- Pre-Action systems

سیستم سیلابی[1]

هدف از سیستم سیلابی تأمین حداکثر آب در حداقل زمان است. این سیستم با ارسال آب به‌سرهای آبپاش یا نازلهای آبفشان همیشه باز، سراسر ناحیهٔ آتش گرفته را تحت پوشش قرار می‌دهد. با استفاده ادوات اتوماتیک آتش‌یاب در سیستم سیلابی، آب با سرعت بسیار بیشتری نسبت به‌سیستم‌هایی که بر ذوب شدن سر آبپاش مبتنی هستند، در منطقهٔ آتش گرفته وارد عمل می‌شود. این سیستم برای ساختمانهایی که به‌دلیل وجود مایعات قابل اشتعال، خطر آتش‌سوزی در آنها بسیار زیاد است مناسب می‌باشد.

سیستم عامل فقط در مدت آتش‌سوزی[2]

از نظر اساس کار، این سیستم مانند سیستم پیش‌عامل است. امّا با این قابلیت اضافی که پس از خاموش شدن آتش خودبخود از کار می‌افتد و بدین ترتیب به‌نحوی مؤثر از خساراتی که آب به‌ساختمان و اثاثیه وارد می‌آورد کاسته می‌شود. مضافاً می‌توان سر آبپاشها را بدون نیاز به‌بستن شیر اصلی آب تعویض نمود.

طرح سیستم آبپاش

حداکثر فاصله آبپاشها و سطح کفی که توسط یک سر آبپاش تحت پوشش قرار می‌گیرد، برحسب دسته‌بندی ساختمانها از نظر شدت خطر آتش‌سوزی متفاوت است. این دسته‌بندی به‌شرح زیر است:

● **بسیار کم خطر[3]**: مکانهایی غیر صنعتی هستند که میزان و یا قابلیت اشتعال محتویاتشان اندک است و هنگام آتش‌سوزی حرارت کمی تولید می‌کنند. مانند؛ کلیساها، کلوبها، مکانهای آموزشی، بیمارستانها، کتابخانه‌های کوچک، موزه‌ها، آسایشگاهها، دفاتر، منازل، سالن غذاخوری رستورانها، تئاترها و تالارهای سخنرانی.

این مکانها در بیشتر ساعات تقریباً خالی از سکنه بوده و مضافاً اثاثیه آنها اغلب از جای خود حرکت داده نمی‌شود.

● **با خطر معمولی[4]**: مکانهایی تجاری و صنعتی هستند که خود بر حسب قابلیت اشتعال محتویاتشان به‌سه گروه تقسیم می‌شوند:

ـ گروه ۱: مکانهایی با قابلیت اشتعال کم محتویات که ارتفاع مواد اشتعال‌پذیر انبارشده در آنها از 2.5 m (8 ft) تجاوز نمی‌کند. مانند؛ پارکینگهای اتومبیل، نانواییها، آبجوسازیها، کارخانجات کنسروسازی، رختشویخانه‌ها، کارخانجات شیشه‌سازی و صنایع وابسته به‌آن، آشپزخانهٔ رستورانها، صنایع سبک و صنایع خدماتی.

ـ گروه ۲: مکانهایی با قابلیت اشتعال متوسط محتویات که ارتفاع مواد اشتعال‌پذیر انبارشده در آنها از 3.5m(12ft) تجاوز ننموده و هنگام آتش‌سوزی مقدار متوسطی حرارت تولید می‌کنند. مانند؛ آسیابهای غلات، چاپخانه‌ها، کارخانجات نساجی، کارخانجات دخانیات‌سازی، صنایع چوب.

ـ گروه ۳: مکانهایی با قابلیت اشتعال بالای محتویات که ارتفاع مواد اشتعال‌پذیر انبار شده در آنها زیاد بوده و هنگام آتش‌سوزی حرارت زیادی تولید می‌کنند. مانند؛ کارخانجات کاغذسازی و تهیهٔ خمیر کاغذ، اسکله‌ها و باراندازها، گاراژهای تعمیر اتومبیل، کارخانجات سازندهٔ لاستیک اتومبیل، انبارها(که درآنها مواد با قابلیت اشتعال بالا مثل کاغذ، رنگ، مواد الکلی و غیره نگهداری می‌شود).

● **بسیار پر خطر[5]**: مکانهایی تجاری و صنعتی هستند که قابلیت اشتعال محتویاتشان بسیار بالا بوده (موادی مثل باروت یامایعات قابل اشتعال و غیره) و هنگام آتش‌سوزی حرارت زیادی تولید می‌کنند. مانند؛ کارخانجاتی که از دستگاههای دایکاست استفاده می‌کنند، کارخانجات فیبر و نئوپان‌سازی، چاپخانه‌هایی که از جوهرهای با دمای اشتعال کمتر از 38°C(100°F) استفاده می‌کنند، کارخانجات لاستیک اسفنجی، کارخانجات مواد سلولوئیدی.

البته به‌دلیل نزدیکی خصوصیات مکانهای بسیار پرخطر با گروه ۳ مکانهای با خطر معمولی، گاهی قضاوت در مورد این که یک مکان در کدام دسته قرار می‌گیرد دشوار است. در صورت وجود چنین تردیدهایی می‌توان از مراجع مسئول مثل سازمان آتش‌نشانی سؤال نمود.

فاصلهٔ آبپاشها و حداکثر سطح تحت پوشش هر سر آبپاش

لوله‌های انشعابی افقی آبپاشها معمولاً در ردیفهای موازی برای هر طبقه طرح می‌شوند. شکل‌های ۵۹-۵و۶۰-۵ به‌ترتیب آرایش استاندارد[6] و آرایش زیگزاگ[7] آبپاشها را نشان می‌دهند که در آنها D فاصلهٔ بین ردیفهای مجاور و S فاصلهٔ بین سر آبپاشها روی هر یک از ردیفهای انشعابی[8] است. حداکثر این فاصله‌ها و همچنین سطح تحت پوشش هر سر آبپاش رامی‌توان بترتیب از جداول F ـ ۵ و G ـ ۵ به‌دست آورد. شکل ۶۱ ـ ۵ نیز نمونه‌هایی از طرح ردیفهای انشعابی و تغذیه آنها از نولهٔ اصلی را نشان می‌دهد.

انواع سر آبپاش

متداولترین انواع سر آبپاش از نظر ساختمان داخلی و نحوهٔ پاشش آب بدین قرارند:

1- Deluge System
2- Fire-Cycle System
3- Extra-Light Hazard
4- ordinary Hazard
5- Extra-High Hazard
6- Standard spacing
7- Staggered Spacing
8- Branch Lines

جدول F ـ ۵ : حداکثر فاصلهٔ بین آبپاشها (S,D)

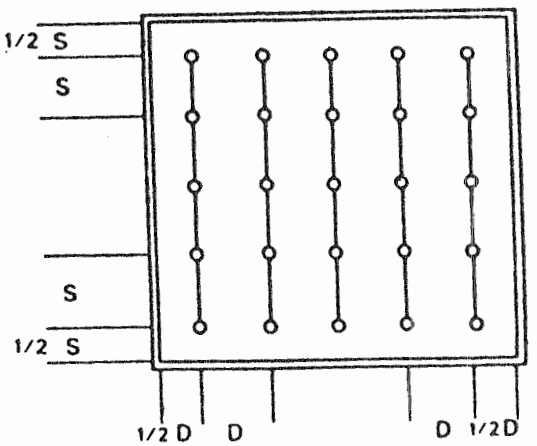
دسته‌بندی مکانها	فاصلهٔ آبپاشها	
• بسیار کم‌خطر	15ft	4.6m
• با خطر معمولی:		
آرایش استاندارد سرآبپاشها	13ft	4m
آرایش زیگزاگ سرآبپاشها (حداکثر فاصلهٔ بین ردیفهای انشعابی 4m معادل 12.5′)	15ft	4.6m
• بسیار پرخطر	12-8ft	3.7-2.5m

جدول G ـ ۵ : حداکثر سطح تحت پوشش هر سرآبپاش

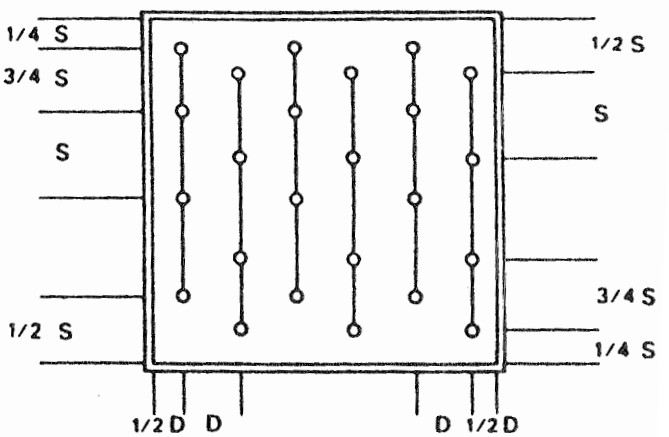
دسته‌بندی مکانها	سطح تحت پوشش (S×D)	
• بسیار کم‌خطر	225 ft^2	21 m^2
• با خطر معمولی	128 ft^2	12 m^2
• بسیار پرخطر	96-80 ft^2	9-7.5m^2

جدول H ـ ۵ : دمای تخریب حباب حساس سرآبپاشها

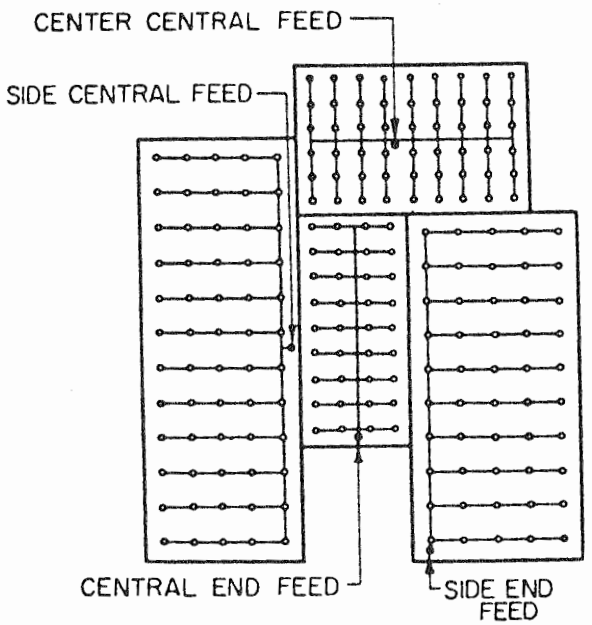
رنگ مایع درون حباب	دمای تخریب حباب	
نارنجی	135 °F	57 °C
قرمز	155 °F	68 °C
زرد	174 °F	79 °C
سبز	199 °F	93 °C
آبی	286 °F	141 °C
ارغوانی	360 °F	182 °C
سیاه	438-553 °F	227-288 °C



شکل ۵۹ ـ ۵ : آرایش استاندارد آبپاشها



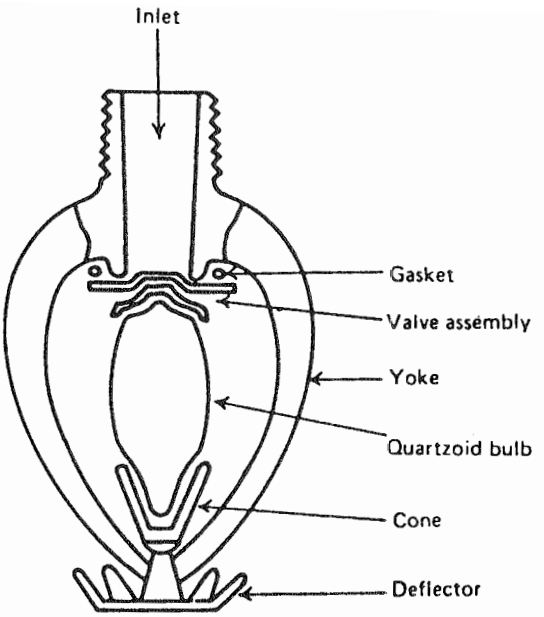
شکل ۶۰ ـ ۵ : آرایش زیگزاگ آبپاشها. این آرایش برای مکانهای بسیار پرخطر و نیز مکانهای با خطر معمولی چنانچه فاصلهٔ بین ردیفهای انشعابی از 4m (13ft) تجاوز کند، به کار می‌رود.



شکل ۶۱ ـ ۵ : چهار نمونه از طرح ردیفهای انشعابی و چگونگی تغذیه آنها از لولهٔ اصلی

سرآبپاش حبابی[1] ـ این نوع سرآبپاش که نمونه‌ای از آن در شکل ۶۲ ـ ۵ نشان داده شده است، دارای حبابی است که از مایعات رنگینی با شدت حساسیت مختلف نسبت به دما پر شده است. دمای تخریب این حبابها بر حسب رنگهای مختلف مایع درون آنها در جدول H ـ ۵ نشان داده شده است.

1- Quartzoid Bulb-type Sprinkler Head



شکل ۶۲ ـ ۵ : سرآبپاش نوع حبابی

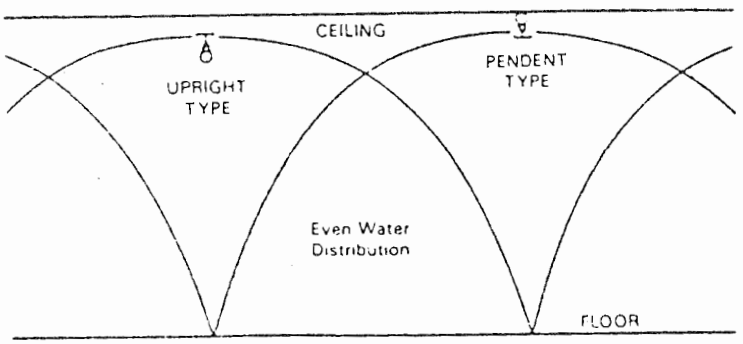
سرآبپاش ضامن لحیمی[1] ـ این سرآبپاش از سه صفحهٔ برنزی تشکیل می‌شود که توسط لحیمی با نقطهٔ ذوب پایین به‌هم متصل شده‌اند. این صفحات یک سوپاپ شیشه‌ای را روی سوراخ ورودی یک دیافراگم قابل انعطاف نگه داشته و خروجی آب را مسدود می‌کنند. با ذوب شدن لحیم در اثر حرارت آتش، صفحات مذکور از هم جدا شده و سوپاپ شیشه‌ای را آزاد می‌کنند. بدین ترتیب مجرای خروج آب باز شده و آب بر روی آتش پاشیده می‌شود.

سرآبپاش نوع «دوراسپید»[2] ـ این سرآبپاش نوع پیشرفته‌تر سر آبپاش ضامن لحیمی بوده مقاومت آن در برابر خوردگی هوا بیشتر است.

سر آبپاشها بر حسب جهت پاشش آب نیز انواع مختلفی دارند؛ سر آبپاش upright آب را به‌سمت بالای منحرف‌کنندهٔ خود می‌پاشد، **سرآبپاش آویزی**[3] آب را رو به‌پایین می‌افشاند و **سرآبپاش دیواری**[4] آب را از کنار دیوارها به‌سمت اتاق می‌پاشد. انواع دیگری از سر آبپاش نیز در بازار موجودند از قبیل؛ **سرآبپاش نوع افشانکی**[5]، **سرآبپاش تودیواری**[6]، **سرآبپاش منزلی**[7] (که مخصوص منازل مسکونی است)، **سرآبپاش مخفی**[8] (که همان نوع تو دیواری است با پوششی مخصوص). شکل ۶۳ ـ ۵ چگونگی پاشش آب توسط سرآبپاشهای upright و **آویزی** را نشان می‌دهد.

محل استقرار سرآبپاشها

سر آبپاشها باید در محلی نصب شوند که موانع ساختمانی از پاشش



شکل ۶۳ ـ ۵ : چگونگی پاشش آب توسط سرآبپاشهای upright و آویزی

صحیح آب توسط آنها جلوگیری نکنند. وقتی ردیفهای انشعابی آبپاشها با تیرآهن سقف تقاطع می‌کنند، منحرف کننده‌های[9] سر آبپاشها که به‌آب خروجی جهت می‌دهند، باید ترجیحاً بالاتر از لبهٔ پایینی تیرآهن قرار گیرند. چنانچه ردیفهای انشعابی زیر تیرآهنها نصب شوند، منحرف کننده‌ها باید در فاصلهٔ 2.5 تا 10 سانتی‌متر (1 تا 4 اینچ) پایین تیرآهن قرار گیرند، اما این فاصله در مورد سقف‌های قابل اشتعال نباید از 36 سانتی‌متر (14 اینچ) و در مورد سقف‌های غیرقابل اشتعال از 40 سانتی‌متر (16 اینچ) تجاوز نماید. در مورد سقف‌های مسطح[10] فاصلهٔ منحرف‌کننده‌های سر آبپاشهای نوع upright از سقف باید حداقل 7.5 سانتی‌متر (3 اینچ) و فاصلهٔ منحرف‌کننده‌های سرآبپاشهای **نوع آویزی** از سقف باید حداقل 6.5 سانتی‌متر (2½ اینچ) باشد. اما نباید فاصلهٔ آنها از سقف‌های قابل اشتعال از 25 سانتی‌متر (10 اینچ) و از سقف‌های غیرقابل اشتعال از 30 سانتی‌متر (12 اینچ) بیشتر شود.

آبرسانی به‌سیستم آبپاش

آب سیستم آبپاش باید برمبنای محاسبه برای ساختمان مورد نظر، از منبع مطمئنی تأمین شود. این منابع عبارتند از؛ شبکهٔ آب شهر، منبع مرتفع اختصاصی، منبع ثقلی ساختمان، منبع تحت‌فشار، پمپاژ از رودخانه یا کانال، شبکهٔ آب شهر و پمپ اتوماتیک. جهت اطمینان بیشتر بهتر است سعی شود که آب سیستم از دو منبع مختلف و مستقل تأمین گردد؛ مثل منبع واسطه‌ای که از آب شهر تغذیه می‌شود و یک منبع مرتفع اختصاصی.

به‌طور کلی، ظرفیت منبع ثقلی باید حداقل 20000 لیتر (5000 گالن) بوده و فاصلهٔ کف آن از سطح بام در ساختمانهای کم‌خطر و با خطر معمولی، کمتر از 10.5 متر (35 فوت) نباشد.

مخزن تحت فشار نیز باید حداقل گنجایش 8000 تا 12000 لیتر (2000

1- Soldered Strut-type Sprinkler
2- DuraSpeed type Sprinkler
3- Pendent Sprinkler
4- Sidewall Sprinkler
5- Nozzle-type Sprinkler
6- Recessed Sprinkler
7- Residental Sprinkler
8- Concealed Sprinkler
9- Deflectors
10- Smooth Cielings

تا 3000 گالن) آب را داشته باشد.

چنانچه آب سیستم از منابعی نظیر رودخانه یا دریاچه تأمین می‌شود، جهت جلوگیری از ورود اجسام معلق و آشغال به‌درون لوله‌ها، باید از آشغالگیر و صافی استفاده شود.

فشار آب در بالاترین آبپاش باید حداقل 103 Kpa (15 psi) باشد. دبی آب در پایین رایزر مکانهای کم‌خطر باید حداقل 1 تا 3.1 لیتر بر ثانیه (15 تا 46.5gpm) برای مدت 30 تا 60 دقیقه و در پایین رایزر مکانهای با خطر معمولی باید حداقل 3 تا 6.3 لیتر بر ثانیه (45 تا 94.5 gpm) برای مدت 60 تا 90 دقیقه باشد. حداقل فشار و دبی آب لازم برای سیستم آبپاش مکانهای پرخطر توسط سازمانهای مسئول مثل آتش‌نشانی تعیین می‌شود، شکل ۶۴ ـ ۵ آبرسانی یک سیستم آبپاش را به‌طور نمونه نشان می‌دهد.

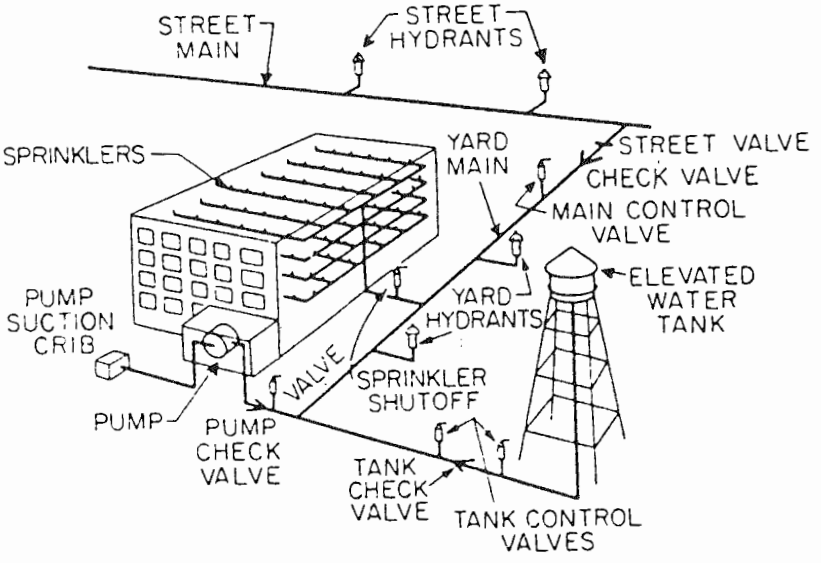
لوله کشی سیستم آبپاش

حداقل قطر لوله‌ها در سیستم آبپاش برای لوله‌های فولادی 1 in. و برای لوله‌های مسی $\frac{3}{4}$ in. بوده و لوله‌ها و وصاله‌ها باید قدرت تحمل فشار حداقل 1200 kpa (175 psi) را داشته باشند. اتصالات باید به‌صورت پیچی یا فلنجی باشند. قطر لوله‌ها را می‌توان برحسب نوع مکان و تعداد سرآبپاشها از جدول I ـ ۵ به‌دست آورد.

جهت حصول اطمینان از سلامت و صحت عمل سیستم آبپاش باید آن را به‌طور دوره‌ای تحت آزمایش قرار داد. منبع آب باید در هر فصل مورد بازبینی و آزمون قرار گیرد و پمپهای اتوماتیک به‌کار افتند. سرهای آبپاش و لوله‌ها باید از نظر خوردگی معاینه‌شده و اطمینان حاصل شود که روی سر آبپاشها با رنگ پوشانده نشده است.

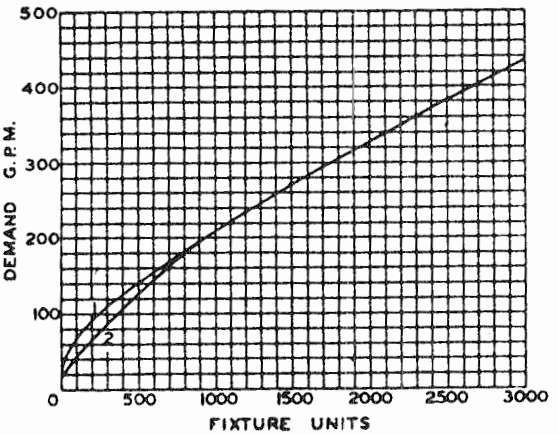
جدول I ـ ۵: قطر لوله‌ها نسبت به‌تعداد سرآبپاشها

Occupancy and Pipe Size, In.	No. of Sprinklers
Light Hazard	
1	2
1 ¼	3
1 ½	5
2	10
2 ½	40
3	No limit
Ordinary Hazard	
1	2
1 ¼	3
1 ½	5
2	10
2 ½	20
3	40
3 ½	65
4	100
5	160
6	250
Extra Hazard	
1	1
1 ¼	2
1 ½	5
2	8
2 ½	15
3	27
3 ½	40
4	55
5	90
6	150



شکل ۶۴ ـ ۵: آبرسانی سیستم آبپاش

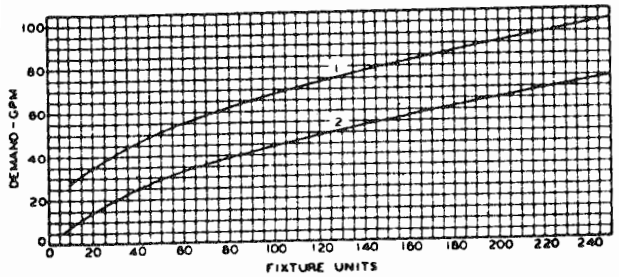
نمودار ۱ــ۵: تعیین میزان واقعی تقاضای آب برای دبی‌های زیاد*



* منحنی شمارهٔ 1 برای سیستم با شیرهای فشاری

* منحنی شمارهٔ 2 برای سیستم با مخازن فشاری

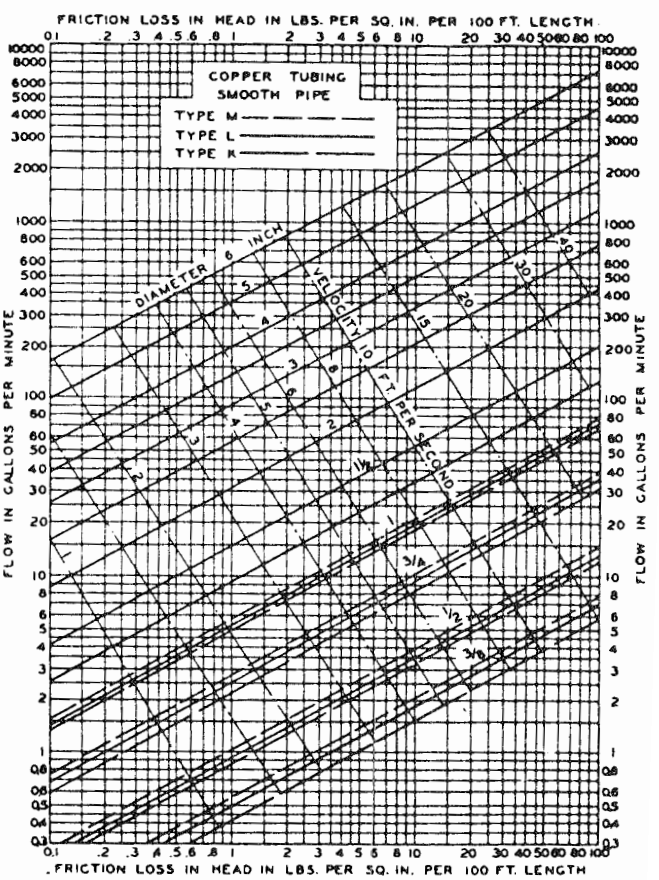
نمودار ۲ــ۵: تعیین میزان واقعی تقاضا برای دبی تا 240 F. U.*



* منحنی شمارهٔ 1 برای سیستم با شیرهای فشاری

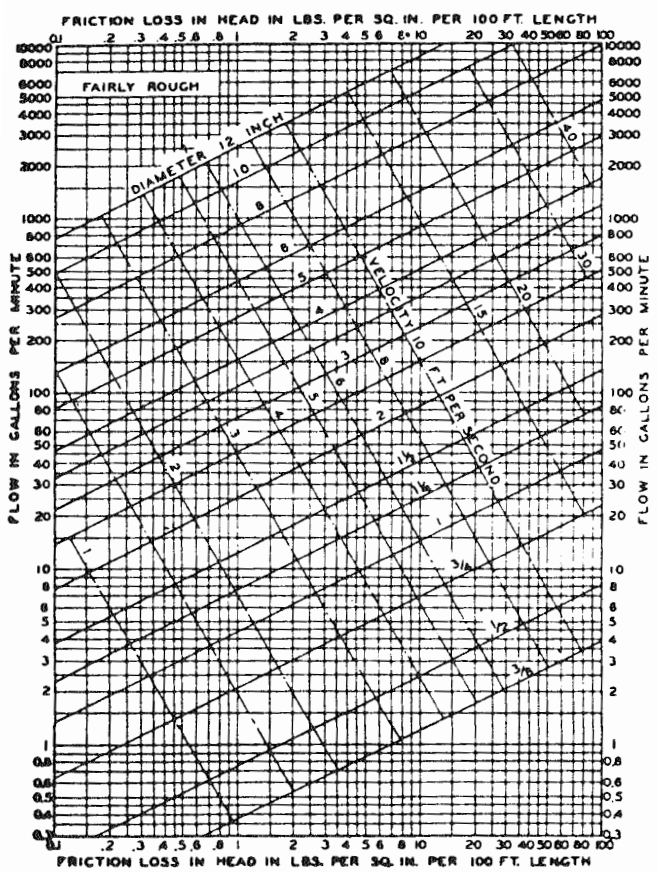
* منحنی شمارهٔ 2 برای سیستم با مخازن فشاری

نمودار ۳ــ۵: نمودار جریان آب برای لوله‌های مسی

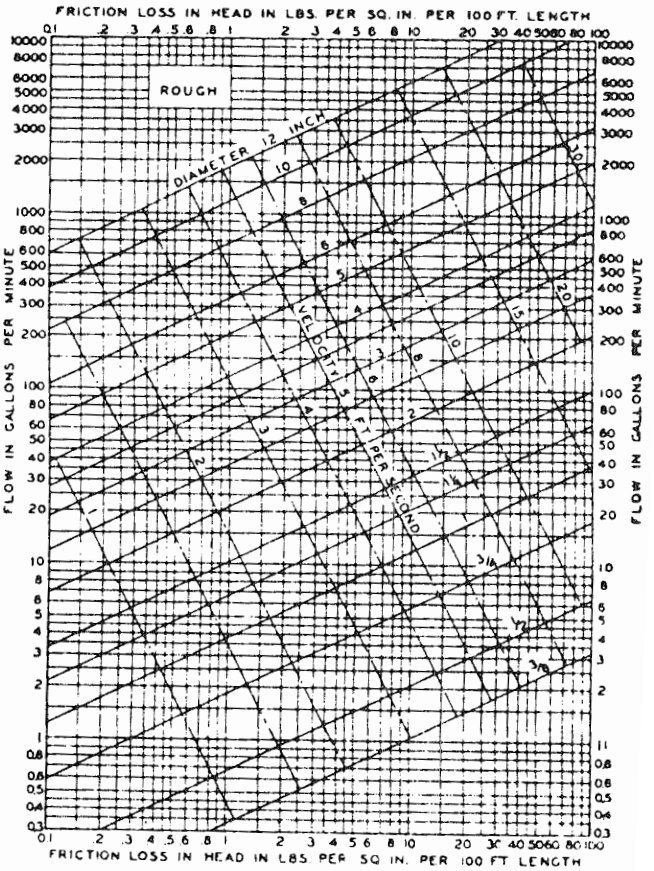


[a] Another type of copper tubing, known as Type TP, now is being used extensively. Type TP tubing has the same outside diameter as standard brass pipe sizes. It can be interchanged with brass pipe or connected to brass pipe, using silver solder. Type B tubing, made to U.S. Navy specifications, may be similarly used. For friction loss in Type TP or Type B tubing, the designer should adjust values for the actual inside diameter of the tubing.

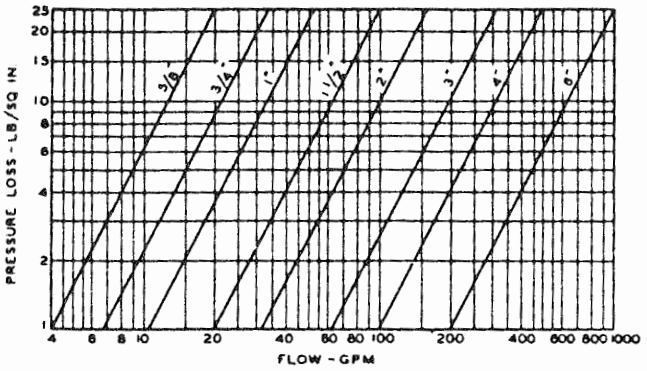
نمودار ٤ــ۵: نمودار جریان آب برای لوله‌های نیمه خشن



نمودار ۵ــ۵: نمودار جریان آب در لوله های خشن



نمودار ۶ــ۵: افت فشار در کنتور آب



جدول ۱ــ۵: دبی و فشار آب مورد نیاز در وسایل بهداشتی مختلف

Fixture	Flow pressure,† psi	Flow rate, gal/min
Ordinary basin faucet	8	3.0
Self-closing basin faucet	12	2.5
Sink faucet, 3/8 in	10	4.5
Sink faucet, 1/2 in	5	4.5
Bathtub faucet	5	6.0
Laundry-tub cock, 1/2 in	5	5.0
Shower	12	5.0
Ball cock for closet	15	3.0
Flush valve for closet	10–20	15–40‡
Flush valve for urinal	15	15.0
Garden hose, 50 ft and sill cock	30	5.0

*From National Plumbing Code, ASME.

†Flow pressure is the pressure in the pipe at the entrance to the particular fixture considered.

‡Wide range due to variation in design and type of flush-valve closets.

جدول ۲ــ۵: میزان مصرف روزانهٔ آب هرنفر در ساختمانهای مختلف

Type of occupancy	*Min. quantity of water per person per day, gal*
Single family dwellings	75
Small dwellings and cottages for seasonal occupancy	50
Multiple-family dwellings (apartments)	50
Rooming houses	40
Boarding houses	50
Additional kitchen usage for nonresident boarders	10
Hotels with private baths (2 persons per room)	60
Hotels without private baths	50
Restaurants (toilet and kitchen usage per patron)	7-10
Additional for bars and cocktail lounges	2
Day schools with cafeterias, gymnasiums and showers	25
Day schools without cafeterias, gymnasiums, or showers	15

جدول ۳ــ۵: میزان مصرف آب وسایل بهداشتی مختلف برحسب واحد مصرف (F. U.)

نوع وسیلهٔ بهداشتی	واژهٔ انگلیسی معادل	حروف اختصاری روی نقشه	واحدمصرف (F. U.)
آبخوری خصوصی	Drinking water, Private	Dr. W. (pr)	1/2
آبخوری عمومی	Drinking water, Public	Dr. W. (pu)	1
آبریزگاه ایستادهٔ عمومی با شیر فشاری	Stall or wall urinal, Public	Ur. (pu)	5
آبریزگاه ایستادهٔ عمومی با مخزن فشاری	Stall or wall urinal, Public	Ur. (pu)	3
آبریزگاه پایه‌دار عمومی با شیر فشاری	Pedestal urinal, Public	Ur. P. (pu)	10
آبریزگاه سراسری عمومی	Through urinal, Public	Ur. T.	2
آبسردکن برقی	Electrical water cooler	E. W. C.	1
بیدهٔ خصوصی	Bidet, Private	Bd. (pr)	3
بیدهٔ عمومی	Bidet, Public	Bd. (pu)	4
دستشویی خصوصی با شیر ساده	Lavatory, Private	Lv. (pr)	1
دستشویی عمومی با شیر ساده	Lavatory, Public	Lv. (pu)	3
دوش حمام خصوصی	Shower head, private	Sh. (pr)	2
دوش حمام عمومی	Shower head, public	Sh. (pu)	4
رختشویی یک تا سه لگنهٔ خصوصی	Laundry trays (1–3), Private	Lt. (pr)	3
رختشویی یک تا دو لگنهٔ عمومی	Laundry trays (1–2), Public	Lt. (pu)	4
سینک آبدارخانه	Pantry sink	P. S.	1
سینک سرویس خصوصی	Service sink, Private	S. S. (pr)	1
سینک سرویس عمومی (اداره و غیره)	Service sink, public	S. S. (pu)	4
سینک دستشویی جراحان	Surgeon's sink	Sg. S.	3
سینک ظرفشویی آشپزخانهٔ خصوصی	Kitchen sink, Private	K. S. (pr)	2
سینک ظرفشویی آشپزخانهٔ عمومی	Kitchen sink, Public	K. S. (pu)	4
شیر باغبانی	Garden hose	G. H.	10
شیر فشاری مستراح خصوصی	Water closet, Flush valve	F. V. (pr)	6
شیر فشاری مستراح عمومی	Water closet, Flush valve	F. V. (pu)	10
شیر معمولی	Ordinary basin faucet	F.	1
مخزن فشاری مستراح خصوصی	Water closet, Flush tank	F. T. (pr)	3
مخزن فشاری مستراح عمومی	Water closet, Flush tank	F. T. (pu)	5
وان خصوصی	Bathtub, Private	Bt. (pr)	2
وان عمومی	Bathtub, Public	Bt. (pu)	4

جدول ٤ــ٥: حداقل تسهیلات بهداشتی مورد لزوم در ساختمانها

Type of building or occupancy[b]	Water closets	Urinals	Lavatories	Bathtubs or showers	Drinking fountains[c]
Dwelling or apartment houses[d]	1 for each dwelling or apartment unit	.....	1 for each apartment or dwelling unit	1 for each apartment or dwelling unit	
Schools:[e]	Male / Female				
Elementary	1 per 100 / 1 per 35	1 per 30 male	1 per 60 persons		1 per 75 persons
Secondary	1 per 100 / 1 per 45	1 per 30 male	1 per 100 persons		1 per 75 persons
Office or public buildings	No. of persons / No. of fixtures: 1–15 / 1; 16–35 / 2; 36–55 / 3; 56–80 / 4; 81–110 / 5; 111–150 / 6; 1 fixture for each 40 additional persons	Wherever urinals are provided for men, one water closet less than the number specified may be provided for each urinal installed[b] except that the number of water closets in such cases shall not be reduced to less than ⅔ of the minimum specified	No. of persons / No. of fixtures: 1–15 / 1; 16–35 / 2; 36–60 / 3; 61–90 / 4; 91–125 / 6; 1 fixture for each 45 additional persons		1 for each 75 persons
Manufacturing, warehouses, workshops, loft buildings, foundries and similar establishments[f]	No. of persons / No. of fixtures: 1–9 / 1; 10–24 / 2; 25–49 / 3; 50–74 / 4; 75–100 / 5; 1 fixture for each additional 30 employees	Same substitution as above	1–100 persons, 1 fixture for each 10 persons; Over 100, 1 for each 15 persons[g,h]	1 shower for each 15 persons exposed to excessive heat or to skin contamination with poisonous, infectious, or irritating material	1 for each 75 persons
Dormitories[i]	Male: 1 for each 10 persons; Female: 1 for each 8 persons; Over 10 persons, add 1 fixture for each 25 additional males and 1 for each 20 additional females	1 for each 25 men; Over 150 persons, add 1 fixture for each additional 50 men	1 for each 12 persons. (Separate dental lavatories should be provided in community toilet rooms. Ration of dental lavatories for each 50 persons is recommended.) Add 1 lavatory for each 20 males, 1 for each 15 females	1 for each 8 persons. In the case of women's dormitories, additional bathtubs should be installed at the ratio of 1 for each 30 females; Over 150 persons, add 1 fixture for each 20 persons	1 for each 75 persons

ادامه دارد...

ادامهٔ جدول ٤ــ٥: حداقل تسیلات بهداشتی مورد لزوم در ساختمانها

Type of building or occupancy[b]	Water closets			Urinals		Lavatories		Bathtubs or showers	Drinking fountains[c]
	No. of persons	No. of fixtures		No. of persons	No. of fixtures	No. of persons	No. of fixtures		
		Male	Female	(Male)					
Theaters, auditoriums	1–100	1	1	1–200	1	1–200	1		1 for each 100 persons
	101–200	2	2	201–400	2	201–400	2		
	201–400	3	3	401–600	3	401–750	3		
	Over 400, add 1 fixture for each additional 500 males and 1 for each 300 females			Over 600; 1 for each additional 300 males		Over 750, 1 for each additional 500 persons			

[a] The figures shown are based upon one fixture being the minimum required for the number of persons indicated or any fraction thereof.

[b] Building category not shown on this table will be considered separately by the administrative authority.

[c] Drinking fountains shall not be installed in toilet rooms.

[d] Laundry trays—one single compartment tray for each dwelling unit or 2 compartment trays for each 10 apartments. Kitchen sinks—1 for each dwelling or apartment unit.

[e] This schedule has been adopted (1945) by the National Council on Schoolhouse Construction.

[f] As required by the American Standard Safety Code for Industrial Sanitation in Manufacturing Establishments (ANSI Z4.1-1935).

[g] Where there is exposure to skin contamination with poisonous, infectious, or irritating materials, provide 1 lavatory for each 5 persons.

[h] 24 lin in. of wash sink or 18 in. of a circular basin, when provided with water outlets for such space, shall be considered equivalent to 1 lavatory.

[i] Laundry trays, 1 for each 50 persons. Slop sinks, 1 for each 100 persons.

General. In applying this schedule of facilities, consideration must be given to the accessibility of the fixtures. Conformity purely on a numerical basis may not result in an installation suited to the need of the individual establishment. For example, schools should be provided with toilet facilities on each floor having classrooms.

Temporary workingmen facilities:

1 water closet and 1 urinal for each 30 workmen

24-in. urinal trough = 1 urinal. 48-in. urinal trough = 2 urinals.

36-in. urinal trough = 2 urinals. 60-in. urinal trough = 3 urinals. 72-in. urinal trough = 4 urinals.

Courtesy of American Society of Mechanical Engineers.

جدول ٥ــ٥: طول معادل لوله بابت افت فشار در وصاله‌ها و شیرهای مختلف*

Fitting size, in	Standard ells		90° tee		Coupling	Gate valve	Globe valve
	90°	45°	Side branch	Straight run			
3/8	0.5	0.3	0.75	0.15	0.15	0.1	4
1/2	1	0.6	1.5	0.3	0.3	0.2	7.5
3/4	1.25	0.75	2	0.4	0.4	0.25	10
1	1.5	1.0	2.5	0.45	0.45	0.3	12.5
1 1/4	2	1.2	3	0.6	0.6	0.4	18
1 1/2	2.5	1.5	3.5	0.8	0.8	0.5	23
2	3.5	2	5	1	1	0.7	28
2 1/2	4	2.5	6	1.3	1.3	0.8	33
3	5	3	7.5	1.5	1.5	1	40
3 1/2	6	3.5	9	1.8	1.8	1.2	50
4	7	4	10.5	2	2	1.4	63
5	9	3	13	2.5	2.5	1.7	70
6	10	6	15	3	3	2	84

* مقادیر مندرج در این جدول برای اتصالات جوشکاری شده و فلانجی می‌باشند،

برای اتصالات پیچی باید مقادیر فوق را دو برابر نمود.

جدول ٦ــ٥: قطر تخمینی لولهٔ اصلی ورودی به ساختمانهای مختلف

نوع ساختمان	طول لولهٔ اصلی از محل انشعاب از لولهٔ خیابان تا کنتور آب [ft]			
	100	50	25	10
	قطر لولهٔ اصلی ورودی به ساختمان [in.]			
ساختمان معمولی 2 تا 3 طبقه با 8 تا 10 اتاق	1 ¼	1	1	¾
ساختمان 2 آپارتمانه تا 16 اتاق	1 ½	1 ¼	1 ¼	1
ساختمان 4 آپارتمانه هریک شامل 6 اتاق	2	1 ½	1 ½	1 ¼
ساختمان شامل حداکثر 25 آپارتمان با 100 اتاق	2	2	1 ½	1 ¼

جدول ٧ــ٥: حداقل قطر لوله‌های اتصالی به وسایل بهداشتی

Type of Fixture or Device	*Pipe Size, In.*	*Type of Fixture or Device*	*Pipe Size, In.*
Bath tubs	½	Shower (single head)	½
Combination sink and tray	½	Sinks (service, slop)	½
Drinking fountain	⅜	Sinks, flushing rim	⅜
Dishwasher (domestic)	½	Urinal (flush tank)	½
Kitchen sink, residential	½	Urinal (direct flush valve)	¾
Kitchen sink, commercial	¾	Water closet (tank type)	⅜
Lavatory	⅜	Water closet (flush valve type)	1
Laundry tray, 1, 2 or 3 compartments	½	Hose bibs	½
		Wall hydrant	½

* From National Plumbing Code, ASME.

جدول ۸ــ۵: انواع لوله‌های مورد استفاده در تأسیسات ساختمان و کاربرد آنها

کاربرد	جنس	
لوله کشی تأسیسات حرارت مرکزی و تهویه مطبوع	سیاه	لولهٔ آهنی
لوله کشی تأسیسات بخار، هوا یا گاز با فشار زیاد	فولادی بی درز	
لوله کشی فاضلاب حاوی مواد اسیدی غلیظ (آزمایشگاهها)	فولادی استینلس*	
لوله کشی آب سرد و گرم مصرفی و گاهی فاضلاب	گالوانیزه	
لوله کشی آب و فاضلاب	نرم**	
در ساخت کویلها	لولهٔ آلومینیمی	
لوله کشی تأسیسات فاضلاب و گاهی هوای با فشار کم	لولهٔ سیمانی آزبستی	
لوله کشی تأسیسات گازی و شیمیایی و گاهی تبرید	لولهٔ برنجی	
لوله کشی آب و فاضلاب	لولهٔ پلاستیک (پولیستر)	
لوله کشی آب و فاضلاب	لولهٔ پلی اتیلن	
لوله کشی آب و فاضلاب	لولهٔ پلی وینیل (پی. وی. سی)	
لوله کشی فاضلاب	لولهٔ چدنی	
لوله کشی تأسیسات فاضلاب حاوی اسیدهای غلیظ (آزمایشگاهها)	لولهٔ سربی	
لوله کشی فاضلاب حاوی مواد اسیدی و تخلیهٔ گاز چاه فاضلاب	لولهٔ سفالی	
لوله کشی تأسیسات آب و فاضلاب در زیر زمین	لولهٔ سیمانی	
بعنوان شیلنگ در تأسیسات آب و گاهی تخلیهٔ پساب	لولهٔ لاستیکی	
لوله کشی تأسیسات آب و فاضلاب	لولهٔ فیبری	
لوله کشی مسیر مادهٔ مبرد، تأسیسات شیمیایی و در ساخت کویلها	لولهٔ مسی	

* Stainless Steel

** Wrought Iron

جدول ۹ــ۵: میزان تخلیهٔ فاضلاب وسایل بهداشتی مختلف و حداقل قطر سیفون آنها

Fixture type	Fixture-unit value as load factors	Min size of trap, in.	
1 bathroom group consisting of water closet, lavatory and bathtub or shower stall	Tank water closet, 6 Flush-valve water closet, 8		
Bathtub† (with or without overhead shower)	2		1½
Bathtub†	3		2
Bidet	3	Nominal	1½
Combination sink and tray	3		1½
Combination sink and tray with food-disposal unit	4	Separate traps	1½
Dental unit or cuspidor	1		1¼
Dental lavatory	1		1¼
Drinking fountain	½		1
Dishwasher, domestic	2		1½
Floor drains‡	1		2
Kitchen sink, domestic	2		1½
Kitchen sink, domestic, with food-waste grinder	3		1½
Lavatory¶	1	Small P.O.	1¼
Lavatory¶	2	Large P.O.	1½
Lavatory, barber, beauty parlor	2		1½
Lavatory, surgeon's	2		1½
Laundry tray (1 or 2 compartments)	2		1½
Shower stall, domestic	2		2
Showers (group) per head	3		
Sinks:			
Surgeon's	3		1½
Flushing rim (with valve)	8		3
Service (trap standard)	3		3
Service (P trap)	2		2
Pot, scullery, etc.	4		1½
Urinal, pedestal, siphon jet, blowout	8	Nominal	3
Urinal, wall lip	4		1½
Urinal stall, washout	4		2
Urinal trough (each 2-ft section)	2		1½
Wash sink (circular or multiple) each set of faucets	2	Nominal	1½
Water closet, tank-operated	4	Nominal	3
Water closet, valve-operated	8		3

* From National Plumbing Code, ASME.

† A shower head over a bathtub does not increase the fixture value.

‡ Size of floor drain shall be determined by the area of surface water to be drained.

¶ Lavatories with 1¼- or 1½-in. trap have the same load value; larger P.O. (plumbing orifice) plugs have greater flow rate.

جدول ۱۰ــ۵: میزان تخلیهٔ فاضلاب وسایل بهداشتی مختلف برمبنای قطر لولهٔ تخلیه یا سیفون آنها

Fixture Drain or Trap Size, In.	*Fixture-unit Value*
1¼ in. and smaller	1
1½	2
2	3
2½	4
3	5
4	6

* From National Plumbing Code, ASME.

جدول ۱۱ــ۵: حداقل شیب لوله‌های افقی فاضلاب

قطر لوله [in.]	1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12
حداقل شیب [in./ft]	¼	¼	¼	1/8	1/8	1/8	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16

جدول ۱۲ــ۵: تعیین قطر لوله‌های افقی فاضلاب براساس ظرفیت(F. U.)و شیب آنها

Diam of pipe, in.	Max number of fixture units that may be connected to any portion† of the building drain or the building sewer			
	Fall per ft			
	¼₆ in.	⅛ in.	¼ in.	½ in.
2	. . . .	. . . .	21	26
2½	. . . .	. . . .	24	31
3	. . . .	20‡	27‡	36‡
4	. . . .	180	216	250
5	. . . .	390	480	575
6	. . . .	700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700
15	7,000	8,300	10,000	12,000

* From National Plumbing Code, ASME.
† Includes branches of the building drain.
‡ Not over two water closets.

جدول ۱۳ــ۵: تعیین قطر لولهٔ قائم فاضلاب براساس ظرفیت آنها (F. U.)

Diam of pipe, in.	Max number of fixture units that may be connected to			
	Any horizontal† fixture branch	One stack of 3 stories in height or 3 intervals	More than 3 stories in height	
			Total for stack	Total at one story or branch interval
1¼	1	2	2	1
1½	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2½	12	20	42	9
3	20‡	30¶	60¶	16‡
4	160	240	500	90
5	360	540	1,100	200
6	620	960	1,900	350
8	1,400	2,200	3,600	600
10	2,500	3,800	5,600	1,000
12	3,900	6,300	8,400	1,500
15	7,000			

* From National Plumbing Code, ASME.
† Does not include branches of the building drain.
‡ Not over two water closets.
¶ Not over six water closets.

جدول ۱۴ــ۵: تعیین قطر لوله‌های عمودی و افقی حامل نزولات جوی براساس مساحت پشت‌بام یا تصویر افقی سطح شیروانی

Vertical Leaders	
Size of leader or conductor,† in.	Max projected roof area, sq ft
2	720
2½	1,300
3	2,200
4	4,600
5	8,650
6	13,500
8	29,000

Horisontal Storm Drains			
Diam of drain, in.	Max projected roof area for drains of various slopes, sq ft		
	⅛-in. slope	¼-in. slope	½-in. slope
3	822	1,160	1,644
4	1,880	2,650	3,760
5	3,340	4,720	6,680
6	5,350	7,550	10,700
8	11,500	16,300	23,000
10	20,700	29,200	41,400
12	33,300	47,000	66,600
15	59,500	84,000	119,000

* From National Plumbing Code, ASME.

† The equivalent diameter of square or rectangular leader may be taken as the diameter of that circle which may be inscribed within the cross-sectional area of the leader.

جدول ۱۵ــ۵: تعیین قطر لوله‌های آب‌بر براساس شیب آنها و مساحت پشت‌بام یا تصویر افقی سطح شیروانی

Diam of gutter,† in.	Max projecter roof area for gutters of various slopes, sq ft			
	1/16-in. slope	⅛-in. slope	¼-in. slope	½-in. slope
3	170	240	340	480
4	360	510	720	1,020
5	625	880	1,250	1,770
6	960	1,360	1,920	2,770
7	1,380	1,950	2,760	3,900
8	1,990	2,800	3,980	5,600
10	3,600	5,100	7,200	10,000

* From National Plumbing Code, ASME.

† Gutters other than semicircular may be used provided they have an equivalent cross-sectional area.

جدول ۱۶ــ۵: تبدیل واحدهای مصرف فاضلاب سبک به‌مساحت معادل

Total number connected units		Square feet of area for each connected fixture unit
First	10 units, each	80
Next	10 units, each	40
Next	30 units, each	25
Next	50 units, each	20
Next	200 units, each	15
Next	500 units, each	10
Next	1,000 units, each	7
All units in excess of 1,800		5

جدول ۱۷ــ۵: تعیین قطر لوله‌های هواگیر براساس قطر لولهٔ قائم فاضلاب سبک یا سنگین و تعداد واحدهای مصرفی که به آنها تخلیه می‌شود و طول هواگیر

Size of soil or waste stack, in.	Fixture units connected	Diam of vent required, in.								
		1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8
		Max length of vent, ft								
1¼	2	30								
1½	8	50	150							
1½	10	30	100							
2	12	30	75	200						
2	20	26	50	150						
2½	42		30	100	300					
3	10		30	100	200	600				
3	30			60	200	500				
3	60			50	80	400				
4	100			35	100	260	1,000			
4	200			30	90	250	900			
4	500			20	70	180	700			
5	200				35	80	350	1,000		
5	500				30	70	300	900		
5	1,100				20	50	200	700		
6	350				25	50	200	400	1,300	
6	620				15	30	125	300	1,100	
6	960					24	100	250	1,000	
6	1,900					20	70	200	700	
8	600						50	150	500	130
8	1,400						40	100	400	120
8	2,200						30	80	350	110
8	3,600						25	60	250	80
10	1,000							75	125	100
10	2,500							50	100	50
10	3,800							30	80	35
10	5,600							25	60	25

* From National Plumbing Code, ASME.

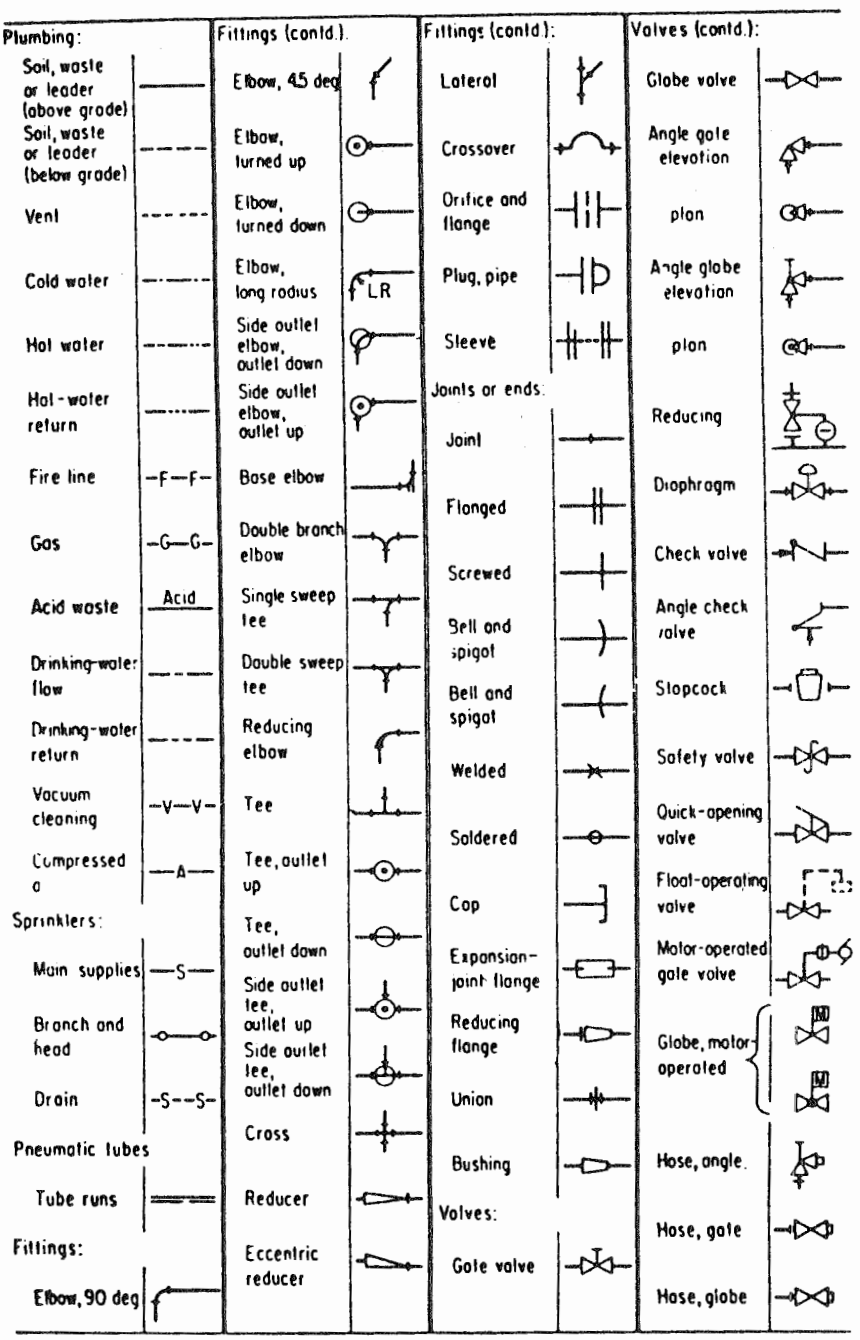
جدول ۱۸ــ۵: حداکثر واحدهای مصرفی که می‌توان با لوله‌ای بقطر معین تهویه نمود.

Fixture units connected (dfu)		Diameter of vent (in.)						
	1 1/4	1 1/2*	2	2 1/2	3	4	5	6
		Minimum developed length of vent (ft)						
2	50	ul						
4	40	200	ul					
8	np	150	250					
10		100	200	ul				
24		50	150	400	ul			
42		30	100	300	500			
72		np	50	80	400			
240			np	50	200	ul		
500				np	180	700	ul	
1100					50	200	700	

ul-unlimited length np-not permitted

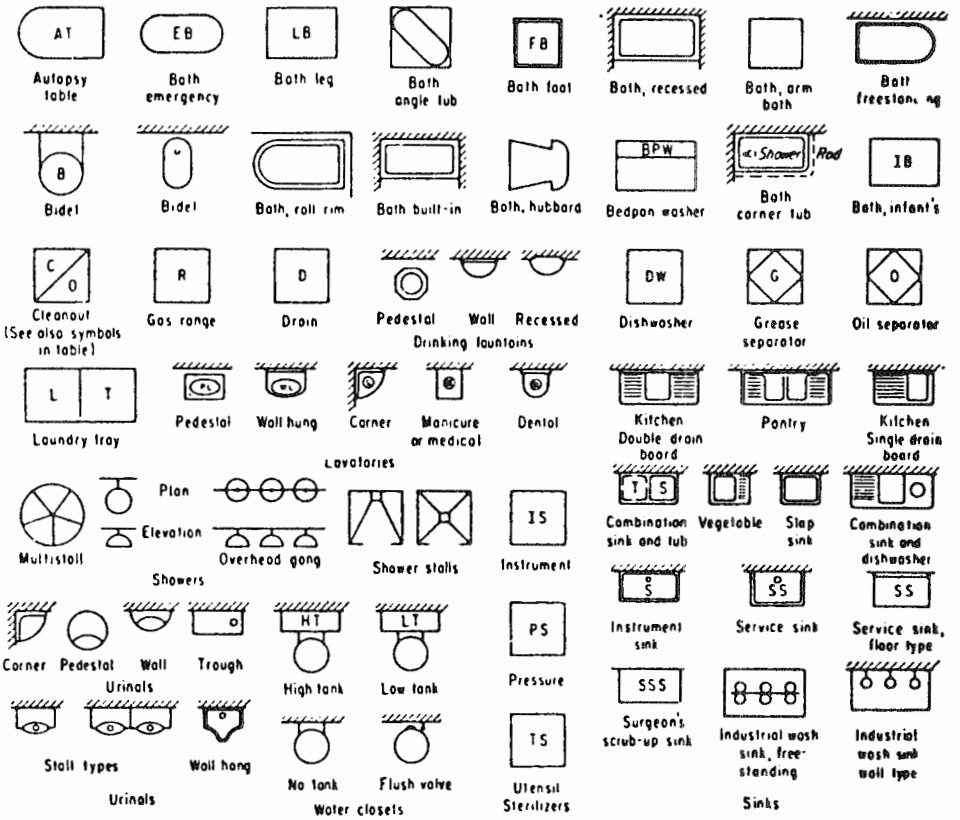
*Except 6-FU fixtures.

جدول ۱۹ــ۵: علامات اختصاری در نقشهٔ لوله‌کشی تأسیسات بهداشتی ساختمان



جدول ۲۰ ــ ۵: علامات اختصاری روی نقشهٔ افقی (پلان) تأسیسات بهداشتی ساختمان

Symbol	Plan	Initials	Item
———	○	D	Drainage line
— — — —	○	VS	Vent line
— — — —	○		Tile pipe
—·—·—	○	CW	Cold-water line
— — — —	○	HW	Hot-water line
— — — —	○	HWR	Hot-water return
—×—×—	○	G	Gas pipe
—·—·—	○	IW	Ice-water supply
—·—·—	○	IR	Ice-water return
—/—/—	○	FL	Fire line
—→—→—	⊕	IW	Indirect waste
—I—I—	⊕	IS	Industrial sewer
—\—\—	⊘	AW	Acid waste
—···—···	⊘	A	Air line
-·-·- — -·-·-	(V)	V	Vacuum line
—←—←—	(R)	R	Refrigerator waste
—▷|◁—			Gate valves
—▷|◁→—			Check valves
—CO ↗CO		CO	Cleanout
□ FD		FD	Floor drain
◎ RD		RD	Roof drain
◎ REF		REF	Refrigerator drain
⌑		SD	Shower drain
○ GT		GT	Grease trap
⊢ SC		SC	Sill cock
⊢ G		G	Gas outlet
⊢ VAC		VAC	Vacuum outlet
—⊙—		M	Meter
⊡			Hydrant
▭ HR		HR	Hose rack
▭ HR		HR	Hose rack, built in
L		L	Leader
HWT		HWT	Hot-water tank
WH		WH	Water heater
WM		WM	Washing machine
RB		RB	Range boiler



جدول ۲۱ ـ ۵: ارزش حرارتی و چگالی گازهای طبیعی ایران

مشخصات		گاز خط لولهٔ اصلی تهران ـ اصفهان ـ شیراز	خراسان	اهواز
ارزش حرارتی	$Kcal/m^3$	۹۴۰۷	۸۱۱۷	۹۴۱۰
	Btu/ft^3	۱۰۵۵	۹۱۲	۱۰۵۷
چگالی		۰/۶۶	۰/۵۶۲	۰/۶۶۵

مثال: مصرف گاز یک بخاری با ظرفیت حرارتی 10000KCal/h در منطقهٔ خراسان به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{10000}{8117} = 1.23\ m^3/h$$

جدول ۲۲ ـ ۵: مقدار تقریبی مصرف تعدادی از وسایل گازسوز

وسایل گازسوز	مقدار تقریبی مصرف مترمکعب در ساعت
اجاق گاز خانگی تک‌شعله	۰/۳
اجاق گاز خانگی متوسط سه‌شعله	۰/۷
جاق گاز خانگی پنج‌شعله بدون فر	۱
فر یا کباب‌پز	۰/۳
اجاق‌گاز تجاری چند شعله	۱/۳
آبگرمکن مخزندار با ظرفیت ۷۵ لیتر	۰/۵
آبگرمکن مخزندار با ظرفیت ۱۱۵ لیتر	۰/۸
آبگرمکن مخزندار با ظرفیت ۱۹۰ لیتر	۱/۴
آبگرمکن فوری باظرفیت ۴ لیتر در دقیقه	۱/۷
آبگرمکن فوری با ظرفیت ۸ لیتر در دقیقه	۳/۵
یخچال گازی	۰/۱
چراغ گازی	۰/۱
مشعل تنور	۵
بخاری گازی	۰/۸
پلوپز گازی	۰/۴
پلوپز بزرگ تجاری گازی	۲/۵
مشعل گازی شوفاژ به‌ازاء هر ۱۰۰ متر مربع زیربنا	۱/۵

جدول ۲۳ ـ ۵ : حداکثر ظرفیت لوله‌های سخت به‌متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با فشار ۱۷۸ میلی‌متر ستون آب و افت فشار ۱۲/۷ میلی‌متر ستون آب و چگالی ۰/۶۵

طول لوله	قطر اسمی لوله به‌اینچ								
به‌متر	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	۱	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	۲	$2\frac{1}{2}$	۳	۴
۲	۵/۹۰	۱۲/۳۰	۲۳/۳	۴۷/۹	۷۲/۰	۱۳۸/۳	۲۲۰/۰	۳۹۰/۷	۸۰۱/۹
۴	۴/۰۰	۸/۵۰	۱۶/۰	۳۲//۹	۴۹/۴	۹۵/۱	۱۵۱/۲	۲۶۸/۵	۵۵۱/۱
۶	۳/۲۰	۶/۸۰	۱۲/۹	۲۶/۴	۳۹/۷	۷۶/۴	۱۲۱/۵	۲۱۵/۷	۴۴۲/۸
۸	۲/۸۰	۵/۸۰	۱۱/۰	۲۲/۶	۳۴/۰	۶۵/۴	۱۰۴/۰	۱۸۴/۷	۳۷۹/۱
۱۰	۲/۴۰	۵/۰۰	۹/۶	۱۹/۷	۲۹/۶	۵۶/۹	۹۰/۴	۱۶۰/۶	۳۲۹/۷
۱۲	۲/۲۰	۴/۷۰	۸/۸	۱۸/۱	۲۷/۳	۵۲/۵	۸۳/۴	۱۴۸/۲	۳۰۴/۳
۱۴	۲/۰۰	۴/۳۰	۸/۱	۱۶/۷	۲۵/۰	۴۸/۲	۷۶/۶	۱۳۶/۱	۲۷۹/۴
۱۶	۱/۹۰	۴/۰۰	۷/۵	۱۵/۵	۲۳/۳	۴۴/۸	۷۱/۳	۱۲۶/۷	۲۶۰/۰
۱۸	۱/۸۰	۳/۷۰	۷/۱	۱۴/۶	۲۱/۹	۴۲/۲	۶۷/۱	۱۱۹/۳	۲۴۴/۸
۲۰	۱/۷۰	۳/۵۰	۶/۷	۱۳/۸	۲۰/۷	۳۹/۸	۶۳/۳	۱۱۲/۵	۲۳۱/۰۰
۲۲	۱/۶۰	۳/۳۰	۶/۳	۱۳/۱	۱۹/۶	۳۷/۸	۶۰/۱	۱۰۶/۸	۲۱۹/۲
۲۴	۱/۵۰	۳/۲۰	۶/۱	۱۲/۵	۱۸/۷	۳۶/۱	۵۷/۴	۱۰۱/۹	۲۰۹/۲
۲۶	۱/۴۰	۳/۱۰	۵/۸	۱۲/۰	۱۸/۰	۳۴/۶	۵۵/۱	۹۷/۹	۲۰۰/۹
۲۸	۱/۴۰	۲/۹۰	۵/۵	۱۱/۴	۱۷/۲	۳۳/۱	۵۲/۶	۹۳/۶	۱۹۲/۰
۳۰	۱/۳۰	۲/۸۰	۵/۳	۱۱/۰	۱۶/۶	۳۱/۹	۵۰/۸	۹۰/۲	۱۸۵/۱
۳۵	۱/۲۰	۲/۶۰	۴/۹	۱۰/۲	۱۵/۳	۲۹/۴	۴۶/۸	۸۳/۱	۱۷۰/۶
۴۰	۱/۱۰	۲/۴۰	۴/۶	۹/۴	۱۴/۱	۲۷/۱	۴۳/۳	۷۶/۹	۱۵۷/۹
۴۵	۱/۱۰	۲/۲۰	۴/۳	۸/۸	۱۳/۳	۲۵/۵	۴۰/۶	۷۲/۲	۱۴۸/۱
۵۰	۱/۰۰	۲/۱۰	۴/۱	۸/۴	۱۲/۶	۲۴/۳	۳۸/۶	۶۸/۷	۱۴۱/۰
۵۵	۰/۹۹	۲/۰۰	۳/۹	۸/۰	۱۲/۰	۲۳/۱	۳۶/۷	۶۵/۲	۱۳۳/۹
۶۰	۰/۹۴	۱/۹۰	۳/۷	۷/۶	۱۱/۵	۲۲/۱	۳۵/۱	۶۲/۴	۱۲۸/۱
۷۰	۰/۸۵	۱/۸۰	۳/۳	۶/۹	۱۰/۴	۲۰/۰	۳۱/۸	۵۶/۵	۱۱۶/۱
۸۰	۰/۸۰	۱/۶۰	۳/۱	۶/۵	۹/۷	۱۸/۸	۲۹/۸	۵۳/۱	۱۰۸/۹
۹۰	۰/۷۵	۱/۵۰	۲/۹	۶/۱	۹/۱	۱۷/۶	۲۸/۰	۴۹/۷	۱۰۲/۰
۱۰۰	۰/۷۱	۱/۴۰	۲/۸	۵/۷	۸/۶	۱۶/۶	۲۶/۴	۴۷/۰	۹۶/۵
۱۲۰	۰/۶۴	۱/۳۰	۲/۵	۵/۲	۷/۸	۱۵/۰	۲۳/۹	۴۲/۵	۸۷/۳
۱۵۰	۰/۵۷	۱/۲۰	۲/۲	۴/۶	۶/۹	۱۳/۳	۲۱/۲	۳۷/۷	۷۷/۵
۲۰۰	۰/۴۹	۱/۰۰	۱/۹	۳/۹	۵/۹	۱۱/۴	۱۸/۱	۳۲/۲	۶۶/۲
۲۵۰	۰/۴۳	۰/۹۱	۱/۷	۳/۵	۵/۲	۱۰/۱	۱۶/۱	۲۸/۶	۵۸/۸
۳۰۰	۰/۳۹	۰/۸۲	۱/۵	۳/۱	۴/۷	۹/۲	۱۴/۶	۲۵/۹	۵۳/۲

ارقام جدول فوق برای گاز با چگالی ۰/۶۵ می‌باشد. برای سایر چگالیها باید این ارقام را در ضرایبی که در جدول ۲۴ ـ ۵ داده شده است ضرب کرد.

جدول ۲۴ ـ ۵: ضرایب تبدیل برای چگالیهای مختلف گاز

چگالی	ضریب	چگالی	ضریب
۰/۵۰	۱//۱۵	۰/۷۵	۰/۹۳
۰/۵۵	۱/۰۸	۰/۸۰	۰/۹۰
۰/۶۰	۱/۰۴	۰/۸۵	۰/۸۷
۰/۶۵	۱	۰/۹۰	۰/۸۵
۰/۷۰	۰/۹۶	۱	۰/۸۰

جدول ۲۵ ـ ۵: مقدار مصرف گاز برحسب مترمکعب در ساعت با افت فشار ۱۰۶ سانتی‌متر ستون آب (۱/۵ پوند بر اینچ مربع) برای گاز با چگالی ۰/۶۵ برای اندازهٔ اسمی لولهٔ سخت یا نیمه‌سخت

اندازهٔ اسمی لولهٔ سخت یا قطر خارجی لولهٔ نیمه‌سخت									
طول لوله به‌متر	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	۱	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	۲	$2\frac{1}{2}$	۳	۴
۹	۲۴/۳۵	۶۵/۱۴	۱۲۴/۶۰	۲۴۳/۵۵	۳۶۸/۱۶	۶۷۹/۶۸	۱۰۱۹/۵۲	۱۷۸۴/۱۶	۳۵۴۰/۰۰
۱۲	۲۰/۶۷	۵۶/۶۴	۱۰۷/۶۱	۲۱۲/۴۰	۳۱۱/۵۲	۵۶۶/۶۴	۹۰۶/۲۴	۱۵۵۷/۶۰	۳۱۱۵/۲۰
۱۵	۱۸/۲۶	۴۹/۵۶	۹۴/۸۷	۱۸۹/۷۴	۲۷۷/۵۴	۵۰۹/۷۶	۷۹۲/۹۶	۱۳۸۷/۶۸	۲۷۴۷/۰۰
۱۸	۱۶/۴۲	۴۴/۱۷	۸۶/۳۷	۱۷۲/۷۵	۲۵۴/۸۸	۴۸۱/۴۴	۷۳۶/۳۲	۱۲۷۴/۴۰	۲۵۴۸/۸۰
۲۱	۱۵/۰۱	۴۰/۴۹	۷۹/۲۹	۱۵۸/۵۹	۲۳۲/۲۲	۴۲۴/۸۰	۶۷۹/۶۸	۱۱۶۱/۱۲	۲۳۳۲/۲۴
۲۴	۱۳/۸۸	۳۷/۶۶	۷۵/۰۵	۱۴۷/۲۶	۲۱۸/۰۶	۳۹۶/۴۸	۶۲۳/۰۴	۱۰۷۶/۱۶	۲۱۸۰/۶۴
۲۷	۱۳/۰۳	۳۴/۸۳	۷۰/۸۰	۱۳۸/۷۶	۲۰۳/۹۰	۳۸۲/۳۲	۵۹۴/۷۲	۱۰۱۹/۵۲	۲۰۳۹/۰۴
۳۰	۱۲/۱۸	۳۲/۸۵	۶۶/۵۵	۱۳۳/۱۰	۱۹۲/۵۷	۳۵۴/۰۰	۵۶۶/۴۰	۹۷۷/۰۴	۱۹۸۲/۴۰
۳۸	۱۰/۷۶	۲۹/۰۳	۵۹/۴۷	۱۱۷/۵۲	۱۷۲/۷۵	۳۲۰/۰۰	۵۰۹/۷۶	۸۷۷/۹۲	۱۷۵۵/۸۴
۴۵	۹/۶۲	۲۶/۰۵	۵۳/۸۰	۱۰۷/۶۲	۱۵۸/۵۹	۲۹۴/۵۲	۴۵۳/۱۲	۷۹۲/۹۶	۱۵۸۵/۹۲
۵۳	۸/۹۲	۲۳/۹۳	۵۰/۹۸	۱۰۰/۵۴	۱۴۷/۲۶	۲۷۴/۷۰	۴۳۸/۹۶	۷۳۶/۳۲	۱۵۰۰/۹۶
۶۰	۸/۲۱	۲۲/۱۰	۴۸/۱۴	۹۳/۴۶	۱۳۸/۷۷	۲۵۴/۸۸	۳۹۶/۴۰	۶۷۹/۶۸	۱۳۹۷/۶۸
۷۶	۸/۲۲	۱۹/۵۴	۴۲/۴۸	۸۳/۵۴	۱۲۱/۷۸	۲۲۹/۳۹	۳۵۴/۰۰	۶۲۳/۰۴	۱۲۴۶/۰۸
۹۱	۶/۵۱	۱۷/۵۶	۳۸/۲۳	۷۶/۴۶	۱۱۳/۲۸	۲۰۹/۵۶	۳۲۵/۶۰	۵۳۸/۰۸	۱۱۳۲/۸۰
۱۲۲	-	-	۳۳/۳۵	۶۶/۲۰	۹۷/۵۰	۱۸۰/۹۷	۲۸۱/۱۳	۴۸۶/۸۵	۹۷۸/۸۰
۱۵۲	-	-	۲۹/۸۴	۵۹/۵۰	۸۶/۹۴	۱۶۰/۹۵	۲۵۰/۷۲	۴۳۴/۳۵	۸۷۳/۱۷
۳۰۵	-	-	۲۱/۰۶	۴۱/۹۰	۶۱/۷۵	۱۱۳/۹۷	۱۷۷/۲۸	۳۰۷/۷۹	۶۱۸/۵۹
۴۵۷	-	-	۱۶/۶۷	۳۴/۳۶	۵۰/۳۸	۹۳/۱۸	۱۴۵/۳۹	۲۵۱/۷۰	۵۰۷/۲۵
۶۱۰	-	-	۱۴/۹۲	۲۹/۳۳	۴۳/۰۶	۸۰/۰۹	۱۲۵/۴۶	۲۱۷/۱۸	۴۳۶/۷۴
قطر خارجی لوله نیمه‌سخت (اینچ)	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{8}$

این جدول موقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد که فشار گاز ۱۴۰/۶ سانتی‌متر ستون آب (۲ پوند بر اینچ مربع) باشد. حداقل فشار ورودی رگولاتور در حدود ۳۵/۱۵ سانتی‌متر ستون آب (۱۴ اینچ ستون آب) می‌باشد.

جدول ۲۶ ـ ۵ : مشخصات لوله‌های سخت فولادی

اندازه اسمی	قطر خارجی		ضخامت		وزن هر متر
اینچ	اینچ	میلی‌متر	اینچ	میلی‌متر	کیلوگرم
$\frac{1}{2}$	۰/۸۴۰	۲۱/۳	۰/۱۰۹	۲/۸	۱/۲۸
$\frac{3}{4}$	۱/۰۵۰	۲۶/۷	۰/۱۱۳	۲/۹	۱/۷۰
۱	۱/۳۱۵	۳۳/۴	۰/۱۳۳	۳/۴	۲/۵۲
$۱\frac{1}{4}$	۱/۶۶۰	۴۲/۲	۰/۱۴۰	۳/۶	۳/۴۳
$۱\frac{1}{2}$	۱/۹۰	۴۸/۳	۰/۱۴۵	۳/۷	۴/۰۷
۲	۲/۳۷۵	۶۰/۳	۰/۱۵۴	۳/۹	۵/۴۲
$۲\frac{1}{2}$	۲/۸۷۵	۷۳/۰	۰/۱۵۶	۴/۰	۶/۸۱
۳	۳/۵۰	۸۸/۹	۰/۱۷۲	۴/۴	۹/۱۷
۴	۴/۵۰	۱۱۴/۳	۰/۱۷۲	۴/۴	۱۱/۹۲
۶	۶/۶۲۵	۱۶۸/۳	۰/۱۷۲	۴/۴	۱۷/۷۸
۸	۸/۶۲۵	۲۱۹/۱	۰/۱۷۲	۴/۴	۲۵/۳۷
۱۰	۱۰/۷۵۰	۲۷۳/۱	۰/۲۱۹	۵/۶	۳۶/۹۴
۱۲	۱۲/۷۵۰	۳۲۳/۹	۰/۲۵۰	۶/۴	۵۰/۱۱

جدول ۲۷ ـ ۵ : مشخصات لوله‌های نرم مسی

قطر اسمی لوله	قطر خارجی	ضخامت جداره (میلی‌متر)	
اینچ	میلی‌متر	نوع K	نوع L
$\frac{1}{4}$	۹/۵۳	۰/۸۹	۰/۷۶
$\frac{3}{8}$	۱۲/۷۰	۱/۲۵	۰/۸۹
$\frac{1}{2}$	۱۵/۸۸	۱/۲۵	۱/۰۲
$\frac{5}{8}$	۱۹/۰۵	۱/۲۵	۱/۰۷
$\frac{3}{4}$	۲۲/۲۳	۱/۶۵	۱/۱۴
۱	۲۸/۵۸	۱/۶۵	۱/۲۷
$۱\frac{1}{4}$	۳۴/۹۳	۱/۶۵	۱/۴۰
$۱\frac{1}{2}$	۴۱/۲۸	۱/۸۳	۱/۵۲
۲	۵۳/۹۸	۲/۲۰	۱/۷۸

جدول ۲۸ ـ ۵: حداکثر فواصل بین نقاط اتکاء بستها یا پایه‌ها در لوله کشی*

قطر اسمی لوله به‌اینچ	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$ و ۱	$\frac{1}{4}$ ۱ یا بزرگتر (افقی)	$\frac{1}{4}$ ۱ یا بزرگتر (عمودی)
فواصل اتکاء به‌متر	۲	۲ $\frac{1}{2}$	۳	در هر طبقه

* فاصلهٔ بستهای اتکاء لوله‌های عمودی از یکدیگر نباید از ۳ متر تجاوز کند.
* بستهای لوله‌های عمودی باید کاملاً لوله را در برگرفته و وزن آن را مهار نمایند.
* در لوله کشی روکار که در خارج ساختمان و در فضای آزاد نصب می‌شود، طول پایهٔ بستها باید به‌اندازه‌ای باشد که لوله در فاصلهٔ حداقل یک سانتی‌متر از دیوار قرارگیرد تا گردوخاک و مواد دیگر در فاصلهٔ بین دیوار و لوله جمع نشده و باعث خوردگی تدریجی لوله نگردد.

جدول ۲۹ ـ ۵: مشخصات و تعداد دنده‌پیچهای لوله

اندازه اسمی لوله به‌اینچ	طول تقریبی قسمت دنده‌پیچ‌شده (میلی‌متر)	تعداد تقریبی دنده پیچهای ایجاد شده	تعداد دنده‌پیچهای درگیر
$\frac{1}{2}$	۱۹	۱۰	۸
$\frac{3}{4}$	۱۹	۱۰	۸
$\frac{3}{4}$	۱۹	۱۰	۸
۱	۲۲	۱۰	۸
۱ $\frac{1}{4}$	۲۵	۱۱	۹
۱ $\frac{1}{2}$	۲۵	۱۱	۹
۲	۲۵	۱۱	۹

توجه: لوله‌هایی که دنده‌های آنها بریده، قطع شده و یا ناقص می‌باشند و یا در اثر زنگ‌زدگی خورده شده و یا به‌نحوی دیگر آسیب دیده‌اند نباید برای لوله کشی گاز به کار برده شوند.

جدول A 1: ضرایب تبدیل آحاد

طول

1 in.	= 25·3995 mm. = 0·0253995 m.
1 cm	= 0·3937 in.
1 m.	= 3·2809 ft. = 1·0936 yards
1 ft.	= 12 in. = 0·3048 m.
1 yd.	= 3 ft. = 0·9144 m.
1 m.	= 1000 mm.

سطح

1 sq. in.	= 6·452 $cm.^2$ = 0·06452 $m.^2$
1 $cm.^2$	= 0·155 sq. in.
1 sq. ft.	= 0·0929 $m.^2$
1 $m.^2$	= 10·764 sq. ft. = 1·196 sq. yd.
1 sq. yd.	= 0·836 $m.^2$

حجم

1 cu. in.	= 16·39 $cm.^3$ = $1·639 \times 10^{-5}$ $m.^3$
1 $cm.^3$	= 0·061 cu. in.
1 cu. ft.	= 0·0283 $m.^3$ = 6·23 gal.
1 $m.^3$	= 35·31 cu. ft. = 1·308 cu. yd.
1 cu. yd.	= 0·7646 $m.^3$
1 gal.	= 4·546 l. = $4·546 \times 10^{-3}$ $m.^3$ = 0·16 cu. ft.
1 l.	= 0·22 gal. = 1·66 pints = 1×10^{-3} $m.^3$ = 1,000 cc. = 0·035 cu. ft.
1 pint	= 0·568 l.
1 U.S. gal.	= 0·83 Imp. gal.

وزن

1 grain	= 0·000143 lb. = 0·0648 g.
1 g.	= 0·001 kg. = 15·43 grains
1 lb.	= 7000 grains = 0·4536 kg.
1 kg.	= 1000 g. = 2·205 lb.
1 t.	= 20 cwt. = 80 qtrs. = 160 stones = 2240 lb. = 35840 oz. = 1·017 metric t.
1 metric ton	= 1000 kg. = 0·984 t.
1 gr. per lb.	= 0·143 g. per kg.
1 gr. per cu. ft.	= 2·29 g. per $m.^3$
1 g. per kg.	= 7.0 gr. per lb.
1 g. per $m.^3$	= 0·437 gr. per cu. ft.
1 lb. per cu. ft.	= 16·02 kg. per $m.^3$ = 0·016 g. per $cm.^3$
1 g. per $cm.^3$	= 62·425 lb. per cu. ft.
1 gr. per gal.	= 0·01426 g. per l.

فشار

1 lb. per sq. in.	= 6895 N. per $m.^2$ = $6·895 \quad 10^{-2}$ bar = 0·0680 atm. = 2·0416 in. MERCURY at 62° F. = 27·71 in. WATER at 62° F.
1 atm.	= 14·7 lb. per sq. in. = 33·974 ft. WATER at 62°F. = 30 in. MERCURY at 62°F. = 29·921 in. MERCURY at 30°F.
1 atm.	= 1·013 bar = $1·013 \times 10^5$ N. per $m.^2$ = 1·033 kg. per cm. = 760 mm. MERCURY at 62°F. = 10·33 m. WATER at 62°F.
1 kg. per cm.	= 14·22 lb. per sq. in.
1 ft. WATER	= 0·433 lb. per sq. in. at 62 F.

1 bar equals a force of 1×10^5 N. per $m.^2$.
The average pressure of the atmosphere is 1·013 bar.

1 bar	= 750·1 mm. Hg. = 29·531 in. Hg.
1 in. MERCURY	= 0·49 lb. per sq. in. = 3378 N. per $m.^2$
1 mm. MERCURY	= 133 N. per $m.^2$
1 kg. per $cm.^2$	= 735·5 mm. MERCURY = 10·0 m. WATER = 0·9677 atm.
1 lb. per sq. ft.	= 4·88 kg. per $m.^2$ = 44·55 N. per $m.^2$
1 ft. WATER	0·433 lb. per sq. in. = 0·935 in. MERCURY

انرژی و حرارت

1 Joule	= 1 watt second = 0·74 ft. lb. = $9·699 \times 10^{-4}$ B.t.u.
1 B.t.u.	= 0·252 kcal. = $1·055 \times 10^3$ Joule = 778·5 ft. lb. = 0·293 watt hours
1 kcal.	= 3·9683 B.t.u. = 427 kg. m. = 1,000 cal. = $4·183 \times 10^3$ Joules
1 B.t.u. per sq. ft.	= 2·713 kcal. per $m.^2$ = $1·136 \times 10^4$ J. per $m.^2$
1 B.t.u. p. sq. ft. p. °F.	= 4·88 kcal per $m.^2$ per °C. = $2·043 \times 10^4$ Joules per $m.^2$ per °C.
1 B.t.u. per cu. ft.	= 8·9 kcal per $m.^3$ = $3·727 \times 10^4$ J. per $m.^3$
1 B.t.u. per lb.	= 0·556 kcal per kg. = 2326 J. per kg.
1 kcal per $m.^2$	= 0·369 B.t.u. per sq. ft.
1 kcal per m. p. °C.	= 0·205 B.t.u. p. sq. ft. p. F.
1 kcal per $m.^3$	= 0·1125 B.t.u. per cu. ft.
1 kcal per kg.	= 1·800 B.t.u. per lb.
1 h.p.	= 550 ft. lb. per sec. = 33,000 ft. lb. per min. = 1·0139 metric h.p. = 746 W = 2545 B.t.u./hr
1 metric h.p.	= 735·56W = 75 kg. m. per sec. = 0·986 English h.p.
1 kW	= 1000 W = 1·3045 h.p. = 1000 Joules per sec. = 1·358 metric h.p. = 737·0 ft. lb. per sec.
1 kW hr.	= 3412 B.t.u. = 860 kcal = $3·6 \times 10^6$ Joule
1 ft. lb.	= 0·1383 kg. m. = 0·0011286 B.t.u. = 1·356 Joule
1 kg. m.	= 7·233 ft. lb. = 0·009301 B.t.u. = 9·807 Joule

یک تن تبرید

= 12,000 B.t.u. per hr.
= 3·516 kW.

°F = 9/5°C. + 32	°C. = 5/9 (°F.—32)
1°F. = 0·555°C.	1°C. = 1·8°F.

1 GALLON OF FRESH WATER AT 62 °F. = 10·00 lb.
1 cu. ft. DITTO = 62·28 lb.
1 cu. ft. OF SEA WATER AT 62 °F. = 64·00 lb.

ویسکوزیته

1 poise	= 0·1 kg. per m. per sec. = 0·1 N. sec. per m.
1 stoke	= 1×10^{-4} $m.^2$ per sec.

جدول A 2: تبدیل درجهٔ حرارت سانتیگراد به فارنهایت و بالعکس

C	F	C	F	C	F	C	F	C	F
-30	-22.0	20	68.0	70	158.0	120	248.0	170	338.0
-29	-20.2	21	69.8	71	159.8	121	249.8	171	339.8
-28	-18.4	22	71.6	72	161.6	122	251.6	172	341.6
-27	-16.6	23	73.4	73	163.4	123	253.4	173	343.4
-26	-14.8	24	75.2	74	165.2	124	255.2	174	345.2
-25	-13.0	25	77.0	75	167.0	125	257.0	175	347.0
-24	-11.2	26	78.8	76	168.8	126	258.8	176	348.8
-23	-9.4	27	80.6	77	170.6	127	260.6	177	350.6
-22	-7.6	28	82.4	78	172.4	128	262.4	178	352.4
-21	-5.8	29	84.2	79	174.2	129	264.2	179	354.2
-20	-4.0	30	86.0	80	176.0	130	266.0	180	356.0
-19	-2.2	31	87.8	81	177.8	131	267.8	181	357.8
-18	-0.4	32	89.6	82	179.6	132	269.6	182	359.6
-17	+1.4	33	91.4	83	181.4	133	271.4	183	361.4
-16	3.2	34	93.2	84	183.2	134	273.2	184	363.2
-15	5.0	35	95.0	85	185.0	135	275.0	185	365.0
-14	6.8	36	96.8	86	186.8	136	276.8	186	366.8
-13	8.6	37	98.6	87	188.6	137	278.6	187	368.6
-12	10.4	38	100.4	88	190.4	138	280.4	188	370.4
-11	12.2	39	102.2	89	192.2	139	282.2	189	372 2
-10	14.0	40	104.0	90	194.0	140	284.0	190	374.0
-9	15.8	41	105.8	91	195.8	141	285.8	191	375.8
-8	17.6	42	107.6	92	197.6	142	287.6	192	377.6
-7	19.4	43	109.4	93	199.4	143	289.4	193	379.4
-6	21.2	44	111.2	94	201.2	144	291.2	194	381.2
-5	23.0	45	113.0	95	203.0	145	293.0	195	383.0
-4	24.8	46	114.8	96	204.8	146	294.8	196	384.8
-3	26.6	47	116.6	97	206.6	147	296.6	197	386.6
-2	28.4	48	118.4	98	208.4	148	298.4	198	388.4
-1	30.2	49	120.2	99	210.2	149	300.2	199	390.2
0	32.0	50	122.0	100	212.0	150	302.0	200	392.0
1	33.8	51	123.8	101	213 8	151	303.8	201	393.8
2	35.6	52	125.6	102	215.6	152	305.6	202	395.6
3	37.4	53	127.4	103	217.4	153	307.4	203	397.4
4	39.2	54	129.2	104	219.2	154	309.2	204	399.2
5	41.0	55	131.0	105	221.0	155	311.0	205	401.0
6	42.8	56	132.8	106	222.8	156	312.8	206	402.8
7	44.6	57	134.6	107	224.6	157	314.6	207	404.6
8	46.4	58	136.4	108	226.4	158	316.4	208	406.4
9	48.2	59	138.2	109	228.2	159	318.2	209	408.2
10	50.0	60	140.0	110	230.0	160	320.0	210	410.0
11	51.8	61	141.8	111	231.8	161	321.8	211	411.8
12	53.6	62	143.6	112	233.6	162	323.6	212	413.6
13	55.4	63	145.4	113	235.4	163	325.4	213	415.4
14	57.2	64	147.2	114	237.2	164	327.2	214	417.2
15	59.0	65	149.0	115	239.0	165	329.0	215	419.0
16	60.8	66	150.8	116	240.8	166	330.8	216	420.8
17	62.6	67	152.6	117	242.6	167	332.6	217	422.6
18	64.4	68	154.4	118	244 4	168	334.4	218	424.4
19	66.2	69	156.2	119	246.2	169	336.2	219	426.2

فصل ششم

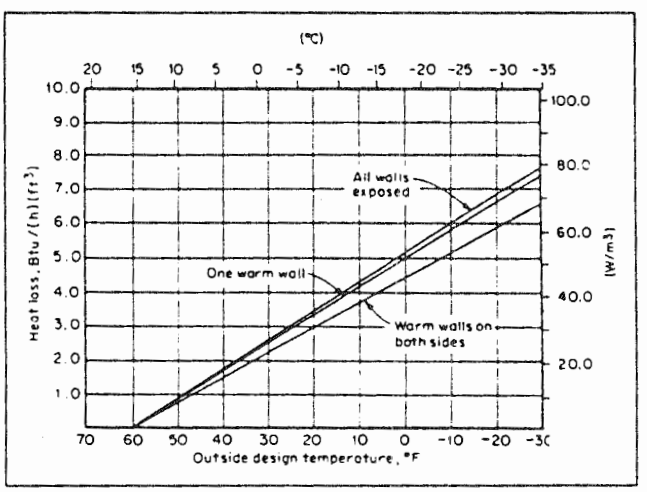
محاسبات سریع

به رغم این که در اغلب پروژه‌های بزرگ تأسیساتی از روشهای محاسباتی کلاسیک و دقیق استفاده می‌شود، برای یک مهندس، تولیدکننده و یا فروشندهٔ وسایل تأسیساتی دانستن چند روش محاسبهٔ سرانگشتی و نیمه مهندسی برای برآورد سریع بارهای گرمایی و سرمایی و تعیین اندازهٔ دستگاهها و اجزاء تأسیسات و نهایتاً تخمین قیمت آنها و هزینهٔ پروژه، ضروری است.

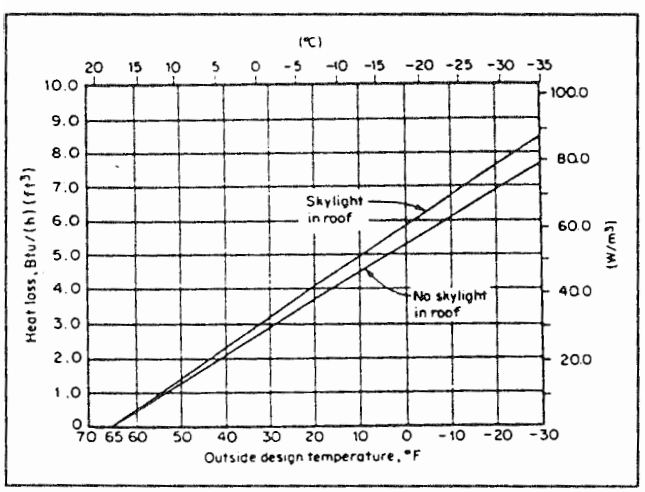
لذا در این فصل شیوه‌های محاسبهٔ سریع و نیمه مهندسی قابل استفاده در محاسبات سیستمهای گرمایشی و سرمایشی که از منابع معتبر آمریکایی استخراج شده‌اند عرضه می‌شوند؛ با تأکید این که شیوه‌های محاسباتی سریع غالباً برای "تخمین" مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱ - برآورد سریع بار گرمایی

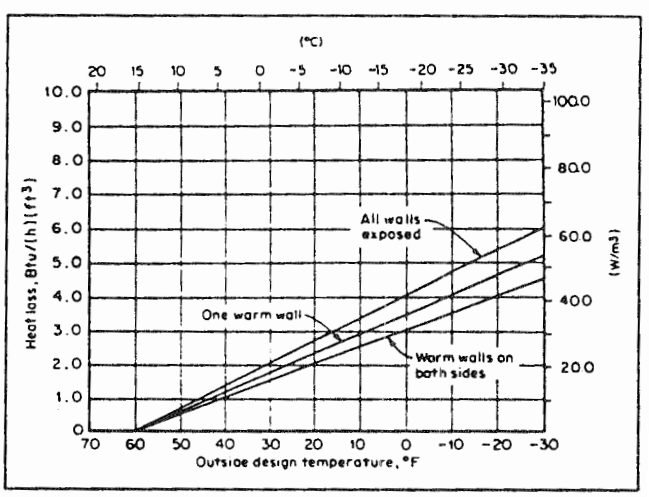
برای محاسبهٔ سریع بار گرمایی ساختمان روشهای مختلفی وجود دارند که برخی بر مبنای مساحت زیربنای ساختمان یا کف اتاق و تعدادی نیز بر اساس حجم اتاق، تلفات حرارتی آن را فارغ از ضخامت جداره‌ها و نوع مصالح ساختمانی تعیین می‌کنند. حاصل کار در مورد ساختمانهای کوچک فاصلهٔ زیادی با محاسبات دقیق ندارد. اصولاً در این ساختمانها اگر در برآوردها کمی دست بالا گرفته شود به جایی بر نمی‌خورد و درصد اضافی را می‌توان به حساب ضریب اطمینان



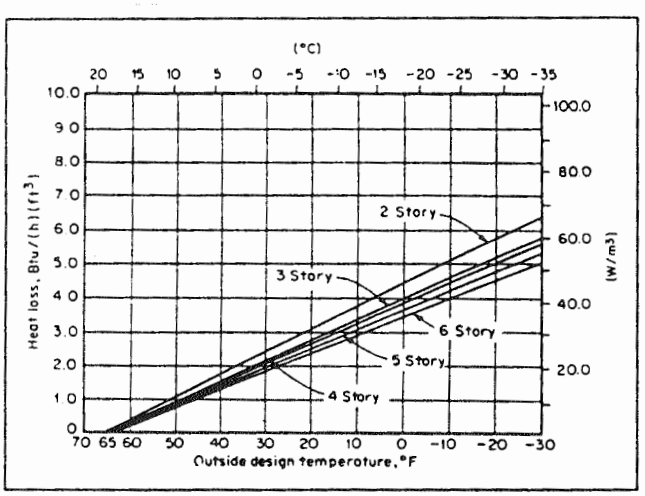
نمودار ۱ : تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۶۰°F، ساختمان یک طبقه با سقف تخت؛ برای سقف نورگیر ۷/۵٪ اضافه منظور شود.



نمودار ۳ : تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۶۵°F، ساختمان یک طبقه



نمودار ۲ : تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۶۰°F، ساختمان یک طبقه با فضای گرم‌شدهٔ روی سقف



نمودار ۴ : تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۶۵°F، ساختمانهای ۲ تا ۶ طبقه

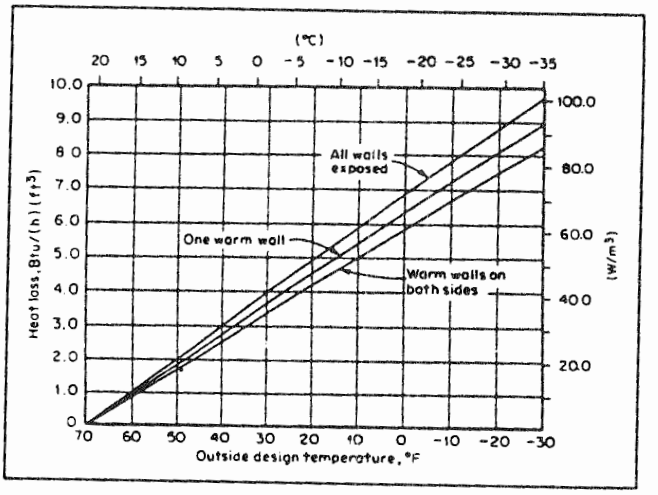
گذاشت. ولی در مورد ساختمانهای بزرگ چنین نیست و اختلاف محاسبات دقیق و تقریبی ممکن است به قدری باشد که هزینهٔ تجهیزات را به میزان غیرقابل توجیهی افزایش دهد. به هر حال سعی می‌گردد در این مبحث حتی‌المقدور فرمولها و شیوه‌های قابل اطمینان‌تر ارائه شوند.

ابتدا با نمودارهای تهیه شده توسط A.M. Khashab شروع می‌کنیم که بنا به اظهار وی از دقت ۵٪± تا ۱۰٪± برخوردارند. این نمودارها تلفات حرارتی اتاقها را به ازاء دماهای مختلف طرح داخل، تعداد طبقات ساختمان و نوع سقف (تخت یا شیروانی) بر حسب $Btu/h.ft^3$ (محور سمت چپ) یا W/m^3 (محور سمت راست) تعیین می‌کنند.

● **نمودار ۱**: این نمودار برای محاسبهٔ تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۶۰°F(۱۵/۶°C) واقع در ساختمان یک طبقه با سقف تخت به کار می‌رود. چنانچه سقف دارای نورگیر باشد باید ۷/۵٪ به تلفات حرارتی اضافه شود.

برای تعیین بار حرارتی با استفاده از این نمودار ابتدا دمای طرح هوای خارج را تعیین کرده و آن را روی محور افقی نمودار مشخص می‌کنیم. از این نقطه خطی عمود بر محور ترسیم می‌کنیم تا یکی از سه خط مورّب را قطع کند. این سه خط به ترتیب از بالا به پایین برای اتاقهایی با این نوع دیوارها داده شده‌اند : تمام دیوارهای اتاق خارجی‌اند (All Walls Exposed)، یک دیوار اتاق گرم یا داخلی است (One Warm Wall)، دو دیوار اتاق گرم یا داخلی است (Warm Walls On Both Sides).

پس از قطع یکی از این سه خط (به اقتضای طرح) با ترسیم یک خط افقی محورهای قائم سمت چپ یا راست را قطع کرده و میزان تلفات حرارتی را بر حسب Btu/h یا وات به ازاء واحد حجم اتاق می‌خوانیم. از ضرب کردن



نمودار ۵: تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۷۰°F، ساختمان یک طبقه با سقف تخت

عدد به دست آمده در حجم اتاق، تلفات حرارتی آن به دست می‌آید.

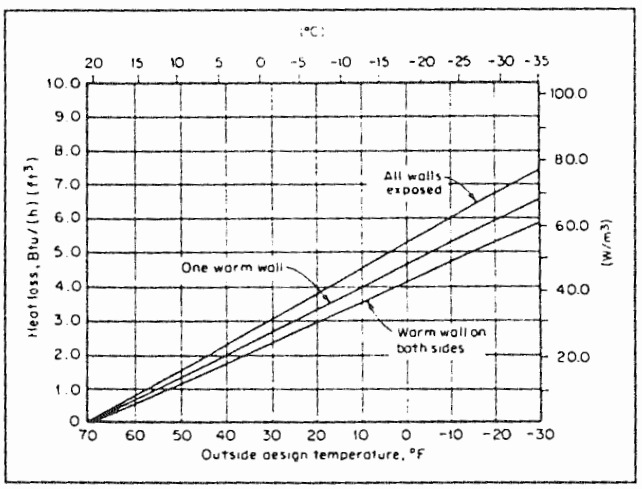
مثال : تلفات حرارتی رستورانی به ابعاد ۳×۴×۳ (متر) یا حجم $36m^3$ را محاسبه کنید. دمای طرح داخل ۶۰°F(۱۵/۶°C) است.

حل : مطابق آنچه ذکر شد عمل می‌کنیم یعنی خط قائم دمای ۲۰°F را با خط مورّب بالایی (تمام دیوارها خارجی) تقاطع می‌دهیم. تلفات حرارتی نقطهٔ به دست آمده $3/5Btu/h.ft^3$ یا $36W/m^3$ از روی نمودار قرائت می‌شود. پس تلفات حرارتی این رستوران بدین قرار است :

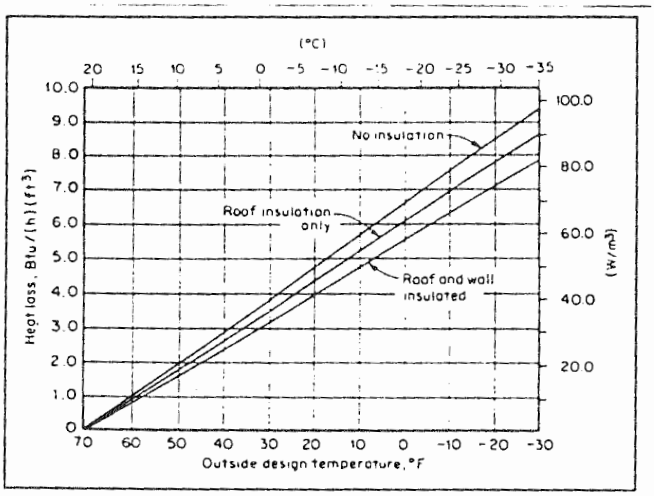
$$Q = 3/5(Btu/h.ft^3) \times 1271(ft^3) = 4448/5Btu/h$$ یـــــا

$$Q = 36(W/m^3) \times 36(m^3) = 1296W$$

اگر سقف رستوران نورگیر داشته باشد ۷/۵٪ به تلفات حرارتی به



نمودار ۶: تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۷۰°F، ساختمان یک طبقه با فضای گرم‌شدهٔ روی سقف



نمودار ۷: تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۷۰°F، ساختمان چند طبقه؛ وقتی دیوارهای خارجی در سمتهای شمال و غرب در وضعیت نامساعدی بوده و تلفات حرارتی آنها زیاد باشد ۱۰٪ اضافه منظور شود.

دست آمده اضافه می‌شود.

● **نمودار ۲**: این نمودار هم برای محاسبهٔ سریع تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۶۰°F(۱۵/۶°C) ساختمان یک طبقه اما با فضای گرم شده روی سقف (اتاقک زیر شیروانی) ارائه شده است.

● **نمودار ۳**: این نمودار برای محاسبهٔ سریع تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۶۵°F(۱۸/۳°C) و ساختمان یک طبقه ارائه شده است. فرق این نمودار با نمودارهای ۱ و ۲ در این است که در آن دو خط مورّب رسم شده‌اند: خط مورّب بالا برای سقف دارای نورگیر (Skylight In Roof) و دیگری برای سقف بدون نورگیر (No Skylight In Roof).

● **نمودار ۴**: این نمودار برای محاسبهٔ سریع تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۶۵°F(۱۸/۳°C) و برای ساختمانهای از ۲ تا ۶ طبقه ارائه شده است. خطوط مورّب به ترتیب از بالا به پایین برای ساختمان ۲ طبقه (2 Story) تا ۶ طبقه (6 Story) ترسیم شده‌اند.

● **نمودار ۵**: این نمودار برای محاسبهٔ سریع تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۷۰°F(۲۱/۱°C)، ساختمان یک طبقه با سقف تخت ارائه شده است. خطوط مورّب نیز مانند نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب از بالا به پایین برای "تمام دیوارهای خارجی"، "یک دیوار گرم" و "دو دیوار گرم" ترسیم شده‌اند.

● **نمودار ۶**: این نمودار برای محاسبهٔ سریع تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۷۰°F(۲۱/۱°C)، ساختمان یک طبقه با فضای گرم شدهٔ روی سقف (اتاقک زیر شیروانی) ارائه شده است. خطوط مورّب مانند نمودار ۵ می‌باشند.

● **نمودار ۷**: این نمودار برای محاسبهٔ سریع تلفات حرارتی اتاق با دمای طرح داخل ۷۰°F(۲۱/۱°C) برای ساختمانهای چندطبقه (Multistory) ارائه شده است.

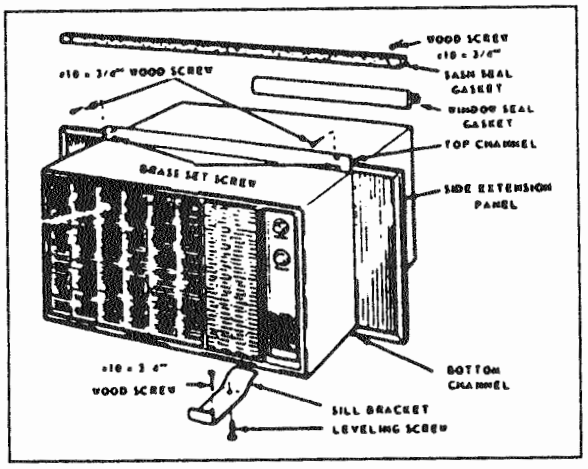
خطوط مورّب داخل نمودار به ترتیب از بالا به پایین بدین قرارند: هیچ یک از جداره‌های اتاق عایقکاری نشده‌اند (No Insulation)، فقط سقف عایقکاری شده (Roof Insulated Only)، سقف و دیوار عایقکاری شده‌اند (Roof And Wall Insulated).

برای وقتی دیوارهای خارجی در سمتهای شمال و غرب در وضعیت نامساعدی بوده و تلفات حرارتی آنها زیادتر باشد باید ۱۰٪ به تلفات حرارتی محاسبه شده اضافه شود.

۲ - محاسبهٔ سریع برای انتخاب کولر گازی

واحد تهویه‌مطبوع اتاقی یا همان کولر گازی، کوچک‌ترین دستگاه تهویه‌مطبوع است که در چهار نوع پنجره‌ای[1]؛ متحرک[2]؛ دوتکه[3]؛ و رطوبت‌گیر[4] عرضه می‌شود.

استفاده از انواع کولر گازی اخیراً در ایران به دلایل مختلف رو به



کولر گازی پنجره‌ای و وسایل لازم برای درزبندی محل نصب آن روی پنجره

توسعه بوده و با عرضهٔ مدلهای جدید کولر دوتکه توسط چند کارخانهٔ ایرانی و خارجی، انتظار می‌رود کاربرد آن بیش از پیش گسترش یابد.

▣ مزایا و نواقص انواع کولر گازی

مزیت عمدهٔ کولر گازی دوتکه این است که اواپراتور (قسمت خنک‌کننده) و کندانسور (قسمت تقطیرکننده) آن از هم جدا هستند. به این ترتیب گرمایی که از کندانسور دفع می‌شود به داخل اتاق راه نیافته و بازده اواپراتور را پایین نمی‌آورد. حال آنکه در کولرهای پنجره‌ای، کولرهای متحرک و واحدهای رطوبت‌گیر، قسمتهای اواپراتور و کندانسور در یک محفظه قرار دارند. در کولر پنجره‌ای یک نیمهٔ دستگاه (اواپراتور) در اتاق و نیمهٔ دیگر آن (کندانسور) درفضای آزاد قرار می‌گیرد. امّا امکان دارد تحت شرایطی (مثلاً عدم هوابندی پنجرهٔ محل نصب کولر) گرمای کندانسور به داخل اتاق راه یافته و بارگرمایی اتاق را افزایش و نتیجتاً بازده اواپراتور را کاهش دهد. همین مسئله در مورد کولرهای متحرک و واحدهای رطوبت‌گیر نیز ممکن است صادق باشد. امّا عیب کولرهای دوتکه این است که اواپراتور و کندانسور آنها دور از هم قرار می‌گیرند و برای مرتبط نمودن آنها به لوله‌کشی نسبتاً طولانی نیاز است.

1- Window Unit 2- Portable Unit 3- Split System 4- Dehumidifier

توصیه‌هایی برای استفاده صحیح از کولرهای گازی

۱ - بزرگ‌ترین عامل گرم شدن اتاقها معمولاً آفتاب است که حتی در روزهای ابری نیز ممکن است قابل توجه باشد. این گرما به سرعت از راه شیشه‌ها و پنجره‌ها و به آهستگی از طریق دیوارهای خارجی و سقف به اتاق تحمیل می‌شود. امّا با استفاده از این وسایل و تمهیدات می‌توان بار سرمایی ناشی از آفتاب را کاهش داد :

- پرده یا کرکرهٔ داخلی؛
- سایبان یا کرکرهٔ بیرونی؛
- شیشه‌های آینه‌ای و سطوح منعکس‌کننده؛
- عایقکاری سقف و دیوارهای خارجی و استفاده از روکار منعکس‌کننده

۲ - دومین منبع بزرگ بار سرمایی اتاق معمولاً وسایل الکتریکی از قبیل رایانه‌ها، مونیتورها، چاپگرها، دستگاههای فتوکپی، تلویزیون، چراغهای روشنایی و غیره می‌باشند. این نوع بار سرمایی معمولاً در ادارات و دفاتر بیشتر از خانه هاست. یک راه کاستن از بار سرمایی این وسایل، خاموش کردن آنها در مواقع بی‌کاری است. راه دیگر این است

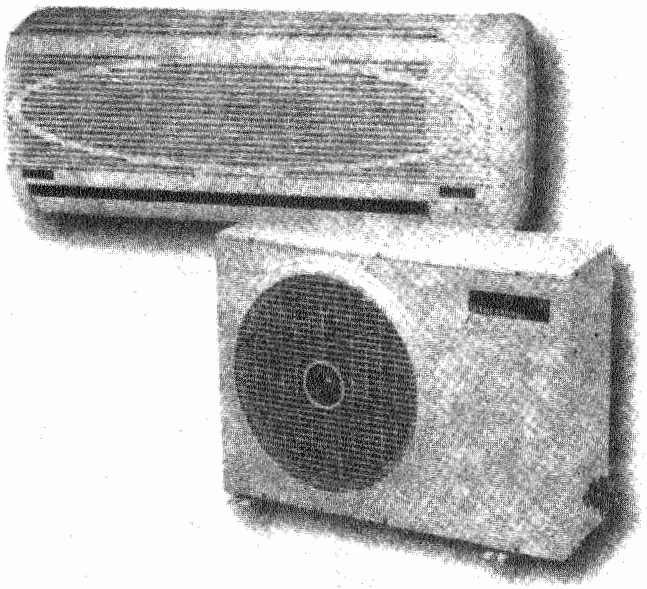
جدول ۱ : بار سرمایی اتاقها در ساختمانهای مختلف

نوع ساختمان	بارسرمایی $Btu/h.ft^2$
منازل مسکونی	۱۵ تا ۲۵
مدارس و مراکز آموزشی	۴۵ تا ۶۰
ادارات و دفاتر کار	۳۰ تا ۴۰
اتاق جلسات و میتینگها	۶۰ تا ۱۲۰
اتاقهای بیمارستانها و درمانگاهها	۳۰ تا ۴۰
سالنهای بزرگ تئاتر و نمایش	۶۰ تا ۸۰
اتاقهای کامپیوتر	۱۲۰ تا ۱۵۰

که برای روشنایی به جای لامپهای رشته‌ای از لامپهای فلوئورسنت که انرژی مصرفی و اتلاف گرمایی آنها کمتر است استفاده شود. با حداکثر بهره‌مندی از روشنایی روز سعی گردد نیاز به روشن کردن لامپ کمتر شود؛ البته به شرطی که بار گرمایی ناشی از آفتاب از بار گرمایی لامپها بیشتر نشود.

۳ - بار سرمایی هوای نفوذی ممکن است بسیار زیاد باشد. باز بودن پنجره باعث می‌گردد که بخش عمده‌ای از توان کولر گازی صرف خنک کردن بیهودهٔ هوای گرم ورودی شود. این سبب افزایش مدت کار کمپرسور و فرسودگی زود هنگام آن می‌گردد؛ ضمن این که اتاق هم به نحو مطلوب خنک نمی‌شود.

اگر درهای داخلی هم باز باشند، کولر به جای خنک‌کردن فقط یک اتاق در واقع باید چند اتاق را با هم خنک کند در حالی که توان این کار را ندارد و تنها بر اساس بار سرمایی یک اتاق محاسبه و انتخاب شده است.



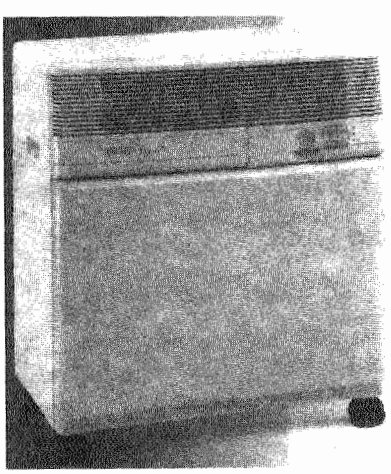
یک کولر گازی دوتکه

۴ - سرد کردن اتاق بیش از حد لزوم، ضمن این که از نظر بهداشتی صحیح نیست، موجب افزایش مصرف برق و فرسایش بیهودهٔ دستگاه می‌شود. برای بهره‌برداری صحیح از کولر و ایجاد شرایط مطلوب در اتاق، حتماً باید از ترموستات استفاده شود. امّا حتی‌المقدور نباید درجهٔ ترموستات را روی پایین‌ترین حدّ آن گذاشت، چراکه بدین ترتیب دورهٔ کار کولر طولانی شده و مصرف انرژی آن افزایش می‌یابد.

۵ - در ادارات باید کولر اتاقهای خالی از کارمند، خاموش شود.

۶ - کارخانجات سازنده اغلب در مورد نگهداری و بازبینی دوره‌ای کولرها و تمیز کردن فیلترها توصیه‌های اکید دارند.

۷ - از قرار دادن منابع گرما از قبیل قابلمهٔ غذای داغ و غیره روی



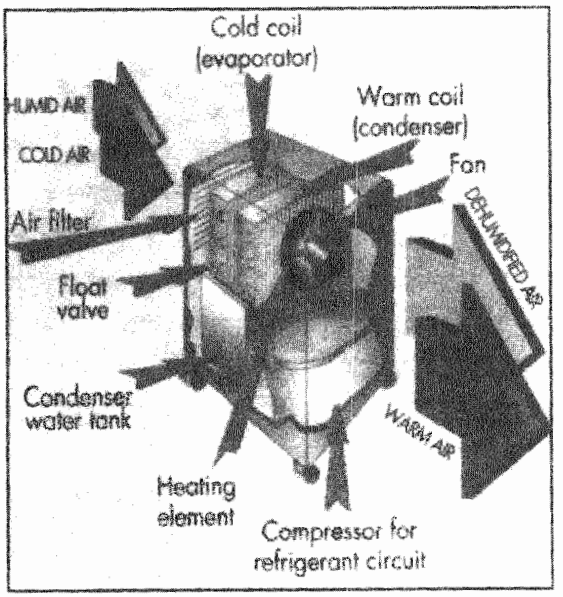
کولر گازی متحرک

کولر گازی یا در مجاورت آن باید خودداری شود.

▣ محاسبهٔ سریع و سرانگشتی سایز کولر گازی

در این روش که برای تکنسینها، سرویسکاران، فروشندگان یا خریداران کولر گازی قابل استفاده است، ظرفیت کولر بر اساس مساحت کف اتاق تعیین می‌شود، بدین صورت :

۱ - تعیین مساحت کف اتاق بر حسب فوت‌مربع (فوت مربع ۱۰/۷۶ = ۱ مترمربع)؛



رطوبت‌گیر متحرک

۲ - تعیین میزان بار سرمایی اتاق به ازاء هر فوت‌مربع سطح کف از جدول ۱؛

۳ - تعیین بار سرمایی کل اتاق از حاصل ضرب اعداد حاصله از بندهای ۱ و ۲. ضریب تبدیل Btu/h به تن تبرید بدین قرار است :

۱ تن تبرید = ۱۲۰۰۰Btu/h

۴ - تعیین شدت هوادهی دستگاه یا CFM مورد نیاز بر اساس توصیه‌های زیر :

- ۴۰۰ CFM به ازاء هر تن تبرید برای شرایط آسایش معمولی؛
- ۵۰۰ CFM به ازاء هر تن تبرید برای کولرهای گازی و مواردی که بار سرمایی محسوس اتاق زیاد باشد؛
- ۳۵۰ CFM به ازاء هر تن تبرید برای مواردی که بار سرمایی نهان اتاق بالا باشد؛

به عنوان مثال، اگر بار سرمایی یک دفتر کار ۱ تن تبرید باشد، طبق توصیه‌های بالا، شدت جریان هوای کولر گازی به این ترتیب حساب می‌شود :

$$1\text{ton}\times 500\frac{\text{CFM}}{\text{ton}} = 500\text{CFM}$$

- تعیین CFM موردنیاز بر اساس مساحت کف اتاق : این ساده‌ترین روش تعیین شدت هوادهی دستگاه تهویه‌مطبوع است که حتی نیاز به ماشین حساب هم ندارد. در این روش به ازاء هر فوت مربع سطح کف اتاق ۱CFM در نظر گرفته می‌شود؛ البته مشروط به شرایط زیر :
  - بار سرمایی اتاق معمولی باشد (زیاد نباشد)؛
  - ارتفاع سقف حدود ۸ فوت (۲/۱ متر) باشد؛
  - مساحت پنجره‌ها و شیشه‌های اتاق و همچنین عایقکاری جداره‌ها معمولی باشد.

با شدت جریان هوایی که از این طریق به دست می‌آید، در هر ساعت تقریباً ۷/۵ دفعه هوای اتاق تعویض می‌شود.

به عنوان مثال اگر مساحت زیربنای یک منزل 1600ft^2 باشد :

$$\text{شدت جریان هوای لازم} = 1600\text{ft}^2\times 1\frac{\text{CFM}}{\text{ft}^2} = 1600\text{CFM}$$

حال اگر بخواهیم بار سرمایی این خانه را نیز محاسبه کنیم، با توجه به این که در شرایط آسایش معمولی به ازاء هر تن تبرید ۴۰۰CFM منظور می‌شود خواهیم داشت :

$$\text{بار سرمایی منزل} = 1600\text{CFM} : 400\frac{\text{CFM}}{\text{ton}} = \text{۴ تن تبرید}$$

۳ - محاسبهٔ سریع بار سرمایی

در مبحث قبلی به اینجا رسیدیم که جهت تخمین شدت هوادهی (CFM) دستگاه تهویه‌مطبوع در مناطق معتدل می‌توانیم به ازاء هر فوت‌مربع سطح کف اتاق ۱CFM در نظر بگیریم. از ضرب مساحت کف اتاق در ۱CFM، دبی هوای دستگاه به دست می‌آید. از تقسیم دبی هوای دستگاه بر میزان تناژ تبرید توصیه شده (یعنی $400\frac{\text{CFM}}{\text{ton}}$ برای شرایط آسایش معمولی، $500\frac{\text{CFM}}{\text{ton}}$ برای کولرهای گازی و مواردی که بار سرمایی محسوس اتاق زیاد باشد، و $350\frac{\text{CFM}}{\text{ton}}$ برای مواردی که بار سرمایی نهان اتاق بالا باشد)، بار سرمایی اتاق بر حسب تن تبرید به دست می‌آید.

امّا عدد $1\frac{\text{CFM}}{\text{ft}^2}$ تخمینی بسیار کلی است. در خیلی از موارد لازم است برآورد دقیق‌تری صورت گیرد. خوشبختانه برای این منظور نیز Khashab پیشنهاداتی دارد که تخمین CFM مورد نیاز و متعاقباً بار سرمایی ساختمان را تا حد زیادی دقیق‌تر می‌کند. این پیشنهادات در قالب جداول ۱ تا ۴ ارائه شده‌اند.

▣ جدول ۱

در این جدول بر اساس کاربرد ساختمان (عمومی، آموزشی، تجاری و مسکونی) میزان مساحت کف اتاق به ازاء هر تن تبرید برای

جدول ۱ : تخمین بار سرمایی برای سیستم سرمایش مرکزی ساختمانهای مختلف

کاربرد ساختمان	بار سرمایی $ft^2/ton(m^2/kW)$		
	کم	متوسط	زیاد
ساختمانهای عمومی	۴۷۵(۱۲/۶)	۳۸۰(۱۰/۰)	۲۸۵(۷/۵)
ساختمانهای آموزشی (مثل کالج)	۴۰۰(۱۰/۶)	۳۲۰(۸/۵)	۲۴۰(۶/۴)
ساختمانهای تجاری	۳۳۰(۸/۷)	۲۶۵(۷/۰)	۲۰۰(۵/۳)
ساختمانهای مسکونی	۶۲۵(۱۶/۵)	۵۰۰(۱۳/۲)	۳۷۵(۹/۹)

بار کم، متوسط و زیاد پیشنهاد شده است. یعنی جهت تخمین بار سرمایی هر اتاق باید ابتدا بر اساس اطلاعاتی که از شرایط ساختمان موردنظر در اختیار داریم تشخیص دهیم که بار سرمایی آن کم، متوسط یا زیاد است و بعد، از ستون مربوطه عدد پیشنهاد شده را استخراج کرده و مساحت کف اتاق را بر آن عدد تقسیم کنیم؛ حاصل بار سرمایی تخمینی اتاق است.

مثال : بار سرمایی اتاقی به مساحت کف ۲۰۰ فوت‌مربع

جدول ۲ : بار سرمایی، شدت جریان هوا، روشنایی و مساحت لازم برای هر نفر - بار سرمایی کم

کاربرد ساختمان	بار سرمایی کم			
	مساحت لازم برای هرنفر $ft^2/person$ $(m^2/person)$	روشنایی لازم W/ft^2 (W/m^2)	بار سرمایی ft^2/ton (m^2/kW)	شدت جریان هوا CFM/ft^2 (lps/m^2)
آپارتمان بلند (برج)	۳۲۵ (۳۰/۲)	۱/۵ (۱۰/۸)	۴۵۰ (۱۱/۹)	۰/۷ (۳/۶)
مسجد، کلیسا، تئاتر و مانند آن	۱۵ (۱/۴)	۱/۰ (۱۰/۸)	۴۰۰ (۱۰/۶)	۱/۰ (۵/۱)
مکانهای آموزشی(مدرسه، دانشگاه‌وغیره)	۳۰ (۲/۸)	۲/۰ (۲۱/۵)	۲۴۰ (۶/۴)	۰/۹ (۴/۶)
کارخانه و کارگاه :				
فعالیت سبک	۲۰۰ (۱۸/۶)	۹/۰* (۹۶/۹)*	۲۰۰ (۵/۳)	۱/۶ (۸/۲)
فعالیت سنگین	۳۰۰ (۲۷/۹)	۱۵/۰* (۱۶۱/۵)*	۱۰۰ (۲۰/۶)	۲/۵ (۱۲/۸)
بیمارستان و درمانگاه :				
اتاق بیماران	۷۵ (۷/۰)	۱/۰ (۱۰/۸)	۲۷۵ (۷/۳)	۰/۴** (۲/۰۴)**
سالن انتظار	۱۰۰ (۹/۳)	۱/۰ (۱۰/۸)	۱۷۵ (۴/۶)	۱/۰ (۵/۱)
هتل، متل و مهمانخانه	۲۰۰ (۱۸/۶)	۱/۰ (۱۰/۸)	۳۵۰ (۹/۳)	۱/۰ (۵/۱)
کتابخانه و موزه	۸۰ (۷/۴)	۱/۰ (۱۰/۸)	۳۴۰ (۸/۹)	۱/۰ (۵/۱)
ساختمان اداری :				
دفتر عمومی	۱۳۰ (۱۲/۱)	۴/۰ (۴۳/۱)*	۳۶۰ (۹/۵)	خارجی ۰/۲۵** (۱/۳)** داخلی ۰/۸۰ (۴/۱)
دفتر خصوصی	۱۵۰ (۱۳/۹)	۲/۵ (۲۱/۵)		۰/۲۵** (۱/۳)**
ساختمان مسکونی :				
بزرگ	۶۰۰ (۵۵/۷)	۱/۰ (۱۰/۸)	۶۰۰ (۱۵/۹)	۰/۷ (۳/۶)
متوسط	۶۰۰ (۵۵/۷)	۰/۷ (۷/۵)	۷۰۰ (۱۸/۵)	۰/۶ (۳/۱)
رستوران :				
بزرگ	۱۷ (۱/۶)	۱/۵ (۱۶/۲)	۱۳۵ (۳/۶)	۱/۴ (۷/۲)
متوسط			۱۵۰ (۴/۰)	۱/۵ (۷/۷)
فروشگاه بزرگ :				
زیرزمین فروشگاه	۳۰ (۲/۸)	۲/۰ (۲۱/۵)	۳۴۰ (۸/۹)	۰/۷ (۳/۶)
طبقه اول و اصلی فروشگاه	۴۵ (۴/۲)	۳/۵ (۳۷/۷)	۳۵۰ (۹/۳)	۰/۹ (۴/۶)
طبقات بالای فروشگاه	۷۵ (۷/۰)	۲/۰ (۲۱/۵)	۴۰۰ (۱۰/۶)	۰/۸ (۴/۱)
پاساژ و بازارچه	۱۰۰ (۹/۳)	۱/۰ (۱۰/۸)	۳۶۵ (۹/۶)	۱/۱ (۵/۶)

* شامل سایر بارها ** بر اساس سیستم القایی

جدول ۳ : بار سرمایی، شدت جریان هوا، روشنایی و مساحت لازم برای هر نفر - بار سرمایی متوسط

کاربرد ساختمان	بار سرمایی متوسط			
	مساحت لازم برای هرنفر ft^2/person (m^2/person)	نور لازم W/ft^2 (W/m^2)	بار سرمایی ft^2/ton (m^2/kW)	شدت جریان هوا CFM/ft^2 (lps/m^2)
آپارتمان بلند (برج)	۱۷۵ (۱۶/۳)	۲/۰ (۲۱/۵)	۴۰۰ (۱۰/۶)	۱/۰ (۵/۱)
مسجد، کلیسا، تئاتر و مانند آن	۱۱ (۱/۰)	۲/۰ (۲۱/۵)	۲۰۵ (۶/۶)	۲/۰ (۱۰/۲)
مکانهای آموزشی (مدرسه، دانشگاه و غیره)	۲۵ (۲/۳)	۴/۰ (۴۳/۱)	۱۸۵ (۴/۹)	۱/۴ (۷/۱)
کارخانه و کارگاه :				
فعالیت سبک	۱۵۰ (۱۳/۹)	۱۰/۰ (۱۰۷/۶)*	۱۵۰ (۴/۰)	۲/۵ (۱۲/۸)
فعالیت سنگین	۲۵۰ (۲۳/۲)	۴۵/۰ (۴۸۴/۴)*	۸۰ (۲/۱)	۴/۰ (۲۰/۴)
بیمارستان و درمانگاه :				
اتاق بیماران	۵۰ (۴/۶)	۱/۵ (۱۶/۲)	۲۲۰ (۵/۸)	۰/۵ (۲/۶)**
سالن انتظار	۸۰ (۷/۴)	۱/۵ (۱۶/۲)	۱۴۰ (۳/۷)	۱/۱ (۵/۶)
هتل، متل و مهمانخانه	۱۵۰ (۱۳/۹)	۲/۰ (۲۱/۵)	۳۰۰ (۷/۹)	۱/۳ (۶/۶)
کتابخانه و موزه	۶۰ (۵/۶)	۱/۵ (۱۶/۲)	۲۸۰ (۷/۴)	۱/۲ (۶/۱)
ساختمان اداری :				
دفتر عمومی	۱۱۰ (۱۰/۲)	۶/۰ (۶۴/۶)*	۲۸۰ (۷/۴)	خارجی ۰/۵(۲/۶) داخلی ۱/۱(۵/۶)
دفتر خصوصی	۱۲۵ (۱۱/۶)	۵/۸ (۶۲/۴)		۰/۵ (۲/۶)**
ساختمان مسکونی :				
بزرگ	۴۰۰ (۳۷/۲)	۲/۰ (۲۱/۵)	۵۰۰ (۱۳/۲)	۱/۰ (۵/۱)
متوسط	۳۶۰ (۳۳/۴)	۱/۵ (۱۶/۲)	۵۵۰ (۱۴/۵)	۰/۹ (۴/۶)
رستوران :				
بزرگ	۱۵ (۱/۴)	۱/۷ (۱۸/۳)	۱۰۰ (۲/۶)	۱/۷۵ (۸/۹)
متوسط			۱۲۰ (۳/۲)	۱/۵۰ (۷/۷)
فروشگاه بزرگ :				
زیرزمین فروشگاه	۲۵ (۲/۳)	۳/۰ (۳۲/۳)	۲۸۵ (۷/۵)	۱/۰ (۵/۱)
طبقه اول و اصلی فروشگاه	۲۵ (۲/۳)	۶/۰ (۶۴/۶)*	۲۴۵ (۶/۵)	۱/۴ (۷/۱)
طبقات بالای فروشگاه	۵۵ (۵/۱)	۲/۵ (۲۶/۹)	۳۴۰ (۸/۹)	۱/۰ (۵/۱)
پاساژ و بازارچه	۷۵ (۷/۰)	۱/۵ (۱۶/۲)	۲۳۰ (۶/۱)	۱/۸ (۹/۲)

* شامل سایر بارها ** بر اساس سیستم القایی

جدول ۴ : بار سرمایی، شدت جریان هوا، روشنایی و مساحت لازم برای هر نفر - بار سرمایی زیاد

کاربرد ساختمان	بار سرمایی زیاد			
	مساحت لازم برای هرنفر $ft^2/person$ $(m^2/person)$	روشنایی لازم W/ft^2 (W/m^2)	بار سرمایی ft^2/ton (m^2/kW)	شدت جریان هوا CFM/ft^2 (lps/m^2)
آپارتمان بلند (برج)	۱۰۰ (۹/۳)	۴/۰ (۴۳/۱)	۳۵۰ (۹/۳)	۱/۵ (۷/۷)
مسجد، کلیسا، تئاتر و مانند آن	۶ (۰/۶)	۳/۰ (۳۲/۳)	۹۰ (۲/۴)	۳/۰ (۱۵/۳)
مکانهای آموزشی (مدرسه، دانشگاه و غیره)	۲۰ (۱/۹)	۶/۰ (۶۴/۶)	۱۵۰ (۴/۰)	۲/۰ (۱۰/۲)
کارخانه و کارگاه :				
فعالیت سبک	۱۰۰ (۹/۳)	۱۲/۰ (۱۲۹/۲)*	۱۰۰ (۲/۶)	۳/۸ (۱۹/۴)
فعالیت سنگین	۲۰۰ (۱۸/۶)	۶۰/۰ (۶۴۵/۹)*	۶۰ (۱/۶)	۶/۵ (۳۲/۲)
بیمارستان و درمانگاه :				
اتاق بیماران	۲۵ (۲/۳)	۲/۰ (۲۱/۵)	۱۶۵ (۴/۴)	۰/۷ (۳/۶)**
سالن انتظار	۵۰ (۴/۶)	۲/۰ (۲۱/۵)	۱۱۰ (۲/۹)	۱/۳ (۶/۶)
هتل، متل و مهمانخانه	۱۰۰ (۹/۳)	۳/۰ (۳۲/۳)	۲۲۰ (۵/۸)	۱/۵ (۷/۷)
کتابخانه و موزه	۴۰ (۳/۷)	۳/۰ (۳۲/۳)	۲۰۰ (۵/۳)	۱/۴ (۷/۰)
ساختمان اداری :				
دفتر عمومی	۸۰ (۷/۴)	۹/۰ (۹۶/۹)*	۱۹۰ (۵/۰)	خارجی ۰/۸(۴/۱) داخلی ۱/۸(۹/۲)
دفتر خصوصی	۱۰۰ (۹/۳)	۸/۰ (۸۶/۱)		۰/۸ (۴/۱)**
ساختمان مسکونی :				
بزرگ	۲۰۰ (۱۸/۶)	۴/۰ (۴۳/۱)	۳۸۰ (۱۰/۰)	۱/۵ (۷/۷)
متوسط	۲۰۰ (۱۸/۶)	۳/۰ (۳۲/۳)	۴۰۰ (۱۰/۶)	۱/۳ (۶/۶)
رستوران :				
بزرگ	۱۳ (۱/۲)	۲/۰ (۲۱/۵)	۸۰ (۲/۱)	۲/۴ (۱۲/۲)
متوسط			۱۰۰ (۲/۶)	۲/۰ (۱۰/۲)
فروشگاه بزرگ :				
زیرزمین فروشگاه	۲۰ (۱/۹)	۴/۰ (۴۳/۱)	۲۲۵ (۶/۰)	۱/۲ (۶/۱)
طبقه اول و اصلی فروشگاه	۱۶ (۱/۵)	۹/۰ (۹۶/۹)*	۱۵۰ (۴/۰)	۲/۰ (۱۰/۲)
طبقات بالای فروشگاه	۴۰ (۳/۷)	۳/۵ (۳۷/۷)*	۲۸۰ (۷/۴)	۱/۲ (۶/۱)
پاساژ و بازارچه	۵۰ (۴/۶)	۲/۰ (۲۱/۵)	۱۶۰ (۴/۲)	۲/۵ (۱۲/۸)

* شامل سایر بارها ** بر اساس سیستم القایی

(۱۸/۷ مترمربع) واقع در یک ساختمان مسکونی بزرگ با فرض متوسط بودن بار سرمایی با استفاده از جدول ۳ به ترتیب زیر به دست می‌آید :

تن تبرید ۰/۴ = $\frac{ft^2}{ton}$ ۵۰۰ : ۲۰۰

■ جداول ۲ تا ۴

برای تخمین بار سرمایی (تن تبرید)، شدت جریان هوا (CFM)، روشنایی و مساحت لازم برای هر نفر، بر حسب کم، متوسط یا زیاد بودن بار به ترتیب جداول ۲، ۳ و ۴ ارائه شده‌اند.

از ستون مربوط به مساحت لازم برای هر نفر می‌توان تعداد نفرات ساکن یا مشغول به کار در ساختمان را تخمین زد که این در محاسبات دقیق بار سرمایی بسیار حائز اهمیت است.

ستون بعدی میزان تخمینی نور لازم برای اتاق را بر حسب وات بر فوت‌مربع سطح کف ارائه می‌دهد. ستون سوم مانند جدول ۱ میزان تخمینی بار سرمایی را بر حسب فوت مربع به ازاء هر تن تبرید البته به صورت دقیق‌تر ارائه می‌دهد. از ستون چهارم نیز شدت جریان هوا به ازاء واحد سطح کف

جدول ۵ : دبی آب لازم برای سیستمهای سرمایش

سیستم	اختلاف دمای آب رفت و برگشت °F(°C)	دبی آب
آب سرد (خروجی از اواپراتور)	۱۰ (۵/۶)	۲/۴gpm/ton(۰/۰۴۳lps/kW)
آب خنک‌کنندهٔ کندانسور	۱۰ (۵/۶)	۳/۰gpm/ton(۰/۰۵۴lps/kW)

اتاق به دست می‌آید. همانطور که ملاحظه می‌شود شدت جریان هوا که قبلاً به طور کلی عدد $۱\frac{CFM}{ft^2}$ داده شده بود، در این جداول بر حسب نوع ساختمان متفاوت بوده و از $۰/۲۵\frac{CFM}{ft^2}$ (برای بار سرمایی کم - دفتر خصوصی - جدول ۲) تا $۶/۵\frac{CFM}{ft^2}$ (برای بار سرمایی زیاد - کارگاه با فعالیت سنگین - جدول ۴) متغیر است.

مثال : میزان بار سرمایی، شدت جریان هوا و روشنایی لازم برای یک کارگاه با فعالیت سنگین و مساحت کف ۵۰۰۰ فوت‌مربع (۴۶۷ مترمربع)، چنانچه بار سرمایی متوسط در نظر گرفته شود، با استفاده از جدول ۳ بدین قرار است :

$۴\frac{CFM}{ft^2} \times ۵۰۰۰ft^2 = ۲۰۰۰۰CFM$ = شدت جریان هوا

$۸۰\frac{ft^2}{ton}$: $۵۰۰۰ft^2$ = بار سرمایی = ۶۲/۵ تن تبرید

$۴۵\frac{W}{ft^2} \times ۵۰۰۰ft^2 = ۲۲۵۰۰۰$ وات = روشنایی لازم

▫ جدول ۵

از این جدول می‌توان برای تخمین دبی آب سرد سیستم سرمایش و آب خنک‌کنندهٔ کندانسور استفاده کرد. بدین ترتیب که پس از برآورد بار سرمایی ساختمان بر حسب تن تبرید با استفاده از جداول ۱ تا ۴ و با معلوم بودن اختلاف دمای آب رفت و برگشت که معمولاً ۱۰°F است با مراجعه به این جدول سریعاً دبی آب استخراج می‌شود.

مثلاً برای بار سرمایی ۶۲/۵ تن تبرید خواهیم داشت :

$۶۲/۵ton \times ۲/۴\frac{gpm}{ton} = ۱۵۰$ گالن‌بردقیقه = دبی آب سرد سیستم

$۶۲/۵ton \times ۳\frac{gpm}{ton} = ۱۸۷/۵$ گالن‌بردقیقه = دبی آب خنک‌کنندهٔ کندانسور

۴ - محاسبات سریع تهویهٔ مطبوع

▫ تعداد دفعات تعویض هوای ساختمان در ساعت

در محاسبات سریع تهویه‌مطبوع، تعداد دفعات تعویض هوای ساختمان یا اتاق بین ۶ تا ۱۰ مرتبه در ساعت در نظر گرفته می‌شود (با فرض ارتفاع سقف ۸ فوت یا ۲/۵ متر).

▫ سرعت جریان هوا

سرعت جریان هوا در قسمتهای مختلف شبکهٔ کانال سیستم تهویه‌مطبوع در دفاتر اداری، خانه‌ها و اتاقهای ساکت (استودیوی ضبط صدا و مانند آن) بر حسب فوت بر دقیقه در جدول ۱ ارائه شده است.

▫ ضریب فرار[1]

ضریب فرار درصدی از هواست که بدون تماس با اواپراتور و هیچ‌گونه تغییر و تحولی از میان پره‌های آن عبور یا در واقع فرار می‌کند. این ضریب اغلب ۰/۱ تا ۰/۳۵ یا ۱۰٪ تا ۳۵٪ منظور می‌شود. هر چه سرعت جریان هوا بیشتر باشد، ضریب فرار هم بزرگ‌تر خواهد بود.

ضریب فرار بزرگ‌تر معمولاً مربوط به پمپهای حرارتی یا مواردی است که در آن گرمای محسوس بیشتر باشد(مثل دستگاههای پکیج اتاق کامپیوتر).

▫ سرعت هوا برای فیلترها

- سرعت هوا در عبور از فیلترهای یک بار مصرف : ۷۰۰ تا ۷۵۰fpm
- سرعت هوا در عبور از فیلترهای هپا : ۲۵۰fpm
- سرعت هوا در عبور از فیلترهای الکترونیک : ۵۰۰fpm

توجه : سرعتهای بیشتر از مقادیر پیشنهادی فوق موجب کاهش راندمان فیلتر می‌شوند.

▫ سرعت هوا برای اجزاء سیستم تهویه‌مطبوع

- سرعت هوا در عبور از اواپراتور : حداقل ۴۰۰fpm و حداکثر ۵۵۰ تا ۶۰۰fpm
- سرعت هوا در عبور از کندانسور : ۱۰۰۰fpm
- سرعت هوا در عبور از کویلهای آب گرم : ۷۰۰fpm

توجه : سرعت کمتر از ۴۰۰fpm در عبور از کویل اواپراتور ممکن

جدول ۱ : سرعتهای پیشنهادی برای قسمتهای مختلف شبکه کانال سیستم تهویه‌مطبوع بر حسب fpm

قسمت کانال	دفاتر اداری fpm	خانه‌های مسکونی fpm	اتاقهای ساکت fpm
کانالهای اصلی	۱۲۰۰	۱۰۰۰	۸۰۰
شاخه‌ها	۸۰۰	۶۰۰	۵۰۰
خروجی‌ها (دریچه‌ها)	۷۰۰	۶۰۰	۴۰۰

1- Bypass Factor

است سبب یخ زدن رطوبت هوا روی کویل، و سرعت بیشتر از ۶۰۰fpm ممکن است موجب کنده شدن رطوبت روی کویل و حمل آن توسط هوا در کانال شود.

▫ فشار هوای ساختمان

فشار مثبت هوای داخل ساختمان معمولاً بین ۰/۰۳ تا ۰/۰۵ اینچ فشار استاتیک در نظر گرفته می‌شود. این فشار مثبت از نفوذ هوای خارج از راه درها و پنجره‌ها و منافذ به داخل ساختمان جلوگیری می‌کند. برای ایجاد فشار مثبت، دمپرهای هوای خارج را طوری تنظیم می‌کنند که نسبت به دمپرهای تخلیه، کمی بازتر باشند. اندازه‌گیری فشار هوای داخل ساختمان پس از تنظیم دمپرهای هوای خارج و تخلیه صورت می‌گیرد.

▫ توان کمپرسور دستگاه تهویه‌مطبوع

در سرمایش به ازاء هر تن تبرید، توانی معادل 1hp (اسب بخار) برای کمپرسور در نظر گرفته می‌شود. بنابراین برای وقتی که بار سرمایی سیستم ۲۵ تن تبرید باشد، توان موتور کمپرسور 25hp خواهد بود. توجه شود که این فقط برای سرمایش سیستم تهویه‌مطبوع صدق می‌کند (نه سردخانه).

به‌طور کلی با کاهش فشار مکش، توان (hp) مورد نیاز به ازاء هر تن‌تبرید افزایش می‌یابد.

▫ افت دمای هوا در عبور از اواپراتور

چنانچه دبی هوا درست باشد (مثلاً ۴۰۰cfm به ازاء هر تن تبرید)، افت دمای هوا در عبور از اواپراتور ۱۸ تا ۲۰°F خواهد بود. اگر دبی هوا کمتر از اندازه صحیح باشد، هوا مدت زمان بیشتری را در تماس با اواپراتور باقی می‌ماند و بیشتر از حد لازم سرد می‌شود. بنابراین افت دمای بیشتری هم خواهد داشت.

▫ افزایش دمای هوا در عبور از کندانسور

اگر دبی هوا درست باشد، افزایش دمای آن هنگام عبور از روی کندانسور حداکثر ۳۰°F خواهد بود. کاستی مقدار هوای خنک‌کنندهٔ کندانسور سبب افزایش فشار، کاهش ظرفیت و افزایش توان مصرفی سیستم خواهد شد. کاهش دبی هوای خنک‌کنندهٔ کندانسور را می‌توان از افزایش دمای هوا به بیش از ۳۰°F تشخیص داد. دلیل آن هم این است که همان مقدار گرما باید توسط حجم کمتری از هوا جذب شود، پس دمای هوا بالا می‌رود.

subsoil	زیر خاک
substructure	زیرسازی ــ زیر ساختمان
suction	مکش ــ لولهٔ مکش
sump	لجن و کثافت ــ حوضچهٔ آب کثیف ــ چاهک ــ چاه
supply air	هوای رفت (ارسالی به فضای مورد تهویه)
supply main	لولهٔ اصلی رفت ــ خط اصلی رفت
surgeon's sink	سینک دستشویی جراحان
surgeon's scrub-up sink	سینک ضدعفونی دست جراحان
sweep tee	سه راههٔ انشعاب
swing	نوسان داشتن ــ بنوسان آوردن ــ جسم نوسان‌دار
synchronous	همزمان
synchronous motor	موتور همزمان ــ موتور الکتریکی که سرعت آن درست برابر فرکانس جریان برقی است که به آن وارد می‌شود
synchronous speed	سرعت همزمان

T — t

take-off	انشعاب ــ انشعاب گیری کردن
tank	مخزن ــ منبع
tee	سه راهه ــ هر چیزی بشکل T
terrazzo	موزائیک سیمانی
thermal resistance	مقاومت حرارتی
thickness	ضخامت ــ کلفتی
throat radius	شعاع گلویی زانویی
throw	پرتاب کردن ــ انداختن ــ طول پرتاب هوا از دریچه
tie	گره ــ بند
tile	آجرکاشی ــ با آجرکاشی فرش کردن
toaster	نان برشته کن ــ برشته کننده
toilet	مستراح
tons of refrigeration (TR)	تن تبرید
total pressure	فشار کل
transformer	تبدیل (در مورد سیستم کانال)
transverse	متقاطع ــ اریب ــ مورب
trap	بخارگیر
— bellows type, thermostatic t.	بخارگیر ترموستاتیک نوع فانوسه‌ای
— boiler return t.	بخارگیر برگشت دیگ
— disc type, thermostatic t.	بخارگیر ترموستاتیک نوع دیسکی
— float t.	بخارگیر غواصکی
— float & thermostatic t.	بخارگیر غواصکی و ترموستاتیک
— flash or orific t.	بخارگیر ریزشی
— impulse trap	بخارگیر ضربه‌ای
— inverted bucket t	بخارگیر سطلی معکوس
— lifing t.	بخارگیر بالابر
— upright bucket t.	بخارگیر سطلی عمودی
trap	سیفون
— deep seal trap	سیفون با عق آب‌بند ۴ اینچ یا بیشتر
— main trap	سیفون اصلی ساختمان
tray	سینی ــ طبق
trough urinal	آبریزگاه سراسری
trunnion	بازو ــ دسته ــ سرمحور
tubeaxial fan	بادزن جریان محوری نوع پروانه در لوله
tubing-strap	تسمهٔ فلزی مخصوص محکم کردن لوله
turbidity	تیرگی ــ آلودگی
turning vanes	پره‌های واقع در خم زانویی کانال
typical	نمونه ــ نوعی

U — u

unconditioned	تهویهٔ مطبوع نشده
undripped riser	رایزر غیرآبریز (در سیستم بخار)
union	مهره ماسوره
unit heater	واحد گرم کننده (یکنوع مبدل حرارتی)
unitary air conditioning unit	واحد یکپارچهٔ تهویهٔ مطبوع شامل بادزن، صافی هوا و کویلهای گرم و سرد
unvaned	بدون پره ــ پره گذاری نشده
upfeed	تغذیه از پایین
upward	بطرف بالا ــ رو به بالا
urinal	آبریزگاه
— corner urinal	آبریزگاه کنج دیواری
— pedestal urinal	آبریزگاه پایه‌دار
— stall urinal	آبریزگاه ایستاده
— wall urinal	آبریزگاه دیواری
— through urinal	آبریزگاه سراسری
utensil	ظروف ــ اسباب ــ وسایل ــ لوازم

V — v

vacuum	خلأ
vacuum pump	پمپ خلأ
vapor system	سیستم بخاری که در آن واحدهای حرارتی فاقد شیر هواگیری می‌باشند
vaneaxial fan	بادزن نوع پره‌محوری
variable	تغییر پذیر ــ متغیر
velocity	سرعت
velocity pressure	فشار سرعتی
vent	لولهٔ تهویه
vent stack	لولهٔ هواگیر قائم اصلی
ventilate	تهویه کردن ــ هواکش زدن
ventilation	تهویه ــ تجدید هوا
vermiculate	دارای خطوط موجی ــ کرم مانند
vertical	عمودی
vertical leader	لولهٔ عمودی ناودان
voltage (v)	ولتاژ
volume	حجم

W — w

waffle iron	فر کلوچه‌پزی
wall hung	دیوار آویز ــ متصل بدیوار
warehouse	انبار
warmer	گرمکن
water column hight	ارتفاع ستون آب
water gage (wg.)	فشار برحسب ارتفاع ستون آب
water hammer	ضربهٔ قوچ ــ ضربه چکشی
water heater	آبگرمکن
water meter	کنتور آب
water still	دیگ تهیهٔ آب مقطر
wattage	واتاژ ــ قدرت مصرفی برحسب وات
weight (Wt)	وزن
weld	جوشکاری کردن ــ جوش خوردگی
welded	جوش خورده
wet	رطوبت ــ نم ــ مرطوب
wet-bulb temperature	دمای مرطوب هوا
wet-return	برگشت مرطوب (در سیستم بخار)
wet-vent	لولهٔ تهویهٔ مرطوب
wheel	چرخ
wide	پهن ــ عریض ــ وسیع ــ کاملاً باز
wind	باد
wire	سیم ــ مفتول ــ سیم پیچ کردن
wood lath	صفحهٔ چوبی ــ ورق چوبی ــ تخته
wrought iron	آهن نرم

Z — z

zinc	روی
zone	ناحیه ــ منطقه

riser — لولهٔ عمودی
rock — سنگ خارا ــ صخره ــ مواد معدنی جامد از هرنوع
rod — میل ــ میله
roll — طومار ــ لوله ــ توپ ــ نان و گوشت پیچیده
roll — غلتاندن یا غلتیدن ــ غلت دادن یا خوردن ــ پیچیدن
roof — بام ــ سقف طبقهٔ آخر ــ بام درست کردن
roof drain — کف شوی پشت‌بام
roofing — مصالح ساختن بام ــ بام‌سازی
rough — زبر ــ خشن
rough pipe — لولهٔ خشن
row — ردیف
RSHF: room sensible heat factor — فاکتور گرمای محسوس اتاق

S—s

safety valve — شیر اطمینان ــ سوپاپ اطمینان
sand — ماسه ــ ریگ ــ شن
sand aggregate — تودهٔ شن و ماسه ــ شن و ماسهٔ متراکم
sanitary — بهداشتی
sanitary sewage — فاضلاب خانگی
sanitary tee — سه‌راههٔ Y شکل مخصوص فاضلاب
sash — قاب دور شیشه یا پنجره
saturation — حالت اشباع
saturation line — خط اشباع
scale — مقیاس ــ میزان ــ گرم کردن (زیر نقطهٔ جوش)
screw — پیچ ــ هر اسبابی که دارای رزوهٔ پیچ باشد ــ پیچ کردن
seal — آب‌بندی ــ درزگیری ــ کاسه‌نمد ــ آب‌بندی کردن
seal of trap — عمق آب‌بند سیفون
seated — نشسته
sedentary work — کار نشسته
self-contained unit — واحد تهویه کنندهٔ خودکفا
self siphonage — سیفوناژ خودبخود
sensible — محسوس
sensible heat — گرمای محسوس
service pipe — لولهٔ آب مصرفی
service sink — سینک سرویس
separator — جداکننده ــ تجزیه کننده
sewage — فاضلاب ــ با فاضلاب کود دادن
sewage pump — پمپ لجن کش
sewer — فاضلاب ــ دارای مجاری فاضلاب کردن
shade — سایه
sheeting — مصالح ورق‌سازی (اعم از کاغذ یا فلز) ــ لفاف ــ پوشش ــ هرچیزی بشکل ورقه ــ تخته کوبی ــ آهن کوبی
shingle — توفال ــ تختهٔ نازک ــ توفال کوبی یا تخته‌پوش کردن
short radius elbow — زانویی شعاع کوتاه
shower — دوش
shower head — سردوش
shower, overhead gang — یک گروه سردوش
shut-off valve — شیر قطع و وصل
siding — ساختن دیوارهای جانبی اتاق یا ساختمان
sight glass — شیشهٔ رؤیت (آب‌نما یا گازنما)
sill cock — شیر شیلنگ خوری که در حیاط نصب شده شیلنگ باغبانی به آن متصل می‌گردد
single action damper — دمپر تک عملی
single faucet — شیر تک واحدی
single sweep tee — سه‌راههٔ انشعاب ساده
sink — سینک ــ لگن سنگی یا فلزی سوراخ‌دار گندابرو
siphonage — سیفوناژ ــ مکش ایجاد شده دراثر حرکت مایع
site — جا ــ محل
sitz bath — وان حمام صندلی دار (نشستنی)
sky light — پنجرهٔ نورگیر شیروانی یا سقف

slab — تخته سنگ ــ ورقه ــ لوحه ــ دال
slab — ورقه کردن ــ یا تخته‌سنگ فرش کردن
slab concrete — بتن تخته‌ای
slag — کف ــ تفاله ــ چرک
slate — تخته‌سنگ ــ لوح سنگ ــ با تخته‌سنگ پوشاندن
sleeve — ماسوره ــ لولهٔ غلاف ــ آستین ــ بوش
slop sink — یک نوع سینک برای شستشوی ظرف یا لباس که گودتر از سینک های معمولی است ــ سینک سرویس
slope — شیب ــ شیب دادن ــ شیب پیدا کردن
sloping — سراشیب ــ سرازیر ــ مایل
slub — پشم نیم‌ریسته ــ نیمه ریستن
smooth — سطح صاف ــ هموار ــ نرم ــ ملایم ــ یکنواخت
smooth bend elbow — زانویی نرم‌پیچ
smooth bend tee — سه‌راهه نرم‌پیچ
smooth pipe — لولهٔ صاف
softwood — چوب درختان وابسته به خانواده کاج ــ چوب نرم
soil — فاضلاب سنگین (حاوی فضولات انسانی یا حیوانی)
soil pipe — لولهٔ فاضلاب سنگین
solar — خورشیدی ــ وابسته به خورشید
solder — لحیم ــ لحیم کردن
soldered — لحیم شده
solenoid valve — شیر مغناطیسی
space — فضا ــ جا ــ وسعت
span — اندازه ــ ظرفیت ــ گنجایش ــ فاصلهٔ معین
speed — سرعت
spigot — توپی ــ لب لوله که در لولهٔ دیگری جا می‌افتد
splash — ترشح ــ ترشح کردن ــ ریختن (با صدای شلپ شلپ)
splitter damper — دمپر جدا کننده
spray — بصورت پودر پاشیدن (مایعات)
sprinkle — ترشح ــ ریزش نم‌نم ــ پوش باران ــ پاشیدن
sprinkler — آب‌پاش ــ ماشین آب‌پاش
square elbow — زانویی چهارگوش (از نظر مقطع)
squat closet — مستراح شرقی (چمباتمه‌ای)
stack — لولهٔ فرعی قائم فاضلاب
stack vent — لولهٔ هوابر (در امتداد لولهٔ قائم اصلی فاضلاب)
stainless steel — فولاد ضدزنگ و ضداسید
stall — حالت ایستاده ــ حالت سکون ــ جایگاه
static pressure (s. p.) — فشار استاتیک
steam — بخار آب
steel — فولاد
steel sash — قاب فولادی پنجره یا شیشه
sterilizer — ضدعفونی کننده ــ میکرب کش
still air — هوای ساکن
stitch — کوک ــ بخیه ــ بخش کوچک ــ جزء
stone — سنگ
stop cock — شیر قطع و وصل
storage — ذخیره‌سازی ــ انبار کالا ــ مخزن نگهداری
storm sewer — لولهٔ اصلی حمال نزولات جوی
storm window — پنجرهٔ طوفان
story = storey — طبقه ــ اشکوب
stove — بخاری ــ فر خوراک پزی
straight — راست ــ مستقیم
strain — پالودن ــ صاف کردن
strainer — صافی
strap — تسمه ــ تسمهٔ فلزی ــ تسمهٔ ماشین
stream — جریان ــ نهر ــ جوی آب و مانند آن
stucco — گچ ــ اندود گچ و سیمان ــ گچ کاری روی بنا ــ آسترکاری
stud — چوبی که توفال به آن می‌کوبند ــ میله ــ تیر اسکلت ساختمان
subfloor — زیرسازی کف اتاق
submersible pump — پمپ شناور

opening	دهانه ــ سوراخ ــ چشمه
operating room	اتاق عمل (بیمارستان)
optimum	مطلوبترین مقدار یا شرایط یک چیز
ordinary	معمولی ــ عادی ــ مهمانخانه (برای غذا)
orifice	سوراخ ــ دهانه ــ مخرج
outdoor air	هوای خارج
outlet	خروجی ــ محل خروج
output	محصول ــ بارده ــ کارکرد ــ انرژی خروجی (از موتور)
overflow	لبریز شدن ــ سرریز شدن ــ لبریز ــ سرریز
overflow pipe	لولهٔ خبر سرریز
oz (avoirdupois)	آونس (یک نوع واحد آمریکایی برای وزن)

P—p

pad	بالشتک ــ صفحهٔ مانع اصطکاک ــ دستهٔ ابزار
pan	ماهی تابه ــ لگنچه ــ کفه ــ چهارچوب مخصوص بتون ریزی
panel	قاب ــ قاب یا قطعهٔ نرده ــ قسمتی از دیوار ــ قاب سقف
panel heating	حرارت مرکزی تشعشعی
pantry	آبدارخانه
pantry sink	سینک آبدارخانه
passage	راهرو ــ دالان ــ راه ــ عبور
pattern	طرح ــ نقشه ــ نمونه ــ الگو ــ شکل ــ نوع
pearlite	آلیاژ آهن و کربن
pedestal	پایهٔ ستون ــ سکو ــ شالوده ــ پی
perform	اجرا کردن ــ انجام دادن
perlit	بکنوع شیشهٔ آتش فشانی ــ سنگ مروارید
permeable	نفوذپذیر ــ نم پذیر ــ رطوبت پذیر
permeable felt	نمد رطوبت پذیر
pet cock	شیر تخلیه
pine	چوب کاج یا صنوبر
pipe clip	بست لوله
pipe plug	در پوش لوله
pipe supports	نگهدارنده های لوله
piping	لوله کشی
pitch	شیب ــ فاصله ــ درهم گیرکردن ــ قیراندود کردن
plain	ساده ــ غیررنگی
plant	ماشین (آلات) ــ دستگاه ــ گیاه
plaster	روکش یا اندود آهک و ماسه و لویی ــ گچ نباشیر ــ خمیر مخصوص اندود دیوار و سقف ــ اندودن (با گچ و ساروج و غیره)
plasterboard	تختهٔ مخصوص نصب بدیوار
plug	در پوش ــ توپی ــ (در برق) دوشاخه
plumb	گلولهٔ سربی ــ لوله کشی کردن (وسایل بهداشتی)
plumbing	لوله کشی (وسایل بهداشتی)
plywood	تختهٔ چندلا
pneumatic	بادی ــ با هوای فشرده کار کننده
porous	خلل و فرج دار ــ پر سوراخ ــ متخلخل
port	دررو ــ مخرج ــ مدخل ــ دریچه ــ روزنه
position	وضع ــ موقعیت ــ جا ــ حالت
pound of dry air	وزن هوای خشک برحسب پاوند
poured concrete	بتن ریخته شده (غیرقالبی)
precast concrete	بتن قالبی ــ بتن پیش ساخته
preheater	پیش گرمکن
pressure	فشار
pressure drop	افت فشار
pressure vessel	منبع آب تحت فشار
private	خصوصی ــ شخصی
process	دورهٔ عمل ــ جریان عمل ــ یک سلسله عملیات
propeller fan	بادزن جریان محوری نوع پروانه ای
psi = pound per square inch	پاوند بر اینچ مربع (واحد آمریکایی فشار)
psig	پاوند بر اینچ مربع (فشارسنجی که فشارسنج نشان می دهد)
psia	پاوند بر اینچ مربع (فشار مطلق)
psychrometric chart	نمودار مشخصات هوا
public	عمومی
pulp	خمیر کاغذ یا مواد سلولزی ــ خاکهٔ کوبیدهٔ سنگ معدن
pumice	سنگ خارا
pump	پمپ ــ تلمبه
pump discharge	دبی پمپ
pump head	هد پمپ
pump station	تلمبه خانه

Q—q

quadrant	ربع دایره ــ زاویهٔ ۹۰ درجه ــ دستگاه نخ پیچ
quarry	آجر کاشی ــ شیشهٔ پنجره ــ حفر پی ساختمان
quick closing valve	شیر سریع بند
quick opening valve	شیر سریع بازکن
quicklime	آهک زنده ــ آهک خام

R—r

radiation	تشعشع ــ تابش
radiator	رادیاتور
radius	شعاع ــ نیم قطر ــ خط شعاعی
radius elbow	زانویی شعاعی (گوشه گرد)
range	دامنه ــ حدود ــ میدان ــ چراغ خوراک پزی
rate	نرخ ــ تندی ــ سرعت
ratio	نسبت
receiver	دریافت کننده ــ ظرف
recess	تورفتگی در دیوار ــ طاقچه ــ فرورفتگی
recessed	کارگذاشته شده در تورفتگی دیوار
reciprocate	حرکت متناوب (رفت و برگشتی) کردن
reciprocating pump	پمپ پیستونی
recirculate	دوباره گردش کردن یا دورزدن
recommend	توصیه کردن ــ پیشنهاد کردن
recommended (Recom.)	توصیه شده ــ پیشنهادی
rectangular	راست گوشه ــ مربع مستطیل
reduce	تبدیل کردن ــ کم کردن ــ کاهش دادن
reducing coupling	کوپلینگ تبدیل
reducing elbow	زانویی تبدیل
reduction	تبدیل ــ کاهش ــ تقلیل
reflective sheets	صفحات منعکس کننده
refrigerant	مادهٔ مبرّد ــ خنک کن
refrigerate	خنک کردن ــ سرد کردن ــ در یخچال نگهداشتن
refrigeration output	قدرت سردکنندگی
refrigeration ton (RT)	تن تبرید
refrigerator drain	تخلیهٔ آب چکهٔ یخچال
regain	بازیافتن ــ دوباره بدست آوردن
register	دریچهٔ هوا
regulate	تنظیم کردن ــ میزان کردن ــ متعادل کردن
regulating valve	شیر تنظیم
regulation	تنظیم ــ تعدیل
reheater	باز گرمکن
relative humidity (RH)	رطوبت نسبی
relief damper	دمپر رها کننده
relief pipe	لولهٔ فشارشکن
relief vent	لولهٔ تعدیل فشار در تهویهٔ فاضلاب)
resident	ساکن ــ مقیم
resistance (R)	مقاومت
retail shop	مغازهٔ خرده فروشی
retain	نگاهداشتن ــ از دست ندادن
reverse	معکوس
reverse return piping	سیستم لوله کشی با برگشت معکوس
rigid	سخت ــ صفت ــ محکم

iron	آهن
irrigate	آبیاری کردن ــ مشروب کردن
irrigation	آبیاری

J—j

jet	فواره ــ سرلوله ــ دهانه
— gas jet	سرلولهٔ گاز
joint	اتصال ــ متصل ــ متصل کردن ــ بندکشی کردن
joint connecting pipe	اتصال مستقیم (جوشی) لوله
joist	تیر ــ الوار ــ تیردار کردن

K—k

kettle	کتری ــ قوری
kitchen	آشپزخانه
kitchen sink	سینک آشپزخانه

L—l

laminate	ورقه کردن ــ با صفحات فلزی پوشاندن
lap	پیچیدن ــ دور گرفتن ــ احاطه کردن ــ پوشاندن
latent heat	گرمای نهان
lateral	پهلویی ــ جانبی ــ کناری ــ شاخهٔ پهلویی
lath	توفال ــ تخته ــ
	مادهٔ ساختمانی بصورت ورقه که بعنوان شالوده و زیرسازی پلاستر بکار می‌رود
latitude (LAT.)	عرض جغرافیایی
laundry tray	لگن رختشویی
lavatory	دستشویی ــ اتاق دستشویی و مستراح
layer	لایه ــ لا ــ ورقه ــ شاخهٔ خوابانده
lead	سرب
leader	هادی ــ ناودان
— vertical leader	لولهٔ عمودی ناودان
leak	رخنه ــ سوراخ ــ تراوش ــ نشت ــ تراوش کردن
leakage	تراوش ــ نشت ــ چکه
leave	ترک کردن ــ رهسپار شدن
leaving air	هوای خروجی
length	طول ــ درازا
lift	بالا بردن ــ بلند کردن یا شدن ــ بالا رفتن ــ خیز
lift check	شیر یکطرفه که بطرف بالا می‌بندد
light	سبک ــ کم وزن ــ خفیف ــ روزنه ــ دریچه ــ روشنایی
light bench work	کار کارگاهی سبک
light weight (Lt Wt)	سبک وزن
light	روشن کردن ــ آتش زدن (سیگار)
lime	آهک ــ چسب
linkage	پیوستگی زنجیری ــ اتصال زنجیری
liquid	مایع ــ روان ــ ناپایدار
lithium bromide	لیتیم بروماید ــ برومید لیتیم
load	بار ــ بارکردن
lobby	جای لمیدن در هتل و مانند آن ــ تالار (انتظار)
lock shield valve	شیر قفلی
loft	اتاق زیر شیروانی ــ ایوان یا تالار در کلیسا و مانند آن
loop	حلقه ــ گره
loop vent	لولهٔ تهویهٔ حلقوی
loose	لق ــ گشاد ــ آزاد ــ ول ــ ول کردن ــ شل کردن
lose	از دست دادن ــ تلف کردن
louver	بادگیر ــ گنبد روزنه‌دار برای روشنایی یا تهویه
louver damper	دمپر کرکره‌ای
low pressure	فشار ضعیف
Lt Wt = light weight	سبک وزن

M—m

macerate	خیساندن ــ در آب نرم کردن ــ لاغر کردن
magnesium	منیزیم
main	شاه لوله ــ لولهٔ اصلی
— return main	لولهٔ اصلی برگشت
— supply main	لولهٔ اصلی رفت
main branch	لولهٔ اصلی افقی فاضلاب
main stack	لولهٔ اصلی قائم فاضلاب
make-up	جبران کردن
man-hole	سوراخ آدم‌رو
manual (man.)	دستی
manual valve	شیر دستی (غیرموتوری)
masonary	بنّایی ــ مصالح ساختمانی از قبیل سیمان، آجر، گچ و غیره
material	ماده ــ مواد ــ کالا ــ مصالح
mechanical return system	سیستم لوله کشی بخار با برگشت مکانیکی
medical	طبّی ــ وابسته به پزشکی
medium	متوسط ــ واسطه ــ وسیله
medium pressure	فشار متوسط
mercury	جیوه
metal lath	ورقه یا صفحهٔ فلزی برای زیر پلاستر
mezzanine	نیم طبقه (در فروشگاه و غیره)
mineral	معدنی
mitre	فارسی ــ زاویهٔ ۴۵ درجه ــ فارسی بریدن
mixing-faucet	شیر مخلوط کننده
mixture	مخلوط ــ ترکیب ــ آمیزش
moist	مرطوب ــ نمناک
moisture	رطوبت
mop	پاک کردن ــ پرداخت کردن
mopped	پاک شده ــ پرداخت شده
motor-operated valve	شیر موتوری
motorized valve	شیر موتوری
movement	حرکت ــ تکان ــ تغییر مکان
multi-zone	چند ناحیه‌ای
multiple	چندین ــ متعدد ــ چندتایی ــ مرکب ــ چندلا
mushroom	قارچ

N—n

net	خالص ــ ویژه
neutral	خنثی ــ بی اثر ــ بدون جریان برق
neutralize	خنثی یا بی اثر کردن ــ فاقد نیروی برق کردن
nitrogen	نیتروژن ــ ازت
nominal	نامی ــ غیرواقعی ــ اسمی
nominal diameter (nd)	قطر اسمی
nonferrous	غیرآهنی
non return valve = check valve	شیر یکطرفه
nozzle	افشانک ــ فواره ــ سرلوله
nut	مهره

O—o

oak	درخت بلوط ــ چوب بلوط
obstruction	جلوگیری ــ ممانعت ــ مانع ــ عایق
obtain	بدست آوردن ــ حاصل کردن
office	دفتر کار ــ اداره
offset	انحراف عمودی خط ــ زانویی که برای لوله قرار می‌دهند تا بچیزی گیر نکند
offset	جبران کردن
oil	گازوئیل ــ روغن ــ نفت
oil-tank	مخزن گازوئیل
once-thru system	سیستم لوله کشی تک گذر
one-pipe system	سیستم لوله کشی یک لوله‌ای
open	باز ــ روباز ــ بازکردن ــ گشودن
open system	سیستم باز

fire header	شاه‌لولهٔ آتش‌نشانی
fire line	خط لولهٔ آتش‌نشانی
fitting	وصاله
fixed bar grille	دریچه با تیغه‌های ثابت
fixture	وسیلهٔ بهداشتی ثابت
fixture unit	واحد مصرف معادل ۷/۵ گالن بر دقیقه
flange	فلنج ــ نوعی اتصال برای لوله‌ها
flash	با گرفتن درز از تراوش باران حفظ کردن ــ ریزش آب
flat	تخت ــ مسطح ــ یکنواخت ــ یکدست ــ پهن
flat ceiling	سقف تخت
flexible	خم شو ــ نرم ــ قابل انعطاف
float	(جسم) شناور ــ شناور شدن
floor	کف اتاق ــ کف زمین ــ کف ساختن
floor drain	کف‌شوی
flooring materials	مصالح کف‌بندی
flow	جریان ــ ریزش ــ طغیان ــ جاری شدن
fluorine	فلوئورین ــ فلوئور
fluorescent lamp	لامپ فلورسنت
flush	ریزش ــ جریان ــ با جریان پرفشار آب شستن
flush tank (FT)	مخزن فشاری (برای مستراح)
flush valve (FV)	شیر فشاری (برای مستراح)
flushometer	وسیله‌ای که تحت فشار مستقیم آب عمل نموده مقدار معینی آب پرفشار را جهت شستشو به وسایل بهداشتی ارسال می‌کند
foam	کف ــ جوش ــ کف کردن ــ جوش زدن
forward	جلو ــ پیش ــ جلویی
fouling factor	ضریب رسوب
foundation	فونداسیون ــ پی ریزی ــ پی
frame	قاب ــ قفسه ــ چارچوب
fresh	تازه ــ خنک ــ سرد ــ شیرین (در مورد آب)
friction	اصطکاک ــ مالش
fry	سرخ کردن ــ کباب کردن ــ نیمرو کردن
frying pan	ماهی تابه
fuel oil	مازوت ــ نفت سیاه
furred	خزدار
furring	خزدوزی ــ تخته کوبی

G—g

gage	درجه ــ مقیاس ــ وسیلهٔ اندازه گیری یا سنجش
gallon	گالن (واحد حجم آمریکایی ـ انگلیسی)
gas range	اجاق گاز
galvanize	روی اندود کردن ــ سفید کردن (آهن)
galvanized iron	آهن گالوانیزه ــ آهن سفید
galvanized steel	فولاد گالوانیزه ــ فولاد سفید
garden hose	شیلنگ باغبانی
gas burning	گاز سوز
gate valve	شیر کشویی
generator	مولد انرژی ــ تولید کننده ــ مولد
glass	شیشه
globe valve	شیر گلویی
glue	چسب ــ چسباندن
gooseneck	یکنوع سیفون بشکل P معروف به غاز گردن
grade	پایه ــ درجه ــ رتبه ــ پله ــ مرحله ــ طبقه
grade school	دبستان ــ مدرسهٔ ابتدایی
grand total	کل
gravel	سنگ ریزه ــ ریگ ــ ماسه سنگ ــ شن
gravity	وزن ــ ثقل ــ جاذبهٔ زمین
gravity return system	سیستم لوله کشی با برگشت طبیعی
grid	شبکه ــ سیخ شبکه‌ای
griddle	کلوچه‌پز ــ تاوه ــ غربال سیمی
grille	پنجرهٔ مشبک ــ شبکه
gutter	آب‌بر ــ آبرو ــ آبرو بام یا شیروانی
gymnasium	ورزشگاه
gypsum	سنگ گچ

H—h

hair dryer, blower type	سشوار، نوع وزشی
hair dryer, helmet type	سشوار، نوع کلاه‌خودی
hardboard	تختهٔ ساخته شده از خرده‌چوبهای فشرده
hardwood	چوب سفت ــ چوب بادوام ــ چوب جنگلی
haze	مه کم ــ غبار
head	ارتفاع ــ سر ــ نوک
header	لولهٔ مادر ــ شاه‌لوله
heat	گرما ــ حرارت ــ گرم کردن ــ گرم شدن
heat exchanger	مبدل حرارتی
heat lag	تأخیر حرارت ــ تأخیر در انتقال حرارت
heating	گرمایش
heating medium	مادهٔ ناقل گرما
heel	پاشنه
heel radius	شعاع پاشنه (در زانویی)
high pressure	فشار قوی
hollow	مجوّف ــ توخالی
hollow clay tile	آجر سفالی مجوّف
homogeneous	همجنس ــ یکجور ــ متشابه
horse power (hp)	اسب بخار (واحد قدرت)
hose	شیلنگ آبپاری یا آتش‌نشانی
hose, angle valve	شیر زانویی شیلنگ‌خور
hose bibbs. or faucet	شیر شیلنگ‌خور
hose, gate valve	شیر کشویی شیلنگ‌خور
hose, globe valve	شیر گلویی شیلنگ‌خور
hose rack	پایه آویز شیلنگ
hose rack, built in	پایه آویز غیرمنقول شیلنگ
humidifier	رطوبت‌زن
humidify	رطوبت‌زدن ــ مرطوب ساختن
humidity	رطوبت
humidistat	دستگاه سنجش و تثبیت رطوبت
hydrant	شیر آتش‌نشانی
hydraulic grade line	خط گرادیان هیدرولیکی

I—i

ignition	احتراق ــ اشتعال
impel	راندن ــ سوق دادن
impeller	رانش دهنده ــ پره (در پمپ)
incandescent lamp	لامپ با رشتهٔ ملتهب
increase	افزودن ــ اضافه کردن
individual vent	لولهٔ تهویهٔ انفرادی
induction unit	واحد القایی
industry	صنعت
inlet	ورودی ــ راه دخول
inner	درونی ــ داخلی
input	انرژی مصرفی (در ماشین، موتور و غیره)
install	کارگذاشتن ــ سوار کردن ــ نصب کردن
installations	تأسیسات
instrument	وسیله ــ آلت ــ اسباب
insulate	عایق کردن ــ عایق دار کردن ــ مجزا کردن
insulating (insul.)	عایق کننده ــ عایق
insulation	عایق سازی ــ پوشش عایق
intake	جای آبگیری ــ هواکش ــ تنگ‌شدگی ــ نیروی مصرفی
integral	درست ــ صحیح ــ بی خرده ــ جامع ــ تابع اولیه
intensify	تشدید کردن ــ افزودن
interior	درونی ــ داخلی

damper	دمپر ــ آلت تنظیم جریان هوا
— louver damper	دمپر کرکره ای
— volume damper	دمپر حجمی
deck	عرشه ــ کف ــ سطحه
decrease	کاهش ــ کاهش دادن ــ کاهش یافتن
deflector	منحرف کننده
dehumidification	رطوبت گیری
dehumidifier	رطوبت گیر
dehumidify	رطوبت گیری کردن (از هوا)
demand	تقاضا ــ مطالبه ــ تقاضا کردن
demand factor	ضریب تقاضا
dental	مربوط به دندانپزشکی
department store	فروشگاه بزرگ
description	شرح ــ تعریف ــ جور ــ نوع
design	طرح ــ طرح کردن
deviation	برگشت ــ انحراف
dew point (dp)	نقطهٔ شبنم
diameter (diam.)	قطر
die	حدیده ــ قالب ــ حدیده کردن
diffuser	پخش کن
dilute	رقیق ــ رقیق کردن
direct	مستقیم ــ سرراست
direct return system	سیستم لوله کشی با برگشت مستقیم
dirt leg	ساقه یا لولهٔ تجمع و تخلیهٔ کثافات
dirt pocket	ظرف تجمع کثافات
discharge	دبی ــ تخلیه ــ بیرون‌دادن ــ خارج کردن
dishwasher	ظرف شوی ــ ظرف شویی
distilling apparatus	دستگاه تقطیر
ditto	همان ــ مانند بالا ــ همانطور
divider	جدا کننده ــ تقسیم کننده
domestic	خانگی ــ خانوادگی
domestic sewage	فاضلاب منزل
dormitory	خوابگاه دانشجویی
downfeed	تغذیه از بالا
downward	رو به پایین ــ بطرف پایین ــ پایین رونده
double branch elbow	زانویی دوشاخه
double sweep tee	سه راههٔ انشعاب دوبل
draft	کوران ــ کشش هوا دراثر اختلاف فشار
drain	آبگذر ــ زهکش ــ آهسته چکیدن
— floor drain	کف شوی
drainage	فاضلاب ــ زهکشی
drainpipe	لولهٔ فاضلاب ــ لولهٔ زهکش ــ لولهٔ آبگذر
drain plug	در پوش لولهٔ آبگذر
drift	بردن ــ برده شدن (با آب یا هوا) ــ راندن ــ رانده‌شدن
drinking fountain	مخزن یا فوارهٔ آبخوری
drinking water	آب آشامیدنی ــ آبخوری
drip	چکه ــ آبریز ــ چکیدن ــ چکه کردن ــ چکاندن
drip loop	حلقهٔ آبریز (در لوله کشی سیستم بخار)
drive	راندن ــ بحرکت انداختن ــ وسیلهٔ حرکت ــ محرّك
dry-return	برگشت خشک (در سیستم بخار)
dry-bulb temperature	دمای خشک هوا
drum	استوانه ــ چلیک ــ طبل
duct	کانال ــ مجرا
dwelling	مسکن ــ منزل
dwelling-house	خانهٔ مسکونی ــ خانهٔ شخصی

E—e

eccentric	مختلف المرکز ــ غیرمستدیر
eccentric reducer	تبدیل خارج از مرکز
edge	لبه ــ کناره ــ نبش
effective	مؤثر ــ واقعی
efficiency	بازده ــ راندمان ــ کارآیی
egg boiler	تخم مرغ پز
ejector	افشانک ــ نوعی دریچهٔ هوا
elbow	زانویی ــ زانو
— full radius elbow	زانویی شعاع بلند
— short radius elbow	زانویی شعاع کوتاه
elbow, side outlet	زانویی با خروجی از کنار
elbow, side outlet (down)	زانویی با خروجی از کنار به پایین
elbow, side outlet (up)	زانویی با خروجی از کنار به بالا
elbow, square	زانویی راست گوشه (در سیستم کانال)
elbow, turn down	زانویی در حالت گردش به پایین
elbow, turn up	زانویی در حالت گردش به بالا
elevation	مقطع عمودی ــ بلندی ــ ارتفاع
eliminate	حذف کردن ــ بیرون کردن ــ برطرف کردن
ell	زانویی
emission	نشر ــ بیرون دادن ــ صدور ــ پرتو
emissivity	ضریب نشر
engine	موتور ــ ماشین ــ اسباب
enlargement	افزایش ــ توسعه ــ بزرگ کردن
enter	داخل شدن ــ وارد شدن
entering	داخل شونده ــ وارده
enthalpy	انتالپی ــ گرمای کل موجود در یک پاوند هر ماده
equal	برابر ــ مساوی ــ یکسان
equalize	یکنواخت کردن ــ مساوی کردن
equivalent	معادل ــ هم ارز
ESHF: effective sensible heat factor	فاکتور گرمای محسوس مؤثر
evaporate	تبخیر کردن یا شدن
evaporation	تبخیر
evaporative	تبخیری ــ مراهم آورندهٔ تبخیر
evaporative condenser	کندانسور تبخیری
evaporator	اواپراتور ــ تبخیر کننده
exchanger	مبادله کننده
expansion	انبساط
expansion joint	وصالهٔ انبساطی
expansion loop	حلقهٔ انبساطی
expansion tank	منبع انبساط
expansion valve	شیر انبساط (در سیکل تبرید)
exposure	در معرض ــ روبرو بودن
exterior	خارجی ــ بیرونی ــ ظاهری

F—f

face	نما ــ سطح ــ ظاهر
face brick	آجر نماسازی
factor	عامل ــ ضریب
factory	کارخانه
fairly rough pipe	لولهٔ نیمه‌خشن
fall	افت ــ سقوط ــ شیب به‌سمت پایین ــ کاهش ــ تنزل
fan	بادزن
fan-coil	فن کویل (واحد حرارتی از نوع یکپارچه)
faucet	شیر آب مصرفی ــ شیر دستشویی
felt	نمد ــ نمدپوش کردن
ferrous	آهنی
fibre	لیفه ــ رشته ــ تار ــ نخ ــ بافت
fibreboard	فیبر ــ ورقهٔ فیبر
fibrous	لیفه دار ــ رشته دار ــ رشته‌ای ــ لیفی
fill	پرکردن ــ پرشدن
film	پردهٔ نازک ــ پوسته
finish	نازک کاری دیوار یا سقف ــ مرحلهٔ آخر ــ پرداخت کردن
fir	کاج ــ صنوبر ــ رنگ سبز تیره ــ سبز سیر

branch vent — لولهٔ تهویهٔ شاخه
brass — برنج
brick — آجر
— Common brick — آجر معمولی
— face brick — آجر روکار ــ آجر نماسازی
— Solid brick — آجر توپر ــ آجر معمولی
bronze — برنز ــ مفرغ
bucket — سطل ــ زبانهٔ تلمبه
building (bldg.) — ساختمان ــ بنا ــ بنایی
building boards — صفحات ساختمانی
building paper — نوعی کاغذ برای پوشش دیوارها و کف اتاق
built-in — جزو ساختمان ــ غیرمنقول
bunsen burner — مشعل گازی با شیر تنظیم هوا
burn — سوختن ــ سوزاندن
— gas burning — گاز سوز
burner — مشعل
bushing — بوشن
bypass — مسیر فرعی ــ کنارگذر ــ میان بر
bypass factor (BF) — ضریب میان بر

C—c

cane — نی ــ سافهٔ نازک ــ قلم ــ حصیر
canvas — کرباس ــ پارچهٔ کتانی ــ برزنت
cap — سر پوش ــ کلاهک
capacity — ظرفیت ــ گنجایش
carpet — قالی ــ فرش ــ فرش کردن
carry — بردن ــ حمل کردن
carry over — انتقال دادن
carry - over — چیزی که به بالا برده می‌شود ــ بالا بری
casing — پوشش ــ غلاف ــ روکش ــ لوله گذاری
cast - iron — چدن
ceiling — سقف ــ پوشش یا اندود داخلی سقف
cell — حجره ــ سوراخ ــ سلول
cellular — خانه خانه ــ زنبوری ــ حجره‌ای
cement — سیمان
cement grout — دوغاب سیمان
center — مرکز ــ میان ــ مرکزی ــ میانی
central line radius — شعاع مرکزی زانویی
central station system — سیستم تهویه مطبوع مرکزی
centrifugal fan — بادزن سانتریفوژ
chamber — اتاق ــ تالار ــ جادادن
chart — نمودار
check valve — شیر یکطرفه
chill — سرما ــ خنکی ــ سرد کردن یا شدن
chilled water — آب سرد (شده)
cinder — سنگ آذرین ــ پوکه ــ زغال نیم سوخته
circle — دایره
circuit vent — لولهٔ تهویهٔ مداری
circulate — گردش کردن ــ دورزدن
circulation — گردش ــ دوران ــ جریان
clay — خاک رس
cleanout — دریچهٔ بازدید
clearance — هر فاصلهٔ آزاد بین دو چیز (مثلاً پیستون و ته سیلندر)
clevis — آهن یا قلابی به شکل U که در سر تیری وصل کنند
closed system — سیستم بسته
coat — روکش ــ لفاف ــ پوشش ــ اندود
cock valve — شیر سماوری
coffee brewer — قهوه جوش
coffee urn — نوعی قهوه جوش
coil — لوله یا سیم پیچ‌پیچ ــ حلقه
coil face velocity — سطح سرعت کویل
combine — ترکیب کردن یا شدن ــ ملحق شدن
combination — ترکیب ــ اتحاد
combined sewer pipe — لولهٔ فاضلاب مرکب
commercial — تجاری
common brick — آجر معمولی
common vent — لولهٔ تهویهٔ مشترک
compartment — قسمت ــ خانه ــ جزء یا اجزاء ــ آپارتمان
compressor — کمپرسور
concrete — بتن
concrete pile — پایهٔ بتنی
concrete pump — پمپ بتن پخش کن
concrete, reinforced — بتن مسلح
concrete stab — ال بتنی
condensate — مایع حاصل از تقطیر بخار
condensate receiver — ظرف تجمع مایع حاصل از تقطیر بخار
condense — منقبض کردن یا شدن ــ تبدیل به مایع کردن
condenser — کندانسور
condensing temperature — دمای تقطیر
conditioned air — هوای مطبوع شده
conditioned space — فضای مورد تهویهٔ مطبوع
conduct — هدایت کردن ــ انتقال دادن
conduction — هدایت (یکی از طرق انتقال حرارت)
conduit — مجرا ــ آبگذر
cone — مخروط ــ قیف
conic — مخروطی ــ مقطع مخروطی
conical — مخروطی
conical cross — چهار راههٔ مخروطی
conical tee — سه راههٔ مخروطی
connect — وصل کردن ــ متصل کردن یا شدن
connection — اتصال ــ پیوستگی ــ ارتباط
connector — آلت اتصال
construct — ساختن ــ بنا کردن
construction ceramic — سرامیک ساختمانی
continuous — پیوسته ــ متصل ــ مسلسل
contract — منقبض کردن ــ کوچکتر کردن
contraction — انقباض ــ کوچک شدگی
convection — جابجایی (یکی از طرق انتقال حرارت)
convey — بردن ــ انتقال دادن ــ منتقل ساختن
cool — خنک ــ هوای خنک ــ جای خنک ــ خنک کردن یا شدن
cooling capacity — ظرفیت سرمایی
cooling coil — کویل سرمایی
cooling medium — مادهٔ ناقل سرما
cooling tower — برج خنک کن
core — مغز ــ لایهٔ میانی
cork — چوب پنبه ــ چوب پنبه‌ای
correction — تصحیح ــ مقدار تصحیحی
corrugated — موجی ــ موج دار
cottage — کلبه ــ عمارت ییلاقی
coupling — اتصال ــ جفت گیری
cowl — کلاهکی که روی انتهای فوقانی لولهٔ هواگیر یا هوابر نصب می‌شود
crack — ترک ــ شکاف ــ ترک خوردن
cross — چهارراهه ــ صلیب
curb valve — شیر آب واقع در بیرون ساختمان که فقط توسط مأمورین سازمان آب باز یا بسته می‌شود
curve — خط منحنی ــ انحنا

D—d

daily — روزانه
daily range — دامنهٔ تغییرات روزانهٔ دما

واژه‌نامه

A—a

abrasive	ساینده
abrupt contraction	کاهش ناگهانی سطح مقطع
absolute pressure	فشار مطلق
absorb	جذب کردن
absorbent	جاذب ــ مادهٔ جاذب
absorber	جاذب
absorption	جذب
absorption liquid chiller	چیلر جذبی
access	دسترسی ــ دسترس ــ راه دسترس ــ مدخل
acid waste	فاضلاب اسیدی
acoustical tile	آجر آکوستیک (مانع انعکاس صوت)
add	افزودن ــ اضافه کردن
adjustable	قابل تنظیم ــ میزان کردنی
adjustable bar grille	دریچه با تیغه های متحرک
adobe	خشت
aggregate (agg.)	جمع آمده ــ متراکم ــ توده
— Sand agg.	تودهٔ شن و ماسه ــ شن و ماسهٔ متراکم
— lightweight agg.	تودهٔ سبک وزن
air chamber	اتاقک هوا
air conditioning	تهویه مطبوع
air handling unit	دستگاه هواساز
air vent	هواگیر ــ لولهٔ دفع هوا
alignment circle	دایرهٔ مسیر
altitude (Alt)	بلندی ــ ارتفاع
altitude angle	زاویهٔ ارتفاعی تابش آفتاب
ampere (amp.)	آمپر
angle	زاویه ــ گوشه ــ کنج
angle valve	شیر زاویه‌ای
apartment (apt.)	آپارتمان
apparatus	دستگاه ــ ماشین ــ اسباب ــ لوازم
application	کاربرد ــ استعمال ــ اجرا
approach	اختلاف دمای مرطوب هوای ورودی به برج خنک کن و آب خروجی از آن
approximate	تقریبی
approximately	تقریباً
arrow	تیر ــ پیکان
arsenic	آرسنیک
asbestos	اسبست ــ پنبهٔ نسوز ــ پنبهٔ کوهی ــ سنگ پنبه
asbestos - cement	سیمان اسبستی ــ ایرانیت
aspect ratio	نسبت ظرافت
asphalt	آسفالت ــ قیر خیابان ــ قیر معدنی
assembly	مجموعه ــ مجمع
attachment	وابستگی ــ ضمیمه ــ دنباله ــ بند
auditorium	تالار کنفرانس ــ تالار شنوندگان
automatic (auto.)	خودکار ــ اتوماتیک
azimuth angle	زاویهٔ عرضی تابش آفتاب

B—b

back pressure	فشار معکوس در نتیجهٔ بالا رفتن فشار گازهای محبوس در لوله های فاضلاب،تا فراتر از فشار جو
backing	سمت داخلی دیوار ــ ساختن سمت داخلی ــ دیوار ــ پشت ــ پشتی
backward	عقب ــ به‌پشت ــ از پشت ــ وارونه ــ عقبی
baffle	سپر ــ تیغه
bakery	دکان نانوایی
balance	میزان ــ موازنه ــ متعادل کردن ــ متوازن کردن
ball cock	شیر توپی سماوری
bar	میل ــ میله ــ تیر ــ سد ــ نرده حائل ــ مانع
base elbow	زانویی پایه‌دار
basin	لگن ــ تشتک
bath	حمام ــ وان حمام
bath, angle tub	وان حمام گوشه‌ای نشیمن دار
bath, built-in	وان حمام غیرمنقول (جزو ساختمان)
bath, corner tub	وان حمام گوشه‌ای
bath, infant's	وان حمام اطفال
bath, recessed	وان حمام توکار (در تورفتگی دیوار)
bath, roll rim	وان حمام با کنارهٔ دوردار
bathtub	وان حمام
batt = bat	نیمه یا پاره‌آجر
beam	تیر ــ تیرآهن ــ شاه‌تیر
beamed ceiling	سقف تیردار (غیرتخت)
bearing	یاتاقان
beauty parlor	سالن زیبایی
bed	کف ــ بستر
bedpan	لگن بیمار بستری
bedpan washer	وان شستشوی لگن بیمار
bellows	فانوسه
belt	تسمه
belt guard	حفاظ تسمه
bevel	سطح اریب ــ بطور اریب تراشیده شده
bibb	شیر آب (مترادف Cock و Faucet)
bidet	بیده
binder	بند ــ قید ــ واسطهٔ بهم بند شدن ــ وسیلهٔ بستگی
blade	تیغه ــ پره
blanket	پتو ــ گلیم
bleed valve	شیر هواگیری
block	یکدستگاه ساختمانی ــ قطعه‌ای از سنگ ساختمانی
blow	وزش ــ وزیدن ــ هوا و رطوبت بیرون دادن
blowhole	دررو ــ منفذ
blow off	با فشار خارج شدن (سیالات)
blowout	خروج گاز با فشار از یک روزنه ــ سوراخ فرار گاز
blow out	فوران کردن یک سیال برای رهایی از فشار زیاد
board	تخته ــ صفحه
— insulating board (ins. board)	صفحهٔ عایق
boiler	دیگ ــ جوشاننده
boiling point	نقطهٔ جوش
booster	وسیلهٔ کمکی برای افزایش فشار، نیرو یا توان
booster fan	بادزن کمکی
bore	سوراخ کردن ــ قطر داخلی لوله
bottle trap	سیفون بطری شکل
brake horsepower(bhp)	اسب بخار ترمزی ــ توان مفید یک موتور الکتریکی یا وسیلهٔ دوّار که با ترمزکردن شفت دوّار اندازه گیری شده و برابر است با 745.7 وات
branch	شاخه ــ شعبه

فهرست منابع و مراجع:

1– Handbook of Air Conditioning System Design,
By: Carrier Air Conditioning Company

2– ASHREA Handbook of Fundamental,
By: The American Society of Heating, Refrigerating
And Air-Conditioning Engineers, Inc.

3 – Air Conditioning And Refrigeration,
By: Jenings And Lewis.

4– Building Design And Construction Handbook,
By: Frederick S. Merritt

5– Piping Handbook,
By: Reno C. King

6– Standard Handbook For Mechanical Engineers,
Editted By: Theodore Baumeister

7– How to design and install plumbing,
By: A.J. Matthias, Jr.
Esles Smith, Sr.
Robert J. Volland

8– Plumbing, By: Harold Babbit

9– ASHREA Handbook, 1984 Systems

10– ASHREA Handbook, 1983 Equipment Volume

11– Americana Encyclopedia

12 – Modern Air Conditioning Practice
by : Norman C. Harris
Third Edition

13 – Mechanical And Electrical Systems For Construct
by : Riley Shuttleworth
Auburn University

14 – Building Technology, Mechanical & Electrical Systems
by : William J. McGuinness
Benjamin Stein

15 – ASHRAE , Pocket Handbook, 1987

16 - Plumbing, International Student Edition, by: F. Hall

17 - Plumbing Design and Installation Reference Guide
by: Tyler G.Hicks

۱۸ - استاندارد لوله کشی گاز طبیعی برای منازل، ساختمانها و واحدهای مسکونی - شرکت ملی گاز ایران

از همین مؤلف منتشر شده است:

سرویس و نگهداری تأسیسات ساختمان

شامل:

تجهیزات تهویه مطبوع

دمپرها

پمپ‌های سانتریفوژ

بادزن‌ها

مشعل‌ها

دیگ بخار

سیستم آتش‌نشانی ساختمان

واژه‌نامه

آخرین پدیده‌های مهندسی تأسیسات

گزیده بهترین مقالات کاربردی تأسیسات

از همین مؤلف منتشر می شود:

کتاب "طراحی و نقشه کشی اجزاء تأسیسات"

شامل:

توضیحات کاملی در مورد چگونه طراحی و ترسیم نقشه‌های تأسیساتی شامل لوله‌کشی و کانال‌کشی سیستم‌های تهویه، گرمایش و سرمایش همراه با ده‌ها نقشهٔ ترسیم شده.