وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان
دفتر مقررات ملّی ساختمان

راهنمای مبحث چهاردهم
تاسیسات مکانیکی

۱۳۹۲

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

مقررات ملّی ساختمان ایران

راهنمای مبحث چهاردهم

تأسیسات مکانیکی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
۱۳۹۲

سرشناسه:	ایران، وزارت راه و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان
عنوان و نام پدیدآور:	تأسیسات مکانیکی/[تهیه کننده] دفتر امور مقـررات ملّـی سـاختمان؛[بـرای] وزارت راه و شهرسازی. معاونت مسکن و ساختمان.
مشخصات نشر:	تهران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری:	۳۳۵ص: مصور، جدول.
فروست:	مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث چهاردهم.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۰۵-۵
وضعیت فهرست نویسی:	فیپا.
یادداشت:	چاپ قبلی: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۱ (۱۹۰ص).
موضوع:	ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران.
موضوع:	تأسیسات - - طرح و ساختمان.
شناسه افزوده:	ایران. وزارت راه و شهرسازی. معاونت امور مسکن و ساختمان
شناسه افزوده:	مقررات ملّی ساختمان ایران؛ [ج] ۱۴.
رده بندی کنگره:	KMH۳۴۰۲/الف۹م۷ ج.۱۴ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی:	۳۴۳/۵۵
شماره کتابشناسی ملّی:	۳۱۸۷۷۶۹

نام کتاب: **راهنمای مبحث چهاردهم تأسیسات مکانیکی**

تهیه کننده: دفتر مقررات ملّی ساختمان

نـاشر: نشر توسعه ایران

شمارگان: ۳۰۰۰ جلد

شـابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۱-۰۰۵-۵

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: ۱۳۹۲

چاپ و صحافی: کانون

قیمت: ۱۴۰،۰۰۰ ریال

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

پیش‌گفتار

وزارت راه و شهرسازی بر اساس مادهٔ ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، تدوین و ترویج مقررات ملّی ساختمان را که بخشی از مدارک فنی ساختمانی لازم‌الاجرا محسوب می‌شوند و شامل ضوابط حداقل برای طراحی، اجرا و نگه‌داری ساختمان‌ها است را بر عهده دارد.

نظر به این‌که ضوابط مندرج در مقررات ملّی ساختمان با رعایت ایجاز و اختصار تدوین می‌شود، به‌منظور درک صحیح‌تر "مقررات ملّی ساختمان"، استفاده از راهنماها و مدارک توضیحی، به شفاف‌سازی مقررات کمک خواهد کرد.

دفتر مقررات ملّی ساختمان ضمن تدوین مباحث بیست‌گانهٔ مقررات ملّی ساختمان، تهیه راهنمای مباحث را نیز در دستور کار خود دارد. در این راستا، راهنمای مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان (ویرایش ۱۳۹۱)، که اختصاص به تأسیسات مکانیکی ساختمان دارد، با هدف کمک به مهندسان تأسیسات در طراحی، اجرا، بهره‌برداری، نگه‌داری، تغییرات و بازرسی تأسیسات گرمائی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، و نیز تهیه و ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی و استفاده دانشجویان و سایر علاقه‌مندان، تهیه شده است.

در کتاب پیش رو برای سهولت استفادهٔ کاربران محترم، شماره‌گذاری سرفصل‌های اصلی هر فصل که با سه عدد می‌باشد، عیناً مطابق شماره‌گذاری مبحث چهاردهم تنظیم شده است. در رابطه با بندهای زیر مجموعهٔ سرفصل‌های اصلی که از چهار عدد تشکیل گردیده است، چون بعضی از بندها کاملاً شفاف است و نیاز به تفسیر و توضیح اضافی ندارد، از شماره‌گذاری چهار عددی صرف‌نظر شده است؛ چراکه عدم ارائه این بندها، ترتیب و توالی شماره‌گذاری را غیرممکن می‌سازد. بندهائی که نیاز به تفسیر دارد، به‌عنوان زیر مجموعهٔ سرفصل‌های اصلی، مورد بحث و بررسی قرار گرفته و با ارائه شکل و مثال در جهت تکمیل توضیحات اقدام شده است.

یادآوری این نکته ضروری است که این راهنما مرجعیت قانونی نداشته و جایگزین مقررات ملّی ساختمان نیز نمی‌باشد. بدیهی است وضع قوانین و مقررات به تنهائی قادر به برطرف کردن مشکلات موجود در ساختمان سازی کشور نمی‌باشد. سامان دادن به ساختمان سازی نیازمند یک سیستم کنترل فعال و پویا در زمینه‌های طراحی، اجرا، نظارت و حتی در زمان بهره‌برداری است.

فرصت را مغتنم شمرده، از زحمات و تلاش‌های جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سرکار خانم مهندس سهیلا پاکروان (معاون مدیرکل) و جناب آقای دکتر بهنام مهرپرور و داوران محترم و همچنین از تهیه‌کننده متن نهایی جناب آقای دکتر محمدعلی اخوان بهابادی و همکاران ایشان که مسئولیت مطالب فنی مندرج در این مجلد نیز بر عهده ایشان است و سایر افرادی که به نحوی در تدوین این کتاب همکاری نموده‌اند، سپاسگذاری می‌نمایم.

از استفاده‌کنندگان، صاحب‌نظران و مطالعه‌کنندگان محترم تقاضا دارد ضمن ارائه نظرات و پیشنهادات ارزشمند خود، این معاونت را در تکمیل هر چه بیشتر این راهنما یاری نمایند.

ابوالفضل صومعلو

معاون وزیر راه و شهرسازی

فهرست مطالب

۱۴-۱ الزامات قانونی ۱

۱۴-۱-۱ دامنهٔ کاربرد ۱

۱۴-۱-۲ تعاریف ۲

۱۴-۱-۳ استاندارد ۲

۱۴-۱-۴ تغییر مقررات ۲

۱۴-۱-۵ ساختمان‌های موجود ۲

۱۴-۱-۶ توسعه، تغییر، تعمیر ۳

۱۴-۱-۷ راهبری و نگهداری ۳

۱۴-۱-۸ تغییر کاربری ۳

۱۴-۱-۹ تخریب ۴

۱۴-۱-۱۰ مصالح ۴

۱۴-۱-۱۱ مدارک فنی ۴

۱۴-۱-۱۲ بازرسی و آزمایش ۶

۱۴-۲ تعاریف ۷

۱۴-۲-۱ کلیات ۷

۱۴-۲-۲ فهرست تعاریف ۸

۱۴-۳ مقررات کلی ۴۹

۱۴-۳-۱ کلیات ۴۹

۱۴-۳-۲ پلاک‌گذاری ۵۲
۱۴-۳-۳ حفاظت ساختمان ۵۵
۱۴-۳-۴ محل دستگاه‌ها ۵۵
۱۴-۳-۵ نصب دستگاه‌ها ۵۷
۱۴-۳-۶ فضاهای دسترسی ۶۵

۱۴-۴ تعویض هوا ۶۹
۱۴-۴-۱ کلیات ۶۹
۱۴-۴-۲ دهانه‌های ورود و خروج هوا ۷۱
۱۴-۴-۳ تعویض هوای طبیعی ۷۳
۱۴-۴-۴ تعویض هوای مکانیکی ۷۵
۱۴-۴-۵ محاسبه حجم هوای تهویه ۷۸

۱۴-۵ تخلیه هوا ۸۳
۱۴-۵-۱ کلیات ۸۳
۱۴-۵-۲ الزامات تخلیه مکانیکی هوا ۸۶
۱۴-۵-۳ تخلیه هوای مراکز تولید و نگهداری مواد خطرزا ۹۲
۱۴-۵-۴ موتور و هواکش ۹۷
۱۴-۵-۵ تخلیه هوای آشپزخانه خانگی ۱۰۰
۱۴-۵-۶ تخلیه هوای آشپزخانه تجاری ۱۰۱

۱۴-۶ کانال کشی ۱۲۵
۱۴-۶-۱ کلیات ۱۲۵
۱۴-۶-۲ پلنوم ۱۲۹
۱۴-۶-۳ طراحی و ساخت کانال ۱۳۶
۱۴-۶-۴ نصب کانال هوا ۱۴۶
۱۴-۶-۵ عایق‌کاری کانال هوا ۱۵۳

۱۴-۶-۶ دمپر آتش ۱۵۹

۱۴-۷ دیگ، آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم تحت فشار ۱۶۹
۱۴-۷-۱ کلیات ۱۶۹
۱۴-۷-۲ آب گرم‌کن و مخزن تحت فشار ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی ۱۶۹
۱۴-۷-۳ دیگ آب گرم و بخار ۱۷۳
۱۴-۷-۴ لوازم اندازه‌گیری روی دیگ‌ها ۱۷۹
۱۴-۷-۵ کنترل سطح پایین آب دیگ ۱۷۹
۱۴-۷-۶ شیر اطمینان ۱۸۱
۱۴-۷-۷ لوازم کنترل و ایمنی ۱۸۲
۱۴-۷-۸ مخزن انبساط دیگ آب گرم ۱۸۲

۱۴-۸ دستگاه‌های گرم کننده و خنک‌کنندهٔ ویژه ۱۸۷
۱۴-۸-۱ کلیات ۱۸۷
۱۴-۸-۲ شومینهٔ با سوخت جامد ۱۸۹
۱۴-۸-۳ شومینهٔ گازی ۱۸۹
۱۴-۸-۴ بخاری نفتی با دودکش ۱۹۰
۱۴-۸-۵ بخاری گازی با دودکش ۱۹۰
۱۴-۸-۶ بخاری گازی بدون دودکش ۱۹۱
۱۴-۸-۷ بخاری برقی ۱۹۱
۱۴-۸-۸ کورهٔ هوای گرم مستقیم ۱۹۲
۱۴-۸-۹ کورهٔ هوای گرم کانالی ۱۹۳
۱۴-۸-۱۰ آب گرم‌کن با مخزن ذخیره ۱۹۴
۱۴-۸-۱۱ آب گرم‌کن گازی فوری بدون مخزن ذخیره ۱۹۵
۱۴-۸-۱۲ گرم‌کنندهٔ برقی سونا ۱۹۶
۱۴-۸-۱۳ کولرگازی ۱۹۷

۱۴-۸-۱۴ کولرآبی ۱۹۸

۱۴-۹ تأمین هوای احتراق ۱۹۹
۱۴-۹-۱ کلیات ۱۹۹
۱۴-۹-۲ تأمین هوای احتراق از داخل ساختمان ۲۰۴
۱۴-۹-۳ تأمین هوای احتراق از خارج ساختمان ۲۰۸
۱۴-۹-۴ تأمین هم زمان هوای احتراق از داخل و خارج ساختمان ۲۱۰
۱۴-۹-۵ تأمین مکانیکی هوای احتراق ۲۱۲
۱۴-۹-۶ دهانه‌ها و کانال‌های ورودی هوای احتراق ۲۱۳
۱۴-۹-۷ حفاظت در برابر گازها و بخارات خطرناک ۲۱۴

۱۴-۱۰ لوله‌کشی ۲۱۵
۱۴-۱۰-۱ دامنهٔ کاربرد ۲۱۵
۱۴-۱۰-۲ طراحی لوله‌کشی ۲۱۶
۱۴-۱۰-۳ مصالح لوله‌کشی ۲۱۷
۱۴-۱۰-۴ اجرای لوله‌کشی ۲۳۲
۱۴-۱۰-۵ آزمایش ۲۴۶
۱۴-۱۰-۶ عایق‌کاری ۲۴۶

۱۴-۱۱ دودکش ۲۴۹
۱۴-۱۱-۱ کلیات ۲۴۹
۱۴-۱۱-۲ دودکش با مکش طبیعی ۲۵۲
۱۴-۱۱-۳ دودکش با مکش یا رانش مکانیکی ۲۵۵
۱۴-۱۱-۴ دودکش مشترک برای چند دستگاه ۲۵۶
۱۴-۱۱-۵ دودکش قائم فلزی ۲۵۷
۱۴-۱۱-۶ دودکش قائم با مصالح بنائی ۲۶۲

۱۴-۱۱-۷ دودکش شومینه ۲۶۵
۱۴-۱۱-۸ لولهٔ رابط دودکش ۲۶۶

۱۴-۱۲ ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت مایع ۲۶۹
۱۴-۱۲-۱ کلیات ۲۶۹
۱۴-۱۲-۲ مخزن سوخت مایع ۲۷۰
۱۴-۱۲-۳ لوله‌کشی سوخت مایع ۲۷۵
۱۴-۱۲-۴ آزمایش ۲۷۹

۱۴-۱۳ تبرید ۲۸۱
۱۴-۱۳-۱ کلیات ۲۸۱
۱۴-۱۳-۲ مبرّدها ۲۸۸
۱۴-۱۳-۳ طبقه‌بندی سامانه‌های تبرید ۲۹۴
۱۴-۱۳-۴ کاربرد سیستم‌های تبرید در ساختمان‌های مختلف ۲۹۶
۱۴-۱۳-۵ الزامات عمومی در موتورخانهٔ سیستم تبرید ۳۰۴
۱۴-۱۳-۶ الزامات ویژه در موتورخانهٔ سیستم تبرید ۳۱۲
۱۴-۱۳-۷ لوله‌کشی سیستم تبرید ۳۱۵
۱۴-۱۳-۸ آزمایش در کارگاه ۳۱۹

۱۴-۱۴ کاهش فاصلهٔ مجاز ۲۳۲
۱۴-۱۴-۱ دامنهٔ کاربرد ۳۲۳
۱۴-۱۴-۲ کلیات ۳۲۴
۱۴-۱۴-۳ جدول کاهش فاصلهٔ مجاز ۳۲۴

۱۴-۱ الزامات قانونی

۱۴-۱-۱ دامنهٔ کاربرد

مبحث چهاردهم "تأسیسات مکانیکی ساختمان"، به عنوان یک مدرک قانونی و الزام‌آور برای حفاظت از جان و مال افراد و تندرستی و سلامتی آنان در طرح و اجرای تأسیسات گرمائی، تعویض هوا و تهویه مطبوع و نیز تهیه و ذخیرهٔ آب گرم مصرفی در داخل ساختمان از سوی دفتر مقررات ملّی ساختمان، تدوین شده است. دامنهٔ مقررات فقط موضوع طرح و اجرای تأسیسات را شامل نمی‌شود، بلکه دایرهٔ وسیعی از استانداردهای تولید مصالح و دستگاه‌ها و شیوه‌های منظمی برای راهبری و نگه‌داری تأسیسات و دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی را نیز در بر می‌گیرد تا کارکرد و کاربری تجهیزات، هیچ خطری برای بهره‌برداران ایجاد نکند.

اگرچه در تدوین مقررات مناسبت و سازگاری با شرایط فنی و اقتصادی و توان نیروها و سازمان‌های فنی مهندسی جامعه منظورشده است ولی لزوم نگارش مقررات ملّی ساختمان به زبان قانون، که بیان مباحث را کوتاه، ساده و به‌صورت حکم بیان می‌کند، غالباً درک سریع، آسان و کاربردی آن را برای افراد شاغل در حرفه با مشکل مواجه می‌سازد. از این‌رو دفتر مقررات ملّی ساختمان بنا به ضرورت و به‌منظور ترویج فراگیر روش‌های درک صریح و مفهومی، با تدوین راهنمای کاربرد مبحث، مأموریت خود را در این زمینه کامل می‌کند. بدیهی است با توجه به روش‌های متعدد و متفاوت حل مسائل و تشریح احکام، این راهنما بخشی از مقررات محسوب نشده و مشمول اجرای الزامی نمی‌باشد.

۱۴-۱-۲ تعاریف

برای مشاهدهٔ تعاریف واژه‌ها و عبارت‌هایی که اختصاصاً در این راهنما استفاده می‌شود، به فصل (۱۴-۲) مراجعه شود. واژه‌های فنی رایج که در آن فصل نیامده است، به همان معنای متداول در حرفه به کار می‌رود.

- در این راهنما، هر کجا از کلمهٔ «مبحث» استفاده شده است، منظور «مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان (تأسیسات مکانیکی چاپ۱۳۹۱)» می باشد، مگر اینکه در کنار «مبحث» شماره و یا عنوان مبحث دیگری ذکر شده باشد.

۱۴-۱-۳ استاندارد

آن بخش از متن استانداردهایی که در مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان به آنها ارجاع شده است بخشی از آن مبحث محسوب می‌شود. در صورت وجود مغایرت میان مطالب این استانداردها با احکامی از متن آن مبحث، احکام مبحث معتبر است.

۱۴-۱-۴ تغییر مقررات

اگر بخشی از مقررات مبحث چهاردهم پس از انتشار این راهنما تغییر کند، توضیحات و تفاسیر مربوط به آن در راهنما باید حذف شده تلقی شود.

۱۴-۱-۵ ساختمان‌های موجود

در تفسیر و تطبیق تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود با مبحث، این کار باید با ویرایشی از مبحث که ساختمان بر اساس آن طرح و ساخته شده است، انجام گیرد و در هر صورت حداقل مقرراتی که برای ایمنی ساکنین ساختمان الزامی است، رعایت شده باشد.

چنانچه چنین مقرراتی (ایمنی) در ویرایش مذکور تدوین نشده و موجود نباشد، و وضعیت تأسیسات موجود امکان خطراتی از نظر ایمنی و بهداشت را محتمل سازد، مهندس ناظر می‌تواند با کسب نظر از دفتر مقررات ملّی ساختمان، رعایت تمام یا برخی از مقررات ویرایش نهایی مبحث را الزامی کند.

۱۴-۱-۶ توسعه، تغییر، تعمیر

هر گونه توسعه، تغییر یا تعمیر اساسی در تأسیسات مکانیکی ساختمان‌های موجود باید طبق الزامات مندرج در مبحث چهاردهم انجام گیرد. این حکم شامل تعمیرات جزئی نخواهد شد. این تغییرات، تغییر در تأسیسات موجود را برای انطباق با احکام مبحث الزام‌آور نمی‌کند، ولی نباید موجب غیر ایمن شدن وضع تأسیسات موجود شود و یا بار گرمایی یا بار سرمایی اضافی بر تأسیسات موجود وارد سازد.

۱۴-۱-۷ راهبری و نگهداری

تأسیسات مکانیکی ساختمان در اثر کارکرد، خوردگی، رسوب‌گیری، استهلاک، جمع شدن ذرات و براده‌های فلزی در دستگاه‌ها و مخازن، به‌صورت پیوسته در شرایط زوال و بدترشدن عملکرد و کاهش راندمان هستند. برای به حداقل رساندن این مشکلات، تأسیسات باید بطور مرتب و منظم، نگه‌داری و مراقبت شوند تا در شرایط مناسب و با راندمان بالا کار کنند. در این فرآیند، بازرسی و مراقبت از کنترل‌های ایمنی برای اطمینان از عملکرد در شرایط ضروری، الزامی است.

بطور کلی مسئولیت نگهداری و راهبری مناسب تأسیسات به عهده مالک یا نماینده قانونی او می‌باشد.

۱۴-۱-۸ تغییر کاربری

چنان‌چه تغییر کاربری ساختمان موجود مورد نظر باشد، تأسیسات مکانیکی آن باید برای کاربری جدید، بررسی و ارزیابی شده و اثرات این تغییر بر عملکرد تأسیسات موجود مشخص گردد. چنانچه این اثرات مغایر با مقررات تشخیص داده شود، باید متناسب با کاربری جدید و بر اساس آخرین ویرایش مبحث چهاردهم، تغییرات لازم در تأسیسات موجود اعمال گردد. بطور کلی تغییر کاربری می‌تواند به تغییر در تأسیسات منجر گردد، به‌عنوان مثال، چنانچه کاربری یک ساختمان اداری تجاری به رستوران تغییر یابد، ظرفیت بارسرمایی و تأمین هوای تازه و در پی آن سیستم و دستگاه‌های مرتبط تغییر می‌کند.

۱۴-۱-۹ تخریب

پیش از تخریب هر ساختمان که دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی آن از شبکهٔ گاز سوخت شهری یا شبکهٔ برق شهری تغذیه می‌شود، باید خط تغذیهٔ آن ساختمان از طریق سازمان مسئول آن شبکه شهری بطور کامل قطع شود. رعایت دستورالعمل‌های ایمنی سازمان‌های مسئول در این زمینه الزامی است.

۱۴-۱-۱۰ مصالح

مصالح پیشنهادی در مبحث، مانع کاربری مصالح جایگزین با مشخصات فنی مناسب با شرایط کاری دما و فشار و عملکرد سیستم نمی‌باشد. همچنین شیوه‌هایِ جایگزین اجرا و نصب در صورتی‌که فرآیند تهیه و نصب را بهبود بخشد، مجاز است. مهندس ناظر در هر مورد به‌درخواست مالک و یا مجری، تطابق عملکرد مصالح یا دستگاه‌ها در شرایط کاری سیستم و مقاومت مورد نیاز برای عمر کاری تأسیسات را بررسی و درصورت پاسخ‌گو بودن به نیاز، آن را تأیید می‌کند. هزینه‌های هر نوع آزمایش برای تأیید موارد گفته شده به عهده مالک می‌باشد. شیوه‌های انجام آزمایش مطابق آخرین ویرایش استانداردهای روش آزمون مصالح ملّی یا بین‌المللی خواهد بود.

- در تأسیسات مکانیکی ساختمان باید از مصالح نو استفاده شود. استفاده از مصالح کارکرده، آسیب‌دیده و معیوب مجاز نمی‌باشد.

۱۴-۱-۱۱ مدارک فنی

مالک ساختمان یا نمایندهٔ قانونی او، برای گرفتن پروانهٔ ساختمان باید مدارک فنی لازم را، به‌منظور تطبیق با الزامات مبحث و تأیید آن، ارائه دهد. مدارک فنی شامل نقشه‌ها و مشخصات فنی، پلان‌ها، دیاگرام‌ها، محاسبات مهندسی و نقشه‌های جزئیات می‌باشد. مدارک فنی باید توسط اشخاص حقیقی یا حقوقی دارای صلاحیت حرفه‌ای و پروانهٔ اشتغال به کارِ مهندسی در تأسیسات مکانیکی ساختمان تهیه شود.

مراحل بررسی و اجرائی تهیه مدارک و عملیات تطبیق، در جدول (۱۴-۱-۱) نشان داده شده است.

جدول (۱۴-۱-۱): مراحل اجرائی تهیه و بررسی مدارک و عملیات تطبیق

طراحی	اجرا	پذیرش و تحویل
- دریافت نقشه‌های معماری و سازه؛ - مطالعهٔ نقشه‌های فوق و مذاکره با صاحب‌کار در مورد طرح تأسیسات مکانیکی؛ - تهیه طرح مقدماتی و شماتیک، مذاکره با مهندسان معمار و سازه برای پیش‌بینی فضاهای مورد نیاز تأسیسات؛ - انجام مرحله‌ای طرح وفق مقررات و تطبیق طرح با شناخت الزامات بر اساس راهنما؛ - تهیهٔ فهرست برای کنترل تطبیق طرح اجرایی با فصول ۴ تا ۱۴ مبحث چهاردهم؛ - تهیه و تنظیم مدارک برای ارسال به مراجع تصویب و کنترل مضاعف.	- انجام خدمات کنترل رعایت دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشتی در کارگاه براساس مقررات؛ - برنامه‌ریزی، تعیین روش اجرای کار و کنترل پیشرفت و انجام کار براساس مقررات؛ - بازبینی اجرا و انجام آزمایشات براساس فهرست کنترل و جداول استاندارد آزمایش در این راهنما و صدور گواهی تطبیق؛ - بازبینی مشخصات فنی مصالح و دستگاه‌ها براساس فهرست کنترل؛ - بازبینی طراحی در صورت لزوم و پیشنهاد تغییرات و تهیه نقشه‌های مورد نیاز؛ - دستورالعمل‌های لازم برای نگه‌داری و انبارکردن مصالح.	- پذیرش کار پس از انجام و تأیید آزمایشات براساس مقررات؛ - تهیه دستورالعمل‌های نگه‌داری و راهبری تجهیزات از سوی تأمین کنندگان و تنظیم و تأیید کفایت آن‌ها؛ - تهیه فهرست توصیه‌ای برای بهره‌برداری صحیح از تأسیسات.

مستندسازی تطبیق طرح و اجرا با مقررات، براساس این راهنما و با تهیهٔ مدارک زیر صورت می‌گیرد:

۱) تهیه فهرست کنترل در مراحل طراحی؛

۲) تنظیم، جمع‌آوری نقشه‌ها و مدارک مصوب توسط سازمان مسئول کنترل مضاعف براساس آیین‌نامه‌های مربوط؛

۳) در جریان طراحی یا اجرای کار، اگر تغییراتی در نقشه‌ها یا دیگر مدارک فنی پیش آید، پیش از اجرای آن، باید نوع و علت آن به اطلاع ناظر ساختمان برسد و نقشه‌ها یا مشخصات تغییر یافته به‌وسیلهٔ او تأیید گردد؛

۴) جمع‌آوری دستورالعمل‌های اجرایی و تغییرات کارگاهی؛

۵) جمع‌آوری و تنظیم دفترچه‌های آزمایشات و پذیرش کار؛

۶) جمع‌آوری نقشهٔ کارهای اجرا شده (چون ساخت) برای انتقال به صاحب‌کار و بهره‌بردار؛
۷) جمع‌آوری و تهیه دستورالعمل‌های راهبری و نگهداری تجهیزات و تأسیسات.

۱۴-۱-۱۲ بازرسی و آزمایش

بازرسی تأسیسات مکانیکی ساختمان برای تأیید تطابق اجرا و نصب به‌وسیله ناظر، الزامی است. با توجه به این‌که، بخش عمدهٔ شبکه‌های تأسیساتی در شافت‌ها و کانال‌های ساختمانی محصور و مخفی خواهند شد بازرسی و آزمایش تأسیسات، باید با برنامه‌ریزی منظم و منطبق بر برنامه اجرایی کارهای سازه و معماری انجام شود. در هر مرحله گواهی صحت اجرا و آزمایشات باید توسط ناظر مسئول صادر و اجازه عملیات ساختمانی لازم پس از آن داده شود.

الف) بازرسی تأسیسات و شبکه‌هایی که در زیرِ زمین نصب می‌شوند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در جریان اجرا، مراقبت کافی از آسیب‌دیدگی لوله‌ها در بستر سنگی با فراهم کردن مسیر مناسب با پوشش ماسه یا خاک سرندشده، الزامی است. همچنین پس از اجرای لوله‌کشی و آزمایش آن، باید روی لوله‌ها با ماسه یا خاک عاری از قلوه سنگ یا سنگ درشت، پوشانده شود.

ب) مستندات آزمایش عملکرد دستگاه‌های ساخته شده در کارخانه باید دریافت و کنترل شده و در محل کارگاه تأیید شود؛

پ) شرایط انبارکردن و نگه‌داری تجهیزات، بر اساس مقررات و توصیه‌های ایمنی سازندهٔ دستگاه‌ها می‌بایست مورد بازرسی قرارگیرد.

۲-۱۴ تعاریف

۱-۲-۱۴ کلیات

الف) مقدمه

مقررات ملّی ساختمان بر اساس طبیعت تدوین و کاربری، متون فنی است که در آن‌ها واژه‌ها، اصطلاحات و علائم نوشتاری می‌تواند براساس نوع کاربرد و برداشت خواننده معانی متفاوتی را ارایه نماید، موضوعی که در متون ادبی متصور نیست یا وجود ندارد. این امر سبب می‌شود تا با ایجاد درک و مفاهیم مشخصی از کلمات فنی در یک جمله یا متن نوشتاری، الزامات قانونی را بیان نمود تا از تفاسیر احتمالی جلوگیری شود. این خواسته با پیش بینی تعاریفی که اجماع فنی و حرفه‌ای بر اساس اهداف مبحث روی آن‌ها وجود دارد، به‌عنوان توافقی اصولی برای استفاده از مقررات ممکن می‌شود و معمولاً در آغاز هر مبحث و تحت عنوان تعاریف آورده می‌شود.

بخش (۱۴-۲-۱) نکات و مشکلات عملی که در هنگام نوشتن متون فنی با آن مواجه می‌شویم و در ارتباط با استفاده از نوع و زمان فعل و مفرد و جمع بودن آن می‌باشد، را بیان می‌کند. این بخش همچنین راهنمایی‌هایی را برای یافتن معانی جملات و کلماتی که در این بخش توضیح داده نشده، ارائه می‌دهد.

بخش (۱۴-۲-۲) واژه‌هائی را که در این مبحث مورد استفاده قرارگرفته و برای کاربرد مؤثر الزامات این مبحث مورد نیاز است، به‌ترتیب حروف الفباء معرفی می‌کند.

ب) این فصل شامل تعاریف واژه‌های مرتبط با موضوع این مبحث می‌باشد. این تعاریف برای فهم و کاربرد الزامات مبحث الزامی است. جز در مواردی که به صراحت بیان شده، کلمات و واژه‌های مورد استفاده در این مبحث، فقط معانی که در این فصل آمده است، را دارند.

پ) در مواردی که کلمه یا واژه‌ای که در این فصل تعریف نشده، در این مبحث آمده است، می‌توان از مراجع دیگر برای پیداکردن تعریف آن استفاده کرد. این مراجع ترجیحاً مباحث مختلف مقررات ملّی ساختمان از قبیل مبحث اول: تعاریف، مبحث سیزدهم: طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها، مبحث شانزدهم: تأسیسات بهداشتی، مبحث هفدهم: لوله‌کشی گاز طبیعی و مبحث نوزدهم: صرفه‌جوئی در مصرف انرژی، می‌باشند. درصورت عدم وجود کلمه یا واژه مورد نظر در مباحث مقررات ملّی ساختمان، یکی دیگر از منابعی که برای تعریف معانی کلمات و اصطلاحات تعریف نشده در این فصل استفاده می‌شود همان معانی متداول پذیرفته شده برای آن‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر، تعاریف موجود در فرهنگ لغات برای معانی آن‌ها کافی است.

ت) کلمات بکار رفته در زمان حاضر شامل زمان آینده نیز می‌شود؛ کلمات بکار رفته برای جنس مذکر شامل جنس مونث نیز می‌شود؛ شماره فرد برای جمع و جمع برای فرد نیز هست. اگر چه تعاریف ارائه شده در فصل دوم بطور صریح در نظر گرفته شده، جنسیت و زمان افعال قابل تعویض هستند و هر گونه ناسازگاری گرامری در طول این مبحث، نباید مانع درک یا اجرای الزامات آن شود.

۱۴-۲-۲ فهرست تعاریف

آب گرم‌کن

آب‌گرمکن، یک مخزن تحت‌فشار بسته یا تبادل‌گر حرارتی است که با دریافت انرژی گرمایی از یک منبع حرارتی، آب‌گرم مصرفی سیستم توزیع آب‌گرم ساختمان را تأمین می‌کند. آب‌گرمکن‌ها می‌توانند دارای مخزن ذخیره بوده، یا از نوع گردشی با مخزن ذخیره خارجی جداگانه و یا از نوع فوری بدون مخزن ذخیره باشند. آب‌گرمکن‌ها مشمول مقررات این مبحث و مبحث شانزدهم- تأسیسات بهداشتی می‌باشند، زیرا دارای اجزاء و الزامات نصب در هر دو سیستم تأسیسات مکانیکی و تأسیسات بهداشتی هستند.

احتراق

در این مبحث، به اکسیداسیون سریع سوخت که با تولید حرارت یا حرارت و نور همراه است، اطلاق می‌شود. مؤلفه‌های اولیه احتراق شامل سوخت، اکسیژن و حرارت است. این مبحث جنبه‌های مختلف تکنولوژی احتراق، از جمله فرایند احتراق و تأمین هوای کافی، استفاده از انرژی تولیدی احتراق، تخلیهٔ امن محصولات احتراق، راندمان احتراق، آلودگی و کنترل احتراق و تغذیه سوخت به لوازم و تجهیزات احتراقی، را پوشش می‌دهد.

اتصال جوشی

اتصال هوابندی که با اتصال اجزاء فلزی متصل شونده در حالت ذوب ایجاد می‌گردد. اتصال جوشی مشابه اتصال لحیم‌کاری سخت است. تفاوت‌های اصلی آنها دمائی است که در آن اتصال صورت می‌گیرد، نوع فلزات پُرکننده مورد استفاده و این واقعیت است که جوش به دمای ذوب فلز پایه می‌رسد، درحالی‌که دمای لحیم‌کاری به‌مراتب از دمای ذوب لوله و وصاله‌ها پائین‌تر است.

اتصال لحیمی سخت

اتصال هوابند اجزاء فلزی با آلیاژهائی که در دمای بالاتر از ۵۳۸ °C، ولیکن در دمای کمتر از دمای ذوب اجزاء فلزی متصل شونده، ذوب می‌شوند. اگر چه هر دو لحیم‌کاری سخت و لحیم‌کاری نرم از فلزات پرکننده ایجاد شده‌اند، نباید این دو با هم اشتباه شوند. در این مبحث، اتصالات لحیمی سخت برای اتصال لوله‌های از جنس مس یا آلیاژ مس بکار می‌رود.

اتصال لحیمی نرم

اتصال هوابند اجزاء فلزی با آلیاژهائی که در دمای بین ۲۰۴ °C تا ۵۳۸ °C ذوب می‌شوند. اتصال لحیمی نرم متداول‌ترین روش برای اتصال لوله‌های مسی است. لوله باید بصورت فارسی‌بُر بریده شود تا بطور درست در یک راستا قرارگیرد، سطح کافی برای اتصال فراهم شود و درونی بدون مانع داشته باشد. وقتی لوله بریده می‌شود، یک طوقه در سمت داخل لوله باقی می‌ماند. لوله باید بُرقو زده شود تا بدرستی این طوقه برداشته شود. شیاردار (پخ‌دار) کردن لازم است تا لبهٔ خارجی انتهای بریده‌شدهٔ لوله اُریب وار بریده شود. بریدن و کم کردن می‌تواند از ضخامت دیواره لوله بکاهد. استاندارد ASTM B ۳۲ گریدهای متعدد لحیم‌کاری از جمله لحیم قلع- نقره را پوشش می‌دهد.

استاندارد ASTM B ۸۲۸ حاکم بر روش‌های ساخت اتصالات موئینگی با لحیم‌کاری لوله و اتصالات مسی و از آلیاژ مس می‌باشد. سطوح اتصال برای اتصال لحیمی باید از ذرات فلز پاک شوند که اینکار نوعاً با پارچه سمباده‌دار و برس‌های طراحی شدهٔ مخصوص انجام می‌گیرد. هنگامیکه مس سمباده زده شده و/یا برس زده می‌شود، سطوح اتصال دیگر نباید با دست انسان تماس پیدا کنند زیرا چربی‌های بدن طبیعی رویِ دست بر فرایند اتصال اثر خواهند گذاشت.

شار باید به تمام سطوح اتصال اعمال گردد. شار یک ماده فعال شیمیائی است که اکسیدها را در طول حرارت دادن از سطح اتصال برداشته و دور نگه می‌دارد و اجازه می‌دهد که لحیم ذوب‌شده بر روی سطوحی که قرار است اتصال یابند، پخش شود. لحیم با استفاده از خاصیت موئینگی به سوی حرارت جریان می‌یابد. از اینرو دماهای سطوح اتصال، نقش اساسی در ایجاد یک اتصال لحیمی درست بازی می‌کنند. هنگام لحیم‌کاری، وصاله و لوله باید دمای تقریباً یکسانی داشته باشند. حرارت دادن مس باعث می‌شود که اتم‌های مس دورتر از هم شوند و اتم‌های لحیم وارد فضای بین اتم‌های مس شده و با جامدشدن لحیم تولید یک اتصال قوی نماید.

اگر دماها خیلی بالا یا غیریکنواخت باشند، لحیم به داخل لوله و وصاله پائین می‌رود و یا روی خارج لوله می‌رود. بیش‌گرمایش همچنین می‌تواند باعث خنثی شدن اثر شار و تشکیل اکسید بر روی سطوح مس شده، مانع نفوذ لحیم گردد.

اتصال مکانیکی

یک نوع اتصال هوابند عمومی که از اتصال اجزاء فلزی بوسیلهٔ یک ساختار مکانیکی نگهدارنده بدست می‌آید، نظیر اتصال فلنجی، اتصال پیچی یا اتصال وصاله فشاری.

اتصالات مکانیکی شکل‌های گوناگونی می‌توانند داشته باشند ولیکن اکثراً دارای یک ویژگی مشترک می‌باشند و آن این است که به لوله‌ها یا وصاله‌هائی که متصل می‌کنند، یک فشار شعاعی وارد می‌نمایند. وسایل اتصال مکانیکی می‌توانند انحصاری باشند، بدین معنی که سازنده وصاله‌ها و وسایل بایستی دستورالعمل کافی برای سرِ هم کردن اتصال را ارائه دهد.

بخار یا گاز قابل اشتعال

مخلوط گاز یا بخار در هوا که غلظت آن بین حد کمینهٔ اشتعال و حد بیشینهٔ اشتعال باشد. بخارات قابل اشتعال شامل بخارهائی هستند که از مایعات قابل اشتعال تولید می‌شوند، نظیر تینر نقاشی، بنزین و سایر حلال‌های قابل اشتعال. بیشتر بخارهای قابل اشتعال سنگین‌تر از هوا هستند. برگه‌های داده‌های ایمنی مواد (MSDS)، اطلاعات درجه اشتعال‌پذیری مواد را ارائه می‌دهند.

بخاری با دودکش

یک واحد حرارتی ایستاده که سوخت جامد، گاز یا مایع را می‌سوزاند تا گرمایش مستقیم فضایی که در آن واقع است و یا مجاور آن است را تأمین کند. این بخاری‌ها لوازم خانگی گرمایشی هستند که محصولات احتراق را به بیرون تخلیه می‌کنند.

بی‌تی‌یو (Btu)

بی‌تی‌یو واحد انگلیسی انرژی است و برابر مقداری از حرارت است که دمای یک پوند آب را یک درجه فارنهایت افزایش می‌دهد. یک بی‌تی‌یو برابر با ۱۰۵۵ ژول یا تقریباً ۱ کیلوژول است. وسایل و تجهیزات سوخت‌سوز بر اساس بی‌تی‌یو بر ساعت (Btu/hr) یا وات (W) ورودی یا خروجی دستگاه، مقایسه می‌شوند.

پلاستیک، ترموپلاستیک

پلاستیکی که می‌تواند بطور مکرر با افزایش دما نرم شده و با کاهش دما سخت شود. پلی وینیل کلراید (PVC) یکی از انواع ترموپلاستیک‌ها است. این پلاستیک‌ها می‌توانند جوش حل شونده یا جوش ذوبی داده شوند.

پلاستیک، ترموستینگ

یک پلاستیک که می‌تواند تحت عملیات شیمیایی یا حرارتی به یک محصول کاملاً غیر قابل ذوب و غیر قابل حل تبدیل شود. پلی‌اتیلن (PE) و پلی‌بوتیلن (PB) از این نوع پلاستیک‌ها هستند. این پلاستیک‌ها نمی‌توانند با جوش حل شونده اتصال داده شوند.

پلاک‌دار

وسایل، تجهیزات، لوازم خانگی یا موادی که دارای برچسب، نماد یا هر علامت مشخصه‌ای از یک آزمایشگاه تست شناخته شده ملّی، مؤسسه بازرسی یا سایر سازمان‌هائی که با ارزیابی محصولات درگیر هستند و بطور دوره‌ای بازرسی موارد بالا را انجام می‌دهند، باشد. این پلاک‌ها مشخص می‌کنند که آیا وسایل، تجهیزات و مواد، الزامات استانداردهای ملّی را برآورده می‌کنند، مطابق آنها تست شده‌اند و یا برای کاربرد خاصی مناسب می‌باشند.

هنگامی‌که یک محصول پلاک دارد، این پلاک نمایان‌گر این است که مواد آن برای انطباق با استانداردهای لازم مورد آزمون قرار گرفته و این محصول بوسیلهٔ شخص ثالثی بازرسی شده تا تأیید شود که حداقل سطح کیفیتِ مورد نیاز استاندارد را دارا می‌باشد. پلاک‌گذاری یک منبع اطلاعاتی دردسترسِ آماده را در اختیار می‌گذارد که برای بازرسی محلی محصول نصب شده، مفید است.

اطلاعاتی که نوعاً بر روی پلاک می‌آید شامل موارد زیر است ولیکن لزوماً محدود به آنها نیست: نام سازنده، نام و شماره سریال محصول، ویژگی‌های نصب، آزمون‌ها و استانداردهای مرتبط، و مؤسسه آزمون کننده و برچسب زننده.

پلنوم

یک فضای بسته در سازه ساختمان به‌جز فضائی که مسکونی است و تهویه می‌شود، که برای جابه‌جایی هوا طراحی شده و بنابراین به‌عنوان بخشی از سیستم توزیع هوا عمل می‌کند. پلنوم‌ها می‌توانند برای تغذیه، برگشت، تخلیه، تخلیهٔ اضطراری و تهویه هوا به‌کار روند و می‌توانند در سقف، شیروانی یا زیرکف، اتاق هوارسان و یا در حفره‌های تیرچه و بلوک، نصب شوند. این تعریف تصریح می‌کند که پلنوم‌ها، حفره‌های غیرمسکونی و غیر قابل سکونت و فضاهای بینابینی هستند؛ اطاق یا فضای خالی (اشغال نشده)، پلنوم محسوب نمی‌شود (توضیحات بخش (۱۴-۶-۲) مبحث برای محدودیت‌های استفاده از پلنوم را نگاه کنید).

تبخیرکننده/ اواپراتور

یک سیستم تبرید از اواپراتور برای انتقال حرارت از فضا به مبرد استفاده می‌کند. اواپراتور یک تبادل‌گر حرارتی جاذب حرارت است. فرایند تبخیر در داخل اواپراتور در دما و فشار ثابت اتفاق می‌افتد و مبرد با جذب حرارت از فضا یا ماده در حال سرد شدن، از مایع به بخار اشباع تبدیل

می‌شود. حرارت جذب شده بوسیله بخار مبرد به‌عنوان سوپرهیت (یا حرارت مازاد بر حرارت نهان تبخیر) نامیده می‌شود. اواپراتورها معمولاً از لوله‌های فلزی با فین‌های صفحه‌ای یا اسپیرال که برای افزایش نرخ انتقال حرارت به آن‌ها متصل شده، ساخته می‌شوند.

تجهیزات یکپارچه

تجهیزات حرارتی، تهویه مطبوع یا تبرید که بطور کامل در کارخانه ساخته، سوار و آزمایش شده و به‌صورت یک واحد مستقل، با همهٔ قطعات و اجزای متحرک و موتور محرک، آمادهٔ نصب باشد. این تجهیزات هنگام نصب، هیچ‌گونه اجزای دیگری لازم ندارند. کولر پنجره‌ای و پکیج‌های حرارتی نمونه‌هایی از واحدهای یکپارچه هستند.

تعویض هوا/تهویه

تهویه که ورود یا خروج هوا در یک فضا، به‌طور طبیعی یا به کمک وسایل مکانیکی است می‌تواند برای تأمین شرایط آسایش، کنترل آلودگی هوا، تجهیزات خنک‌کاری و تأمین اکسیژن به‌کار رود.

تغییر (دگرگونی)

تغییر در یک سیستم مکانیکی که شامل توسعه، اضافه کردن یا تغییر در چیدمان، نوع یا هدف نصب اولیه دستگاه است. تغییر به معنی هر گونه اصلاح یا تغییر در یک سیستم نصب شده است. به‌عنوان مثال، تغییر نوع مبرد یا سیال انتقال‌حرارت در یک سیستم به‌عنوان تغییر در نظر گرفته می‌شود.

تهویه طبیعی

تهویه طبیعی براساس اختلاف فشاری است که بوسیله باد یا جابه‌جایی هوا ایجاد می‌شود تا هوا را از بازشوهای ساختمان منتقل کند.

تهویه مطبوع

کنترل هم‌زمان دما، رطوبت، پاکی و توزیع هوای محیط به طریقی که در آن انسان احساس راحتی کند، را تهویه مطبوع گویند. تهویه مطبوع بطور معمول به سرمایش و رطوبت زدایی از هوا اطلاق

می‌شود؛ ولیکن این تعریف دامنهٔ گسترده‌تری را شامل می‌شود. در واقع فرآیند تهویه هوای یک فضا به منزله تهویه مطبوع است، زیرا معرفی هر نوع هوای تهویه نوعی تلاش برای کنترل محیط داخل است.

سیستم تهویه مطبوع، سیستمی که شامل تبادل‌گرهای حرارتی، هواکش‌ها، فیلترها، کانال‌های تغذیه، تخلیه و برگشت هوا و وسایلی باشد که این اجزا را به هم متصل می‌کند. این تعریف محدود به المان‌هایی می‌شود که بطور معمول در سیستم‌های تهویه مطبوع به کار می‌رود. علاوه بر آن تجهیزات اضافی که به عنوان بخش دیگری از سیستم تهویه مطبوع بکار می‌روند شامل ترموستات، رطوبت‌سنج، دمپر و هر گونه وسیله کنترلی است که برای کارکرد مناسب سیستم لازم است.

چگالنده/کندانسور

در یک سامانه تبرید، کندانسور یک تبادل‌گر گرمائی است که گرما را از سامانه به یک واسط سردتر مانند هوا یا آب دفع می‌کند. مبرد در عبور از کندانسور از بخار به مایع در همان دما و فشار تبدیل می‌شود. مبرد مایع معمولاً در داخل یا بعد از کندانسور و قبل از اینکه وارد شیرانبساط، اریفیس و یا سایر وسایل انبساط شود، مادون سرد می‌گردد. برای افزایش انتقال حرارت، طراحی کندانسور شامل لوله‌های با مقاومت حرارتی کم است که مبرد را از سیال خنک‌کن مجزا می‌کنند. کندانسور گرمای ناشی از تبخیر مبرد، گرمای کمپرسور و گرمای جذب شده در قسمت اواپراتور بابت مافوق داغ کردن مبرد را به محیط خارج دفع می‌کند.

چگالیده/کندانسیت

مایعی‌که از چگالش گاز از جمله گاز مبرد و گازهای احتراق در اثر کاهش دما بدست می‌آید. چگالیده هنگامی تشکیل می‌شود که دمای بخار به پایین‌تر از دمای نقطه شبنم آن برسد. در سیستم‌های تهویه مطبوع چگالیده وقتی تولید می‌شود که جریان بخار در تماس با کویل خنک‌کن قرار گیرد. رطوبت موجود در هوا بر روی سطوح سرد کویل چگالیده شده و هوا رطوبت‌زدایی می‌شود. وسایل سوخت‌سوز با راندمان بالا (۸۴٪ و بالاتر) تولید چگالیده از گازهای احتراق می‌کنند. همچنین در دودکش‌ها و هواکش های با طراحی نادرست، وقتی که محصولات احتراق (شامل بخار آب) در تماس با دیوارهای سرد معبر دود قرار می‌گیرند، چگالیده تولید می‌شود. اگر دمای

محصولات احتراق به پایین تر از دمای نقطه شبنم بخار آب برسد، چگالیده بر روی دیواره‌های داخلی ونت یا دودکش شکل می‌گیرد. بخار چگالیده شده در سیستم‌های آبی نیز تحت عنوان چگالیده شناخته می‌شود.

حد بالای میزان مبرد در محیط کار (TLV-TWA)

این حد، حداکثر مقدار غلظت مبرد یا مواد شیمیایی دیگر در هوا می‌باشد که کارگران مجازند بدون نگرانی از به خطرافتادن سلامتی آنها، طی ساعت کار اداری به‌طور دایم در معرض آن قرار داشته باشند. این مقادیر براساس داده‌های آزمایش‌های تجربی گردآوری شده برای مسمومیت انسان‌ها و حیوانات است. این تعریف به جدول (۱۴-۱۳-۲) مربوط می‌شود.

حد کمینهٔ اشتعال (LFL)

موادی که قابل اشتعال یا انفجار هستند هنگامی‌که با هوا مخلوط می‌شوند، دارای حد غلظتی می‌باشند که در آن شعله را در مخلوط گسترش داده و یا باعث انفجار می‌شوند. این غلظت که حد کمینهٔ اشتعال نامیده می‌شود را می‌توان بوسیله اطلاعات تولید همانند آنچه که در MSDS سازنده وجود دارد، تعیین کرد.

حفاظ شعله

وسیله‌ای که بطور خودکار تزریق سوخت به مشعل یا مشعل‌ها را وقتی که جرقه این مشعل‌ها درست نیست و یا شعله خاموش می‌شود، قطع می‌کند. این وسایل، کنترل‌کننده‌های اولیه هستند و در وسایل سوخت‌سوز خودکار نصب می‌شوند.

در دسترس

در دسترس را می‌توان به‌عنوان توانایی دست‌یابی سریع به تأسیسات مکانیکی ساختمان و اجزای لوله‌کشی آن‌ها، با هدف راه‌اندازی، بازرسی، مشاهده و یا اقدام اضطراری تعریف کرد. در دسترس به این معنی است که هیچ چیز (همانند در یا پانل) نباید جدا شده یا جابه‌جا شود، هیچ مانع فیزیکی وجود ندارد و هیچ تغییری در ارتفاع محل برای رسیدن به موقعیت مورد نظر ایجاد نمی‌شود.

دریافت‌کنندهٔ مایع مبرد

مخزن دریافت‌کنندهٔ مایع مبرد بین کندانسور و وسیلهٔ انبساط سامانه تبرید قرار می‌گیرد و برای جمع‌آوری و نگه‌داری موقت مایع مبرد خروجی کندانسور، به‌کار می‌رود.

دستگاه

دستگاه یک وسیله ساخته‌شده در کارخانه و یا مجموعه‌ای از قطعات است که یک شکل از انرژی را به شکل دیگری تبدیل می‌کند تا هدف خاصی را برآورده سازد. واژه دستگاه بطور معمول به تجهیزات خانگی و تجاری اطلاق می‌شود که در اندازه‌ها یا انواع استاندارد ساخته می‌شوند. این کلمه معمولاً به تجهیزات صنعتی اطلاق نمی‌شود. برای کاربرد در این مبحث، کلمات دستگاه و تجهیزات معانی مستقل و منحصر به‌فرد دارند.

نمونه‌هایی از این دستگاه‌ها عبارتند از: کوره، بویلر، آب‌گرم‌کن، بخاری، واحد تبرید، تجهیزات پخت و پز، لباسشوئی، اجاق چوبی، استخر، سونا و وان بخار، یونیت هیتر و سایر وسایل گازی و برقی.

دستگاه با دمای بالا

هر دستگاه که در آن دمای گازهای حاصل از احتراق سوخت، در نقطهٔ ورود به دودکش در شرایط کارکرد عادی، حداقل ۱۰۹۳ درجهٔ سلسیوس (۲۰۰۰ درجهٔ فارنهایت) باشد. کوره‌های صنعتی، اجاق‌ها و برج‌های تقطیر از این دسته‌اند.

دستگاه با دمای پائین

هر دستگاه که در آن دمای گازهای حاصل از احتراق سوخت، در نقطهٔ ورود به دودکش در شرایط کارکرد عادی، حداکثر ۵۳۸ درجهٔ سلسیوس (۱۰۰۰ درجهٔ فارنهایت) باشد. دستگاه‌های خانگی ازجمله وسایل با سوخت جامد در این دسته قرار می‌گیرند.

دستگاه با دمای متوسط

هر دستگاهی که دمای محصولات احتراق آن در نقطه ورود به دودکش در شرایط کارکرد عادی، بین ۵۳۸ درجهٔ سلسیوس و ۱۰۹۳ درجهٔ سلسیوس باشد. این دستگاه‌ها شامل تجهیزات نوع صنعتی نظیر کوره‌ها، گرمخانه‌ها، خشک‌کن‌ها و آشغال سوزها می‌باشند.

دستگاه با دودکش

این دستگاه طوری طراحی و نصب شده است که تمامی محصولات احتراق تولیدی در آن بطور مستقیم از طریق دودکش یا کانال تخلیه به اتمسفر منتقل شود. اصولاً اکثریت لوازم سوخت‌سوز به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که محصولات احتراق را از طریق یک یا چند نوع خاص از دودکش یا کانال تهویه به محیط بیرون منتقل می‌سازند.

دستگاه با سوخت جامد

دستگاه گرمازا با محفظهٔ احتراق بسته برای سوخت جامد، که جز خروجی دودکش، دریچهٔ سوخت جامد و دریچهٔ تنظیم هوای احتراق، هیچ بازشو دیگری نداشته باشد. این دستگاه‌ها در مقایسه با اجاق‌های باز و شومینه‌ها، محصولات احتراق با دمای بالاتری تولید می‌کنند که علت آن کمبود هوای رقیق‌کننده ورودی به محفظه آتش می‌باشد.

دستگاه با هوای احتراق از خارج

این دستگاه به گونه‌ای ساخت و نصب می‌شود که تمام هوای احتراق از محیط خارج کشیده شده و تمام گازهای خروجی به محیط خارج تخلیه گردد. چنین دستگاهی با لوله‌های مکش هوا و تخلیه دود مستقل ساخته می‌شود و یا از لوله‌های هم‌مرکز که در آن هوای مکش در لوله وسط جریان یافته و محصولات احتراق از فاصله بین دو لوله خارج می‌شود، استفاده می‌کند.

دستگاه گرمازای برقی

یک وسیله که برای ایجاد فضای گرم بوسیله برق از طریق مقاومت گرمایی، کمپرسور در پمپ گرمائی مکانیکی و یا پمپ گرمایی ترموالکتریک، انرژی گرمایی تولید می‌کند. این وسایل سوخت‌سوز نیستند و شامل انواع پمپ حرارتی و واحدهای مقاومت الکتریکی هستند.

دستگاه موجود

هر دستگاهی که شامل الزامات این مبحث می‌شود و بطور قانونی قبل از تاریخ اجرای اجباری این مبحث نصب شده و یا مجوز نصب آن صادر شده است. این تعریف یک تمایز بین دستگاه‌های

قانونی و غیرقانونی موجود ایجاد می‌کند. هر دستگاهی که بدون اجازه نصب شده باشد درصورتی‌که این اجازه در زمان نصب مورد نیاز بوده است، یک دستگاه قانونی نمی‌باشد. هر دستگاهی که بطور غیرقانونی قبل از الزامی‌شدن این مبحث نصب شده است، به‌عنوان یک دستگاه جدید در نظر گرفته می‌شود و باید برای ادامه کار، الزامات این مبحث را برآورده کند. این تعریف برای کاربرد بخش (۱۴-۱-۵) این مبحث لازم است.

دمپر

دمپر در سیستم توزیع هوا به‌عنوان یک محدودکننده برای تنظیم دبی جریان عبوری از طریق کانال‌ها به کار می‌رود. این وسیله هنگامی‌که در دودکش‌های تهویه گازهای احتراق به‌کار می‌رود، میزان مکش را تنظیم می‌کند.

دمپر تنظیم حجم هوا

یک وسیله که هنگامی‌که نصب می‌شود، جریان هوای داخل کانال را محدود کرده، به تأخیر می‌اندازد یا هدایت می‌کند و یا محصولات احتراق وسایل گرمازا، رابط ونت، ونت و یا دودکش آن را نیز به همین صورت کنترل می‌کند.

دمپر خودکار دودکش

وسیله‌ای که در خروجی دستگاه گرمائی و ابتدای سیستم دودکش پیش‌ساخته نصب می‌شود و بطور خودکار کار می‌کند. این دمپر طوری طراحی شده است تا اینکه هنگامی‌که دستگاه روشن است، سیستم دودکش را بطور خودکار باز کند و وقتی که دستگاه خاموش یا آماده به‌کار است، سیستم دودکش را ببندد.

در هنگام خاموشی دستگاه، هوای مطبوع از طریق دودکش به بیرون انتقال یافته و با هوای نامطبوع خارج نفوذی جایگزین می‌شود. این دستگاه با جلوگیری از جریان هوا در سیستم دودکش در مدت چرخه خاموشی دستگاه، باعث صرفه‌جوئی در مصرف انرژی می‌شود. همچنین دمپرهای دودکش با محدودکردن افت‌های زمان آماده به کار مشعل‌ها (اثر دودکشی) در دستگاه‌هائی همچون

دیگ‌ها و آب‌گرمکن‌های با مخزن ذخیره، باعث صرفه‌جویی انرژی می‌شوند. ایجاد وقفه در مکش معبر دود دستگاه کمک می‌کند که انرژی حرارتی ذخیره شده و باقیمانده در تبادل‌گرهای حرارتی، سیالات انتقال حرارت و آب داغ ذخیره شده، محفوظ باقی بماند.

دمپر دود

دمپری که برای جلوگیری از عبور هوا و دود طراحی شده و با دریافت فرمان از حسگر، به‌طور خودکار بسته می‌شود. مانند دمپر آتش، دمپر دود برای محدود کردن عبور دود از میان کانال‌ها و بازشوها در مجموعه‌های ساختمانی همانند موانع دود و دیوار راهروها طراحی شده است. نرخ نشت دود این وسایل معمولاً براساس استاندارد UL ۵۵۵S دسته‌بندی می‌شود.

دودکش القایی

یک بخش از سیستم تهویه که از بادزن یا سایر تجهیزات مکانیکی برای تخلیه دود یا گازهای احتراق تحت فشار استاتیک منفی استفاده می‌کند. این سیستم معمولاً با بادزن مکشی در محل نصب‌شده به‌کار می‌رود و طراحی شده است تا مکمل تخلیه طبیعی دودکش‌های پیش‌ساخته و دودکش قائم باشد.

دودکش پیش‌ساخته

لوله یا مجرایی متشکل از اجزای ساخته‌شده در کارخانه که شامل معبری برای انتقال محصولات احتراق و هوا به آتمسفر محیط می‌باشد و مشخصات آن برای نوع و کلاس معینی از دستگاه با سوخت مایع یا گاز، از طرف مؤسسهٔ معتبر و مورد تایید گواهی شده و دارای پلاک تأیید می‌باشد.

در واژه‌نامه مبحث، دودکش‌های پیش‌ساخته (vent) از دودکش قائم (chimney) تمیز داده می‌شوند و معمولاً از قطعات دارای پلاک مشخصات و گواهی تأیید ساخته شده در کارخانه، که به عنوان یک سیستم واحد عمل می‌کنند، تشکیل شده‌اند. دودکش‌های پیش‌ساخته نوع B و BW از ورق‌های فلزی جنس فولاد گالوانیزه و آلومنیمی ساخته می‌شوند و دوجداره با عایق هوا هستند. این دودکش‌ها برای تخلیه دود وسایل و تجهیزات گازسوزی که مجهز به هودهای مکشی می‌باشند و یا برچسب استفاده با دودکش‌های نوع B و BW را دارند، طراحی شده‌اند. دودکش‌های پیش‌ساخته

نوع L نوعاً از ورق‌های فولادی و فولاد زنگ‌ناپذیر ساخته می‌شوند. آنها نیز دوجداره با عایق هوا بوده و و برای تخلیه دود وسایل و تجهیزات گازسوز و نفت‌سوز، طراحی شده‌اند. بعضی از تجهیزات برای استفاده با دودکش‌های پیش‌ساخته مقاوم در برابر خوردگی طراحی شده‌اند، همانند آنهائی که از لوله پلاستیکی و آلیاژهای خاصی از فولاد زنگ‌ناپذیر ساخته می‌شوند.

دودکش رانشی

یک بخش از سیستم تهویه که از بادزن یا وسایل مکانیکی دیگری برای تخلیه محصولات احتراق تحت شرایط فشار استاتیک مثبت (رانشی) استفاده می‌کند. اگزوزهای سیستم‌های توان و مشعل‌های سیستم‌های توان نمونه‌هایی از سیستم تخلیه اجباری می‌باشند. دودکش‌های پیش‌ساخته و قائم باید جزو کاربردهای فشار مثبت در نظر گرفته شوند چون همراه با سیستم‌های تخلیه اجباری به‌کار می‌روند.

دودکش قائم

یک سازه عمودی اصلی که از یک یا چند معبر دود تشکیل شده و به‌منظور انتقال محصولات گازی ناشی از احتراق به محیط خارج می‌باشد. دودکش‌ها ازنظر جنس مصالح بکاررفته برای ساخت آنها و نوع وسیله‌ای که برای آن طراحی شده‌اند، با ونت‌ها متفاوتند. دودکش‌ها توانایی تهویه گازهای با دمای بالاتری نسبت به ونت‌ها را دارند.

دودکش قائم با مصالح بنائی

دودکشی که در محل با استفاده از مصالح بنائی جامد، آجر، سنگ یا بتن ساخته می‌شود. دودکش‌های با مصالح بنائی می‌توانند یک یا چندین معبر دود در خود داشته باشند و از آجر، سنگ، بتن و خاک‌رس پخته شده ساخته می‌شوند. دودکش با مصالح بنائی می‌تواند تنها ساخته شود و یا جزئی از شومینه با مصالح بنائی باشد.

دهانهٔ بازشو خارجی

پنجره، درب، دریچه یا پنجره‌های سقفی، که امکان بازشدن به هوای خارج از ساختمان داشته باشد. دهانه‌های بازشو خارجی شامل دهانه‌هائی است که برای جریان هوا بصورت ثقلی یا مکانیکی استفاده می‌شود و باعث تبادل هوا بین داخل ساختمان و هوای خارج می‌گردد.

دیگ

دیگ‌ها معمولاً از فولاد یا چدن ساخته می‌شوند و برای انتقال حرارت حاصله از احتراق سوخت یا المنت برقی به آب برای تولید بخار یا آب گرم تحت فشار به منظور گرمایش استفاده می‌شوند. دیگ‌ها معمولاً در سیستم‌های بسته نصب می‌شوند و واسطهٔ انتقال حرارت در داخل سیستم به گردش در می‌آید. دیگ‌های آب‌گرم بطور معمول در سیستم‌های باز که آب داغ به سیستم تغذیه شده و درخارج دیگ مورد استفاده قرار می‌گیرد، به کار می‌روند. سیستم‌های خانگی بزرگ گرمایش با آب، معمولاً از دیگ‌های آب داغ استفاده می‌کنند.

دیگ‌ها باید بر طبق دستورالعمل سازنده و همچنین بخش‌های کاربردی این مبحث برچسب زده شده و نصب گردند. دیگ‌ها بر طبق استانداردهای مختلف دسته‌بندی می‌شوند. این دسته‌بندی می‌تواند بر اساس دمای کاری، فشار کاری، نوع سوخت مصرفی، جنس، نوع مبدل حرارتی و اینکه آیا سیال کاری از مایع به بخار تغییر فاز می‌دهد یا خیر، انجام شود.

دیگ آب گرم با دما و فشار پایین

دیگ آب داغی که آب داغ را در فشار ۱۱۰۳ کیلوپاسکال یا کمتر و دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس یا کمتر تولید می‌کند.

دیگ بخار فشار پایین

دیگ بخاری که بخار با فشار ۱۰۳ کیلوپاسکال نسبی یا کمتر تأمین می‌کند. از این نوع دیگ برای تولید بخار مورد نیاز گرمایش ساختمان استفاده می‌شود.

دیگ خودکار

دیگی که به کنترل‌های خودکار مجهز است. در مقابل دیگ‌های با کنترل دستی، دیگ‌های خودکار طوری طراحی شده‌اند که صرفاً با نظارت و بازرسی دوره‌ای انسان، بطور ایمن کارکنند.

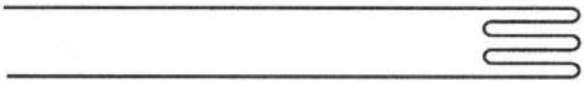
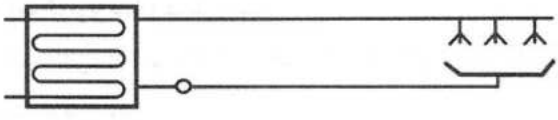
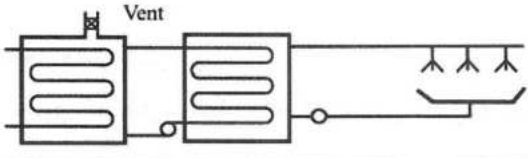
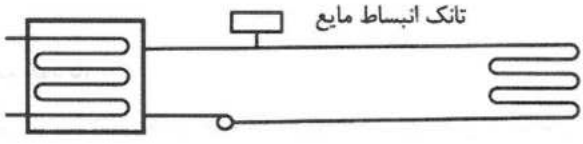
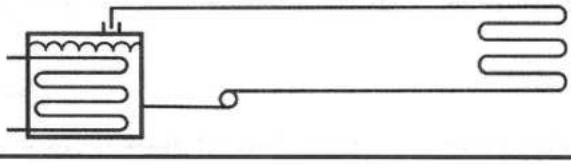
ساختمان

هر ساختمانی که بوسیله افراد اشغال شده و یا برای حمایت و پناه‌دادن افراد در نظر گرفته شده است. این تعریف نشان می‌دهد که در هر جای این مبحث که این واژه استفاده شده، به معنی ساختمانی است که برای منزل دادن و حمایت و خدمت‌رسانی برای فعالیت‌ها و افراد ایجاد شده است.

سامانه تبرید

ترکیبی از اجزای متصل به هم که یک مدار بسته را ایجاد می‌کنند که در آن یک مبرد با هدف جذب حرارت گردش می‌کند. یک سامانه برودتی حداقل شامل واحد ایجاد فشار، اواپراتور، کندانسور و لوله‌های رابط است. انواع سامانه‌های تبرید در جدول (۱۴-۲-۱) نشان داده شده است.

جدول شماره (۱۴-۲-۱): طبقه‌بندی سامانه‌های تبرید

ردیف	نوع سامانه	هوا یا ماده‌ای که باید سرد یا گرم شود / منبع سرما یا گرما
۱	سامانه بسته	
۲	سامانه غیرمستقیم پاششی باز	
۳	سامانه غیرمستقیم پاششی باز دو مرحله‌ای	
۴	سامانه غیرمستقیم بسته	
۵	سامانه غیرمستقیم بستهٔ مربوط به هوای آزاد	

سامانه تبرید با احتمال نشت بالا

فصل سیزدهم مبحث، سامانه‌های تبرید را به سامانه‌های تبرید با احتمال نشت بالا و سامانه‌های تبرید با احتمال نشت پائین تقسیم می‌کند. در سامانه تبرید با احتمال نشت بالا، اجزاء سامانه طوری قرارگرفته‌اند که نشت مبرد باعث ورود مبرد به فضاهای در اشغال می‌شود. سامانه تبرید مستقیم، سامانه تبرید با احتمال نشت بالا می‌باشد. در سامانه تبرید با احتمال نشت پائین، اجزاء سامانه طوری قرارگرفته‌اند که نشت مبرد باعث ورود مبرد به فضاهای در اشغال نمی‌شود. یک سامانه تبرید غیرمستقیم، سیستم تبرید با احتمال نشت پائین است.

سامانه تبرید با احتمال نشت پایین

به توضیحات سامانه تبرید با احتمال نشت بالا رجوع کنید.

سامانه تبرید جذبی

یک سامانه برودتی است که در آن فشار مبرد با پمپاژ محلول شیمیایی مبرد و ماده جاذب زیاد می‌شود، و با حرارتی که در ژنراتور به محلول داده می‌شود، مبرد از ماده جاذب جدا می‌شود. آنگاه بخار مبرد با دفع حرارت در کندانسور مایع می‌شود، در شیر انبساط فشار آن می‌شکند و در اواپراتور، با جذب حرارت تبخیر می‌شود تا برودت ایجاد کند. سپس در محفظه جاذب، جذب ماده جاذب می‌شود تا چرخه مجدد تکرار شود. سامانه می‌تواند یک یا چند اثره باشد و از مرحله‌های متعدد استفاده می‌شود تا بتوان بازدهی آنرا بهبود داد.

سامانه‌های تبرید جذبی از دو ماده (مبرد و جاذب) و یک منبع حرارتی استفاده می‌کنند تا حرارت را از طریق تبخیر در فشار پایین جذب نموده و آن را از طریق چگالش در فشار بالاتر دفع کنند. سامانه‌های جذبی متداول از آمونیاک به عنوان مبرد و آب به عنوان ماده جاذب، و یا از لیتیوم بروماید به عنوان ماده جاذب و آب به عنوان مبرد استفاده می‌کنند.

سامانه تبرید غیرمستقیم

یک سامانه که در آن یک کویل حاوی سیال ثانویه‌ای که بوسیله مبرد سرد شده، در فضا یا ماده‌ای که باید سرد شود گردش می‌یابد، یا برای سردکردن هوای درگردش بکار می‌رود. این سامانه‌ها

براساس نوع یا روش کاربرد، شناخته می‌شوند. سامانه تبرید غیرمستقیم در گروه سامانه با احتمال نشت پائین قرار می‌گیرد.

سامانه تبرید غیرمستقیم بسته

سامانه‌ای که در آن یک سیال ثانویه با عمل تبرید سرد یا گرم می‌شود و سپس در یک مدار بسته در تماس غیر مستقیم با هوا یا سیال دیگری که باید سرد یا گرم شود، جریان می‌یابد. سامانه تبرید غیرمستقیم بسته شامل مبدل‌هائی است بین مبرد و ماده‌ای که باید سرد یا گرم شود.

سامانه تبرید غیرمستقیم بستهٔ مربوط به هوای آزاد

سامانه‌ای که در آن یک سیال ثانویه توسط سامانه تبرید گرم یا سرد می‌شود و سپس از یک مدار بسته عبور می‌کند تا هوا یا ماده دیگر را گرم یا سرد کند، به‌جز اواپراتور و کندانسور که در مخزن باز یا تهویه شده مناسب قرار می‌گیرند. این سامانه‌ها بسته هستند به‌جز واسط انتقال حرارت ثانویه آن‌ها که به فضای باز مرتبط است.

سامانه تبرید غیرمستقیم پاششی باز

سامانه‌ای که در آن یک سیال ثانویه توسط سامانه تبرید گرم یا سرد می‌شود و سپس در تماس مستقیم با هوا یا ماده‌ای که قرار است گرم یا سرد شود، به گردش در می‌آید. این سامانه‌ها معمولاً از آب‌نمک به عنوان واسط انتقال حرارت استفاده می‌کنند.

سامانه تبرید غیرمستقیم پاششی باز دو مرحله‌ای

سیستمی که در آن یک سیال واسط که با عمل تبرید سرد یا گرم شده، با گردش در یک مدار بسته، سیال ثانویهٔ سامانه تبرید غیرمستقیم پاششی باز را سرد یا گرم می‌کند. این سامانه‌ها چندین تبادل‌گر حرارتی و سیال انتقال حرارت دارند.

سامانه تبرید مستقیم

در یک سامانه مستقیم، هوا یا ماده مورد تهویه از روی تبادل‌گر حرارتی کندانسور یا اواپراتور عبور می‌کند و یا بطور مستقیم در تماس با آن قرار می‌گیرد. خرابی تبادل‌گر منجر به ورود مبرد به هوا یا ماده مورد تهویه می‌شود.

سامانه تبرید مکانیکی

ترکیبی از اجزا حاوی مبرد که یک مدار بسته را می‌سازد و مبرد در آن با هدف جابه‌جایی حرارت به گردش در می‌آید و برای فشرده‌سازی بخار مبرد از کمپرسور استفاده می‌شود. برخلاف سامانه‌های تبرید مبتنی بر حرارت، سامانه مکانیکی از کمپرسور استفاده می‌کند.

سامانه تبرید یکپارچه

این سامانه بطور کامل در کارخانه ساخته و سَرِهم شده و آزمایش می‌شود. در یک یا چند بخش حمل شده و هیچ بخشِ حاوی مبردی ندارد که در محل کارگاه متصل شود. این سامانه‌ها، برخلاف سامانه‌های مجزا (اسپیلیت) تمامی اجزاء را در یک پکیج واحد دارند و شامل انواع دیواری و پشت‌بامی هستند.

سامانه سرمایش تبخیری

وسایل و تجهیزاتی هم‌چون کولر آبی و دستگاه هوا شوی، که در آن‌ها فرایند تبخیر آب در جریان هوا سبب دریافت گرمای محسوس و خنک شدن هوا می‌شود و هوای مطبوع تولید شده از طریق کانال‌ها و پلنوم‌ها بین فضاهای مورد نظر توزیع می‌گردد. در کاربرد این سامانه، به علت حجم بالای بخار آبی که به هوا وارد می‌شود، باید توجه ویژه به نوع مصالح مورد استفاده، بشود. دستورالعمل سازندگان باید برای انتخاب مصالح رعایت شود و مورد تایید سازمان‌های مسئول باشند. این مصالح شامل کانال‌های توزیع هوا، اتصالات قابل‌انعطاف و رابط‌ها و نوار درزبندی است.

سیستم برگشت هوا

ترکیبی از کانال‌های متصل به هم، پلنوم‌ها، وصاله‌ها، ورودی‌ها و دریچه‌ها که از طریق آن هوا از یک فضا یا فضاهایی که باید گرم یا سرد شوند، به واحد تغذیه برگشت داده می‌شود (سیستم هوای تغذیه را هم نگاه کنید). علاوه بر اجزایی که گفته شد، تجهیزات هوارسان، دمپرها، کنترلرها و تجهیزات تهویه نیز به‌عنوان بخش‌هایی از سیستم برگشت هستند.

سیستم تخلیه

مجموعه‌ای از کانال‌های متصل به هم، پلنوم‌ها، وصاله‌ها، دریچه‌ها و هودها که از طریق آن هوا از یک فضا یا فضاها منتقل شده و به فضای بیرون تخلیه می‌شود. علاوه بر اجزایی که نام برده شد، انواع هواکش‌ها نیز جزئی از سیستم تخلیه هوا هستند.

سیستم توزیع هوا

سیستم توزیع هوا شامل تجهیزات انتقال هوا؛ ورودی‌ها و خروجی‌ها، دریچه‌های تغذیه و برگشت و کانال‌کشی‌ها، پلنوم‌ها و معبر مورد نیاز برای هدایت هوا به/ از ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌باشد. مشخصه اولیه این است که سیستم بتواند هوا را در یک یا چند فضای داخلی ساختمان توزیع و به گردش درآورد. سیستم توزیع هوا در این مبحث، سیستم تهویه مطبوع و تعویض هوای محیطی است که فضاهای اشغال شده ساختمان را گرم، سرد یا تهویه می‌کند. تجهیزات تخلیه، واحدهای تأمین هوای تغذیه، واحدهای پشت‌بامی، واحدهای گردشی و یونیت هیترها مثال‌هایی هستند که بطور معمولی بدون سیستم‌های کانالی توزیع نصب می‌شوند. سیستم‌های توزیع هوا توانایی تغذیه هوا به و خروج هوا از فضاها را دارند و تمام یا بخشی از هوای فضا را می‌چرخانند.

سیستم تهویه بازیاب انرژی

سیستم‌هایی که با استفاده از تبادل‌گرهای حرارتی هوا به هوا، انرژی مازاد هوای تخلیه را بازیابی نموده و یا انرژی به هوای تخلیه منتقل می‌کنند. این عمل با هدف پیش گرمایش، پیش سرمایش، رطوبت‌گیری و رطوبت‌زدایی از هوای خارج قبل از ورود به فضا، بطور مستقیم و یا به‌عنوان بخشی از سیستم تهویه می‌باشد.

درواقع سیستم تهویه بازیاب انرژی از انرژی اتلافی در هوای تخلیه برای پیش تهویهٔ جریان هوای ورودی سیستم، استفاده می‌کند. این فرایند سبب تامین بخشی از انرژی می‌شود که برای گرم کردن، سرد کردن، رطوبت‌زنی یا رطوبت زدایی هوا هنگامی‌که وارد ساختمان، اتاق یا فضای مورد نظر می‌شد، مورد نیاز می باشد.

سیستم دودکش

مجرایی پیوسته از گلوئی معبر دود دستگاه گرمایی تا خروج به آتمسفر بیرون برای تخلیه دود یا گازهای احتراق. سیستم تخلیه دود معمولاً از دودکش و رابط دودکش تشکیل شده است. سیستم

دودکش یا با مکش طبیعی و یا با وسایل مکانیکی عمل می‌کند. سیستم‌های دودکش شامل هر دو دودکش قائم و دودکش پیش‌ساخته می‌شوند.

سیستم کانال‌کشی

مجرایی پیوسته برای انتقال هوا که علاوه بر کانال‌ها، شامل وصاله‌ها، دمپرها، پلنوم‌ها و تجهیزات جانبی انتقال هوا می‌باشد. این سیستم بخشی از سیستم توزیع هوا است و شامل کانال‌کشی‌های هوای رفت، برگشت و تخلیه هوا می‌باشد.

سیستم مکش طبیعی

یک سیستم تهویه که برای تخلیه دود یا گاز، تحت فشار استاتیک منفی و با مکش طبیعی طراحی شده است. این سیستم‌ها از هیچ وسیله مکانیکی برای انتقال محصولات احتراق به محیط خارج استفاده نمی‌کنند. مکش توسط اختلاف دمای بین گازهای احتراق و اتمسفر محیط و همچنین اختلاف ارتفاع استاتیک بین ابتدا و انتهای دودکش ایجاد می‌شود. گاز داغ دارای چگالی کمتر است و لذا نسبت به محیط سردتر اطرافش شناورتر است، بنابراین بالا رفته و ایجاد مکش می‌کند.

سیستم مکش مکانیکی

یک سیستم تخلیه که برای خارج کردن گازهای حاصل از احتراق، از وسایل مکانیکی استفاده می‌کند. این سیستم‌ها شامل انواع تخلیه القایی با فشار منفی و تخلیه اجباری با فشار استاتیک مثبت است. این سیستم‌ها وابسته به مکش طبیعی نیستند و از بادزن یا دمنده استفاده می‌کنند.

سیستم هوای برگشت

مجموعه‌ای از کانال‌ها، پلنوم‌ها، وصاله‌ها، دریچه‌ها و ورودی‌ها که از طریق آن، هوای گرم یا سرد شده از فضا یا فضاهای گرم یا سرد شونده، به هوارسان برگشت داده می‌شود.

علاوه بر مواردی که در بالا گفته شد، دمپرها، کنترل‌کننده‌ها و تجهیزات تهویه نیز جزئی از سیستم هوای برگشت هستند.

سیستم هوای رفت

مجموعه‌ای از کانال‌ها، پلنوم‌ها، وصاله‌ها، دریچه‌ها و ورودی‌ها که از طریق آن هوای گرم یا سرد شده در واحدهای هوارسان به فضاهای گرم یا سرد شونده هدایت می‌شود (سیستم هوای برگشت را نیز ببینید).

علاوه بر مواردی که در بالا گفته شد، تجهیزات هوارسان، دمپرها، کنترل‌کننده‌ها و تجهیزات تهویه نیز جزئی از سیستم هوای رفت هستند.

شاخص پیشروی شعله

مشخصه‌ای که مطابق استاندارد ملّی ۸۲۹۹، به رفتار مواد و مصالح در برابر آتش می‌پردازد. این استاندارد شامل اندازه‌گیری‌های شاخص گسترش سطح شعله (و شاخص چگالی دود) در مقایسه با نتایج آزمون بدست آمده با استفاده از چوب قرمز بلوط دم‌دار به‌عنوان ماده کنترلی می‌باشد. این ماده به‌عنوان ماده کنترل برای کالیبراسیون کوره به کار می‌رود زیرا درجه یکنواختی خوبی دارد، به‌راحتی دردسترس است، ضخامت و محتوای رطوبت یکنواخت دارد و عموماً نتایج سازگار و تکرارپذیری می‌دهد.

شاخص گسترش دود

مشخصه‌ای که به رفتار مواد و مصالح در برابر آتش می‌پردازد. مواد براساس استاندارد ملّی ۸۲۹۹ مورد آزمون قرار می‌گیرند تا شاخص پیشروی شعله و شاخص گسترش دود آنها تعیین شود. با محدود کردن این پارامترها، سهم مواد برای دودزائی و گسترش شعله کاهش می‌یابد. شاخص گسترش دود پارامتری است که در مقایسه با شاخص گسترش دود چوب بلوط دم‌دار قرمز تعیین می‌شود.

شفت

یک فضای محصور که در یک یا چند طبقه ساختمان گسترش یافته و بازشوهای عمودی را در طبقات پی‌درپی یا از کف تا پشت‌بام به هم وصل می‌کند. شفت یک فضای عمودی بسته است که از طبقات و کف ساختمان می‌گذرد، معمولاً تحت عنوان chases اطلاق می‌شود.

شومینهٔ با مصالح بنائی

نوعی بخاری دیواری شامل کوره یا محفظهٔ احتراق و دودکش، که با مصالح بنائی نسوز ساخته می‌شود و با سوخت جامد یا گاز کار می‌کند. این شومینه‌ها باید بر اساس الزامات مندرج در مباحث سوم، چهارم و پنجم از مقررات ملّی ساختمان ساخته شوند. این الزامات خاص بر اساس سنت و تجربه محلی است و شومینه‌های متداول را که ثابت شده در صورت ساخت، استفاده و نگهداری صحیح، قابل اعتماد هستند، توصیف می‌کند.

شومینه پیش‌ساخته

نوعی بخاری تزیینی که تمام یا قسمتی از قطعات آن در کارخانه ساخته‌شده و در محل کاربرد براساس دستورالعمل کارخانه، نصب یا مونتاژ می‌شود. این شومینه‌ها واحدهای با سوخت جامد یا گاز هستند که محفظه آتش دارند که در ارتباط مستقیم با اتاق است و یا دربی در جلوی آن است که می‌تواند باز یا بسته باشد. باید توجه داشت که شومینه‌ها، وسیله نیستند. واژه "شومینه" یک مجموعه کامل شامل اجاق، محفظه آتش و دودکش را توصیف می‌کند. یک شومینه کارخانه‌ای متشکل از اجزای کارخانه مشخص ساخته شده (بر اساس نمونه تست شده) می‌باشد و طبق دستورالعمل و توصیه‌های سازنده نصب می‌شود (به توضیحات بخش (۱۴-۸-۳) مبحث مراجعه کنید).

شیر اطمینان بخار

یک شیر که با باز شدن کامل در فشار تنظیمی، فشار بخار دیگ را تخلیه می‌کند. این شیرها از نوع فنری هستند. این شیرها، که گاهی تحت عنوان شیر pop-off شناخته می‌شوند، با سیستم‌های بخار به‌کار می‌روند و یک فنر ثابت یا قابل تنظیم دارند که عملکرد باز شدن سریع و فشار باز شدن را تنظیم کنند. عموماً، شیرهای اطمینان از طریق لوله‌ها به محیط بیرون یا از طریق دهانه بازشوی روی شیر به اتمسفر محیط تخلیه می‌شوند. شیرهای اطمینان سریع در فشار از پیش تنظیم شده بطور کامل باز شده و تا هنگامی‌که فشار مخزن به زیر فشار تنظیمی برسد، باز می‌مانند؛ سپس به موقعیت بسته قبلی خود باز می‌گردند.

شیر اطمینان فشار

این شیر با هدف جلوگیری از آسیب به اموال و زندگانی انسان ساخته شده است. این شیرها وسایل اطمینانی هستند که برای تخلیه فشار غیرعادی و برای جلوگیری از افزایش غیرعادی فشار مخازن و سیستم‌هایی که این شیرها به آن‌ها متصل هستند، استفاده می‌شود. این شیرها طراحی شده‌اند تا تنها در زمانی عمل کنند که فشار غیرعادی در سیستم وجود دارد. از اینرو به‌عنوان شیر تنظیم کننده یا کنترل‌کننده دبی یا فشار به‌کار نمی‌روند. این شیرها در کارخانه تنظیم می‌شوند تا در یک فشار از پیش تعیین شده باز شوند و براساس حداکثر انرژی تخلیه شده در واحد زمان (Btu/hr or W) درجه‌بندی می‌شوند.

این شیرها باید با اندازه و ظرفیت مناسب برای بویلرها، مخازن تحت فشار یا دیگر سیستم‌ها، انتخاب شوند. در غیر این‌صورت، عملکرد نادرست سیستم می‌تواند منجر به افزایش فشار شده و شرایط خطرناکی ایجاد کند. این شیرها هنگامی‌که به فشار از پیش تنظیم شده کارخانه می‌رسند، بطور کامل باز نمی‌شوند بلکه متناسب با نیرویی که به‌واسطه فشار سیستم بر آن‌ها وارد می‌شود، باز می‌شوند. این شیرها در هنگامی‌که به فشاری بیش از فشار تنظیمی برسند، بطور کامل باز می‌شوند و هنگامی‌که فشار به زیر فشار تنظیمی برسد، بسته می‌شوند. گاهی این شیرها با شیرهای اطمینان دما ترکیب می‌شوند و یک شیر اطمینان دما و فشار می‌سازند.

شیر قطع سریع

شیرهای قطع سریع، شیرهای عملکرد سریع هستند که طراحی شده‌اند تا با یک حرکت ۹۰ درجه یا کمتر بطور کامل باز شوند. شیر توپی و شیر سماوری نمونه‌هایی از این نوع شیر هستند.

شیر قطع کامل

یک شیر قطع‌کن که برای کنترل جریان مایع یا گاز به‌کار می‌رود. شیر قطع کامل برای قطع جریان داخل سیستم می‌باشد تا بخش‌هائی از سیستم را جدا کند تا بتوان عملیات تعمیر، نگه‌داری یا تعویض را انجام داد.

طرف فشار بالا در سامانه تبرید

طرف فشار بالا در سامانه تبرید، بخشی از سیستم است که بین خروجی کمپرسور و ورودی شیر انبساط، لوله موئین یا محدودکننده فشار، ازجمله چگالنده، قرار دارد.

طرف فشار پایین در سامانه تبرید

این بخش شامل بخشی از سامانه تبرید است که بین خروجی شیرانبساط (محدود کننده) و ورودی کمپرسور قرار دارد که شامل اواپراتور نیز می‌شود.

عرصه و اعیانی زمین

زمین یا بخشی از زمین که ساختمان در آن قرار می‌گیرد. در هر جایی از این مبحث که از این واژه استفاده شده، تمام زمین و ساختمان‌های روی آن باید شامل تمامی الزامات مقرر شوند.

فشار کار طراحی

لوله‌ها، مخازن، سیستم‌های کانال‌کشی و اجزاء مرتبط آنها طوری طراحی می‌شوند که در یک گستره فشار مشخص کار کنند. عملکرد در فشار خارج از این محدوده می‌تواند منجر به صدمه به دستگاه یا بخشی از آن شود. فشار کار طراحی که حداکثر فشار کار مجاز یک بخش سیستم است، بوسیله سازنده مصالح یا سیستم تعیین می‌شود و بر اساس مقاومت مواد و ضریب اطمینان است.

فضای با حجم کافی

فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، که حجم کل آن مساوی یا بیش از یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت است. برای ساده سازی محاسبه، حجم بر کیلوکالری در ساعت/ بی‌تی‌یو در ساعت ورودی را می‌توان به‌صورت یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت (۱ فوت مکعب برای هر ۲۰ بی‌تی‌یو در ساعت) بیان کرد.

فضای با حجم ناکافی

فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، که حجم کل آن کمتر از یک متر مکعب برای هر ۱۷۷ کیلوکالری در ساعت است. این واژه در رابطه با فصل نهم مبحث و سایر بخش‌های مرتبط با تأمین هوای احتراق بکار می‌رود.

فضای تهویه شده

یک ناحیه، اتاق یا فضایی که بوسیله هر دستگاهی سرد یا گرم شده است. فضای تهویه‌شده با مصرف انرژی سرد یا گرم می‌شود. این واژه نوعاً به تهویه برای تأمین آسایش انسان اشاره دارد.

فیوز حرارتی

وسیله‌ای ایمنی که با عملکرد یک فیوز در دمای تعیین شده، فشار را آزاد می‌کند. فیوز حرارتی طوری طراحی شده که در یک دمای تنظیم شده با ذوب شدن فیوز عمل می‌کند و اجازه می‌دهد که فشار سیستم، توپی را به خارج از دهانهٔ شیر براند. فیوز حرارتی یک بار مصرف است و نمی‌تواند مجدداً مورد استفاده قرار گیرد.

قابل دسترسی

آنچه یک وسیله، دستگاه یا تجهیزات را برای فراهم کردن دسترسی سریع، امکان‌پذیر می‌کند، با برداشتن یا جابجائی یک پانل، درب یا مانع. فراهم کردن دسترسی به وسایل و تجهیزات مکانیکی برای تسهیل بازرسی، مشاهده، نگهداری، تنظیم و یا تعمیر و تعویض ضروری است. دسترسی به تجهیزات به این معنی است که تجهیزات بتوانند بطور فیزیکی تحت دسترسی قرارگیرند بدون اینکه یک بخش دائم سازه دستگاه را جابجا کرد. بطور مثال، این قابل قبول است که یک وسیله را در فضای داخلی به گونه‌ای نصب کرد که با برداشتن پانل سقف کاذب بتوان به آن دسترسی پیدا کرد. در تجهیزات مکانیکی تنها در جاهایی که لازم باشد باید دریچه دسترسی گذاشت، بجز درها، پوشش‌ها یا سایر موانع مشابه که هدف از آن‌ها جدا شدن و باز شدن است.

دسترسی را می‌توان به عنوان امکان نزدیک شدن به هدف بازرسی، مشاهده، تعمیر و نگهداری، جایگزینی و تنظیم در نظر گرفت. دستیابی به دسترسی ممکن است در ابتدا نیاز به جدا کردن یا

باز کردن یک پانل، در و یا موانع مشابه داشته باشد و یا ممکن است نیاز به غلبه بر یک مانع مانند ارتفاع داشته باشد.

کانال هوا

یک لوله یا مجرا که برای انتقال هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم‌های یک‌پارچه نیازی به ساخت مسیر یا کانال هوا ندارند. کانال‌ها می‌توانند تولید کارخانه باشند یا در محل از ورق فولادی، تخته گچی، صفحه آزبستی یا سایر مواد تأیید شده، ساخته شوند. کانال‌ها در سیستم‌های توزیع هوا، تخلیه، کنترل دود و تغذیه هوای احتراق، استفاده می‌شوند.

کنترل

یک وسیله دستی یا خودکار که برای تنظیم جریان گاز، هوا، آب یا برق ورودی و یا عملکرد یک سیستم مکانیکی طراحی شده است. کنترل‌کننده وسیله‌ای است که برای پاسخ دادن به تغییرات دما، فشار، دبی گاز یا مایع، آمپر، ولتاژ، مقاومت، رطوبت و / یا سطح مایع، طراحی شده است.

کمپرسور

یک ماشین خاص برای متراکم کردن گاز، با یا بدون تجهیزات جانبی. کمپرسور قلب یک سامانه تبرید مکانیکی است. در یک چرخه تبرید تراکمی بخار به کار می‌رود تا فشار و آنتالپی مبرد را در حالت مافوق گرم افزایش دهد، در نقطه‌ای که بخار وارد کندانسور شده و حرارت خود را به یک واسط خنک‌تر می‌دهد. دو نوع کمپرسور داریم: جابجایی مثبت و دینامیکی. در کمپرسورهای جابجایی مثبت فشار مبرد بوسیله کاهش حجم محفظه کمپرسور افزایش می‌یابد، مانند یک کمپرسور سیلندر پیستونی، پیچی، اسکرال یا روتاری. کمپرسورهای دینامیکی مانند کمپرسور سانتریفیوژ، فشار را به کمک انتقال مداوم مومنتوم قسمت گردنده به بخار افزایش می‌دهند.

کمپرسور با جابجایی مثبت

کمپرسوری که در آن فشار با تغییر حجم محفظه تراکم افزایش می‌یابد (به توضیحات کمپرسور نگاه کنید).

کوره هوای گرم

مشخصه ویژه منحصر به فرد کوره هوای گرم این است که از هوا به‌عنوان واسطه انتقال حرارت استفاده می‌کند. کوره‌ها می‌توانند با سوخت گاز، مایع، جامد یا برق باشند، و می‌توانند از هوارسان، دمنده هوا و نیروی ثقل (جابجائی) برای به گردش درآوردن هوا استفاده کنند. در متن این مبحث، واژه "کوره" به واحدهای گرم‌کننده‌ای اطلاق می‌شود که از محفظهٔ احتراق و اجزاء مرتبط، یک یا بیشتر تبادل‌گر حرارتی و یک سیستم هوارسان، تشکیل شده است.

کولر تبخیری (آبی)

دستگاه خنک‌کننده‌ای که گرمای محسوس هوا را با تبخیر آب در مسیر آن، کاهش می‌دهد و به کمک دمندهٔ هوا، وارد فضاهای ساختمان می‌کند. به‌عنوان کولر آبی نیز شناخته می‌شود که در آب و هوای خشک به کار می‌رود و از آب به‌عنوان مبرد استفاده می‌کند. این واحدها در اصل رطوبت هوای تهویه شده را به شدت افزایش می‌دهند.

گروه‌بندی ایمنی مبردها

گروه‌بندی مبردها برای نشان دادن درجه سمی بودن و قابلیت اشتعال بودن آن‌ها می‌باشد. طبقه‌بندی هر گروه شامل یک حرف (A یا B) است که درجه سمی بودن آن را نشان می‌دهد، و با یک عدد (۱ یا ۲ یا ۳) ادامه پیدا می‌کند که معرف درجه آتش‌پذیری آن است. مبردهای ترکیبی نیز بطور مشابه دسته‌بندی می‌شوند، براساس ترکیب آنها در بدترین حالت تجزیه آنها که بطور جداگانه برای سمی بودن و اشتعال‌پذیری صورت می‌گیرد. در بعضی موارد، بدترین حالت تجزیه همان فرمول شیمیایی اولیه است

گروه‌بندی مبردها از نظر اشتعال‌پذیری

طبق استاندارد ASHRAE ۳۴، مبردها در یکی از سه گروه ۱، ۲ و ۳ قرار می‌گیرند. برای گروه‌های ۲ و ۳، گرمای احتراق با فرض اینکه محصولات احتراق در فاز گازی بوده و در حالت بیشترین پایداری هستند. باید محاسبه شود.

مبردهای گروه ۱: مبردهایی که هنگام آزمایش در هوا، در فشار ۱۰۱ کیلو پاسکال و دمای ۲۱ درجهٔ سلسیوس، پیشروی شعله را نشان نمی‌دهند.

مبردهای گروه ۲: مبردهایی که در دمای ۲۱ درجهٔ سلسیوس و فشار ۱۰۱ کیلو پاسکال، دارای حد کمینهٔ اشتعال (LFL) بیش از ۰/۱ کیلوگرم بر مترمکعب و گرمای ناشی از احتراق کمتر از ۱۹۰۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم می‌باشند.

مبردهای گروه ۳: مبردهایی که در دمای ۲۱ درجهٔ سلسیوس و فشار ۱۰۱ کیلو پاسکال، دارای حد کمینهٔ اشتعال (LFL) کمتر یا برابر ۰/۱ کیلوگرم بر مترمکعب و گرمای ناشی از احتراق برابر یا بیشتر از ۱۹۰۰۰ کیلو ژول بر کیلوگرم هستند.

تمام مبردها بر اساس درجه اشتعال‌پذیری و اثرات سلامتی دسته‌بندی می‌شوند. توضیحات بخش (۲-۱۳-۱۴)"ب" را نگاه کنید.

گروه‌بندی مبردها از نظر سمی بودن

مبردها از نظر درجه مسمومیت در یکی از دو گروه زیر طبق ASHRAE ۳۴ قرار می‌گیرند.

گروه A: مبردهایی که براساس اطلاعات مورد استفاده برای تعیین حد بالای میزان مبرد در محیط کار (TLV-TWA) یا شاخص‌های مرتبط، در غلظت‌های زیر ppm ۴۰۰، درجه مسمومیت قابل ملاحظه‌ای ندارند.

گروه B: مبردهایی که براساس اطلاعات مورد استفاده برای تعیین حد بالای میزان مبرد در محیط کار (TLV-TWA) یا شاخص‌های مرتبط، در غلظت‌های زیر ppm ۴۰۰، سمی بودن آن‌ها مشهود است.

* طرح گروه‌بندی برای به‌کار بردن الزامات ایمنی مورد نیاز هر مبرد استفاده می‌شود. درواقع گروه A و B به ترتیب مبردهای با درجهٔ مسمومیت کم و درجهٔ مسمومیت بالا را نشان می‌دهند.

لحیم‌کاری سخت

یک فرآیند اتصال فلزی که فرآیند اتصال با استفاده از فلزات پُرکننده غیرآهنی که دمای ذوب آن‌ها بالاتر از ۵۳۸ °C، اما کمتر از دمای ذوب فلزات متصل شونده می‌باشد، ایجاد می‌گردد. ماده پُرکن در فضای باریک بین سطوح اتصال با استفاده از خاصیت موئینگی نفوذ می‌کند.

اتصالات لحیمی سخت بطور سنتی برای سیستم‌هایی که مبرد خطرناک دارند و لوله‌کشی و اجزای سیستم‌هایی که در کانال‌های هوا قرار دارند، استفاده می‌شود. اتصال لحیمی سخت مقاومت کششی و تنشی بالاتری نسبت به فلزات پایه آن مفصل دارد و به علت نقطه ذوب بالا، احتمال شکست آن در برابر آتش کمتر است. اتصال لحیمی سخت با فلز پُرکنندهٔ مطابق استاندارد AWS A۵۸ تولید یک اتصال قوی را می‌کند که می‌تواند تحت شرایط خیلی سخت نیز کارکند. سطوحی که لحیم داده می‌شوند باید تمیز شوند تا از اکسیدها و ناخالصی‌ها پاک شوند. شار باید بلافاصله بعد از تمیز شدن سطح برقرار شود. شار کمک می‌کند که باقیمانده اکسیدها پاک شود، سطوح خیس بماند و سطح را در طول گرمایش از اکسید شدن حفظ می‌کند. باید دقت شود که در حین عمل لحیم کاری شار وارد سیستم لوله‌کشی نشود، زیرا این شار باعث می‌شود که داخل لوله دچار خوردگی شده و یا آلودگی وارد سیستم شود.

هوا و مبرد باقیمانده باید از لوله‌ای که قراراست لحیم‌کاری شود، خارج گردد. اینکار با استفاده از یک گاز غیرقابل اشتعال مانند دی‌اکسید کربن یا نیتروژن انجام می‌شود. تخلیه سیستم منافع متعددی مانند جلوگیری از اکسیداسیون داخل لوله و جلوگیری از ایجاد گازهای سمی که ناشی از شکستن پیوندهای شیمیایی مبرد است، دارد. همچنین، می‌تواند از احتمال انفجار بعضی مبردهای قابل اشتعال یا تبخیر روغن داخل لوله که در اثر ترکیب با هوا مشتعل می‌شود، جلوگیری کند. در یک سیستم که با مبرد شارژ شده است، تخلیه سیستم از هوا و مبرد می‌تواند از احتمال اشتعال مبرد و تولید گاز های سمی جلوگیری کند.

لولهٔ رابط دودکش

در بسیاری از موارد، وسایل بطور مستقیم در مسیر دودکش یا ونت قائم نیستند، از اینرو لولهٔ رابط دودکش برای اتصال خروجی دود دستگاه به دودکش ضرروی است. لولهٔ رابط دودکش می‌تواند تک جداره یا دوجداره باشد و معمولاً از ورق‌های فولاد زنگ‌ناپذیر، گالوانیزه و یا آلومینیوم ساخته می‌شود. در بسیاری از موارد، لولهٔ رابط دودکش باید از همان جنس دودکش قائم باشد، مانند آن‌چه بطور معمول در سیستم‌های دودکش‌های پیش‌ساخته نوع B انجام می‌شود. دودکش‌های کارخانه‌ای بعضاً می‌توانند مستقیماً و بدون نیاز به لوله رابط دودکش، به دستگاه وصل شوند؛ ولیکن دودکش‌های ساختمانی به علت وزن دودکش نمی‌توانند مستقیماً به دستگاه گرمائی وصل شوند.

مایعات قابل احتراق

هر مایعی که نقطهٔ اشتعالی برابر یا بیش از ۳۸ درجه سلسیوس داشته باشد و آن به گروه‌های زیر تقسیم می‌شود:

گروه II: مایعاتی که دمای اشتعال آن‌ها از ۳۸ تا ۶۰ درجه سلسیوس است.

گروه IIIA: مایعاتی که دمای اشتعال آن‌ها از ۶۰ تا ۹۳ درجه سلسیوس است.

گروه IIIB: مایعاتی که دمای اشتعال آن‌ها برابر یا بیش از ۹۳ درجه سلسیوس است.

مایعات قابل احتراق با مایعات قابل اشتعال متفاوتند، زیرا نقطه اشتعال مایعات قابل احتراق برابر یا بالاتر از ۳۸ درجه سلسیوس می‌باشد (به تعریف نقطه اشتعال مراجعه کنید).

دامنه نقطه اشتعال، گروه مایع قابل احتراق را مشخص می‌کند. محدودهٔ دمای اشتعال ۳۸ تا ۶۰ درجه سلسیوس برای گروه II مایعات، براساس امکان افزایش دمای فضای داخل نسبت به ۳۸ درجه سلسیوس می‌باشد. تنها یک درجه ملایم گرمایش برای رساندن مایع به دمای اشتعال خود، در این شرایط لازم است. مایعات کلاس III که دمای اشتعال بالاتر از ۶۰ درجه سلسیوس دارند به یک منبع حرارتی کافی علاوه بر شرایط دمایی داخل نیاز دارند تا به نقطه اشتعال برسند (به تعریف مایعات قابل اشتعال مراجعه کنید).

مایعات قابل اشتعال

هر مایعی که نقطهٔ اشتعالی کمتر از ۳۸ درجه سلسیوس داشته باشد و فشار بخار آن در این دما از ۲۷۶ کیلو پاسکال تجاوز نکند، مایع قابل اشتعال نامیده می‌شود. مایعات قابل اشتعال به عنوان گروه I مایعات شناخته شده و به شکل زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

مایعات قابل اشتعال گروه IA: مایعاتی که نقطهٔ اشتعال آن‌ها کمتر از ۲۳ درجهٔ سلسیوس و نقطهٔ جوش آنها کمتر از ۳۸ درجهٔ سلسیوس است.

مایعات قابل اشتعال گروه IB: مایعاتی که نقطهٔ اشتعال آن‌ها کمتر از ۲۳ درجهٔ سلسیوس و نقطهٔ جوش آنها بالاتر یا مساوی ۳۸ درجهٔ سلسیوس است.

مایعات قابل اشتعال گروه IC: مایعاتی که نقطهٔ اشتعال آن‌ها بزرگتر یا مساوی ۲۳ درجهٔ سلسیوس و کمتر از ۳۸ درجهٔ سلسیوس است.

اگرچه مایعات قابل اشتعال دارای نقطه اشتعال کمتر از ۳۸ درجهٔ سلسیوس می‌باشند، گروه‌بندی دیگر مایعات گروه I، بستگی به نقطه جوش (دمائی که در آن فشار بخار مایع برابر است با فشار خارجی وارده بر مایع) دارد. حد نقطه اشتعال ۳۸ درجهٔ سلسیوس برای مایعات قابل اشتعال، با فرض احتمال شرایط دمای محیط داخل ۳۸ درجهٔ سلسیوس می‌باشد. به منظور گروه‌بندی مواد به‌عنوان مایع قابل اشتعال یا قابل احتراق، از حد فشار بخار (فشار اعمال شده بوسیله بخار ماده که در تعادل با فاز مایع یا جامد آن است) ۲۷۶ کیلو پاسکال در دمای ۳۸ درجهٔ سلسیوس به‌عنوان معیار استفاده می‌شود.

همچنین ماده‌ای به عنوان مایع تعریف می‌شود که دارای درجه سیالیت بالاتر از درجه نفوذ ۳۰۰ آسفالت است، هنگامیکه طبق ASTM D 5 مورد آزمون قرار گیرد. درجه نفوذ ۳۰۰ آسفالت، بالاترین درجه سیال آسفالت است که بوسیله ASTM D ۹۴۶ تشخیص داده شده است. مایعاتی که این مشخصه را ندارند، به عنوان مایع قابل اشتعال یا قابل احتراق گروه‌بندی نمی‌شوند (به مایعات قابل احتراق رجوع شود).

مبحث

این مقررات، اصلاحات بعدی آن و هرگونه قاعده یا مقررات اضطراری که بوسیله مقامات مجاز قانونی وضع شود. به مقررات تصویب شده به‌طور کلی مبحث اطلاق می‌شوند و نه تنها شامل مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان، بلکه شامل اصلاحات آن و تمامی قوانین و مقررات مرتبط با آن می‌شود، که بوسیله مقامات مجاز قانونی مورد پذیرش قرار می‌گیرند.

مبرد

ماده‌ای که با انبساط یا تبخیر آن برودت (سرما) تولید می‌شود. مبرد، سیال کاری در سامانه تبرید و تهویه مطبوع است. در چرخه تراکمی بخار، مبرد حرارت را توسط اواپراتور جذب کرده و در کندانسور آن را دفع می‌کند. علاوه بر خواص ترمودینامیکی مناسب، انتخاب مبرد باید براساس پایداری شیمیایی، قابلیت اشتعال، سمی بودن و سازگاری با محیط زیست صورت پذیرد. تبرید نتیجه قوانین فیزیکی تبخیر مایعات است. در اصل، تبخیر یک مبرد مایع، فرآیندی گرماگیر و چگالش بخار فرآیندی گرماده است.

مبرد احیا شده

مبردی که برای رسیدن به مشخصات اولیهٔ آن به عنوان مبرد تازه، به طرق مختلف از جمله تقطیر، باز تولید شده است. براساس الزامات قانونی، مبردهای غیرقابل استفاده باید دوباره احیا شده و مورد استفاده قرار گیرند یا در تجهیزات اصلاح قرار گیرند تا دوباره شرایط استفاده را بدست آورند. بخش (۱۴-۱۳-۲) محدودیت‌های استفاده مجدد از مبردهای احیا شده را توصیف می‌کند.

مبرد بازیافتی

به‌دلیل این‌که آزادسازی مبردهای مخرب لایه اُزن به اتمسفر غیرقانونی و خطرناک است، مبردهای استفاده شده در سامانه‌های در حال تعمیر، در حال تغییر و یا اسقاط شده، بازیافت می‌شوند (جمع آوری و ذخیره می‌گردند). محدودیت‌های استفاده مجدد از مبردهای بازیافتی در بخش (۱۴-۱۳-۲) آمده است.

مبرد تصفیه شده

مبردی که با جداسازی روغن و گازهای غیر قابل تقطیر با یک یا چند مرحله عبور از فیلترهای مناسب تصفیه شده است. فرآیند پاک‌سازی مبردهای مستعمل می‌تواند در محلی که مبردها بازیافت می‌شوند و یا در کارگاهی خارج از آن، انجام گیرد. به تفاوت بین مبردهای تصفیه شده و احیا شده توجه کنید.

محصولات احتراق

ترکیبات ناشی از احتراق سوخت با اکسیژن موجود در هوا، شامل گازهای خنثی اما بجز هوای اضافی. محصولات احتراق شامل آب، CO_2، CO، اکسیدهای نیتروژن و سایر اجزاء می‌باشد.

محفظه احتراق

بخشی از دستگاه که احتراق در آن اتفاق می‌افتد. محفظه‌های احتراق از محل مشعل یا به اتمسفر راه دارند (باز) و یا از اتمسفر مجزا (جدا) هستند. برای سوخت‌های جامد، محفظه احتراق، اغلب آتشدان نامیده می‌شود.

مخزن تحت فشار

مخزن بسته‌ای که برای نگهداری مایع، گاز یا مخلوط آن‌ها در یک فشار معین، می‌باشد. این مخازن شامل دیگ‌ها، مخازن ذخیره آب داغ، مخازن پنیوماتیک، مخازن هیدرو پنیوماتیک و مخازن سوخت تحت فشار هستند.

مدارک فنی

تمامی اسناد تصویری، گرافیکی و نوشته شده که برای توصیف طراحی، مکان و خصوصیات فیزیکی اجزاء پروژه آماده شده است تا اجازه ساخت گرفته شود. نقشه‌های ساخت باید با مقیاس مناسب ترسیم شود.
برای تعیین این‌که ساختمان مشخص شده با الزامات مبحث منطبق است یا خیر، باید اطلاعات کافی برای بررسی به مقامات مجاز ارائه شود. این بطور معمول از نقشه‌های کف طبقات، ارتفاعات، جزئیات و ... خصوصیات و اطلاعات محصولات در توصیف کار نمایش داده شده تشکیل شده است.

معبر قائم دود

معبری که درون یک شفت قائم قرار دارد و محصولات احتراق را به هوای خارج از ساختمان منتقل می‌کند. این واژه نوعاً به دودکش مربوط است. یک معبر دود میتواند از مصالح بنائی، محصولات فلزی یا پلاستیکی مورد تأیید برای کاربرد خاصی که معبر دود برای آن استفاده می‌شود، ساخته شود. مسیر معبر دود شامل تمام مؤلفه‌هائی می‌شود که دودکش از نقطه اتصال به وسیله یا دستگاه تا نقطه خروجی دارد.

مقام مجاز مبحث

مقام مسئول، نماینده مجاز یا سایر افراد منصوب شده که مسئولیت مدیریت و اجرای اجباری مبحث را به عهده دارند. قدرت قانونی برای اجرای مبحث به عهده وزارت راه و شهرسازی است که در آن مقامات مسئول اجرای مبحث به عنوان "مقام مجاز مبحث" نامیده می‌شوند.

مکش القایی

سیستم مکش القایی از بادزن یا دمنده برای تقویت یا القاء مکش در یک سیستم تهویه استفاده می‌کند تا مکش طبیعی ناکافی را جبران کند. مکنده‌های القایی واحدهای مجزایی هستند که در

بین وسیله و سیستم تهویه نصب می‌شوند. این وسایل به‌همراه سیستم‌های مکش طبیعی استفاده می‌شوند تا بر مقاومت رابط‌ها و اتصالات دودکش یا ونت تخلیه غلبه کنند و ناتوانی دودکش یا ونت برای ایجاد مکش قابل اطمینان و کافی را جبران نمایند.

همچنین القاء مکش به‌عنوان یک اصل طراحی در بسیاری از وسایل بادزن‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرد. بادزن‌ها و دمنده‌ها که به‌عنوان بخشی از وسایل سوخت‌سوز هستند، برای غلبه بر مقاومت داخلی مسیرهای دودِ تبادل‌گر حرارتی ضروری هستند. برای دست‌یابی به راندمان حرارتی بالاتر، بعضی طراحی‌های تبادل‌گرهای حرارتی از مسیرهای دودی استفاده می‌کنند تا گازهای احتراق برای زمان طولانی‌تر بر روی سطح بزرگ‌تری بماند و بدین طریق حرارت گرفته شود. این نوع طرح‌های تبادل‌گر حرارتی نمی‌توانند بر اساس تهویه طبیعی برای غلبه بر مقاومت بالای جریان کارکنند، از اینرو، باید از یک وسیله مکانیکی برای جلو راندن گازهای احتراق در طول تبادل‌گر حرارتی استفاده کرد.

سیستم‌های مکش اجباری یا القایی نباید با تجهیزات خود تهویه یا سیستم‌هایی که از برق برای تخلیه استفاده می‌کنند، اشتباه گرفته شوند.

مکش دود

اختلاف فشار بین هوای خارج و دستگاه با سوخت مایع یا گاز، که سبب جریان پیوستهٔ هوا و محصولات احتراق بین دستگاه و هوای خارج، از طریق معبر دود می‌شود. مکش یک فشار استاتیک منفی است که نسبت به فشار اتمسفر سنجیده می‌شود و در دودکش‌ها و ونت‌ها و معابر تخلیه دود وسایل سوخت‌سوز ایجاد می‌شود. مکش می‌تواند بوسیله نیروی شناوری گاز داغ (اثر دودکشی) یا به‌صورت مکانیکی بوسیله هواکش و یا بوسیله ترکیبی از هر دو راه طبیعی و مکانیکی تولید شود.

مکش طبیعی

سیستم‌های مکش طبیعی از وسایل مکانیکی مانند بادزن یا دمنده استفاده نمی‌کنند، بلکه بر اساس اصل شناوری برای انتقال محصولات احتراق به اتمسفر کار می‌کنند. به دلیل اختلاف دما و در نتیجه اختلاف چگالی بین محصولات داغ احتراق و اتمسفر، گاز در طول دودکش یا مسیر دود

بالا می‌رود و یک مکش شناوری ایجاد می‌کند. پدیده مکش طبیعی گاهی اثر دودکشی نامیده می‌شود و با اینچ ستون آب اندازه‌گیری می‌شود. مقدار مکش متأثر از ارتفاع دودکش و همچنین توانایی دودکش در نگهداری اختلاف دمای گازهای احتراق و محیط بیرون، می‌باشد.

مواد ساینده

ذرات ساینده متوسط در غلظت‌های بالا، ذرات بسیار ساینده در غلظت‌های متوسط و بالا مانند آلومینیوم، بوکسیت، آهن سیلیکات، شن و ماسه و سوباده. مواد ساینده که در یک کانال جریان پیدا می‌کنند می‌توانند باعث ایجاد سایش در سیستم‌های کانال‌ها و تجهیزات انتقال هوا شوند.

مواد سوختنی

هر ماده‌ای که به‌عنوان غیرسوختنی تعریف نشده باشد. تمامی مواد سوختنی درنظر گرفته می‌شوند مگر اینکه الزامات استاندارد ASTM E ۱۳۶ را برآورده کنند. بطور کلی مواد سوختنی موادی هستند که توانایی سوختنِ در هوا تحت شرایط مناسب دما و فشار معمول محیط را دارند (مواد غیرسوختنی را ملاحظه کنید).

مواد غیرسوختنی

موادی که هنگامی‌که براساس استاندارد ASTM E ۱۳۶ مورد آزمون قرارگیرند، حداقل ۳ نمونه از ۴ نمونه آزمون‌شده، تمامی معیارهای زیر را برآورده می‌سازند:

(۱) دمای ثبت شده ترموکوپل‌های سطحی و داخلی نباید در هر زمانی در حین آزمون، بیش از ۲۰ درجهٔ سلسیوس از دمای کوره در زمان شروع آزمون، بیشتر شود.

(۲) بعد از ۳۰ ثانیه اول نباید هیچ‌گونه شعله‌ای از نمونه بلند شود.

(۳) اگر کاهش جرم نمونه‌ها در طول آزمون بیش از ۵۰ درصد باشد، دمای ثبت شده ترموکوپل‌های سطحی و داخلی در هیچ زمانی در طول آزمون نباید از دمای اولیه هوای کوره در شروع آزمون بیشتر شود، و نمونه‌ها نباید دچار حریق بشوند.

موتورخانهٔ تبرید

اتاقی که در آن سیستم‌های تبرید یا اجزای آن قرارگرفته و در آن الزامات ایمنی رعایت شده است. موتورخانه برای نصب تجهیزات تبرید در نظر گرفته شده است، اما ممکن است به‌عنوان محل نصب سایر لوازم و تجهیزات نیز استفاده شود. موتورخانه در ASHRAE ۱۵ به عنوان "یک فضا که طراحی شده است تا کمپرسورها و مخازن تحت فشار در آن قرارگیرند" تعریف می‌شود. برای موتورخانه‌ها به دلیل احتمال خطر نشت مبرد در آنها، فضای خاص درنظر گرفته می‌شود. بعضی از مبردها خطر سمّی بودن و اشتعال‌پذیری دارند و لذا باید فضایی خاص برای آنها در نظر گرفت. بخش‌های (۱۴-۱۳-۵) و (۱۴-۱۳-۶) الزامات ساخت موتورخانه را بیان می‌کند.

موتورخانه دیگ

اتاقی که برای نصب دیگ در نظر گرفته شده است. اتاق یا فضایی که دیگ دارد لزوماً موتورخانه دیگ نیست مگر اینکه اصولاً با هدف قرار دادن و نصب دیگ در آن ایجاد شده باشد. به‌عنوان مثال، طبقه زیرزمین که در آن دیگ قرار دارد و شامل فضای انباری، تجهیزات برقی، لوله‌کشی و مکانیکی نیز هست، اتاق دیگ تلقی نمی‌شود چرا که هدف اصلی از این فضا، فقط قرار دادن دیگ در آن نیست. البته اگر تیغه‌هایی در اطراف دیگ قرارگیرد به‌گونه‌ای که آن را از سایر فضاهای اطراف آن مجزا کند، یک اتاق دیگ ایجاد شده است.

مورد تأیید

آنچه مورد تأیید ناظر ساختمان است. در رابطه با فرایند پذیرش تأسیسات مکانیکی اعم از مواد، تجهیزات و سیستم‌های ساخته شده، این تعریف مقام مجاز را مشخص می‌کند. هر زمان که این کلمه به کار رفت، به این معنی است که تنها ناظر ساختمان است که باید تأسیسات یا تجهیزاتی را که در تطابق با این مبحث است، بپذیرد.

مؤسسه مورد تأیید

مؤسسه‌ای که بوسیله مقام مجاز مبحث تأیید می‌شود و بطور منظم در انجام آزمون‌ها و خدمات بازرسی مشغول است. کلمه تأییدشده به معنی تأیید شده توسط مقام مجاز مبحث است و پایه تصویب یک مؤسسه برای یک هدف خاص ظرفیت و توانایی مؤسسه در انجام کارها می‌باشد.

نقطهٔ اشتعال

نقطهٔ اشتعال مشخصه‌ای است که در گروه‌بندی مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق به‌کار می‌رود. آزمایش‌کننده بسته Tag (ASTM D ۵۶) و آزمایش‌کننده بسته Pensky-Martens (ASTM D ۹۳) روشهای آزمون مرجعی می‌باشند که برای تعیین نقطه اشتعال مایعات به‌کار می‌روند. کاربردی بودن هرکدام از دو روش آزمون مذکور بستگی به لزجت مایع مورد آزمون و نقطه اشتعال مورد انتظار دارد.

واحد چگالنده

ترکیب یک ماشین تبرید مخصوص برای یک مبرد معین، شامل یک یا چند کمپرسور، کندانسور، جمع‌کننده مایع و سایر لوازم جانبی مورد نیاز می‌باشد. این ماشین همواره شامل کمپرسور و کندانسور است و مبرد را از بخار به مایع تبدیل می‌کند.

واحد کمپرسور

یک کمپرسور با موتور محرک و لوازم جانبی‌اش. واحد کمپرسور شامل کمپرسور، ماشین یا موتوری که آن را به حرکت در می‌آورد و کنترل‌کننده‌ها و سخت‌افزار مربوطه می‌باشد.

هوارسان

یک هواکش یا دمنده که برای توزیع هوای تغذیه به یک اتاق، فضا یا یک ناحیه به کار می‌رود. علاوه بر دمنده، هوارسان ممکن است تبادل‌گر حرارتی، فیلتر و وسایل کنترل حجم هوا نیز داشته باشد.

هواگیری

حذف هوا، آب یا هر ماده خارجی دیگر از سیستم لوله‌کشی را هواگیری گویند. سیستم‌های لوله‌کشی هواگیری می‌شوند تا آلودگی‌های جامد، مایع یا گازی که می‌تواند به محتوای موجود در لوله‌ها و یا اجزا آسیب برساند یا سبب آتش‌سوزی شود را حذف کنند.

هوای احتراق

هوای لازم برای احتراق کامل سوخت شامل هوای تئوری و هوای اضافی را گویند. فرآیند احتراق به مقدار کافی اکسیژن برای شروع و ادامه واکنش احتراق نیاز دارد. هوای احتراق شامل هوای اولیه، ثانویه، هوای رقیق کننده هود مکشی و هوای اضافی می‌باشد. هوای احتراق مقداری از هوای اتمسفر است که برای احتراق کامل سوخت نیاز است و به ترکیب مولکولی سوخت در حال سوختن، طراحی تجهیزات احتراق و درصد اکسیژن موجود در هوای احتراق، بستگی دارد. هوای ناکافی باعث احتراق ناقص سوخت و احتمال تشکیل دوده، مونواکسید کربن، الکل‌های سمی، کتون‌ها، آلدهیدها، اکسیدهای نیتروژن و سایر محصولات فرعی می‌شود. مقدار هوای مورد نیاز معمولاً برحسب m^3/s یا kg/hr بیان می‌شود.

هوای اضافی

مقدار هوایی که علاوه بر هوای تئوری برای دستیابی به احتراق کامل تأمین می‌شود و بدین وسیله از تشکیل محصولات خطرناک احتراق جلوگیری می‌کند. اختلاط مؤثر و کارآمد هوای احتراق اولیه و ثانویه در وسایل سوخت‌سوز با مکش طبیعی میسر نیست و با جریان هوای القائی ایجادشده بوسیله مکش داخلی ترکیب می‌شود. برای دستیابی به احتراق و اکسیداسیون کامل، هوایِ اضافی مازاد بر مقدار تئوریِ مورد نیاز به دستگاه داده می‌شود تا احتراق کامل سوخت انجام پذیرد.

هوای بازگردانی شده

آن قسمت از هوای برگشت از فضای تهویه مطبوع، که به عنوان بخشی از هوای رفت آن فضا یا فضاهای دیگر استفاده شود. هوای تهویه شده (مطبوع) در فضاهای ساختمان توسط هوارسان‌ها یا سایر اجزای سیستم‌های حرارت مرکزی و تهویه مطبوع به گردش در می‌آید. تنها بخشی از هوا که به‌عنوان هوای تهویه (تعویض هوا) استفاده نمی‌شود را می‌توان بازگردانی کرد.

هوای برگشت

هوایی که از یک فضای تهویه مطبوع باز می‌گردد و بازگردانی یا تخلیه می‌شود. هوای برگشت هوایی است که به هوارسان برگردانده می‌شود. توجه کنید که تنها هوای اضافی مازاد بر هوای مورد نیاز برای تهویه (تعویض هوا)، می‌تواند بازگردانی شود.

هوای بیرون (تازه)

هوای بیرون که معمولاً به آن هوای تازه نیز اطلاق می‌شود و برای تهویه، هوای جبرانی و هوای احتراق به‌کار می‌رود.

هوای تخلیه

هوائی که از یک فضا، وسیله یا بخشی از تجهیزات برداشت و بطور مستقیم به وسیله کانال‌ها یا بازشوها به اتمسفر تخلیه می‌شود. هوای تخلیه ممکن است از یک فضا، وسیله و یا بخشی از تجهیزات باشد. این هوا ممکن است مواد آلاینده از فضای در حال تخلیه را با خود داشته باشد یا نداشته باشد. سیستم تخلیه هوا در خارج ساختمان خاتمه می‌یابد و در بعضی موارد، باید پیش از خروج از آلودگی‌های خطرناک تصفیه شود. هوای تخلیه دوباره وارد سیستم چرخش هوا نمی‌شود.

هوای تهویه (تعویض هوا)

آن قسمت از هوای بیرون، علاوه بر هوای بازگردانی شده (یا بدون آن)، که برای تأمین شرایط مطلوب هوا در فضای معین، بهبود کیفیت یافته است. هوای تهویه برای خارج کردن یا رقیق کردن آلودگی‌های هوا، تأمین می‌شود. در متن فصل چهارم، هوای تهویه، ۱۰۰٪ هوای تازه است که بازگردانی نمی‌شود.

هوای تئوری

میزان دقیق هوای مورد نیاز برای تأمین اکسیژن لازم برای احتراق کامل مقدار معینی از یک سوخت مشخص. محاسبات هوای تئوری براساس شرایط ایده‌آل می‌باشد که معمولاً در شرایط عملکرد واقعی لوازم اتفاق نمی‌افتد. (توضیح هوای احتراق و هوای اضافی را نگاه کنید).

هوای دریافتی از بیرون

هوایی است که برای جبران هوای تخلیه شده، از بیرون ساختمان تأمین می‌شود. هوای اضافی نباید با هوای احتراق اشتباه گرفته شود. این هوا، با هوایی که از حمام، دستشویی، هود آشپزخانه،

سیستم‌های تخلیه مواد مضر و لباس خشک‌کن‌ها، تخلیه می‌شود، جایگزین می‌گردد (به فصل ۵ برای الزامات هوای دریافتی از بیرون مراجعه شود). سیستم‌های تخلیه نمی‌توانند در ظرفیت طراحی شده خود کار کنند، مگر آنکه هوای جبرانی کافی برای آن‌ها تأمین شود.

هوای رفت

بر خلاف هوای برگشت، هوای رفت توسط هوارسان به فضای تهویه شده می‌رسد و ممکن است که به هوارسان برگشت داده شود یا نشود. هوای رفت می‌تواند شامل هوای تهویه (تعویض هوا) هم باشد.

هوای محیطی

هوایی که توسط کانال‌هائی که بخشی از سیستم گرمایش یا تهویه مطبوع نیستند به/ یا از فضاهای اشغال شده منتقل می‌شود، مانند تهویه برای استفاده انسان، تخلیه آشپزخانه خانگی، تخلیه حمام یا تخلیه لباس خشک‌کن خانگی.

هود

نوعی وسیلهٔ دریافت کنندهٔ هوا که به یک سیستم تخلیهٔ مکانیکی متصل است و برای جمع‌آوری و خارج ساختن هوای آلوده، در بالا یا نزدیک دستگاه‌های پخت یا هر دستگاه دیگری که این نوع گازها را متصاعد می‌کند، نصب می‌شود. سیستم تخلیه آشپزخانه که شامل هود دستگاه پخت تجاری است، یک سیستم تخلیه ویژه است. دستگاه پخت تجاری می‌تواند مقدار زیادی آلودگی هوا همانند بخارات روغن، دود و محصولات جانبی احتراق تولید کند.

هود نوع I

سیستم تخلیهٔ نوع I برای دستگاه‌های پختی که استفاده تجاری دارند و بخارات یا دود مملو از روغن دارند، استفاده می‌شود.

هود نوع II

هود تخلیهٔ نوع II را می‌توان به‌عنوان یک هود با وظیفه سبک درنظر گرفت که نوعاً بر روی کتری‌های بخار، اجاق‌های متداول، گرمکن‌های غذا، بعضی از انواع اجاق‌های بسته پیتزا، میزهای

بخار و ماشین‌های ظرفشوئی، نصب می‌شود. از هود تخلیهٔ نوع II برای دفع روغن و دود استفاده نمی‌شود. هدف اصلی در استفاده از هود تخلیهٔ نوع II، جمع‌آوری و دفع بخار آب و گرمای تلف‌شده است.

یونیت هیتر

یک وسیله مستقل دارای یک کویل گرم و بادزن، که برای رساندن مستقیم هوای گرم به داخل فضایی که در آن نصب شده است، طراحی شده است. یونیت هیترها مشابه کوره‌های هوای گرم هستند به جز اینکه دارای کانال نیستند. این گرم‌کن‌ها معمولاً به سازه سقف یا بام آویزان می‌شوند.

۱۴-۳ مقررات کلی

۱۴-۳-۱ کلیات

الف) در این فصل الزامات مربوط به طراحی، نصب، بازرسی و تأیید دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی مشمول این مقررات تعیین می‌شود. دامنه کاربرد مقررات در بند (۱۴-۱-۱) مشخص شده است.

ب) طراحی و نصب دستگاه‌ها و تجهیزات باید به‌گونه‌ای انجام شود که مصرف منابع انرژی تجدیدناپذیر بهینه باشد. «مبحث نوزدهم - صرفه‌جویی در مصرف انرژی» الزامات مربوط به بازده و کارآیی دستگاه‌ها و سیستم‌های گرمایش، تعویض هوا و تهویه مطبوع را مشخص می‌نماید. در مورد کاربردهای صنعتی خاص، مانند سیستم‌های گرمایش و سرمایش فرآیندی، نیز باید طراحی برای حداکثر کارآیی ممکن صورت گیرد.

پ) مدارهای قدرت و کنترل دستگاه‌ها و تجهیزات باید مطابق الزامات «مبحث سیزدهم- تأسیسات الکتریکی» انجام شود. مدار قدرت شامل کلیه سیم‌کشی‌ها، قطع‌کننده‌ها، وسایل حفاظتی، راه‌اندازها و سخت‌افزارهایی است که به منظور تغذیه برق دستگاه‌ها و تجهیزات مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدار کنترل شامل کلیه سیم‌کشی‌ها، وسایل و سخت‌افزارهایی است که دستگاه اصلی را به تجهیزات جانبی و کنترل‌های خارجی، مانند حسگرهای دما و فشار، ترموستات‌ها، کنتاکتورها، کنترل‌های هم‌بند و موتور دمپرها متصل می‌کند. سیم‌کشی‌های داخلی دستگاه، که در کارخانه انجام شده است، مشمول این بند نمی‌شود مگر آنکه صراحتاً در «مبحث سیزدهم- تأسیسات

الکتریکی» ذکر شده باشد. مواردی از این دست باید توسط مؤسسات مجاز صادرکنندهٔ تاییدیهٔ پلاک‌گذاریِ دستگاه، انجام شود.

ت) لوله‌کشی بهداشتی دستگاه‌ها و تجهیزات باید با الزامات «مبحث شانزدهم- تأسیسات بهداشتی» مطابقت داشته باشد. تجهیزات آبی معمولاً نیازمند ورودی آب برای پُرکردن اولیه و نیز جبران تلفات ناشی از تبخیر، نشتی یا تخلیهٔ دوره‌ایِ لازم (مانند زیرآب‌زنی دیگ بخار برای تخلیه رسوبات و ناخالصی‌ها) هستند. اتصال مستقیم به شبکه آب شرب باید به وسیله لوازم جلوگیری از برگشت جریان انجام شود. این الزام به منظور حفاظت شبکه آب شرب از مواد آلاینده در اثر برگشت احتمالی جریان است.

(۱) سیستم‌های آبی معمولاً تحت فشار بوده و حاوی آب یا سایر مایعات غیرشرب و احتمالاً مواد شیمیایی نظیر محلول‌های ضدیخ است. همچنین آب سیستم‌های دما پایین و برج‌های خنک‌کن ممکن است محتوی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا باشد. بنابراین لازم است شبکه آب شرب از آلودگی بالقوهٔ ناشی از اتصال به سیستم‌های آبی، برج‌های خنک‌کن، مبدل‌های حرارتی آب‌خنک، یخ‌سازها، رطوبت‌زن‌ها، سیستم‌های تبخیری و غیره حفاظت شود.

(۲) آب گرم‌کن باید هم به عنوان وسیله مکانیکی و هم به عنوان وسیله بهداشتی در نظر گرفته شود و بنابراین باید هم با این مقررات و هم با «مبحث شانزدهم- تأسیسات بهداشتی» تطابق داشته باشند.

- نصب آب گرم‌کن به‌دلیل ملاحظات مربوط به اتصال سوخت و برق، اتصال دودکش (برای آب‌گرم‌کن‌های با سوخت مایع یا گاز)، تأمین هوای احتراق (برای آب‌گرم‌کن‌های با سوخت مایع یا گاز)، اتصال به شبکه توزیع آب شرب، و کنترل‌ها و تجهیزات پیشگیری از خطرات بالقوه‌ای مانند افزایش بیش از اندازهٔ دما و فشار و اختلال در سیستم جرقه‌زن، به بازرسی و کنترل ویژه نیاز دارد.
- صدور توأم مجوزهای تأسیسات بهداشتی و مکانیکی برای آب‌گرم‌کن‌ها و لزوم داشتن توأم مدارک تأسیسات بهداشتی و مکانیکی برای نصاب آن، امری غیر عادی نیست. از آنجا که آب‌گرم‌کن‌ها هم با تأسیسات بهداشتی و هم با تأسیسات مکانیکی در ارتباط هستند، همزمان جزء دامنه کاربرد این مقررات و «مبحث شانزدهم- تأسیسات بهداشتی» قرار دارند و نمی‌توان این همپوشانی مقررات در رابطه با آب‌گرم‌کن‌ها را نادیده گرفت.

(۳) همچنین طبق این بند در مورد تخلیه دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی، مانند موارد مطرح شده در بند (۱۴-۳-۷)، رعایت «مبحث شانزدهم- تأسیسات بهداشتی» ضروری است.

ث) دستگاه‌های گرمایی معمولاً برای استفاده از سوخت مشخصی طراحی می‌شوند. ظرفیت دستگاه نیز بر اساس سوخت تعیین شده برای شرایط استاندارد و ارتفاع سطح دریا اعلام و پس از بررسی، آزمایش و تأیید توسط مرجع ذیصلاح، در پلاک مشخصات فنی به عنوان مدرک فنی شناسایی دستگاه درج می‌شود. لذا در صورت تغییر سوخت، پلاک دستگاه دیگر معتبر نیست و از آنجا که تأیید دستگاه بر اساس پلاک آن صورت گرفته است، استفاده از دستگاه نیز دیگر مجاز نمی‌باشد.

(۱) داشتن تأییدیه تغییر سوخت از ناظر تأسیسات و نیز تطابق آن با دستورالعمل نصب سازنده، تنها راه اطمینان از عملکرد صحیح دستگاه پس از تغییر سوخت است. تغییر سوخت نادرست می‌تواند بر عملکرد مشعل و خروج گازهای احتراق تأثیر منفی داشته باشد.

(۲) چنانچه پس از نصب و بهره‌برداری، بنا به عللی تغییر نوع سوخت ضروری باشد (نظیر ایجاد شبکه گاز شهری در منطقه)، تغییرات لازم باید بر اساس دستورالعمل کارخانه سازنده و ترجیحاً توسط نماینده مجاز کارخانه انجام شود. پس از تکمیل مراحل تغییر سوخت، لازم است برای تصحیح اطلاعات پلاک اولیه، پلاک تکمیلی نصب شود تا افراد تعمیر و نگه‌داری از تغییرات دستگاه آگاهی داشته باشند.

(۳) دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز برای کار بین حداقل و حداکثر ظرفیت مشخصی طراحی می‌شوند. از آنجا که چگالی هوا با تغییر ارتفاع محل نصب از سطح دریا تغییر می‌کند، ظرفیت دستگاه در محل نصب تنظیم می‌شود. تنظیم انرژی ورودی خارج از محدوده مجاز می‌تواند منجر به بروز مشکلاتی نظیر افزایش بیش از اندازه دما، تخلیه نامناسب، خوردگی، مکش ضعیف و احتراق ناقص شود.

ج) در نصب دستگاه‌هایی که کارکرد آنها با لرزش و ایجاد ارتعاش همراه است، باید از لرزه‌گیرهای مناسب در محل اتصال دستگاه به فونداسیون (پی دستگاه) و همچنین لوله‌کشی‌ها و کانال‌کشی‌های مربوط به آن استفاده کرد. نصب مهار و بست‌های لازم برای عملکرد صحیح این قطعات نیز ضروری است.

چ) در مناطق در معرض خطر سیل، دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی باید بالاتر از تراز طراحی سیل قرار گیرد. تماس با آب موجب خرابی بیشتر قطعات سیستم‌های مکانیکی و ایجاد عیوب فنی در دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی می‌شود.

ح) در محل‌های زلزله خیز، تکیه‌گاه لوله‌ها و کانال‌های بزرگ و تجهیزات مکانیکی باید مطابق الزامات «مبحث ششم- بارهای وارد بر ساختمان»، برای بارهای ناشی از زلزله طراحی و نصب گردد. شکست تکیه‌گاه چنین اجزایی می‌تواند در مناطق زلزله‌خیز تهدیدی جدی به شمار آید. مقاوم سازی لرزه‌ای تأسیسات باید بر اساس مبحث مذکور صورت گیرد.

خ) نصب دستگاه‌هایی که در معرض باد نصب می‌شوند باید به گونه‌ای باشد که در برابر نیروی ناشی از وزش باد مقاومت کند. این‌کار به کمک بست‌ها و تکیه‌گاه‌های مناسب انجام می‌شود. فشار باد از «مبحث ششم- بارهای وارد بر ساختمان» محاسبه می‌شود.

۱۴-۳-۲ پلاک‌گذاری

این بخش الزامات مربوط به پلاک‌گذاری دستگاه‌های مکانیکی را مشخص می‌نماید. موارد مندرج در پلاک شامل الزامات آزمایش محصول، تأیید مؤسسه آزمایش‌کننده، تجهیزات انجام آزمایش و نیروی انسانی انجام‌دهنده آزمایش است.

الف) گواهی آزمایش

(۱) به منظور جلوگیری از بکارگیری غیرمجاز تجهیزات در کاربردهای متفرقه، دستگاه‌ها باید دارای پلاک مشخصات بوده و تنها مطابق مشخصات پلاک خود مورد استفاده قرار گیرند. نمونه‌ای از کاربرد متفرقه محصولات، بکارگیری هواکش تخلیه هوای سرویس‌های بهداشتی و عمومی در تخلیه هوای هودهای آشپزخانه رستوران است. چنین کاربردهای نابجایی خطرات فراوان آتش سوزی و انفجار در پی دارد.

- تأیید دستگاه‌های فاقد پلاک مستلزم دقت است. در چنین مواردی، تأیید دستگاه باید بر اساس مدارک و مستنداتی صورت گیرد که نشان‌دهنده تطابق دستگاه با استاندارد معتبر مورد نظر

باشد. در صورت عدم وجود استاندارد، دستگاه باید دارای عملکرد مناسب بوده و کارآیی آن در حد دستگاه‌های دارای پلاک باشد.

- با پلاک‌گذاری دستگاه به وسیله یک مؤسسه دارای صلاحیت قانونی، مؤسسه تضمین می‌کند که نمونه‌ای از دستگاه مطابق استاندارد آزمایش شده و پس از نصب و راه‌اندازی، مطابق پلاک مشخصات دارای کارآیی قابل قبول است.
- اساس پلاک‌گذاری، لزوم انجام آزمایش بر روی نمونه دستگاه برای نشان دادن تطابق کارکرد آن با استاندارد مورد نظر است. این نکته یکی از فرضیات مهم مقررات است، زیرا مهندس ناظر وجود پلاک را برای تأیید دستگاه مد نظر قرار می‌دهد. به همین دلیل، دستگاه باید الزامات استاندارد را برآورده سازد.
- با پیشرفت فناوری ممکن است استانداردهای دیگری علاوه بر آنچه در این مقررات ذکر شده است، تدوین و ارائه شود که ساخت و بهره‌وری دستگاه را افزایش دهد. به همین دلیل، مؤسسه گواهی‌کننده باید کلیه استانداردهای مورد نیاز در آزمایش و پلاک‌گذاری را مشخص و در مراحل کار به آن استناد نماید. هر استانداردی دارای الزامات ایمنی و آزمایش‌های مورد نیاز برای دستگاه یا تجهیز مورد نظر است. مؤسسه گواهی‌کننده باید مستندات دقیق و کافی در خصوص تطابق با آزمایش استاندارد ارائه کند. مهندس ناظر ممکن است نسخه‌ای از گزارش آزمایش ارائه شده به منظور تشخیص اعتبار پلاک را نیاز داشته باشد.
- لازم است مؤسسه گواهی‌کننده که نشان آن بر روی پلاک درج می‌شود، برای اطمینان از یکسان بودن محصولات تولیدی با نمونه آزمایش شده، بازرسی‌های دوره‌ای از محل کارخانه به عمل آورد. از آن‌جائی‌که پلاک تنها برای محصولات آزمایش شده معتبر است، بازرسی کارخانه با هدف آگاهی از تغییرات احتمالی طراحی یا مشکلات کنترل کیفیت محصولات صورت می‌گیرد. در صورت مشاهده هر گونه عدم تطبیق، مؤسسه گواهی‌کننده باید پلاک‌گذاری آن محصول خاص را متوقف کرده و تولیدکننده ملزم به حل مشکل و در صورت نیاز طی آزمایش مجدد محصول اصلاحی، قبل از ادامه فرآیند پلاک‌گذاری است.

(۲) مؤسسهٔ گواهی‌کننده

- به عنوان بخشی از اصول مقررات برای تأیید یک مؤسسه پلاک‌گذاری خاص، مؤسسه باید استقلال خود از تولیدکننده محصول و نیز صلاحیت و توانایی خود در انجام آزمایش‌های مورد

نیاز را نشان دهد. قضاوت در مورد بی‌طرفی، به استقلال مالی و اعتباری مؤسسه مرتبط است. صلاحیت و توانایی شرکت با توجه به سابقه و سازمان‌دهی آن و نیز تجربه کارکنان مؤسسه سنجیده می‌شود.

به عنوان مثال فرض کنید مؤسسه بازرسی (الف) کوره‌های ساخت شرکت (ب) را آزمایش می‌کند. پس از بازرسی مشخص می‌شود که مؤسسه (الف) و شرکت (ب) هر دو از شرکت‌های تابعه شرکت (ج) هستند. واضح است که رابطه مؤسسه (الف) و شرکت (ب) به گونه‌ای است که از نقطه نظر منافع مالی نامناسب است و از این‌رو بی‌طرفی مؤسسه بازرسی به اندازه‌ای مورد تردید است که مهندس ناظر، مؤسسه (الف) را برای آزمایش و پلاک‌گذاری شرکت (ب) تأیید نمی‌کند.

- شرط دیگر برای احراز توانایی مؤسسه گواهی‌کننده این است که برای انجام بازرسی‌ها و آزمایش‌های مورد نیاز، دارای همهٔ ابزار و تجهیزات لازم و مناسب باشد. در مثال قبل، در صورتیکه شرکت (الف) تنها تجهیزات مورد نیاز برای آزمایش درهای ضدحریق را داشته باشد، صلاحیت لازم برای آزمایش کوره‌ها را ندارد. هر چند این مثال بیش از حد ساده است، اما نکته حائز اهمیت آن است که مؤسسه بازرسی باید تمام تجهیزات لازم برای انجام آزمایش‌های مورد نیاز و مطابق استاندارد را داشته باشد. همچنین داشتن نیروی انسانی ماهر و با تجربه برای انجام آزمون‌ها از الزامات دیگر است.
- علاوه بر داشتن تجهیزات مناسب، مؤسسه باید مدارک مربوط به تعمیرات و کالیبراسیون تجهیزات را نیز به منظور نشان دادن دقت، پایداری و تکرارپذیری نتایج بدست آمده، نگه‌داری نماید. تجهیزات، وسایل اندازه‌گیری و دستگاه آزمایش باید توانایی اندازه‌گیری واحدهای اندازه‌گیری بسیار کوچک با رواداری مشخص شده را داشته باشند. به منظور داشتن قرائت‌های قابل اطمینان و دقیق و نتایج آزمایش معتبر، تجهیزات، وسایل اندازه‌گیری و دستگاه آزمایش باید طبق برنامه کالیبره شوند. داشتن وسیله آزمایش مناسب به اندازه توانایی نیروی انسانی، حائز اهمیت است.

ب) پلاک مشخصات دستگاه

(۱) پلاک باید به صورت صفحهٔ فلزی، برچسب، یا از نوعی با دوام باشد. در حالت کلی جنس پلاک، به غیر از صفحات یا برچسب‌های فلزی، دارای ماده‌ای شبیه عکس برگردان است و پلاک، چسب و اطلاعات مندرج بر روی آن تماماً بادوام و ضد آب است.

۱۴-۳-۳ حفاظت ساختمان

الف) نصب تأسیسات مکانیکی نباید تأثیر نامطلوب بر سازه ساختمان داشته باشد.

ب) ایجاد شکاف، برش یا سوراخ در اجزای فضاهای مقاوم در برابر آتش، می‌تواند باعث عبور دود یا آتش از فضا شده و به فروریختن زودهنگام سازه بیانجامد. در چنین مواردی لازم است الزامات «مبحث سوم- حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق» رعایت گردد. برای مثال، مطابق این مبحث عبور کانال هوا از سقف یا کف یک منطقه آتش تنها در صورتی مجاز است که سوراخ ایجاد شده با استفاده از دمپر آتش، که در سطح کف نصب شده است، حفاظت گردد و کانال هوا بیشتر از دو طبقه را به یکدیگر متصل نکند. چنانچه کانال هوا از بیش از یک سقف یا یک کف عبور کند، حفاظت باید با استفاده از تعبیه کانال تأسیساتی صورت گیرد.

پ) ایجاد سوراخ، شکاف یا برش در اجزای باربر سازه ساختمان بدون تأیید طراح سازه مجاز نیست. لذا ناظر ساختمان نباید هیچ یک از این موارد را بدون وجود نقشه اصلی یا اصلاحی امضاء شده‌ای که در آن اندازه و محل سوراخ، شکاف یا برش مشخص شده است، تأیید نماید.

۱۴-۳-۴ محل دستگاه‌ها

الف) در این بند الزامات و محدودیت‌های کلی مربوط به محل نصب دستگاه‌ها مشخص شده است. دستورالعمل نصب سازنده ممکن است دارای الزاماتی علاوه بر موارد مندرج در این بند باشد که باید رعایت گردد.

ب) نصب دستگاه‌های مکانیکی در فضاهای با خطر مجاز نمی‌باشد. فضای با خطر هر نوع مکانی است که در آن خطر بالقوه آتش‌سوزی ناشی از بخارات اشتعال‌پذیر، غبار، الیاف سوختنی یا هر نوع ماده قابل اشتعال دیگری وجود داشته باشد. نمونه‌ای از موارد نصب در فضاهای با خطر عبارت است از: نصب آب‌گرم‌کن یا کوره در محل توزیع سوخت، نصب تجهیزات پخت صنعتی در مکانی که در آن ذرات ریز آرد در اطراف وسایل با سوخت مایع یا گاز وجود دارد، و سالن‌های رنگ که در آن‌ها بخار رنگ در اطراف یونیت هیترهای با سوخت مایع یا گاز وجود دارد.

پ) نصب دستگاه‌های گرمائی در فضاهای اتاق خواب، حمام، توالت و انباری و یا تأمین هوای احتراق از این فضاها مجاز نمی‌باشد. هدف از این بند جلوگیری از نصب دستگاه‌های با سوخت گاز یا مایع در اتاق‌ها و مکان‌هایی است که فرآیند احتراق خطری بالقوه برای سلامت ساکنان به شمار می‌آید. این خطرات شامل کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، مونوکسید کربن و سایر گازهای ناشی از احتراق است. هنگام استفاده ازمکان‌های کوچکی مانند اتاق خواب و حمام، درها معمولاً بسته هستند که این امر می‌تواند باعث افزایش گازهای ناشی از احتراق تا سطح خطرناک شود. ضمن آنکه در اتاق‌های خواب، ساکنین نمی‌توانند از نزدیک شدن خطر آگاه شوند.

در صورتیکه دستگاه هوای مورد نیاز برای احتراق را از یک اتاق دریافت کند، حتی اگر در آن نصب نشده باشد، با آن اتاق در ارتباط است. برای مثال دستگاه ممکن است در یک اتاق نصب شده باشد و هوای احتراق خود را از اتاق مجاور بگیرد. به همین دلیل در این بند از مقررات هم به فضای نصب و هم به فضای گرفتن هوای احتراق اشاره شده است. به عبارت دیگر، دستگاهی که در یک اتاق نصب شده باشد و هوای خود را از اتاق خواب بگیرد هیچ فرقی با دستگاهی که در خود اتاق خواب نصب شده است، ندارد.

(۱) **استثناء:** نصب دستگاه گرمائی با دودکش مستقیم که تمام هوای احتراق را از هوای خارج می‌گیرد.

ت) در انتخاب محل نصب دستگاه‌های مکانیکی، احتمال وارد آمدن ضربه از طرف ساکنان، اتومبیل یا مواد انبار شده به دستگاه باید در نظر گرفته شود. وقوع چنین مواردی می‌تواند موجب افت

کیفیت و عملکرد نادرست دستگاه و وقوع آتش‌سوزی یا انفجار گردد. در صورت استفاده از حفاظ برای جلوگیری از وارد آمدن آسیب به دستگاه، حفاظ‌ها باید تأیید شده و از استحکام کافی برای مقاومت در برابر ضربات احتمالی برخوردار باشند.

ث) از نظر مقررات، چاه آسانسور محلی پرخطر و غیرقابل استفاده برای نصب اجزای تأسیسات مکانیکی است. وقوع نشت در لوله‌کشی و دستگاه‌های تأسیسات مکانیکی موجب ورود آب، محصولات احتراق، مبرد و سایر مواد به داخل چاه می‌شود که ممکن است به آسانسور صدمه زده یا برای مسافران آن مضر باشد. همچنین از آنجا که آسانسور می‌تواند برای دسترسی مأموران آتش‌نشانی و خروج افراد ناتوان مورد استفاده قرار گیرد، شفت آن باید از هر گونه مواد آلاینده یا خطر احتمالی که استفاده از آن را غیر ممکن یا برای مسافران ناامن سازد، پاک باشد. همچنین نصب تجهیزات مکانیکی در چاه آسانسور می‌تواند نگه‌داری خود تجهیزات و همچنین تجهیزات آسانسور را با مشکل مواجه سازد.

۱۴-۳-۵ نصب دستگاه‌ها

الف) کلیات

(۱) فاصله‌های مجاز بین دستگاه‌های گرمائی و سطوح گرم دیگر، با مواد سوختنی، باید طبق احکام این مبحث در نظر گرفته شود. دلیل تأکید بر رعایت فاصله مجاز از مواد سوختنی، خطر بالقوه وقوع آتش‌سوزی در صورت عدم رعایت فواصل است. حفظ فاصله مناسب بین سطح خارجی دستگاه‌ها یا تجهیزات و مواد سوختنی احتمال اشتعال مواد را کاهش می‌دهد.

- برای یک دستگاه پلاک‌گذاری شده، حداقل فاصله با مواد سوختنی در دستورالعمل نصب سازنده مشخص شده است. از آنجا که یک مؤسسه ذیصلاح دستگاه را مطابق این دستورالعمل آزمایش می‌کند، فاصله مورد نیاز برای نصب و عملکرد صحیح دستگاه ضروری است.
- کاهش فاصله تا مواد سوختنی تنها در مواردی مجاز است که این مواد توسط یکی از روش‌های ذکر شده در فصل (۱۴-۱۴) "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی" حفاظت شود و کاهش این فاصله غیرمجاز نباشد.

- توجه شود که حداقل فاصله مشخص شده توسط سازنده و فاصله تعیین شده در فصل (۱۴-۱۴) همگی فاصله هوایی است و نباید با عایق یا مواد دیگر، حتی مواد غیرسوختنی، پُر شود. در بعضی از موارد، دستورالعمل نصب سازنده حداقل فاصله مطلقی را مشخص می‌کند که نباید تحت هیچ شرایطی، حتی با استفاده از روش‌های کاهش فاصله مجاز، کم شود.
- اندودگچ به عنوان یکی از مواد رایج برای نازک‌کاری دیوارها، در این مقررات سوختنی محسوب می‌شود. بنابراین پوشش‌های گچی و سایر نازک‌کاری‌های سوختنی باید مطابق فواصل مجاز با مواد سوختنی، از دستگاه‌ها و تجهیزات جدا شود. همچنین فاصله مجاز با مواد سوختنی در مورد اسباب و اثاثیه منزل، رنگ پنجره‌ها و وسایل قابل جابجایی که ممکن است در فاصله غیرمجاز با دستگاه‌ها و تجهیزات قرار بگیرند، اعمال می‌شود.

ب) پلاک دستگاه و دستورالعمل نصب سازنده

ضمن پلاک‌گذاری، دستورالعمل نصب سازنده به طور کامل توسط مؤسسه پلاک‌گذاری ارزیابی می‌شود تا ایمنی رویه نصب تأیید گردد. برای تطابق با الزامات استانداردهای مورد تأیید و این مقررات، این مؤسسه می‌تواند سازنده را ملزم به تغییر، حذف یا افزودن اطلاعات مورد نیاز به دستورالعمل نماید. به هنگام آزمایش دستگاه برای پلاک‌گذاری، مؤسسه پلاک‌گذاری دستگاه را مطابق دستورالعمل سازنده نصب می‌کند. از آنجا که دستگاه تحت این شرایط آزمایش می‌شود، دستورالعمل نصب بخشی از رویه پلاک‌گذاری به حساب می‌آید. پلاک تضمین می‌کند که دستگاه و دستورالعمل نصب آن با استاندارد تطابق دارد.

(۱) دستورالعمل نصب و راهبری کارخانهٔ سازنده بخشی لازم‌الاجرا از مقررات محسوب می‌شود و در زمان بازرسی باید در اختیار ناظر ساختمان قرار داشته باشد. بدون دسترسی به این دستورالعمل، ناظر ساختمان نمی‌تواند بازرسی را تکمیل نماید مگر این‌که دستورالعمل نصب را از بازرسی قبل به خاطر داشته باشد. برای انجام بازرسی نصب، ناظر باید به دقت و به طور کامل دستورالعمل سازنده را مطالعه و با مقررات تطبیق دهد. در صورت وجود مغایرت بین دستورالعمل سازنده با الزامات مبحث، احکام مبحث باید اجرا گردد.

- تنها در مواردی که الزامات دستورالعمل سازنده نسبت به این مبحث سخت‌گیرانه‌تر باشد، دستورالعمل سازنده ملاک عمل قرار می‌گیرد. گاهی اوقات دستورالعمل نصب سازنده به دلایلی مانند تغییر طراحی دستگاه یا تجهیز، تغییر استاندارد یا تجربه حاصل از نصب فعلی، عوض شده و به روز می‌شود. ناظر ساختمان باید با مطالعه دستورالعمل سازنده در هر نصب، از این گونه تغییرات آگاهی داشته باشد.

پ) علاوه بر الزامات بیان شده برای نصب دستگاه‌ها و تجهیزات، این بند به طور ضمنی ضوابط اجرای اتصالات دستگاه و تجهیزات را نیز از طریق ارجاع به بندهای دیگر این مبحث بیان کرده است. برخی از این اتصالات عبارت است از: ورودی برق و سوخت، مدار کنترل، لوله‌کشی، دودکش، تخلیه و کانال‌کشی. حتی در صورتی‌که نصب دستگاه مطابق الزامات این مبحث و دستورالعمل سازنده انجام شود، تا زمانی که تمام اجزای مرتبط، اتصالات و سیستم‌های دستگاه مطابق الزامات این مبحث نباشد، نمی‌توان رویه نصب را تأیید نمود. برای مثال در صورت اتصال دیگ به یک دودکش معیوب با اندازه نامناسب یا غیرایمن، نمی‌توان نصب دیگ را تأیید کرد. همچنین در صورت نامناسب بودن شرایط انجام لوله‌کشی سوخت‌رسانی یا ضعف و غیرایمن بودن مدار تغذیه الکتریکی نیز رویه نصب نباید تأیید شود.

(۱) در نصب قطعات تعویضی، اقدامات جدید انجام شده در نصب باید مطابق الزامات این مبحث باشد اما تطابق کامل بخش‌های موجود و دست نخوردهٔ دستگاه، کانال‌کشی، لوله‌کشی، مدارها، تخلیه و تأسیسات مکانیکیِ مشابه ضروری نیست. تأسیسات مکانیکی موجود در صورت ایمن بودن، حتی در صورت عدم تطابق با مقررات فعلی، قابل قبول هستند. این مبحث جز در مواردی که صراحتاً ذکر شده است، عطف به ماسبق نمی‌شود.

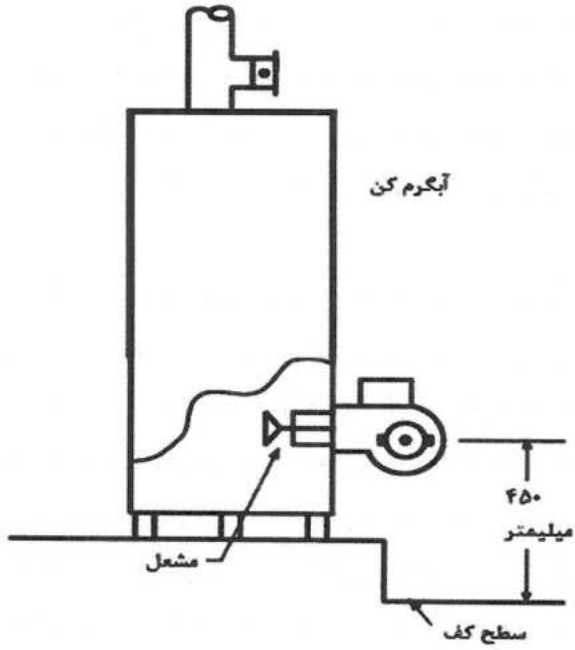
ت) نصب دستگاه گرمائی در گاراژها، تعمیرگاه‌ها و پارکینگ‌ها:

برای کاهش خطر آتش‌سوزی و انفجار در گاراژهای خصوصی و عمومی، تعمیرگاه‌ها و پارکینگ‌ها، وسیله احتراق دستگاه گرمائی باید دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر بالاتر از سطح کف قرارگیرد. بعضی از مایعات قابل اشتعال که در این گونه اماکن وجود دارد، بخارهایی متصاعد می‌کنند که چگالی آن‌ها

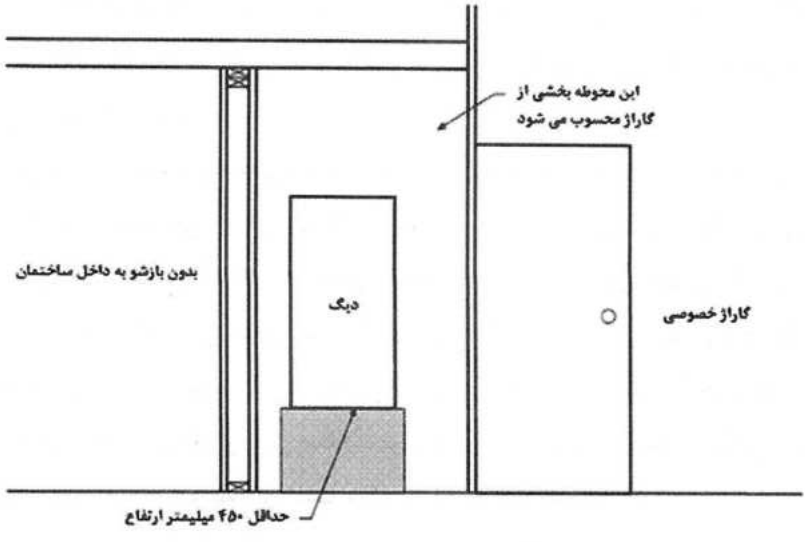
از هوا بیشتر است و در نزدیک سطح کف تجمع می‌یابند. با رعایت فاصله ۴۵۰ میلی‌متری ذکر شده، منبع تولید جرقهٔ دستگاه بالاتر از سطح تجمع این بخارات قرار گرفته و احتمال وقوع آتش‌سوزی و انفجار کاهش می‌یابد. این بند از قرارگرفتن مستقیم اغلب کوره‌ها، دیگ‌ها، هیترها و آب‌گرمکن‌ها بر روی سطح پارکینگ‌ها و سایر مکان‌هایی که بخارات قابل احتراق و اشتعال‌پذیر در آنها وجود دارد، جلوگیری می‌کند.

در این بند از مبحث، وسیله احتراق می‌تواند شعله پیلوت، مشعل، جرقه‌زن مشعل یا اجزای الکتریکی تولیدکننده جرقه باشد. بنابراین وسیله احتراق هم منابع تولید عمدی جرقه و هم منابع تولید غیرعمدی جرقه را شامل می‌گردد. احتمال تجمع بخارات اشتعال‌پذیر در ارتفاعی بیشتر از ۴۵۰ میلی‌متر در اغلب مکان‌های تهویه شده بسیار کم است و لذا قراردادن تمام منابع جرقهٔ ممکن در ارتفاع ۴۵۰ میلی‌متر بالاتر از سطح کف، خطر انفجار و آتش‌سوزی را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. ارتفاع ۴۵۰ میلی‌متر، حداقل مقدار قابل قبول است و در صورت بیشتر بودن ارتفاع توصیه شده توسط سازنده، دستگاه باید در همان ارتفاع نصب گردد. شکل (۱۴-۳-۱) را ملاحظه کنید.

(۱) دستگاهی که در فضا یا اتاقی نصب شده است که تنها از پارکینگ قابل دسترسی است، در این بند از مقررات بخشی از پارکینگ محسوب می‌شود. هر چند ممکن است اتاق به وسیله دیوار و در از پارکینگ جدا شده باشد، هیچ وسیله عملی برای اطمینان از هوابندی در و بسته بودن آن ضمن کار وجود ندارد. اتاق‌هایی که تنها از محیط خارج یا فضاهای مسکونی ساختمان قابل دسترس است، جزئی از پارکینگ به شمار نمی‌آید. اتاق‌هائی مانند موتورخانه که هم به فضای مسکونی و هم به پارکینگ ارتباط دارند، جزء فضای مسکونی محسوب شده و بخشی از پارکینگ به حساب نمی‌آیند. شکل (۱۴-۳-۲) را ببینید.



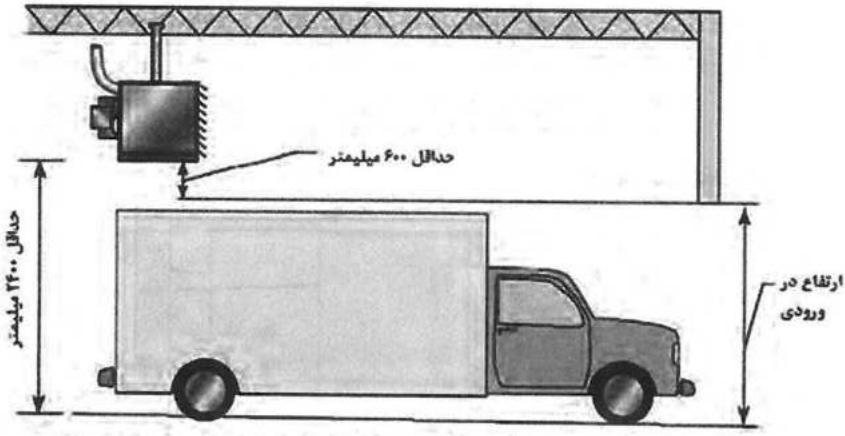
شکل(۱۴-۳-۱): نصب آب‌گرم‌کن در یک محیط خطرزا



شکل(۱۴-۳-۲): نصب دستگاه گرمائی در اطاق با دسترسی فقط از طریق گاراژ

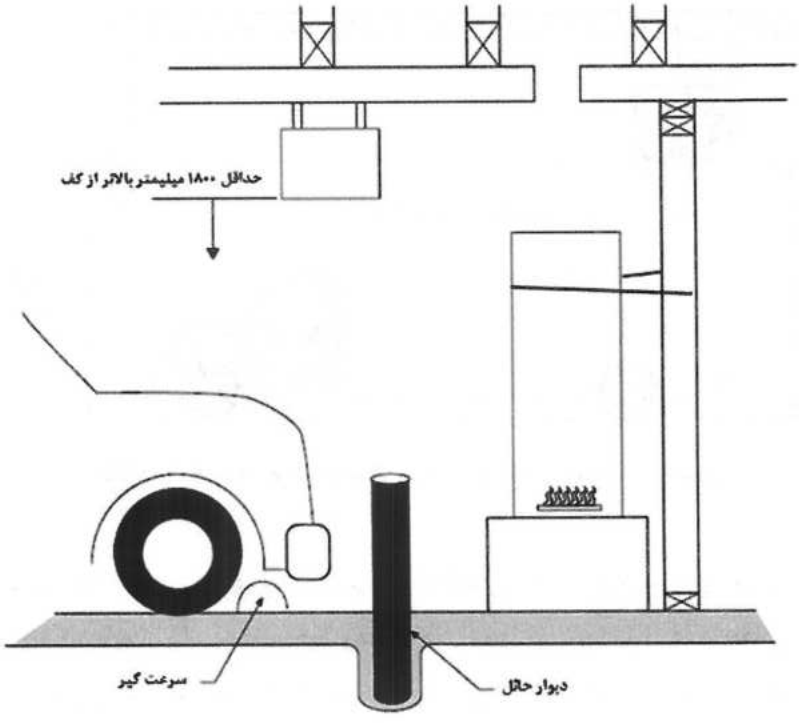
(۲) نصب دستگاه گرمائی در محل عبور مکرر خودروها: نصب دستگاه‌ها و تجهیزاتی که در محل عبور مکرر خودرو قرار دارند باید به گونه‌ای باشد که احتمال ایجاد جرقه توسط دستگاه برای بخارات اشتعال‌پذیر و قابل انفجار را کاهش دهد و از برخورد خودروها با دستگاه جلوگیری نماید. این حفاظت به دلیل امکان ایجاد انفجار یا آتش‌سوزی به واسطهٔ برخورد خودروها ضروری است.

- در صورت نصب دستگاه در ارتفاع، حداقل فاصلهٔ ۲۴۰۰ میلی‌متر از سطح کف به منظور ایجاد فضای کافی برای عبور خودروها از زیر دستگاه، بدون برخورد با آن، باید در نظر گرفته شود. این ارتفاع کمینهٔ مقدار مورد نیاز است و باید همواره در محل عبور خودروها حداقل ۶۰۰ میلی‌متر بین بالاترین نقطه بلندترین خودروی عبوری و زیر دستگاه فاصله وجود داشته باشد. در صورتی‌که ارتفاع خودروهای عبوری ۱۸۰۰ میلی‌متر یا کمتر باشد، رعایت ارتفاع نصب ۲۴۰۰ میلی‌متر، حداقل فاصله ۶۰۰ میلی‌متر را نیز تأمین می‌کند. اما چنان‌چه ارتفاع خودروهای عبوری از ۱۸۰۰ میلی‌متر بیشتر باشد، ارتفاع نصب دستگاه باید به نحوی افزایش یابد که فاصله بین بالای خودرو و زیر دستگاه از ۶۰۰ میلی‌متر کمتر نشود.
- در بعضی از کاربردها می‌توان از ارتفاع بلندترین در ورودی، به‌عنوان راهنمایی برای تعیین حداکثر ارتفاع خودروهای عبوری استفاده نمود. با این وجود، ارتفاع در ورودی برای کاربردهایی مانند انبارهای کالا که در آنها از لیفت‌تراک و سایر ماشین‌های بالابر استفاده می‌شود، نباید به تنهایی مد نظر قرارگیرد.
- جز در مورد یونیت‌هیترهای سقفی، نصب دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی در ارتفاع غیرممکن یا سخت است و دسترسی به آنها مشکل خواهد بود. بنابراین این بند استفاده از روش‌های جایگزین برای حفاظت دستگاه‌ها از برخورد خودروها در پارکینگ‌های عمومی را مجاز می‌داند. برای این منظور، یک روش عملی نصب یک حفاظ محکم و دائمی بین خودرو و دستگاه است. این حفاظ می‌تواند به صورت ساخت سکویی بلندتر از ارتفاع قرارگیری سپر خودروها یا ساخت دیوار حائل باشد. صرف‌نظر از روش حفاظت در برابر برخورد خودروها، رعایت حداقل ارتفاع برای وسیله احتراق دستگاه نیز ضروری است. شکل (۱۴-۳-۳) را ملاحظه کنید.



شکل(۱۴-۳-۳): نصب دستگاه گرمائی در داخل پارکینگ عمومی

(۳) نصب دستگاه گرمائی در گاراژ خصوصی: دستگاه‌هایی که در پارکینگ‌های خصوصی نصب می‌گردند نیز باید از برابر برخورد خودروها حفاظت شوند. این بند شامل دستگاه‌هایی است که عبور خودرو از زیر آن‌ها امکان‌پذیر است و یا در مکانی قرار گرفته‌اند که احتمال برخورد خودرو با آن‌ها وجود دارد. در نظر گرفتن کمینهٔ ارتفاع نصب ۱۸۰۰ میلی‌متر از کف، برای تأمین فضای خالی کافی در بالای خودروها لازم است. با این وجود، در صورت وجود خودروهای بلندی مانند انواع وَن، ممکن است افزایش ارتفاع نصب ضروری باشد. در این مورد هم می‌توان از ارتفاع در ورودی به عنوان راهنمایی جهت تعیین حداکثر ارتفاع خودروها استفاده نمود. شکل (۱۴-۳-۴) را ببینید.



شکل(۱۴-۳-۴): نصب دستگاه گرمائی در داخل پارکینگ خصوصی

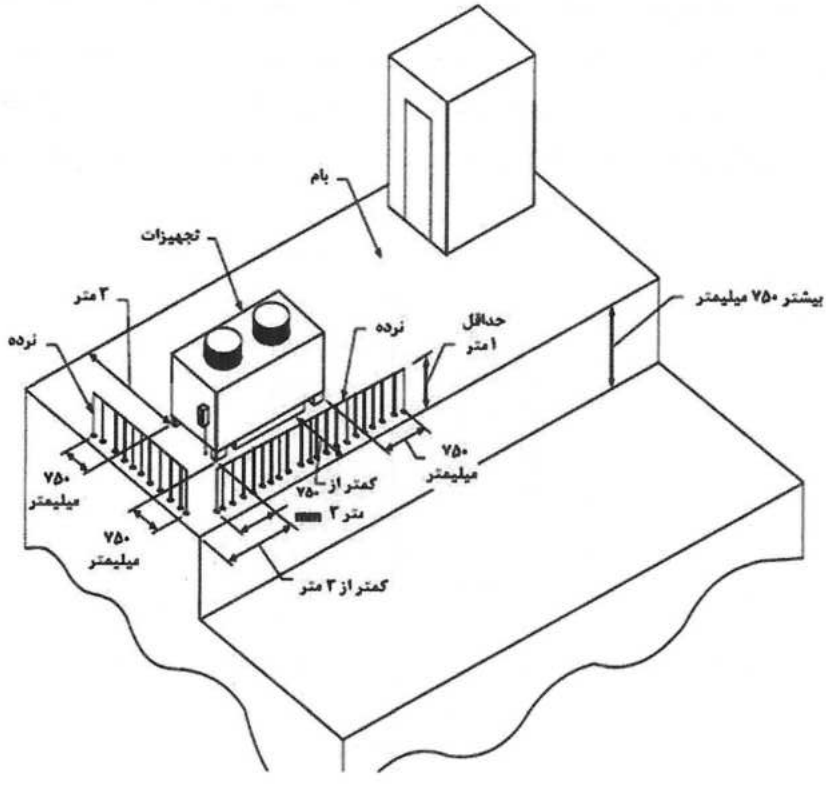
ث) نصب در ارتفاع

دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی نیازمند بازدید، نگه‌داری و تعمیرات دوره‌ای هستند. هنگامی که دستگاه بر روی بام نصب شده و فاصله آن تا لبه‌های بام کمتر از ۳ متر است یا دستگاه بر روی سطح دیگری که بیش از ۷۵۰ میلی‌متر از زمین اطراف ارتفاع دارد نصب شده است، احتمال افتادن تعمیرکار یا بازرس وجود دارد. بنابراین، فضای سرویس اطراف دستگاه باید با نرده حفاظت شود.

(۱) دسترسی به دستگاه‌های نصب شده بر روی بام گاهی اوقات در شرایط آب و هوایی نامساعد، شرایط اضطراری یا هوای تاریک ضروری است. الزامات این بند برای حفاظت نیروهای انسانی از خطر سقوط در چنین شرایطی است. این بند شامل تمام دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی، فن‌ها و اجزایی از تأسیسات مکانیکی است که در دامنه این مقررات قرار داشته و نیازمند بازرسی، نگه‌داری و تعمیرات دوره‌ای هستند.

(۲) نرده محافظ باید حداقل ۱۰۰۰ میلی‌متر ارتفاع داشته و به گونه‌ای ساخته شده باشد که اندازهٔ سطوح باز آن کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر باشد. همچنین نرده‌ها باید بتوانند در برابر بارهای وارده به آن‌ها مقاومت کنند.

(۳) برای حفاظت بیشتر نیروی انسانیِ نصب و نگه‌داری، نرده‌های محافظ بهتر است تا ۷۵۰ میلی‌متر بعد از هر یک از لبه‌های دستگاه امتداد یابد. شکل (۱۴-۳-۵) را ببینید.



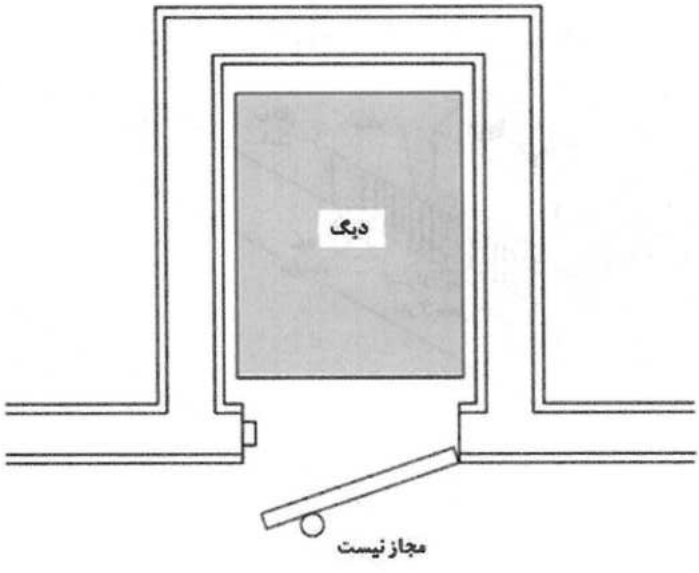
شکل(۱۴-۳-۵): الزامات حفاظ

۱۴-۳-۶ فضاهای دسترسی

الف) نظر به این‌که دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی نیازمند نگه‌داری، تعمیرات دوره‌ای و احتمالاً تعویض قطعات می‌باشند، دسترسی به آن‌ها ضروری است. توصیه‌ها و الزامات مربوط به دسترسی به دستگاه معمولاً در دستورالعمل نصب سازنده ارائه می‌شود و به همین دلیل موارد ارائه شده در

این بند برای تکمیل دستورالعمل سازنده است. هدف از این بند اطمینان از فراهم بودن امکان دسترسی به اجزایی نظیر کنترل‌ها، لوازم اندازه‌گیری، مشعل‌ها، فیلترها، هواکش‌ها و الکتروموتورها است که نیازمند بازدید، بازرسی، تنظیم، سرویس، تعمیر یا تعویض دارند. همچنین برای انجام روندهای کاری معمول مانند راه اندازی و خاموش کردن نیز به فضای دسترسی نیاز است.

(۱) دسترسی به معنی امکان رسیدن به دستگاه‌ها یا تجهیزات است. رسیدن به وسیله مورد نظر ممکن است مستلزم برداشتن یک صفحه، در یا مانعی مشابه باشد. در صورتی‌که رسیدن به یک دستگاه یا قسمتی از آن مستلزم برداشتن بخشی از سازه نهایی یا اجزای دائمی و ثابت ساختمان باشد، غیر قابل دسترسی محسوب می‌شود. به عنوان مثال وجود مانع که سبب باز نشدن کامل درب با ابعاد مناسب شود، مجاز نیست. شکل (۱۴-۳-۶) را ملاحظه کنید.



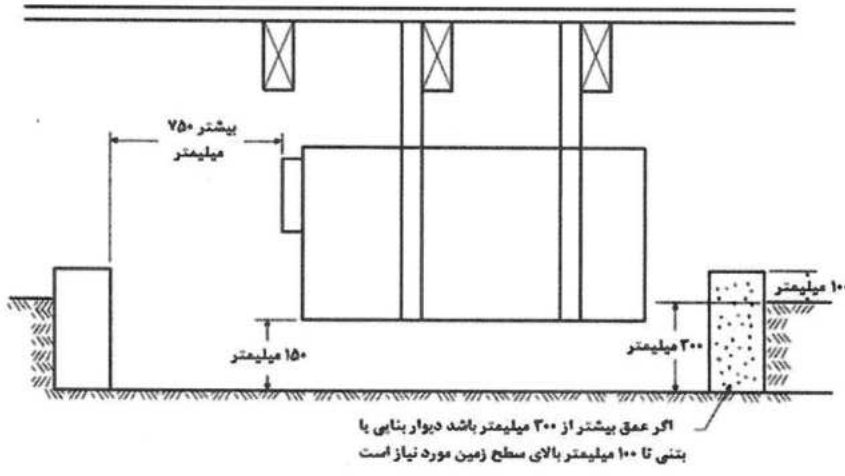
شکل(۱۴-۳-۶): نصب دستگاه بصورت غیر قابل دسترس که مجاز نیست

ب) نصب در اتاق

ابعاد مشخص شده در بند (۱۴-۱۳-۶-۲) مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان برای معابر و بازشوهای دسترسی، به‌منظور فراهم آوردن امکان دسترسی نیروی انسانی نگه‌داری و تعمیرات به دستگاه‌ها و همچنین عبور اجزای تأسیسات مکانیکی است.

پ) نصب در اتاقک زیرِ کف

همیشه فضای کافی برای نصب دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی در فضاهایی نظیر زیرزمین و موتورخانه وجود ندارد. برای صرفه‌جویی در فضا و یا سهولت نصب، دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی را می‌توان در فضاهای زیر کف نصب نمود. هدف از الزامات این بند فراهم آوردن فضای کار، معبر و بازشوی مناسب برای دسترسی با سهولت منطقی به دستگاه‌ها و تجهیزات، بدون به خطر افتادن تعمیرکار است. هرچه دسترسی به دستگاه‌ها و تجهیزات نصب شده دشوارتر باشد، احتمال بازرسی و نگه‌داری دوره‌ای آن‌ها کمتر است. شکل (۱۴-۳-۷) را ببینید.



شکل(۱۴-۳-۷): نصب دستگاه در اتاقک زیرِ زمین

ت) نصب دستگاه روی بام

الزامات بند (۱۴-۱۳-۶-۴) "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی"، برای جلوگیری از بکارگیری نردبان به عنوان تنها وسیلهٔ دسترسی به دستگاه‌ها و تجهیزات نصب شده بر روی بام است. این موارد برای حفاظت از نیروی انسانی نگه‌داری و تعمیرات است.

استفاده از سکوی دارای حفاظ، نیروی انسانی را محافظت کرده و بازرسی، نگه‌داری و تعمیر دستگاه‌ها، تجهیزات و سایر اجزای تأسیسات را راحت‌تر می‌کند. کار بر روی سطح شیب‌دار مشکل و خطرناک است و به‌علاوه می‌تواند موجب سقوط ابزارآلات و مواد از روی بام و ایجاد خطر برای افراد در حال عبور شود. به دلیل هزینه اضافی و ظاهر نامناسب سکوهای بام، الزامات ارائه شده در

این بند، باعث کم شدن تمایل جهت نصب دستگاه‌ها بر روی بام می‌شود. این بند تجهیزاتی مانند هواکش‌های تخلیه و هوادهی آشپزخانه که نیازمند تعمیرات دوره‌ای است را نیز شامل می‌گردد.

ث) نصب در مناطق با خطر سیلاب

در مناطق در معرض سیل، دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی باید بالاتر از تراز طراحی سیل قرار گیرد. تماس با آب موجب خرابی بیشتر قطعات سیستم‌های مکانیکی و ایجاد عیوب فنی در دستگاه‌ها و تجهیزات مکانیکی می‌شود.

۴-۱۴ تعویض هوا

۱-۴-۱۴ کلیات

الف) دامنه کاربرد

تعویض هوا جابجایی هوای یک محیط بسته به فضای دیگر می‌باشد. معمولاً این جابجایی از فضاهای داخل ساختمان به فضای خارج صورت می‌گیرد. در کاربری‌های مسکونی و تجاری، تعویض هوای ساختمان به‌منظور حفظ سلامتی ساکنین ساختمان و همچنین محافظت از اجزای معماری، سازه و مبلمان فضاهای ساختمان و در صنعت، برای کاهش غلظت آلاینده‌های مضر برای سلامت کارگران انجام می‌شود. فرآیند تعویض هوا باید هوای تازهٔ تنفسی افراد را به میزان مناسب تأمین یا غلظت آلاینده‌های مضر برای سلامت و اجزای ساختمان را تا حد مجاز کاهش دهد. میزان تعویض هوا در فضاهای تحت اشغال افراد باید برای کاهش آلاینده‌ها، کاهش رطوبت فضا و یا کنترل دما در صورت لزوم، و در فضاهای غیرمسکونی، برای کاهش رطوبت و گرمای مضر به اجزای سازه یا معماری، کافی باشد.

ب) میزان هوای خارج مورد نیاز:

میزان هوای خارج مورد نیاز در بخشی از فضاهای ساختمان‌های با کاربری مسکونی، تجاری، اداری و آموزشی که موضوع غالب پروژه‌های ساختمانی کشور است، درجدول (۱۴-۴-۲) مبحث چهاردهم ارائه شده است. ارقام این جدول عموماً با استاندارد ASHRAE ۶۲-۱ مطابقت دارد و در برخی موارد بر اساس شرایط محلی تعدیل و اصلاحاتی در آن صورت گرفته است.

(۱) در فضاهای با آلاینده‌های صنعتی، نوع و میزان آلاینده باید مبنای محاسبات و طراحی سیستم تعویض هوا باشد.

(۲) اگرچه برخی استانداردهای صنعت تاسیسات کاربرد هوای برگشتی تصفیه شده با شرایط کیفی هوای خارج را برای تعویض هوا مجاز می‌دانند، این کاربرد از نظر مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان و این راهنما پذیرفته نمی‌باشد.

پ) روش‌های تعویض هوا:

طرح تعویض هوای ساختمان می‌تواند به دو روش اجباری و طبیعی و یا ترکیبی از دو سیستم انجام شود. آن‌چه مسلّم است، طراح باید اثرات متقابل هر دو سیستم را تجزیه و تحلیل نموده و نسبت به تأمین تهویه مورد نیاز به‌وسیلهٔ برآیند آن‌ها، اطمینان حاصل کند. با توجه به تغییر دائمی عوامل تهویه طبیعی نظیر سرعت باد، اختلاف دمای هوای داخل و خارج، و باز یا بسته بودن بازشوهای ساختمان، ضروری است که از مؤثر بودن سیستم تهویه طبیعی با کمترین امکانات قابل دسترس، اطمینان کافی حاصل شود. استفاده از هر یک از دو سیستم تهویه در بخش‌های مختلف یک ساختمان مجاز است. به‌عنوان مثال در یک ساختمان اداری دارای پارکینگ، می‌توان سیستم تهویه و تعویض هوای دفاتر را به‌صورت طبیعی و تهویه پارکینگ یا فضاهای با آلایندگی بالا نظیر اتاق‌های استعمال دخانیات را به‌صورت مکانیکی طراحی کرد.

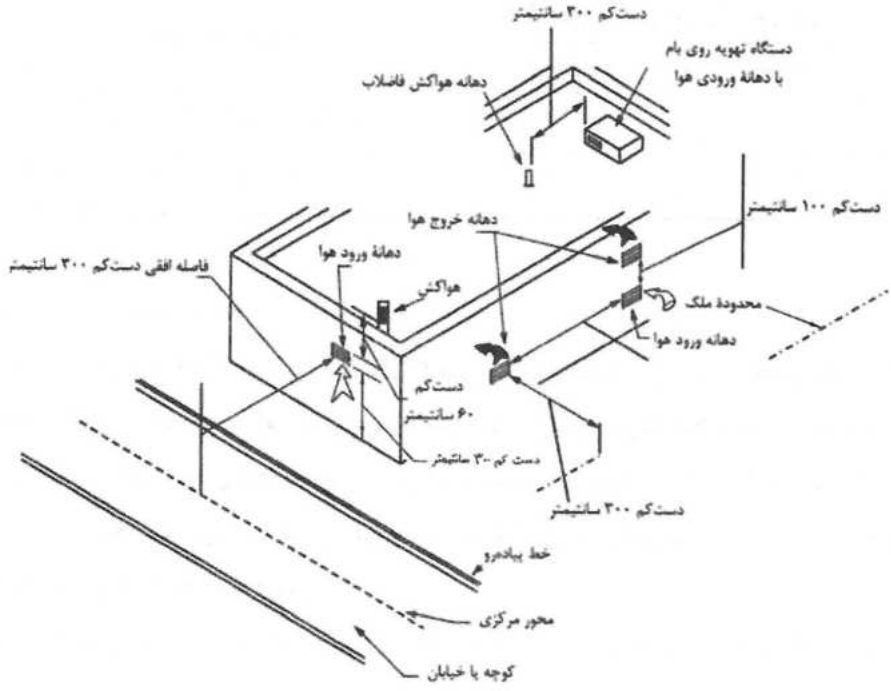
ت) کنترل ظرفیت تعویض هوا:

ظرفیت تأسیسات تعویض هوا در فضاهای اشغال‌شده یا تحت تصرف افراد می‌تواند به‌وسیلهٔ سیستم‌های کنترل خودکار، متناسب با تعداد نفرات یا ساعات اشغال، تنظیم شود و یا در فضاهای غیرمسکونی بر اساس پارامترهایی نظیر رطوبت و دما که با تهویه کنترل می‌شود، تنظیم گردیده و یا بطور کلی تأسیسات خاموش شود. چنانچه تعویض هوای ساختمان به‌وسیلهٔ تأسیسات تهویه مطبوع ساختمان که روشن یا خاموش شدن آن براساس کنترل دما و رطوبت صورت می‌گیرد، تأمین می‌شود، کنترل آن باید چنان برنامه‌ریزی گردد تا حتی در صورت عدم نیاز به کنترل دما و رطوبت فضا، دستگاه با ظرفیت مورد نیاز تعویض هوا به کار خود ادامه دهد.

۱۴-۴-۲ دهانه‌های ورود و خروج هوا

الف) دهانهٔ هوای ورودی از بیرون

دهانهٔ هوای ورودی از بیرون در سیستم تعویض هوای طبیعی یا اجباری، باید از هر دهانهٔ تخلیهٔ هوای آلوده به مواد مخاطره‌آمیز یا زیان‌آور، مانند دودکش و هواکش دست‌کم ۳ متر فاصله افقی داشته باشد مگر آن‌که دهانهٔ ورود هوا دست‌کم یک متر پایین‌تر از دهانهٔ تخلیه هوا باشد. همچنین دهانهٔ ورود هوا از بیرون دست‌کم باید ۳ متر از محور معابر عمومی فاصلهٔ افقی داشته و ۳ متر از کف معابر عمومی بالاتر باشد. فاصلهٔ افقی این دهانه از ساختمان مجاور نیز باید دست‌کم ۳ متر باشد. شکل (۱۴-۴-۱) را ملاحظه کنید.



شکل(۱۴-۴-۱): موقعیت بازشوهای ورودی هوا

(۱) فاصله‌های تعیین شده، کم‌ترین مقادیری است که باید رعایت شود. چنان‌چه به دلایل محدودیت-های محلی و ساختمانی کاهش این فاصله‌ها لازم باشد، در هر مورد خاص باید با توجه به سرعت و جهت باد غالب و نوع آلاینده و اطمینان از وارد نشدن هوای آلوده به داخل ساختمان، موضوع بررسی شده و به تایید ناظر ساختمان برسد.

(۲) دهانهٔ هوای ورودی از بیرون باید با توری سیمی، دریچه یا شبکهٔ با تیغه های مورب باران‌گیر و مقاوم در برابر شرایط هوای محل نصب و نیز خوردگی و زنگ‌زدگی حفاظت شود. اندازهٔ روزنه‌های توری حفاظ دهانهٔ ورود هوا باید مطابق مقادیر جدول (۱۴-۴-۱) باشد.

جدول (۱۴-۴-۱): اندازهٔ روزنه‌های توری حفاظ دهانهٔ ورود وخروج هوا

نوع دهانهٔ ورودی	اندازه روزنه‌های توری (میلی متر)	
	حداقل	حداکثر
دهانهٔ ورود هوا در ساختمان مسکونی	۶/۵	۱۳
دهانهٔ ورود هوا در دیگر ساختمان‌ها	۶/۵	۲۶

ب) دهانهٔ تخلیهٔ هوا به بیرون

دهانه‌های خروج و تخلیه هوا باید دست‌کم ۳ متر از محور خیابان و یا کوچه جانبی فاصله داشته باشد. ارتفاع زیر دریچه از کف معابر باید ۳ متر باشد. توضیح این‌که دهانه هوای تخلیه حمام و آشپزخانهٔ مسکونی، هوای مخاطره‌آمیز یا زیان‌آور محسوب نمی‌شود و در این حالت فاصلهٔ افقی این دهانه از دریچه‌های دریافت طبیعی هوا و نیز فاصلهٔ افقی این خروجی‌ها تا ساختمان مجاور یا خیابان می‌تواند به یک متر کاهش یابد.

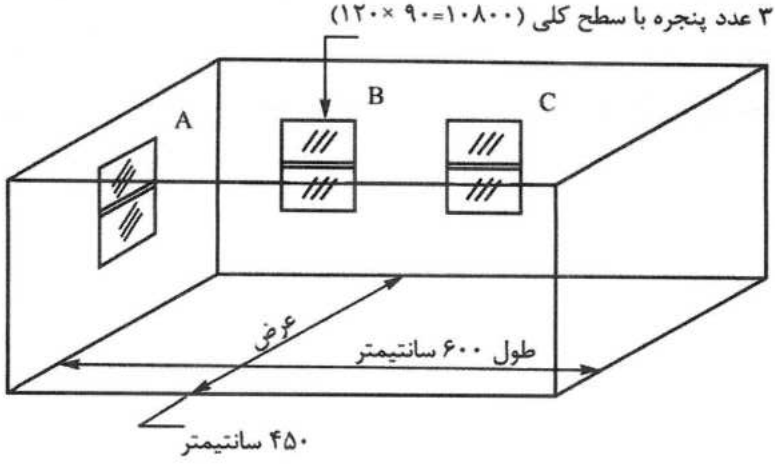
(۱) دهانه‌های خروج هوا نیز باید به توری حفاظِ دهانه با اندازه روزنهٔ برابر جدول (۱۴-۴-۱) مجهز باشد.

۱۴-۴-۳ تعویض هوای طبیعی

الف) تهویهٔ طبیعی ساختمان از طریق در، پنجره و بازشوهایِ محفوظ با شبکه‌های باران‌گیر و غبارگیر انجام می‌شود. باید توجه شود که به استثنای بازشوهای محفوظ ویژه، مقررات ملّی باز بودن دائم درب و پنجره‌ها را توصیه نمی‌کند، بلکه باید مکانیسم آسانی برای باز و بسته‌شدن آن‌ها پیش‌بینی نمود تا در صورت ضرورت و صلاحدید بهره‌برداران، برای تهویه طبیعی استفاده شوند.

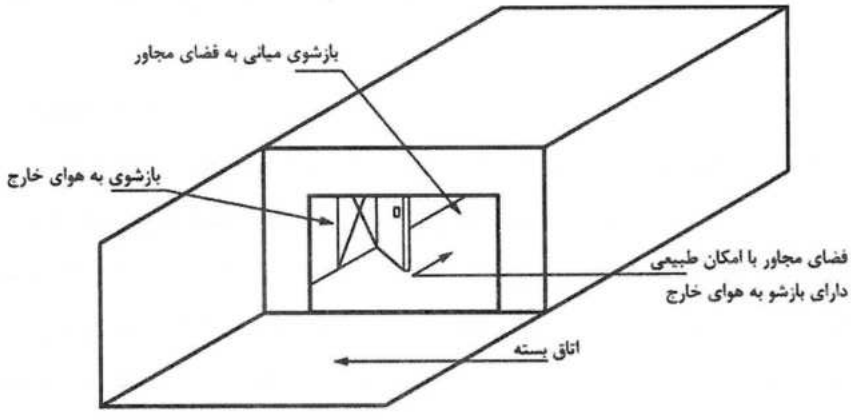
ب) سطح مفید بازشوهای تهویه طبیعی باید دست‌کم ۴ درصد سطح فضای مورد نظر باشد. توزیع سطوح بازشو به هوای خارج روی دیوارهای جانبی و یا سقف به نظر مهندس طراح در جایگزینی مناسب برای دستیابی به تهویه طبیعی مؤثر و کامل فضا بستگی دارد.

(۱) شکل (۱۴-۴-۲) نمونه‌ای از یک طرح تهویه را نشان می‌دهد. مساحت سطح کف اتاق ۲۷ مترمربع و سطح بازشوی مورد نیاز ۱۰۸۰۰ سانتیمترمربع است. طراح سه عدد پنجره با مساحت هر کدام ۱۰۸۰۰ سانتیمترمربع و بازشوی ۵۴۰۰ سانتیمترمربع برای تهویه پیش‌بینی می‌نماید. دو عدد آن‌ها در موقعیت A و C برای تأمین کمترین مقدار تهویه و پنجره سوم (B) برای تقویت اثر تهویه و به دلخواه بهره بردار قابل استفاده می باشد. این بازشو در بهره‌گیری از نور طبیعی روز نیز مفید خواهد بود.



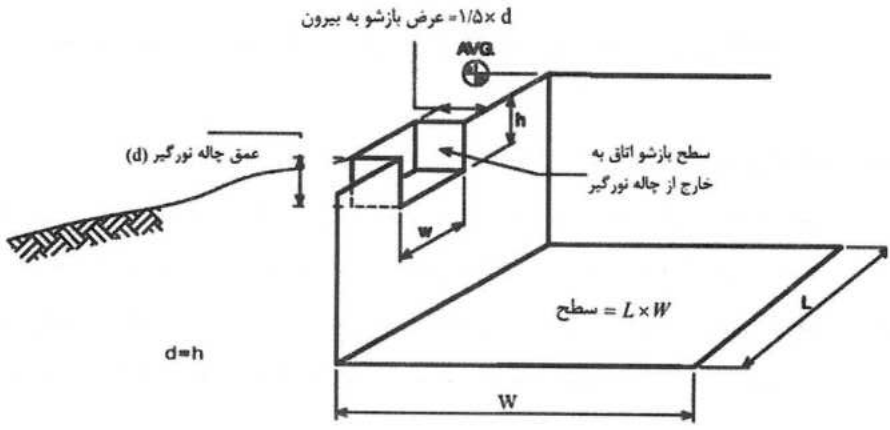
شکل(۱۴-۴-۲): پنجره‌های تهویه و نور طبیعی

پ) اگر تهویه طبیعی اتاقی که به هوای بیرون بازشو ندارد، از راه فضای مجاور با دسترسی به هوای خارج تأمین شود، ارتباط هوایی غیرقابل انسداد بین دو فضا باید دست‌کم ۸ درصد سطح اتاق و به هر روی کمتر از ۲/۳ مترمربع نباشد. بازشوی فضای واسط به هوای خارج باید دست‌کم ۴ درصد مجموع مساحت اتاق و فضای واسط باشد. به شکل (۱۴-۴-۳) رجوع شود.



شکل(۱۴-۴-۳): تهویه طبیعی از فضای مجاور

ت) تهویه طبیعی اتاق واقع در زیرزمین می‌تواند از راه یک دهانه بازشوی قائم و یک دهانه بازشوی افقی به هوای بیرون انجام شود. در این‌صورت مطابق شکل (۱۴-۴-۴)، عرض بازشوی افقی به هوای خارج باید دست‌کم ۱/۵ برابر عمق بازشوی قائم نسبت به رقوم متوسط زمین یا محوطه‌سازی اطراف بازشوی افقی باشد.



شکل(۱۴-۴-۴): بازشوهای تهویه طبیعی فضای زیرزمین

۱۴-۴-۴ تعویض هوای مکانیکی

الف) مقدمه

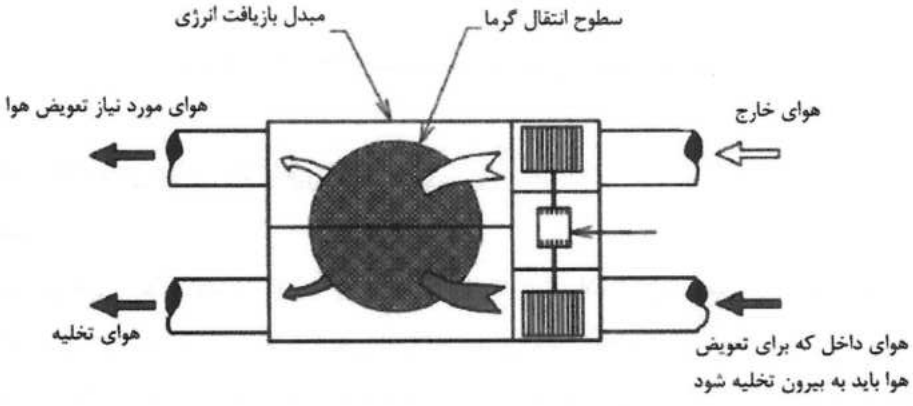
توجه روزافزون به تداوم و ماندگاری طبیعت وکاهش تأثیرات مخرب ناشی از زندگی بشر و فعالیت‌های پیوسته به آن، باید به عنوان انگیزه‌ای برای استفادهٔ هرچه بیشتر از عوامل طبیعی در ایجاد شرایط مناسب محیط زندگی، مد نظر قرارگیرد. از همین روی استفاده از طرح تهویه طبیعی در الویت نخست قرار دارد. بدیهی است این اصل نباید سبب کاهش سطح حداقل الزامات تهویه و تامین هوای تازه شود و چنان‌چه روش طبیعی در تامین تهویه کافی نباشد، انتخاب سیستم تهویه مکانیکی و طراحی آن برای دستیابی به الزامات مقررات، ضروری خواهد بود.

مزیت عمده سیستم تهویه مکانیکی، اطمینان به کارکرد موثر آن در تأمین مداوم دبی مورد نیاز تهویه و فشارهای نسبی مثبت و منفی لازم در کاربری‌های بهداشتی و صنعتی است که ممکن است در تهویه طبیعی اعتماد کافی طراح را فراهم نکند.

ب) تعویض هوای مکانیکی باید با یکی از روش‌های توزیع هوای رفت، هوای برگشت و یا تخلیهٔ هوا صورت‌گیرد. در این سیستم اصول طرح به شرح زیر می‌باشد:

(۱) مقدار هوای رفت هر فضا باید تقریباً برابر مجموع هوای برگشت و تخلیهٔ هوا باشد.
(۲) الزامات فشار مثبت یا منفی فضا با جمع جبری مقادیر فوق کنترل و برقرار گردد.

پ) پیشرفت روزافزون فنی در طرح و ساخت دستگاه‌های متنوع بازیافت انرژی از هوای تخلیه شونده برای تأمین تهویه، عواقب زیان‌آور کاربری انرژی در تهویه مکانیکی را جبران می‌کند. بطور کلی این دستگاه‌ها به میزان مناسبی انرژی هوای تخلیه را در پیش گرم کردن/ پیش سرد کردنِ هوای تهویه، بازیافت می‌کنند. این راهنما کارشناسان طراح را به کاربرد اصول بازیافت انرژی و استفاده از تبادل‌گرهای هوا به هوا و هوا به آب توصیه می‌کند. شکل (۱۴-۴-۵) را ببینید.

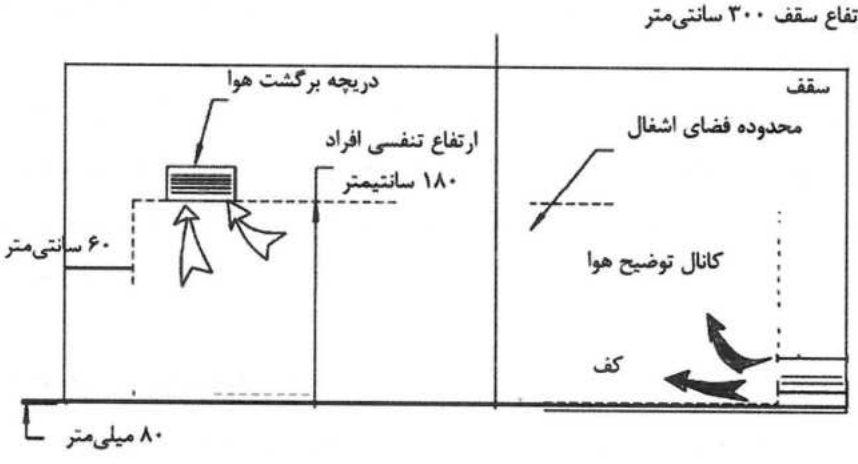


شکل(۱۴-۴-۵): تبادل‌گر بازیافت انرژی هوا به هوا در تهویه مکانیکی

در طرح و کاربری این دستگاه‌ها توجه به امکان انتقال احتمالی آلودگی از هوای تخلیه به هوای تازه ورودی به تبادل‌گرِ بازیافت الزامی است.

ت) تعویض هوای مکانیکی ممکن است با تأسیسات تهویه مطبوع، یا تأسیسات مستقل و جداگانه‌ای که بدین‌منظور طراحی و نصب می‌شود، انجام شود. در طرح این تاسیسات طراح مجاز به انتخاب شیوه‌های متنوع و موثر تهویه مکانیکی میباشد، آنچه اهمیت دارد این است که مقدار هوای ورودی از بیرون باید دست‌کم مطابق مقادیر جدول (۱۴-۴-۲) باشد.

(۱) برای افزایش عملکرد مؤثر تاسیسات در محدودهٔ اشغال و تنفسی افراد که معمولاً حجمی به ارتفاع تقریبی ۱۸۰۰ میلیمتر از کف و سطحی با فاصله ۶۰۰ میلیمتر از دیوارهای جانبی را شامل می‌شود، توزیع هوای تهویه از ارتفاع تقریبی ۸۰ میلیمتر و با سرعت ۰/۵ متردرثانیه توصیه می‌شود. در این روش هوا بصورت مؤثر سطح اشعال را پوشش داده با گرم شدن تدریجی و لایه‌ای شدنِ گرمایی به سمت بالا حرکت کرده و تمامی حجم را پوشش می‌دهد و از ماند و رکود هوای آلوده جلوگیری می‌کند. شکل (۱۴-۴-۶) را ملاحظه کنید.



شکل(۱۴-۴-۶): طرح پیشنهادی تهویه مکانیکی برای پوشش کامل فضای تحت اشغال

ث) در تاسیسات تعویض هوایی که به‌دلایلی از جمله کنترل دما با استفاده از هوای خارج یا تعویض حجم فضا به تعداد دفعات مشخص، ظرفیت تاسیسات از کمینهٔ پیشنهادی در جدول (۱۴-۴-۲) مبحث چهاردهم بیشتر است، می‌توان مقداری از هوای اضافی را بازگردانی و تصفیه کرد و با اختلاط با هوای خارج مورد نیاز مجدداً به فضاها ارسال نمود.

(۱) در چنین تاسیساتی باید توجه کرد که بازگردانی هوای برگشتی در فضاهای ساختمان باید با رعایت کمینهٔ مقدار هوای وارد شده از بیرون، که در جدول (۱۴-۴-۲) مقرر شده است، صورت

گیرد. بازگردانی مقداری از هوای رفت که مازاد بر حداقل هوای وارد شده از بیرون است، مجاز می‌باشد. در این رابطه:

- بازگردانی هوا از یک واحد مسکونی به واحد مسکونی دیگر مجاز نیست.
- بازگردانی هوای استخر سرپوشیده و فضاهای جنبی آن مجاز نیست، مگر آنکه هوا به اندازه‌ای رطوبت‌زدائی شود که رطوبت نسبی فضای استخر را به ۶۰٪ یا پایین‌تر برساند. بازگردانی این هوا به فضاهای دیگر ساختمان مجاز نمی‌باشد.

(۲) بازگردانی هوای فضاهای: توالت و پیسوار، حمام، آشپزخانه و آبدارخانه، رخت‌کن، پارکینگ و فضاهایی که در آن‌ها گازهای زیان‌آور تولید می‌شود، مجاز نیست.

(۳) هوای بازگردانی شده از فضاهایی که در اشغال و تصرف است را می‌توان به عنوان هوای رفت در فضاهایی مانند توالت، پیسوار، حمام، آشپزخانه، رخت‌کن و پارکینگ که هوای آن‌ها تماماً تخلیه می‌شود، استفاده کرد. توجه به این نکته ضروری است که بازگردانی و تخلیه هوا باید همواره از سوی فضای تمیز به فضای کثیف صورت‌گیرد تا ضمن حفظ پوشش تهویه، از نفوذ آلودگی و بوهای نامطبوع جلوگیری شود.

۱۴-۴-۵ محاسبه حجم هوای تهویه

الف) در محاسبات حجم هوای تهویه لازم است طراح با کسب اطلاعات جمعیتی از مدارک و نقشه‌ها، مقدار کمینهٔ هوای لازم برای تهویه را با استفاده از جدول شماره (۱۴-۴-۲) محاسبه نماید و ضمن مقایسه آن با مقدار هوای تخلیه یا هوای تامین فشارنسبی مورد نیاز فضا، نسبت به انتخاب ظرفیت تأسیسات تصمیم‌گیری کند. بدیهی است در این فرایند همواره بیشترین مقدار مبنای طراحی نخواهد بود.

مثال اول: ظرفیت تأسیسات تهویه یک آشپزخانه تجاری با مساحت ۲۴۰ مترمربع و کارکنان به تعداد ۴۰ نفر را برآورد کنید.

پاسخ: با مراجعه به جدول شماره (۱۴-۴-۲)، مقدار هوای تخلیه (که لزوماً هوای خارج نیست) ۳/۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع و هوای خارج مورد نیاز کارکنان مشابه کارِ کارگاهی سرانه ۱۰ لیتر در ثانیه می‌باشد.

هوای تخلیه از آشپزخانه (لیتر درثانیه) ۳/۵×۲۴۰ = ۸۴۰

هوای خارج کارکنان (لیتر درثانیه) ۱۰×۴۰ = ۴۰۰

چنان‌چه امکان تامین هوای انتقالی ۴۴۰ لیتر در ثانیه از فضاهای جانبی هم‌چون رستوران میسر باشد، ظرفیت هوای خارج انتخابی ۴۰۰ لیتر در ثانیه و در غیر این‌صورت ۸۴۰ لیتر در ثانیه انتخاب می‌شود.

مثال دوم: یک واحد مسکونی دارای سه اتاق، ۱۰ نفر ساکن، دو دستگاه گروه بهداشتی و یک آشپزخانه می‌باشد. ظرفیت تأسیسات تهویه آن‌را برآورد کنید.

پاسخ: با مراجعه به جدول شماره (۱۴-۴-۲)، مقدار هوای تخلیه برای آشپزخانه ۵۰ لیتر در ثانیه و برای گروه بهداشتی (توالت و حمام) ۲۵ لیتر در ثانیه می‌باشد. همچنین هوای خارج مورد نیاز ساکنان سرانه ۷/۵ لیتر در ثانیه است.

هوای خارج ساکنان (لیتر درثانیه) ۷/۵×۱۰ = ۷۵

هوای تخلیه از آشپزخانه و گروه‌های بهداشتی (لیتر درثانیه) ۲×۲۵+۱×۵۰ =۱۰۰

مقدار هوای خارج (ظرفیت تهویه) ۱۰۰ لیتر در ثانیه انتخاب می‌شود، که بیشترین دو مقدار هوا است.

(۱) چنان‌چه ذکرشد به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش استهلاک دستگاه‌ها، ظرفیت تأسیسات تهویه مخصوصاً تهویه مکانیکی باید متناسب با نیاز کاربری فضا، کنترل و در صورت لزوم به کمترین میزان مجاز کاهش یابد. این موضوع در تأسیسات تهویه پارکینگ‌های با درجات کاربری متنوع از یک دستگاه خودرو تا ظرفیت کامل خودروها اهمیت دارد. سیستم تعویض هوای پارکینگ و گاراژهای بسته باید به کنترل‌های لازم بر اساس نوع آلاینده غالب مجهز باشد و چنان کارکند که در هنگام روشن بودن خودرو و حضور انسان، میزان غلظت مونواکسیدکربن در هوا همواره کمتر از PPM ۲۵ باشد. ظرفیت این سیستم می‌تواند در صورت کاهش آلاینده، با کنترل خودکار تا دست‌کم ۰/۲۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع کف، کاهش یابد.

- با توجه به پیشرفت فناوری ساخت موتور خودروها و در نتیجه کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌ها، این راهنما طراحان را به انجام محاسبات دقیق که بر اساس نوع موتور و سوخت، سرعت متوسط و مسیر حرکت خودرو از ورود تا توقف انجام می‌شود توصیه می‌کند که نتایج بهتری نسبت به روش‌های سرانگشتی بدست میدهد و طراحی را بهینه می‌سازد.

- در پارکینگ‌های شهری سیستم تعویض هوا باید قابلیت تعویض هوای تا ۷/۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع کف را دارا باشد. همچنین نتیجه محاسبات باید با مقررات کنترل دود و آتش سوزی نیز تطبیق داده شود. فضاهای جنبی گاراژهای عمومی در اشغال انسان مانند دفترکار، سالن انتظار، غرفه‌های فروش بلیط و دیگر فضاهای جنبی، باید دارای فشار هوای مثبت باشند و ضمن رعایت مقدارتعویض هوای آن‌ها مطابق جدول (۱۴-۴-۲)، فشار نسبی در آن‌ها چنان کنترل گردد که از نفوذ هوای آلوده جلوگیری شود.

(۲) بطور کلی سیستم‌های تعویض هوای مکانیکی باید به کنترل‌های دستی و لزوماً خودکار مجهز باشند و عملکرد تاسیسأت را هنگام اشغال فضا پایش کنند. این راهنما نوع مخصوصی از کنترل را توصیه نمی‌کند و طراحان می‌توانند از انواع سادهٔ تایمر و ترموستات تا کنترل‌های حساس و مدیریت انرژی را بر اساس نیاز طرح، انتخاب نمایند.

(۳) تاکنون تعویض هوای فضاهای مختلف بر اساس کاربری افراد و نیاز آن‌ها بررسی شد ولی فضاهای خالی از انسان مانند کانال آدم‌رو، خزیده‌رو، فضای زیر شیروانی و انبار، نیز باید تعویض هوای طبیعی یا مکانیکی داشته باشند. تعویض هوای این فضاها به منظور کاهش نسبی دما و رطوبت در جهت مراقبت از تأسیسات موجود در آن‌ها از قبیل انواع دستگاه‌های مکانیکی و برقی، سازه‌های فلزی نگه‌دارندهٔ لوله‌کشی‌ها، حفاظت از عایق‌ها که با رطوبت تخریب و نابود می‌شوند و حفاظت از پوشش رنگ و مبلمان می‌باشد.

- مقدار تعویض هوای مکانیکی این فضاها نباید کمتر از ۰/۱ لیتر در ثانیه بر مترمربع از سطح افقی هر فضا باشد.
- سیستم تعویض هوای مکانیکی این فضاها نیز باید به کنترل‌های خودکار رطوبت و دما مجهز باشد. چنانچه پارامتر مورد نظر برای کنترل، رطوبت نسبی باشد، تأسیسات باید وقتی فعال شود که رطوبت نسبی فضا از ۶۰ درصد بیشتر شود. در سایر پارامترها، طراح باید بر اساس نیاز بررسی لازم را انجام و شرایط کنترل را تعیین کند.

ب) راهنمای استفاده از جدول شماره (۱۴-۴-۲)

با توجه به کاربری‌های محدود تعریف شده در این جدول و تنوع شرایطی که می‌تواند در جریان طراحی پیش آید، طراحان می‌توانند با مراجعه به جدول، بر اساس مشابهت کاربری و قضاوت مهندسی میزان هوای خارج را تعیین کنند.

مثال: برای تعیین هوای خارج کارکنان در آشپزخانه تجاری می‌توان از کاربری کارگاهی در بخش آموزش استفاده نمود.

- در هر یک از کاربری‌ها با توضیح (هوای تخلیه مکانیکی) چنان‌چه امکان انتقال هوای اضافه بر نیاز هوای خارج مورد نیاز کارکنان موجود باشد، مقدار تعویض هوا از نوع تمام هوای خارج نبوده بلکه مجموع نیاز کارکنان و هوای دست دوم انتقالی می‌باشد.

جدول (۱۴-۴-۲): کمینهٔ مقدار هوای ورودی از بیرون مورد نیاز فضاهای با کاربری مختلف

نوع کاربری فضاها		برای هر نفر		برای واحد سطح		برای اتاق		ملاحظات
		لیتر در ثانیه	فوت‌مکعب در دقیقه	لیتر در ثانیه بر مترمربع	فوت‌مکعب در دقیقه بر فوت مربع	لیتر در ثانیه	فوت‌مکعب در دقیقه	
مسکونی	اتاق	۷/۵	۱۵			۵۰	۱۰۰	
	آشپزخانه					۲۵	۵۰	
	توالت و حمام					۵۰	۱۰۰	
	پارکینگ خصوصی			۷/۵	۱/۵			تخلیهٔ مکانیکی برای هر اتومبیل
	پارکینگ مشترک							
اداری	اتاق دفتر	۷/۵	۱۵					
	اتاق کنفرانس	۳/۵	۷/۵					
	پذیرش‌ها	۳/۵	۷/۵					
هتل، خوابگاه	اتاق خواب	۵	۱۰			۱۵	۳۰	
	سرسرا	۵	۱۰					
	سالن کنفرانس	۳/۵	۷/۵					
	حمام					۱۸	۳۵	تخلیهٔ مکانیکی
	خوابگاه چند نفره	۵	۱۰			۱۵	۳۰	
	اتاق نشمین	۳	۵/۵					
اجتماعات	سالن‌اجتماعات	۳/۵	۷/۵					
	مسجد	۵	۱۰					
	سینما	۳/۵	۷/۵					
	تأتر	۳/۵	۷/۵					
رستوران	سالن غذاخوری	۵	۱۰					
	آشپزخانه			۳/۵	۰/۷			تخلیه مکانیکی
	کافه تریا	۵	۱۰					

ادامه جدول (۱۴-۴-۴): کمینهٔ مقدار هوای ورودی از بیرون مورد نیاز فضاهای با کاربری مختلف

نوع کاربری فضاها		برای هر نفر		برای واحد سطح		برای اتاق		ملاحظات
		لیتر در ثانیه	فوت‌مکعب در دقیقه	لیتر در ثانیه بر مترمربع	فوت‌مکعب در دقیقه بر فوت مربع	لیتر در ثانیه	فوت‌مکعب در دقیقه	
فروشگاه	طبقات	۷/۵	۱۵					
	زیرزمین	۷/۵	۱۵					
	انبار	۷/۵	۱۵					
رختشوی‌خانه و خشک‌کن	سالن‌های عمومی	۱۳	۲۵					
	انبار	۷/۵	۱۵					
ورزشگاه	جای تماشاچیان	۳/۵	۷/۵					
	فضای ورزشی	۷/۵	۱۵					
	استخر بسته			۲/۵	۰/۵			
فضای آموزشی	کلاس درس	۷/۵	۱۵					
	آزمایشگاه	۱۰	۲۰					
	کتابخانه	۷/۵	۱۵					
	کارگاه	۱۰	۲۰					
	رخت‌کن			۲/۵	۰/۵			
فضای عمومی	راهروها			۰/۲۵	۰/۰۵			تخلیهٔ مکانیکی
	رخت‌کن			۲/۵	۰/۵			تخلیهٔ مکانیکی برای هر
	توالت عمومی					۲۵	۵۰	توالت یا پیسوار

۱۴-۵ تخلیه هوا

۱۴-۵-۱ کلیات

الف) دامنه کاربرد

(۱) طراحی، ساخت و نصب تجهیزات تخلیه هوا باید مطابق الزامات این فصل از مقررات انجام شود. مقررات این فصل مشمول سیستم‌های تخلیه هوای ویژه در فضاهای بهداشتی، درمانی و صنعتی نمی‌شود ولی رعایت آنها در فضاهای عمومی این اماکن لازم است.

(۲) علاوه بر مقررات این فصل، الزامات مندرج در فصل (۱۴-۴) تعویض هوا نیز باید در طراحی، ساخت و نصب تجهیزات تخلیه هوا رعایت شوند. از آنجا که موارد ذکر شده در فصل (۱۴-۴) عمومیت داشته و سیستم تخلیه هوا نوع خاصی از آن محسوب می‌شود، مقررات این فصل نسبت به موارد ذکر شده در فصل مذکور اولویت دارد.

(۳) علاوه بر مقررات این فصل، الزامات مندرج در فصل (۱۴-۶) کانال‌کشی، این مقررات نیز باید در طراحی، ساخت و نصب تجهیزات تخلیه هوا رعایت شوند. از آنجا که موارد ذکر شده در فصل (۱۴-۶) عمومیت داشته و سیستم تخلیه هوا نوع خاصی از آن محسوب می‌شود، مقررات این فصل نسبت به موارد ذکر شده در فصل مذکور اولویت دارد.

ب) لزوم تخلیه مکانیکی هوا

(۱) وجود تأسیسات عمومی تعویض هوای طبیعی یا مکانیکی برای تخلیه هوای آلوده از فضایی با منابع انتشار مواد آلاینده، به تنهایی کافی نیست. از این‌رو در نظر گرفتن تأسیسات تخلیه

مکانیکی ویژه برای جمع‌آوری و تخلیه مواد آلاینده ضروری می‌باشد. سیستم تخلیه هوا مستقل از سیستم تعویض هوای مورد بحث در فصل (۱۴-۴) تعویض هوا است. میزان و نحوه تخلیه هوا به کاربری فضا و نوع منابعِ آلودگی بستگی دارد.

پ) دهانه‌های تخلیه هوا

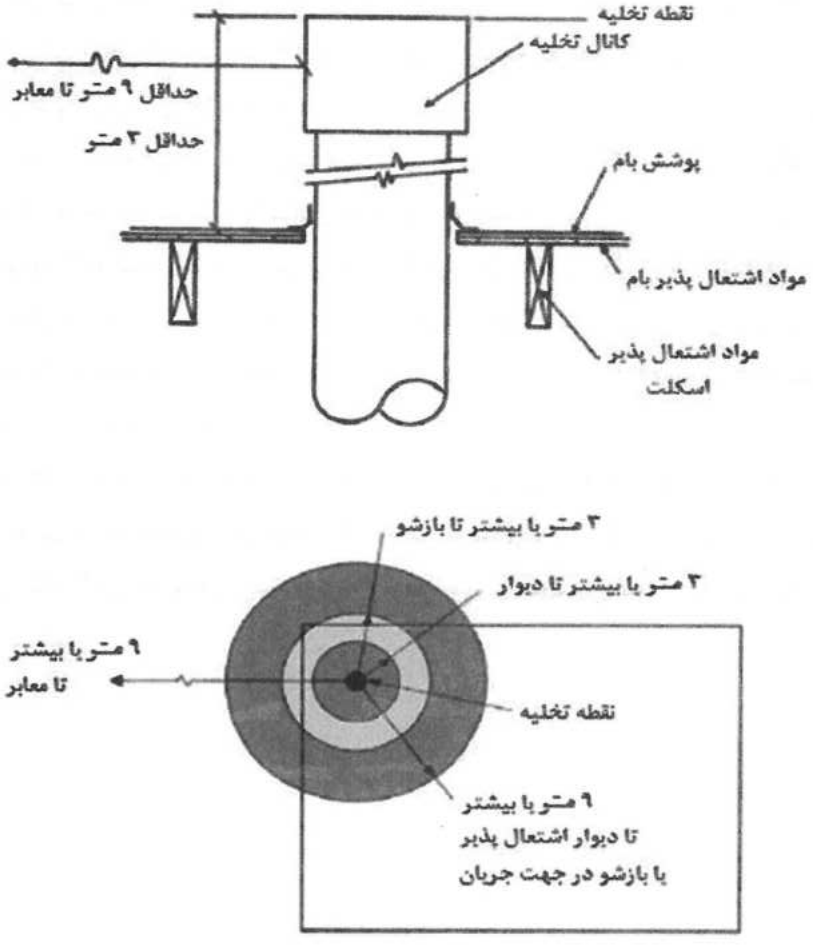
تخلیه هوا باید به گونه‌ای انجام شود که از ورود آلاینده‌های خروجی به مناطق حضور ساکنین یا ساختمان‌های دیگر و ایجاد مزاحمت جلوگیری شود. واژه مزاحمت در این بند ایجاد هر گونه خطر برای زندگی یا سلامت افراد و نیز هر گونه آلوده کردن هوا، آب یا غذای افراد را شامل می‌شود. این واژه تا حدی عمومی است و در موارد اختلاف، تعیین مصادیق آن بر عهده سازمان‌های بهداشتی ذی‌صلاح است. همچنین به منظور پیش‌گیری از ورود مواد آلاینده به‌ویژه از طریق دهانه‌های ورود هوا، تخلیه هوا باید به صورتی باشد که امکان بازگشت هوا بر اثر باد یا عوامل دیگر وجود نداشته باشد. برای حفظ این شرایط، رعایت موارد زیر در خصوص حداقل فاصله دهانه تخلیه با توجه به نوع آلاینده‌ها، مطابق شکل (۱۴-۵-۱) الزامی است. مقررات این فصل نسبت به موارد ذکر شده در "فصل (۱۴-۴) تعویض هوا" اولویت دارد.

(۱) محل دهانهٔ خروجی باید به گونه‌ای باشد که در معرض جریان هوای آزاد و به دور از نقاط با هوای راکد یا در جریان هوای برگشتی قرار داشته باشد. این امر از تأثیر منفی باد بر خروج مواد آلاینده جلوگیری می‌کند و مانع از ورود مجدد آن‌ها به ساختمان از طریق بازشوها و دهانه‌های ورود هوا می‌شود.

(۲) در مواردی که سیستم تخلیه مکانیکی حاوی بخار، گاز یا ذرات قابل انفجار یا قابل اشتعال است، به منظور حفاظت بخش‌های دیگر ساختمان و ساختمان‌های مجاور و نیز پیش‌گیری از وقوع واکنش‌های شیمیایی به ویژه در زمان آتش‌سوزی، رعایت حداقل فواصل ارائه شده در بند (۱۴-۵-۱-۳) مبحث چهاردهم الزامی است. به دلیل خطرات بالقوه مواد قابل انفجار یا قابل اشتعال، محدویت‌های اعمال شده در مقررات برای رعایت فاصله در مورد آنها سخت‌گیرانه‌تر از سایر موارد است. قرار دادن دهانه خروجی بالاتر از دهانه ورودی این مزیت را دارد که در صورت سبک‌تر بودن مواد آلاینده از هوای اطراف، مواد آلاینده بالا رفته و از محدوده دهانه ورودی دور شوند.

(۳) خروجی هوای تخلیه شده از آشپزخانه واحدهای مسکونی، حمام و ماشین رخت خشک‌کن خانگی باید مطابق الزامات بند (۱۴-۵-۱-۳) مقررات طراحی، ساخته و نصب گردد. از آنجا که هوای خروجی از این فضاها خطرزا نیست و مقدار آن کم است، الزامات مربوط به آن کمتر می‌باشد. توجه به این نکته ضروری است که مطابق بند (۱۴-۴-۲-۱) مقررات، هوای تخلیه شده از حمام و آشپزخانه واحدهای مسکونی مخاطره‌آمیز و زیان‌آور نیست و لذا رعایت محدودیت ارائه شده در این بند در مورد آنها الزامی نمی‌باشد. با این وجود، از آنجا که ملزومات این فصل از مقررات نسبت به فصل (۱۴-۴) تعویض هوا اولویت دارد، خروجی سیستم تخلیه حمام و آشپزخانه باید از دریچه‌ها و بازشوها حداقل ۱ متر و از دهانه‌های ورود مکانیکی هوا حداقل ۳ متر فاصله داشته باشد.

(۴) شفت‌ها، راهروهای آدم‌رو و خزیده‌رو، فضاهای زیر شیروانی، سقف‌های کاذب و کف‌های کاذب جز هوای خارج محسوب نمی‌شوند. لذا خروجی سیستم تخلیه نباید در چنین فضاهایی قرار گیرد بلکه کانال تخلیه هوا باید مستقیماً از جدار خارجی ساختمان عبور کند و به محیط خارج تخلیه شود.



شکل(۱۴-۵-۱): الزامات دهانه تخلیه هوا

۱۴-۵-۲ الزامات تخلیه مکانیکی هوا

الف) کلیات

(۱) برخلاف تهویه طبیعی، اختلاف فشار هوا بین محیط داخل و خارج در تهویه مکانیکی مشخص است. لذا از آنجا که تهویه مکانیکی تحت تأثیر عوامل خارجی قرار ندارد، امکان پیش‌بینی و قابلیت اطمینان آن بالاتر است. حجم هوای ورودی به فضا باید با حجم هوای خروجی از آن

تقریباً برابر باشد. در غیر این صورت فضا تحت فشار مثبت یا منفی قرار می‌گیرد و حجم هوای ورودی یا خروجی از آن کاهش می‌یابد. در بعضی موارد وجود مقدار کمی فشار مثبت یا منفی به منظور کنترل جهت حرکت مواد آلاینده یا بو بین فضاها مطلوب است و در نظر گرفتن آن از نظر مقررات ممنوع نیست. فشار مثبت یا منفی می‌تواند نسبت به آتمسفر یا فشار مرجع یکی از فضاها سنجیده شود. هوای تخلیه شده به وسیله سیستم تخلیه هوا باید با هوای جایگزین جبران شود. ورود هوا باید از یک منبع قابل اطمینان مانند تعویض هوا یا فضاهای مجاور صورت گیرد و نباید بر روی نفوذ هوا از جداره‌های ساختمان به این منظور تکیه نمود، زیرا به دلیل تأثیر متغیرهایی مانند سرعت باد ممکن است ورود هوا کافی نباشد.

(۲) ورود هوا از فضاهای مجاور یکی از روش‌های معمول برای جبران هوا به ویژه در مواردی است که کنترل جهت انتشار مواد آلاینده یا بو مهم است. برای مثال در توالت، حمام و رخت‌کن معمولاً هوا از محوطه مجاور گرفته شده و در آشپزخانه هوای مورد نیاز از اتاق نشیمن تأمین می‌شود. در صورتی که هوای ورودی به فضا از هوای تخلیه شده بیشتر باشد، هوای اضافی وارد شده باید به صورت طبیعی یا مکانیکی خارج شود. استفاده از دمپرهای وزنی یکی از روش‌های خروج هوای اضافه در چنین شرایطی است. سیستم تخلیه می‌تواند بر عملکرد سایر دستگاه‌ها یا سیستم‌های ساختمان تأثیر بگذارد و لذا این اثرات باید در زمان طراحی، ساخت و نصب مورد توجه قرار گیرد.

(۳) کارکرد سیستم تخلیه هوا تنها زمانی ضروری است که تخلیه هوا لازم باشد و در سایر زمان‌ها کارکرد سیستم تخلیه هوا الزامی نیست.

(۴) برای اثربخش بودن سیستم تخلیه هوا، ورودی آن باید در محلی قرار گیرد که هوای تخلیه شده مواد آلاینده را به بهترین صورت جمع کرده و با خود خارج کند. به این منظور محل ورودی سیستم تخلیه باید حتی‌الامکان به محل تولید مواد آلاینده نزدیک باشد.

ب) دستگاه‌های با سوخت جامد، مایع وگاز

(۱) این بند با هدف جلوگیری از گسترش مواد آلاینده به سایر بخش‌های ساختمان در نظر گرفته شده است و الزاماً به معنی استفاده از سیستم تخلیه نیست.

پ) اتاق پروژکتور فیلم و تصویر

(۱) بند (۱۴-۵-۲-۳) مقررات معیارهای تخلیه هوای اتاق پروژکتور را به منظور کاهش دما و آلاینده‌های احتمالی بیان می‌کند. معمولاً یک یا چند پروژکتور به همراه سخت‌افزارهای جانبی و کنترلی مورد نیاز در یک اتاق پروژکتور نصب می‌شود. در صورت تأمین حجم هوای کافی، سیستم تخلیه هوا می‌تواند به یک یا چند پروژکتور به طور همزمان سرویس‌دهی کند. برای کنترل دمای محیط، اتاق پروژکتور معمولاً دارای یک سیستم تخلیه هوای عمومی نیز می‌باشد.

(۲) پروژکتورهایی که در آنها از قوس الکتریکی به عنوان منبع نوری استفاده می‌شود، دود و هوای داغ تولید می‌کنند که باید به خارج تخلیه شود. سایر منابع نوری مانند لامپ‌های رشته‌ای و گزنون، حرارت زیادی تولید کرده و باید با هوا خنک شوند. دستگاه پروژکتوری که دارای دهانه تخلیه هوا است، از سیستم تخلیه خارجی برای خروج دود و حرارت تولید شده به وسیله منبع نوری و خنک کردن دستگاه استفاده می‌کند. میزان تخلیه هوا توسط سازنده دستگاه مشخص می‌شود و طراحی سیستم تخلیه باید به گونه‌ای باشد که حجم تخلیه هوای مورد نیاز را تأمین نماید.

(۳) در صورت عدم اتصال دستگاه پروژکتور به سیستم تخلیه هوا، اتاق پروژکتور باید دارای تخلیه مکانیکی هوا با ظرفیت مشخص شده در بند (۱۴-۵-۲-۳) مقررات باشد. سیستم مورد نیاز باید توانایی تخلیه دود، حرارت و گازهای تولید شده را داشته باشد. در مورد پروژکتورهای با لامپ گزنون به منظور کنترل دمای سطح لامپ برای کاهش خطرات آتش‌سوزی و نیز حفاظت پرسنل از سوختگی، مقدار تخلیه هوای مورد نیاز بیشتر است. سیستم تخلیه هوای پروژکتور و سیستم تخلیه هوای عمومی اتاق می‌تواند مشترک یا مستقل باشند، اما به هر حال باید از سایر سیستم‌های تخلیه، تعویض یا تهویه مطبوع ساختمان مجزا باشند.

ت) سالن خشک‌شویی

(۱) خشک‌شویی، تمیز کردن البسه، منسوجات و سایر محصولات مشابه با استفاده از حلال‌های شیمیایی است. این حلال‌ها ممکن است قابل انفجار، قابل اشتعال یا سمی باشند. هدف از بند (۱۴-۵-۲-۴) مقررات تأمین حجم تخلیه هوای کافی در سالن‌های خشک‌شویی است تا کارکنان و مراجعه‌کنندگان را از خطر انواع مختلف حلال حفاظت کند. به دلیل طبیعت متفاوت

بخارات متصاعد شده در فرآیند خشک‌شویی با سایر مواد آلاینده، این بخش به صورت جداگانه ارائه شده است.

(۲) برای جلوگیری از تجمع بخارات حلال و رسیدن به حد اشتعال در سالن نصب دستگاه‌های خشک‌شویی، هوا باید با حداقل گذر حجمی ۵ لیتر بر ثانیه بر مترمربع مساحت کف به صورت مکانیکی تخلیه شود. این میزان تخلیه هوا همچنین کمک می‌کند تا دمای محیط از دمای تبخیر مواد حلال مورد استفاده در خشک‌شویی بیشتر نشود.

(۳) برای اطمینان از اثربخش بودن سیستم تخلیه هوا، مدار کنترل تجهیزات تخلیه باید با دستگاه‌های خشک‌شویی هم‌بند باشد، به نحوی که با شروع کار دستگاه‌های خشک‌شویی، سیستم تخلیه هوا به صورت اتوماتیک روشن شود. برای افزایش انعطاف‌پذیری و قابلیت اطمینان سیستم تخلیه، باید کنترل دستی هم در نظر گرفته شود تا در صورت نیاز پس از خاموش شدن دستگاه‌های خشک‌شویی، سیستم تخلیه هوا بتواند به کار خود ادامه دهد.

(۴) چنانچه بخارات حلال مورد استفاده قابل اشتعال نباشد، برای جلوگیری از پخش شدن بخار حلال در سالن و حفاظت پرسنل و مراجعه‌کنندگان از خطرات بالقوه آن، مکش سیستم تخلیه هوا باید به گونه‌ای باشد که جریانی از هوا با سرعت حداقل ۰/۵ متر بر ثانیه در جلو در بارگیری ماشین ایجاد کند. کارکرد سیستم تخلیه مکانیکی در این حالت نیز باید با در دستگاه خشک‌شویی هم‌بندباشد به گونه‌ای که با باز شدن در دستگاه، سیستم تخلیه مکانیکی شروع به کار کند.

ث) تخلیه هوای ماشین رخت خشک‌کن

(۱) نصب نادرست سیستم تخلیه به ماشین موجب کاهش کارآیی، افزایش زمان خشک شدن و بالا رفتن دمای گازها و بخارات خروجی از دستگاه می‌شود.

(۲) از آن‌جا که هوای خروجی ماشین رخت خشک‌کن حاوی مقدار زیادی ذرات الیافی قابل اشتعال و بخار آب است، سیستم تخلیه آن باید از تمام سیستم‌های دیگر مجزا باشد. این الزام به منظور کاهش احتمال وقوع و توسعه آتش‌سوزی و نیز ورود محصولات سمی احتراق به بخش‌های دیگر ساختمان است. کانال تخلیه هر یک از ماشین‌های رخت خشک‌کن باید از ماشین‌های دیگر مستقل باشد مگر آنکه توانایی سیستم تخلیه هوا در سرویس‌دهی هم‌زمان به چند ماشین تأیید گردد.

- کانال‌های تخلیه هوا باید رطوبت و محصولات احتراق را مستقیماً به خارج از ساختمان انتقال دهد. این الزام هم در مورد ماشین‌های الکتریکی و هم غیرالکتریکی صادق است. وجود میزان بالای رطوبت در هوای تخلیه می‌تواند موجب چگالش رطوبت بر روی سطوح و در نتیجه بروز مشکلاتی نظیر خوردگی و رشد قارچ و کپک شود. بنابراین خروجی سیستم تخلیه نمی‌تواند به فضاهای بسته‌ای مانند اتاق زیرشیروانی، حتی در صورت وجود تعویض هوا در آن‌ها، منتهی گردد.
- خروج هوای سیستم تخلیه در چنین محیط‌هایی هم‌چنین موجب تجمع ذرات الیافی قابل اشتعال شده و موجب افزایش خطر آتش‌سوزی می‌شود. به منظور پیش‌گیری از تجمع ذرات الیافی روی موتور، موتور باید در خارج از جریان هوا نصب گردد. این کار با استفاده از پولی و تسمه امکان‌پذیر است. قرار گرفتن موتور در جریان هوا علاوه بر افزایش امکان خرابی موتور، خطر آتش‌سوزی ناشی از تماس ذرات الیافی با موتور و بالا بودن دمای آن را بیشتر می‌کند. خراب شدن موتور به نوبه خود موجب ایجاد اختلال در عملکرد ماشین خشک‌کن خواهد شد.

(۳) به دلیل مشکل بودن انتقال ذرات در کانال‌های قائم، ذرات الیافی موجود در هوای خروجی ممکن است در پایین این بخش‌ها نشست کرده و خطر وقوع آتش‌سوزی را افزایش دهد. بنابراین پیش‌بینی دریچه بازدید در این نقاط برای تمیز کردن ذرات مواد جمع شده در کانال ضروری است. محل اتصال کانال به ماشین به عنوان دریچه بازدید محسوب می‌شود.

- برای جلوگیری از نفوذ هوای خارج و ورود حشرات به داخل ساختمان در زمان خاموش بودن ماشین، باید در کانال خروجی هوا دمپر جلوگیری از جریان معکوس نصب گردد. طراحی و ساخت این گونه دمپرها باید به گونه‌ای باشد که کاملاً هوابند و آب‌بند باشد و در زمان خاموش بودن ماشین حداقل نشت هوا از آن صورت گیرد. دمپرهای جلوگیری از جریان معکوس معمولاً از نوع وزنی هستند و بر اثر فشار جریان هوای خروجی باز می‌شوند.
- نصب توری بر روی دهانه تخلیه هوا مجاز نیست؛ زیرا هر نوع توری در مدت زمانی کوتاه به وسیله ذرات الیاف خروجی مسدود می‌شود و علاوه بر ایجاد مقاومت در مسیر تخلیه هوا، خطر وقوع آتش‌سوزی را افزایش می‌دهد. حرارت، رطوبت و ذرات الیافی موجود در هوای خروجی ماشین رخت خشک‌کن می‌تواند موجب خرابی یا ایجاد گرفتگی در دمپر آتش، دمپر دود یا دمپرهای دیگر شود که در صورت ادامه کار ماشین، خطرات بالقوه به دنبال خواهد داشت.

(۴) چنانچه مقدار هوای تخلیه شدهٔ ماشین رخت خشک‌کن بیشتر از ۱۰۰ لیتر بر ثانیه باشد، لازم است برای جبران آن هوای ورودی در نظر گرفته شود. مقدار تخلیه هوا از ماشین‌های رخت خشک‌کن خانگی تقریباً ۱۰۰ لیتر بر ثانیه است. ورود هوای جایگزین برای جلوگیری از ایجاد فشار منفی بیش از اندازه در محل نصب ماشین که منجر به اختلال در کارکرد آن می‌شود، ضروری است. مقدار هوای جایگزین باید تقریباً با مقدار هوای تخلیه شده برابر باشد. در مورد ماشین‌هایی که در فضای بسته مانند کمد یا صندوق‌خانه نصب شده‌اند باید بازشوی هوای ورودی با سطح آزاد دست‌کم ۶۵،۰۰۰ میلی‌متر مربع بر روی در یا دیوار فضا پیش‌بینی شود. در صورت استفاده از دریچه می‌توان از بند (۱۴-۹-۶-۱) مقررات برای محاسبه سطح آزاد دریچه استفاده نمود.

ج) فضای نگهداری باتری

(۱) در باتری‌های سربی اسیدی، مهمترین نگرانی تولید هیدروژن و اکسیژن در فضای بسته است. هنگامی که مقدار هیدروژن در هوا به بیشتر از ۴ درصد حجمی برسد، مخلوط آن قابلیت انفجار دارد. در صورت گردش خوب هوا در اطراف باتری‌ها، معمولاً تجمع هیدروژن مشکل‌ساز نیست. برای جلوگیری از تجمع هیدروژن، در این بند دو معیار ارائه شده است که طراح می‌تواند هر کدام از آنها را انتخاب کند. رعایت این الزامات در مورد فضای نگهداری باتری‌های از نوع یون لیتیم لازم نیست.

- در معیار اول که روش کارکردی است، حداکثر مجاز غلظت حجمی هیدروژن در محیط ۱ درصد است و انتخاب حجم تخلیه هوای مورد نیاز برای تأمین آن بر عهده طراح است. سیستم تخلیه هوا می‌تواند به گونه‌ای باشد که با افزایش غلظت هیدروژن به بیش از ۱ درصد شروع به کار نماید.
- در معیار دوم که روش تجویزی است، حداقل حجم تخلیه هوا ۵ لیتر در ثانیه بر مترمربع مساحت کف است. در صورتی که حداکثر مجاز غلظت حجمی هیدروژن در معیار اول با استفاده از این حجم تخلیه هوا قابل دستیابی نباشد، حجم تخلیه هوا باید افزایش یابد.

چ) برای فضاهایی مانند پارکینگ، رخت‌کن، توالت، حمام و محل کشیدن سیگار، تعویض هوا حتماً باید از طریق تخلیه مکانیکی هوا صورت گیرد تا آلاینده‌های تولید شده توسط افراد خارج شود. در

این گونه فضاها، الزامات حجم هوای تخلیه با توجه به جدول (۱۴-۴-۲) مقررات تعیین می‌شود، ولی رعایت سایر الزامات ارائه شده در این فصل، از جمله محل دهانه‌های ورودی و خروجی، در مورد آنها ضروری است.

۱۴-۵-۳ تخلیه هوای مراکز تولید و نگهداری مواد خطرزا

الف) کلیات

(۱) هدف از الزامات ارائه شده در این بند کاهش خطرات مرتبط با سیستم تخلیه هوای حاوی مواد و بخارات قابل اشتعال، قابل انفجار، سمی یا خورنده است. طراحی سیستم تخلیه هوا در چنین کاربردهایی به مقدار و ماهیت مواد آلاینده موجود بستگی دارد.

(۲) برای به حداقل رسیدن پخش هوای آلوده تخلیه شده به سایر قسمت‌های ساختمان، سیستم تخلیه این گونه فضاها نباید به هیچ یک از سایر سیستم‌های تخلیه ساختمان متصل باشد. در غیر اینصورت، مواد خطرزای موجود در سیستم تخلیه، سایر سیستم‌ها و بخش‌های ساختمان را به خطر می‌اندازد. به عنوان مثال هواکش یا کانال سیستم تخلیه هوای حاوی بخارات اشتعال‌پذیر نباید با سیستم تخلیه توالت مشترک باشد. با این وجود، استفاده از هواکش یا کانال مشترک برای چند سیستم تخلیه خطرزای مشابه ممنوع نیست. گازهای غیر مشابه ممکن است با یکدیگر واکنش داده و ترکیبی تشکیل دهند که قابلیت اشتعال، انفجار یا خطر بیشتری از ترکیبات اولیه داشته باشد. استفاده از هواکش یا کانال مشترک برای چند سیستم غیر مشابه تنها در صورتی که با هم سازگار باشند و ترکیب آن‌ها میزان خطر کلی را افزایش ندهد، مجاز است.

(۳) بعضی از روش‌های بازیابی انرژی، از هوای تخلیه شده جهت بازیابی انرژی و یا به عنوان هوای جایگزین برای بازگردانی به ساختمان استفاده می‌کنند. در این سیستم‌ها روش‌های مختلفی مانند پاشش آب و فیلترهای زغال فعال برای کنترل مواد آلاینده مورد استفاده قرار می‌گیرد. هوایی که دارای بخارات، گازها یا ذرات قابل اشتعال یا قابل انفجار، سمی یا مواد رادیواکتیو است، باید به خارج تخلیه شود و نباید بازگردانی شده یا به فضای دیگر منتقل گردد. توجه داشته باشید که بازگردانی به هر شکل، در تضاد مستقیم با الزامات این بند است.

(۴) برای افزایش قابلیت اطمینان سیستم تخلیه و کاهش خطر از کار افتادن آن، در نظر گرفتن هواکش تخلیه ذخیره الزامی است.

(۵) برای جلوگیری از پخش مواد خطرزا بر اثر وقوع نشتی، طراحی باید به گونه‌ای انجام شود که فضاهای تولید و نگه‌داری مواد خطرزا تحت فشار منفی باشند.

(۶) ردیف (ج) بند (۱۴-۵-۳-۱) مقررات حدی کارکردی برای مقدار تخلیه هوا به منظور کنترل سطح مواد آلاینده را ارائه می‌کند. این سطح ۲۵ درصد کمینه غلظت اشتعال هر نوع گاز است. هنگامی که غلظت یک ماده آلاینده قابل اشتعال پایین‌تر از ۲۵ درصد کمینه غلظت اشتعال آن نگه‌داشته شود، مقدار بخار موجود برای ایجاد جرقه کافی نیست. پایین نگه‌داشتن غلظت مواد آلاینده به معنی کاهش احتمال جرقه، توسعه شعله و اشتعال است. از آنجا که حفظ سطح مواد آلاینده در حد قابل قبول به طور واضح و دقیق مشخص نیست، باید به این منظور از خدمات مشاوران متخصص استفاده نمود. در انتخاب مقدار تخلیه هوا باید اثر فشار، دما، غلظت محلی، ناخالصی‌ها و سرعت‌های گردش هوا بر کارآیی سیستم در نظر گرفته شود.

(۷) مقادیر ذکر شده در ردیف (چ) بند (۱۴-۵-۳-۱) مقررات کمینه تخلیه هوای مورد نیاز است. با توجه به لزوم کاهش غلظت مواد آلاینده طبق ردیف (ج) همین بند از مقررات، حجم هوای تخلیه لازم ممکن است بیشتر از ۵ لیتر بر ثانیه بر مترمربع یا ۷۵ لیتر بر ثانیه باشد.

(۸) از آنجا که چگالی مواد آلاینده موجود در محیط با یکدیگر متفاوت است، طراحی سیستم تخلیه باید به گونه‌ای صورت گیرد که اثرات چگالی در نظر گرفته شود. به نحوی که هوا در تمام محیط به گردش درآمده و از تجمع بخارات در نواحی مرده جلوگیری شود.

ب) الزامات طراحی، ساخت و نصب کانال تخلیه هوا

(۱) وظیفه اصلی طراح کانال‌کشی، طراحی سیستمی است که وظایف مورد نیاز سیستم تخلیه را به صورت عملی و اقتصادی با توجه به محدودیت‌های فضا، افت فشار، سرعت، سطح صدا و اتلافات نشتی انجام دهد. صرفنظر از اینکه طراحی کانال‌کشی به صورت دستی یا کامپیوتری انجام شود، طراحی سیستم‌های تخلیه حاوی بخار، گاز و دود باید به روش سرعت ثابت یا افت فشار ثابت صورت گیرد. در روش افت فشار ثابت، اندازه کانال بر اساس افت فشار بر واحد طول ثابت

تعیین می‌شود. در روش سرعت ثابت، اندازه کانال بر اساس سرعت ثابت برای حفظ حداقل سرعت انتقال مواد آلاینده مشخص می‌گردد. حداقل سرعت انتقال، سرعت مورد نیاز برای انتقال ذرات بدون نشست است. سرعت در کانال می‌تواند از حداقل سرعت انتقال بیشتر باشد ولی هرگز نباید به میزان قابل ملاحظه‌ای کمتر از آن باشد. کانال‌های گِرد به دلیل تأمین توزیع سرعت یکنواخت‌تر برای جلوگیری از نشست مواد و مقاومت بهتر در برابر فشارهای بالا، ارجحیت دارند.

- اغلب سیستم‌های تخلیه بیشتر از یک هود دارند. اگر فشار سیستم در نقطه اتصال دو جریان یکسان نباشد، شرایط کاری سیستم به نحوی تغییر می‌کند که فشار در نقطه اتصال برابر شود. با این وجود، در این حالت مقدار جریان هوا دیگر الزاماً برابر مقادیر اولیه طراحی نیست. بنابراین ممکن است هودها نتوانند سطح مواد آلاینده را به صورت مناسب کنترل کنند و احتمال قرار گرفتن افراد در معرض مواد آلاینده خطرناک وجود خواهد داشت.
- از دو روش طراحی می‌توان برای رسیدن به گذر حجمی مورد نیاز در تمام هودها و ورودی‌ها استفاده نمود. در روش اول از وسایل متعادل‌کننده (مانند دمپر) برای رسیدن به گذر حجمی طراحی در هر هود یا ورودی استفاده می‌شود. در روش دوم، با اضافه کردن افت فشار به شبکه کانال‌کشی بدون وسیله خارجی (مانند تغییر اندازه کانال، تغییر نوع وصاله، افزایش گذر حجمی) سیستم را متعادل می‌کنند. این روش خودمتعادل به ویژه در مواردی که سیستم حاوی مواد ساینده است، ارجحیت دارد. در هنگام انتقال مواد قابل انفجار یا رادیواکتیو، متعادل کردن جریان اهمیت زیادی دارد و استفاده از روش خودمتعادل اجباری است زیرا علاوه بر امکان نشست و تجمع مواد آلاینده بر روی وسایل متعادل‌کننده مانند دمپر، متعادل کردن دستی همواره با خطای انسانی همراه می‌باشد. در صورت نصب وسایل متعادل‌کننده در سیستم تخلیه، طراحی باید به گونه‌ای انجام شود که از کاهش جریان به پایین‌تر از سرعت یا گذر حجمی مورد نیاز جلوگیری گردد.

(۲) برای کاهش احتمال گسترش آتش از طریق سیستم تخلیه گازهای خطرزا به بخش‌های دیگر ساختمان، کانال تخلیه هوا باید از اولین محلی که کانال از کف، سقف یا دیوار عبور می‌کند تا محل خروج از ساختمان در شفت مقاوم در برابر آتش قرار گیرد. وجود شفت مقاوم حتی زمانی

که خود سقف، کف یا دیوار در برابر آتش مقاوم نباشد، لازم است. وجود شفت علاوه بر کاهش خطرات ناشی از آتش‌سوزی، کانال را از صدمات فیزیکی حفظ کرده و از پخش گازهای خطرزا در صورت وقوع انفجار یا شکست کانال تا حدودی پیشگیری می‌کند. مقاومت آتش جداره‌های شفت باید برابر حداکثر مقاومت آتش جداره‌هایی باشد که کانال از آنها عبور می‌کند.

- از آنجا که بسته شدن دمپر آتش از عملکرد صحیح تمام یا بخشی از سیستم تخلیه هوا جلوگیری می‌کند و می‌تواند موجب ایجاد شرایط خطرناک در فضا شود، در سیستم‌های تخلیه هوای خطرزا نباید از دمپر آتش استفاده نمود. هدف از سیستم تخلیه هوا، رقیق کردن و خروج مواد خطرزا به گونه‌ای است که بر روی ساکنین تأثیری نداشته باشد. نصب دمپر آتش می‌تواند بر عملکرد سیستم تخلیه تأثیر معکوس داشته باشد و مانع از رسیدن به این هدف شود. به علاوه، مواد موجود در کانال تخلیه هوا ممکن است به دمپرهای آتش صدمه زده یا آن را مسدود کند و عملکرد آن را تحت تأثیر قرار دهد. گذشتن سیستم تخلیه هوای خطرزا از اجزای مقاوم در برابر آتش مجاز است و از آنجا که حفاظت آن طبق الزامات همین بند از طریق شفت مقاوم در برابر آتش صورت می‌گیرد، به نصب دمپر آتش نیازی نیست.

(۳) برای تأمین استحکام و مقاومت خوردگی، جنس کانال‌های سیستم تخلیه گازهای خطرزا باید از ورق فولادی گالوانیزه باشد. ورق فولادی ماده‌ای غیر قابل اشتعال است که در برابر پخش آتش و دود از کانال مقاومت می‌کند. یکی از دلایل اجازه حذف دمپر آتش در کانال‌های تخلیه گازهای خطرزا آن است که کانال‌های فولادی در برابر گسترش آتش مقاوم هستند. حداقل ضخامت ورق کانال‌های تخلیه در جدول (۱۴-۵-۱) مقررات داده شده است. این ضخامت مربوط به ورق فولادی گالوانیزه است. با این وجود، با تأیید مهندس ناظر مبنی بر سازگاری جنس انتخاب شده با مواد تخلیه شده و قابلیت اطمینان آن، می‌توان از مواد دیگر برای ساخت کانال استفاده نمود. در این صورت کانال باید استحکام، مقاومت آتش، اشتعال‌پذیری، مقاومت خوردگی، افت فشار و نفوذپذیری بخار مشابه ورق گالوانیزه داشته باشد. تنها ماده جایگزین متداول فولاد زنگ‌ناپذیر است.

- ورق گالوانیزه جنس مناسبی جهت ساخت کانال تخلیه برای تمام موادی که ممکن است در سیستم‌های مختلف تخلیه گازهای خطرزا وجود داشته باشند، محسوب نمی‌شود. در این گونه موارد، باید با در نظر گرفتن عواملی نظیر مقاومت خوردگی، مقاومت سایشی، مقاومت شیمیایی

و دمای کاری، جنس مناسب برای کانال انتخاب گردد. برای مثال، در صورت خورندگی گازهای تخلیه شده، بجای ورق فولادی گالوانیزه می‌توان از ورق فولادی زنگ‌ناپذیر استفاده نمود.

- به دلیل ماهیت خطرزای مواد موجود در جریان هوای تخلیه، جلوگیری از نشت هوا از کانال بسیار مهم است. اتصالات ضعیف در یک کانال با فشار مثبت باعث نشت مواد از کانال می‌شود و نشتی به هر صورت می‌تواند خطرناک باشد. در کانال‌های با فشار منفی، ضعیف بودن اتصالات باعث ورود هوا به سیستم تخلیه و کاهش عملکرد آن می‌گردد. اتصالات کانال باید مطابق شکل (۱۴-۵-۲) هم‌پوشانی داشته باشند، به نحوی که مطابق شکل قسمت نر در جهت جریان قرار داشته باشد. استفاده از این نوع اتصال، آشفتگی جریان و افت فشار را کاهش می‌دهد و از تجمع ذرات در لبه اتصال جلوگیری می‌کند.

(۴) طراحی مناسب نگه‌دارنده‌ها مستلزم تحمل وزن کانال و محتویات آن به علاوه بارهای دینامیکی مانند بارهای ناشی از ارتعاشات و سرعت تخلیه هوا است. وجود بست و آویز مناسب برای حفظ امتداد کانال‌کشی و جلوگیری از وارد آمدن تنش بیش از اندازه به کانال و اتصالات آن ضروری است. وجود افتادگی در کانال، مقاومت داخلی آن در برابر جریان هوا را افزایش می‌دهد و موجب کاهش کارآیی سیستم تخلیه و تجمع مواد آلاینده در کانال می‌شود. از آنجا که مواد متداول مورد استفاده در ساخت کانال در فاصله بیشتر از ۳ متر افتادگی زیادی دارند، فاصله بین بست و آویزها نباید از ۳ متر تجاوز کند. جنس بست و آویزها باید از مواد غیرسوختنی باشد. استفاده از مواد سوختنی در ساخت نگه‌دارنده‌ها، موجب تخریب سیستم تخلیه در صورت وقوع آتش‌سوزی می‌شود و حتی ممکن است خطر آتش‌سوزی را افزایش دهد.

شکل(۱۴-۵-۲): هم‌پوشانی اتصالات کانال تخلیه هوا

۱۴-۵-۴ موتور و هواکش

الف) کلیات

(۱) اندازه هواکش‌های تخلیه، موتور و سایر اجزای متحرک باید مناسب باشد. طراح باید حجم هوا، فشار استاتیکی هواکش، سرعت انتقال و افت فشار تجهیزات را به نحوی انتخاب نماید که بتواند آلاینده‌های مورد نظر را از منبع انتشار تا نقطه خروجی انتقال دهد. با این وجود، لازم به ذکر است که مقررات هیچ الزامی را برای روش تعیین اندازه این تجهیزات تعیین نمی‌کند. به علاوه، هواکش‌های تخلیه، موتور و سایر تجهیزات متحرک باید برای کاربرد مورد نظر طراحی شوند و ضمن داشتن مقاومت کافی در مقابل مواد آلاینده، برای نصب در محیط مورد نظر نیز مورد تأیید باشند. برای مثال سیستم تخلیه بخارات خورنده باید از موادی ساخته شود که در برابر بخارات آسیب نبیند.

- اجزای سیستم تخلیه ذرات و بخارات قابل اشتعال مانند هواکش‌ها، موتورها، یاتاقان‌ها، فیلترها و کنترل‌کننده‌ها باید در خارج از جریان هوا نصب گردد و از موادی ساخته شود که آلاینده‌های تخلیه شده تأثیری بر روی آن نداشته باشد. حفاظت در برابر سایش در مورد سیستم‌های تخلیه

غبار ضروری است. تخلیه مواد ساینده مانند مواد تولید شده در فرآیندهای برش، سمباده‌زنی و تراش می‌تواند موجب ایجاد سایش در اجزای سیستم تخلیه شود.

(۲) در طراحی سیستم تخلیه مواد قابل اشتعال یا قابل انفجار، نوع تجهیزات تخلیه هوا باید به دقت مورد توجه قرار گیرد. به منظور انجام تعمیرات، نگهداری و بازرسی تجهیزات متحرک سیستم باید امکان دسترسی وجود داشته باشد.

(۳) تجهیزات الکتریکی درگیر در فرآیندهایی که گازهای قابل اشتعال یا قابل انفجار تولید می‌کنند باید با سیستم تخلیه هم‌بند شود تا عملکرد تجهیزات و سیستم تخلیه هم‌زمان صورت گیرد. هنگام نصب تجهیزات تخلیه، سیستم هم‌بند جزء وسیله یا تجهیزی به شمار می‌آید که به آن سرویس‌دهی می‌کند. کنترل هم‌بند تضمین می‌کند که در صورت عدم وجود تخلیه کافی برای خروج مواد آلاینده، تجهیزات درگیر در فرآیندهای تولیدکننده بخارات، گازها یا ذرات قابل اشتعال یا قابل انفجار کار نمی‌کند.

ب) ساخت هواکش

(۱) یکی از مسائل مهم در ساخت سیستم تخلیه مواد قابل انفجار یا قابل اشتعال، احتمال تولید جرقه به وسیله تجهیزات مکانیکی است. به علاوه مواد ساینده تخلیه شده، مانند مواد تولید شده در فرآیندهای برش، سمباده‌زنی و تراش نیز ممکن است ضمن عبور از سیستم تخلیه تولید جرقه نماید. به منظور کاهش احتمال تولید جرقه در سیستم‌های تخلیه مواد قابل انفجار یا قابل اشتعال، هواکش و محفظه آن باید از جنس غیرآهنی یا ضد جرقه باشند. برنز و آلومینیوم از مواد رایج برای ساخت قسمت‌های غیرآهنی است. همچنین تمام قطعات هواکش‌های ضد جرقه باید دارای اتصال به زمین باشد. از آنجا که دما در یاتاقان هواکش‌های ضد جرقه معمولاً ضمن کار بالا است و در صورت برخورد ذرات با آن می‌تواند تولید جرقه نماید، یاتاقان این گونه هواکش‌ها نباید در مسیر جریان هوا قرار داشته باشد. به عنوان راهنما، انجمن کنترل و حرکت هوا (AMCA) سه نوع هواکش ضد جرقه را معرفی کرده است:

- هواکش نوع A که در آن تمام بخش‌هایی از هواکش که با هوا یا گاز در تماس هستند از جنس فلزات غیرآهنی است؛

- هواکش نوع B که در آن تمام پروانه و یاتاقانی که شفت از میان آن عبور می‌کند از جنس فلزات غیرآهنی است؛
- هواکش نوع C که در آن ساخت هواکش باید به گونه‌ای انجام شود که با جابجایی پروانه یا شفت، بخش‌های آهنی فن با هم برخورد یا سایش پیدا نکنند.

(۲) در سیستم تخلیه مواد از فضاهایی مانند چوب‌بری، هواکش باید از نوعی باشد که گرفتگی در آن ایجاد نشود. هواکش‌های شعاعی نسبت به هواکش‌های با پره رو به جلو کمتر در معرض گرفتگی قرار دارند.

(۳) مواد خورنده موجود در سیستم تخلیه ممکن است خواص بسیار متغیری داشته باشند. هر نوع تجهیز مکانیکی موجود در مسیر هوا باید با مواد تخلیه شده سازگار باشد و تحت تأثیر آن‌ها قرار نگیرد. برای مثال، هوای خروجی هود آزمایشگاه ممکن است دارای مواد خورنده باشد. در این صورت هواکش و محفظه آن باید از فولاد زنگ‌ناپذیر ساخته شده و به وسیله پوشش ضد خوردگی حفاظت شود.

- تأثیر مواد خورنده به دو شکل صورت می‌گیرد: شیمیایی و الکتروشیمیایی. اثرات شیمیایی مستقیم معمولاً محدود به دماهای بالا، محیط‌های با خورندگی بالا یا هر دو حالت است. اثرات الکتروشیمیایی بیشتر رخ می‌دهد و واکنش آن مستلزم اتصال نواحی آندی و کاتدی به وسیله ماده‌ای جامد و قرارگیری در محیط الکترولیت است. در انتخاب جنس یا پوشش برای حفاظت هواکش از تأثیر آلاینده‌های خورنده، لازم است اثر دما، غلظت، سرعت، میزان ناخالصی و ساخت در عملکرد سیستم در نظر گرفته شود.
- فلزات و آلیاژهای مختلفی در ساخت هواکش‌های ضد جرقه مورد استفاده قرار می‌گیرد مانند: آلیاژهای پایه آلومینیوم در دمای اتاق برای حفاظت در برابر بیشتر گازها در صورت عدم وجود رطوبت؛ آلیاژهای پایه مس در دمای اتاق برای حفاظت در برابر گازهای هالوژنی خشک در صورت عدم وجود رطوبت و آلیاژهای مس- روی، مس- نیکل، مس- قلع و مس- سیلیکون برای حفاظت در برابر اغلب گازهای خشک در دماهای معمولی.
- در تمام موارد باید از تشکیل زوج گالوانیکی با فلزات غیر مشابه پیش‌گیری شود. حفاظت به وسیله پوشش‌های دیگری نظیر سرب، لاستیک و پلاستیک بیشتر به دلیل خنثی بودن آنهاست.

ضخامت بهینه پوشش خنثی به ماده خورنده بستگی دارد. انجام تعمیرات پیش‌گیرانه، به صورت تمیز کردن دوره‌ای، رسوبات را پاک کرده و با جلوگیری از خوردگی الکتروشیمیایی به عمر مفید تجهیزات اضافه می‌کند. علاوه بر خوردگی، حفاظت در برابر سایش نیز برای سیستم‌های تخلیه غبار ممکن است ضروری باشد.

۱۴-۵-۵ تخلیه هوای آشپزخانه خانگی

الف) سیستم تخلیه هوای آشپزخانه خانگی برای وسایلی که به طور متداول در واحدهای مسکونی وجود دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مقایسه با آشپزخانه تجاری، دفعات استفاده از آشپزخانه خانگی به مراتب کمتر، دوره استفاده از آن کوتاه‌تر، حرارت تولیدی آن پایین‌تر و میزان بخارات دارای چربی در آن کمتر است. با این وجود، از آنجا که تعویض هوا در ساختمان‌های مسکونی کمتر است، اهمیت کنترل مواد آلاینده در آشپزخانه خانگی می‌تواند بیشتر از آشپزخانه تجاری باشد.

(۱) برای کاهش خطر آتش‌سوزی ناشی از تجمع یا جذب چربی در مواد کانال‌های غیرفلزی، کانال‌های مورد استفاده در سیستم تخلیه آشپزخانه خانگی باید از ورق فلزی باشد. مصالح کانال‌های تخلیه آشپزخانه خانگی باید از فولاد گالوانیزه، فولاد زنگ‌ناپذیر، آلومینیوم یا مس باشد. به منظور جلوگیری از نشت هوا و چربی به دیوار و سقف، کانال‌ها باید کاملاً هوابند باشند. کانال‌ها باید با استفاده از موادی هوابند شوند که تحمل دماهای بالا به مدت زمانی طولانی را داشته باشند. استفاده از دمپرهای جلوگیری از جریان معکوس هوا از نفوذ هوای خارج در مواقع خاموشی سیستم تخلیه جلوگیری می‌کند. با توجه به لزوم صاف بودن دیواره داخلی کانال، استفاده از کانال‌های انعطاف‌پذیر موج‌دار برای تخلیه هوای هود و وسایل پخت و پزی که دارای هواکش تخلیه هستند، مجاز نیست.

(۲) در صورت تأمین تعویض هوا طبق الزامات فصل (۱۴-۴) تعویض هوا، نصب هود بر روی وسایل خانگی الزامی نیست.

۱۴-۵-۶ تخلیه هوای آشپزخانه تجاری

الف) کلیات

(۱) در این بند از مقررات، الزامات طراحی، ساخت و نصب هودهای نوع I و II بر روی وسایل پخت و پز آشپزخانه‌های تجاری ارائه می‌شود.

(۲) در نظر گرفتن سیستم تخلیه برای هود وسایل آشپزخانه تجاری ضروری است. با این وجود، باید توجه نمود که وسایل پخت و پز نصب شده در ساختمان‌های تجاری الزاماً نیازمند هود تجاری نیستند. در بعضی از موارد، دستگاه نصب شده به صورت خانگی مورد استفاده قرار می‌گیرد و بنابراین نیازی به نصب هود آشپزخانه تجاری نیست. به عنوان مثال گاهی اتاق ناهارخوری ادارات دارای اجاق گاز یا فر است که به صورت موردی و برای گرم کردن غذا به‌کار می‌رود. به دلیل ماهیت خانگی استفاده از این گونه وسایل، در نظر گرفتن هود آشپزخانه خانگی برای آن‌ها کافی است.

چنانچه وسایل پخت و پز خانگی برای اهداف تجاری مورد استفاده قرار گیرد، وسیله تجاری محسوب می‌شود و مقررات مربوط به آشپزخانه تجاری باید در مورد آن رعایت گردد. به عنوان مثال وسایل خدمات تهیه و توزیع غذا که در آشپزخانه خانگی انجام می‌شود باید به هودهای نوع I یا II مجهز باشند. با این وجود باید توجه داشت که نصب وسایل پخت و پز خانگی در یک ساختمان تجاری الزاماً به معنی استفاده تجاری از این وسایل نیست و در این موارد برای تصمیم‌گیری در خصوص نوع هود، بررسی زمان، مدت و نحوه استفاده از وسایل پخت و پز حائز اهمیت است.

حرارت و بخار تولید شده به وسیله وسایل برقی کمکی، معمولاً به اندازه‌ای کم است که می‌توان آن را به کمک سیستم تهویه مطبوع از محیط خارج نمود. میکروفر و نان برشته‌کن که در بسیاری از ساندویچ فروشی‌ها یافت می‌شود، نمونه‌ای از این وسایل است.

ب) طراحی، ساخت و نصب هود

(۱) کلیات

- هدف از هود نوع I کنترل خطر آتش‌سوزی ناشی از چربی و روغن است. بر روی وسایل پخت و پزی که بخارات دارای روغن و چربی منتشر می‌کنند باید هود نوع I نصب شود. منظور از روغن

و چربی هر نوع روغن یا چربی حیوانی یا گیاهی است که به منظور پخت غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد و یا طی پخت غذا آزاد می‌شود. پخت غذا در آشپزخانه‌های تجاری به منظور کسب و کار (مانند رستوران) و یا ارائه خدمات (مانند سلف سرویس) صورت می‌گیرد. لذا هنگامی که پخت و پز در چنین آشپزخانه‌هایی تولید بخارات حاوی روغن و چربی کند، مقدار آن زیاد بوده و بالقوه خطرناک است. به همین دلیل استفاده از هود نوع I ضروری می‌باشد.

- وسایل پخت مورد استفاده در کافه‌تریا، رستوران، هتل و آشپزخانه سازمان‌ها، خوابگاه‌ها و مدارس شبانه‌روزی نمونه‌هایی از وسایلی است که نیازمند استفاده از هود نوع I هستند. گاهی شرایطی رخ می‌دهد که تعیین نوع هود مورد نیاز مستلزم ارزیابی وسیله پخت و پز مورد نظر است. به عنوان مثال برای وسیله‌ای که محل و زمان استفاده از آن به گونه‌ای است که مقدار بخارات حاوی روغن و چربی در آن قابل توجه نیست، ممکن است استفاده از هود نوع II کفایت کند. نکته کلیدی در این تصمیم‌گیری، زمان استفاده و مقدار روغن و چربی تولید شده در وسیله مورد نظر است.
- برخی از کاربردهایی که در آنها بسته به میزان استفاده از وسایل پخت و پز، ممکن است بتوان از هود نوع II استفاده کرد عبارت است از: مهد کودک، اتاق ناهارخوری ادارات و شرکت‌ها، ایستگاه پلیس و آتش‌نشانی و آشپزخانه شبه مسکونی در ادارات و شرکت‌ها. در چنین مواردی پیش از تعیین نوع هود باید زمان و میزان استفاده از وسایل پخت و پز مورد بررسی قرار گیرد.
- هدف از هود نوع II خارج کردن حرارت و رطوبت اضافی به منظور جلوگیری از ایجاد شرایط نامطلوب در محیط کار است. وسایل پخت و پزی که نیازمند هود نوع II هستند روغن و چربی تولید نمی‌کنند یا تولید آنها بسیار کم است. این هودها برای وسایلی با تولید بخار، دود، حرارت یا بو مورد استفاده قرار می‌گیرد. بجای هود نوع II می‌توان از هود نوع I استفاده نمود، ولی عکس آن مجاز نیست.

(۲) ظرفیت تخلیه هوای هود

- هود باید به گونه‌ای طراحی شود که دود و بخارات را به طور مناسب جمع‌آوری و تخلیه کند. به این منظور رعایت کمینهٔ حجم هوای ذکر شده در جدول (۱۴-۵-۲) مقررات الزامی است. در صورتی که چند وسیله پخت و پز از انواع مختلف زیر یک هود قرار گیرد، ظرفیت تخلیه هود

باید بر مبنای سنگین‌ترین وسیله محاسبه شود. به این ترتیب از تخلیه دود و بخارات تمام وسایل اطمینان حاصل می‌گردد.

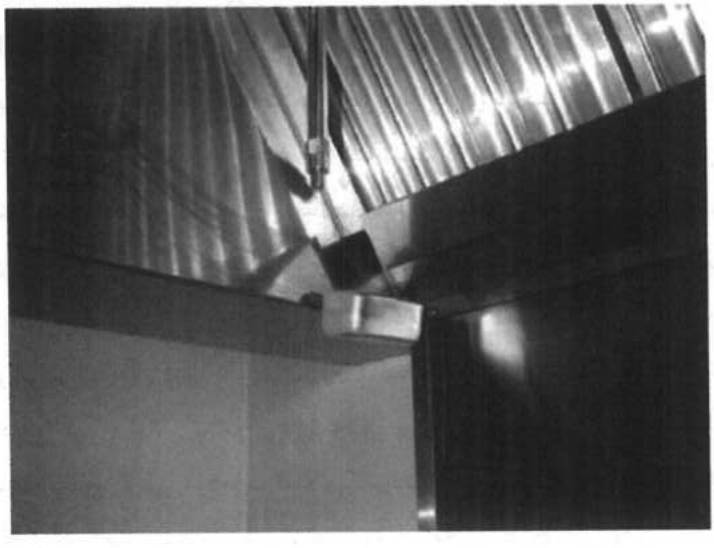
- سه نوع دستگاه اول ذکر شده در جدول (۱۴-۵-۲) نیازمند هود نوع I هستند و برای نوع چهارم می‌توان از هود نوع I یا II استفاده نمود. کمینه حجم تخلیه هوای مورد نیاز علاوه بر نوع دستگاه، به اندازه هود و وجود دیوار یا دیواره در اطراف آن نیز بستگی دارد. وجود دیوار یا دیواره، دود و بخارات متصاعد شده را به سمت خروجی هدایت می‌کند، تأثیر جریان هوای آشپزخانه را کاهش می‌دهد و عملکرد هود را بهبود می‌بخشد. به همین دلیل حجم هوای مورد نیاز در هودهای سه‌طرفه کمتر از هودهای چهارطرفه است.

(۳) ساخت هود

- ورق‌های فولادی گالوانیزه و فولادی زنگ‌ناپذیر تنها ورق‌های مجاز برای استفاده در ساخت هود است، اما پوشش‌دهی ورق با فلزاتی نظیر مس غیر مجاز نیست. به دلیل مقاومت بیشتر فولاد زنگ‌ناپذیر در برابر خوردگی و سهولت تمیز کردن سطح آن نسبت به فولاد گالوانیزه، استفاده از آن در ساخت هودهای نوع I و II رایج‌تر است. از آنجا که احتمال وقوع آتش‌سوزی در هودهای نوع II پایین‌تر می‌باشد، حداقل ضخامت ورق مورد نیاز برای ساخت آن‌ها نیز کمتر است.
- هودهای نوع I باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که ذرات ته‌نشین شده روغن و چربی را بدون نشتی جمع کند. بنابراین درز و اتصالات تمام قسمت‌های هود باید به روش جوش‌کاری یا لحیم‌کاری پیوسته به هم متصل شوند تا از نشت روغن و چربی به خارج از هود جلوگیری کند. با استفاده از پیچ، میخ پرچ یا روش‌های مکانیکی دیگر، اتصالات کاملاً هوابند و آب‌بند نمی‌شود و لذا بکارگیری آنها قابل قبول نیست. به علاوه، استفاده از این روش‌ها زوائدی در سطح داخلی هود ایجاد می‌کند که امکان تجمع روغن و چربی بر روی آنها وجود دارد و به سادگی قابل تمیز کردن نیست. سطح داخلی هود باید کاملاً صاف باشد تا از تجمع روغن و چربی جلوگیری شده و تمیز کردن آن راحت باشد. نمونه‌ای از هود نوع I با مخزن جمع‌آوری روغن در شکل ۱۴-۵-۳ نشان داده شده است.
- از آنجا که هوای تخلیه شده به وسیله هود نوع II فاقد بخارات روغن و چربی است، استفاده از اتصالات جوش‌کاری و لحیم‌کاری پیوسته برای ساخت آن ضروری نیست و ساخت آن مطابق

الزامات فصل (۱۴-۶) کانال‌کشی صورت می‌گیرد. به هر حال برای جلوگیری از تجمع ذرات که می‌تواند منجر به رشد قارچ و باکتری شود و نیز به منظور سهولت در تمیز کردن هود، سطح داخلی آن باید کاملاً صاف باشد.

- شکل‌های (۱۴-۵-۴)، (۱۴-۵-۵) و (۱۴-۵-۶)، به‌ترتیب هودهای کانوپی، کانوپی جزیره‌ای و کانوپی با دیواره را نشان می‌دهد. هود باید تمام سطح افقی دستگاه پخت را بپوشاند. برای بهبود عملکرد هود در تخلیه بخارات، هود باید از هر طرف باز دستگاه، دست‌کم ۱۵۰ میلی‌متر از سطح وسیله پخت و پز بزرگ‌تر باشد. این الزام برای هر دو نوع هود I و II صادق است. در صورت بسته بودن یک طرف دستگاه (به دلیل چسبیدن به دیوار یا داشتن دیواره) نیازی به ادامه دادن سطح هود در آن طرف نیست. وجود دیوار یا داشتن دیواره علاوه بر کاهش حرارت منتقل شده به آشپزخانه، با هدایت هوا و بخارات گرم متصاعد شده به سمت هود، عملکرد آن را افزایش می‌دهد.

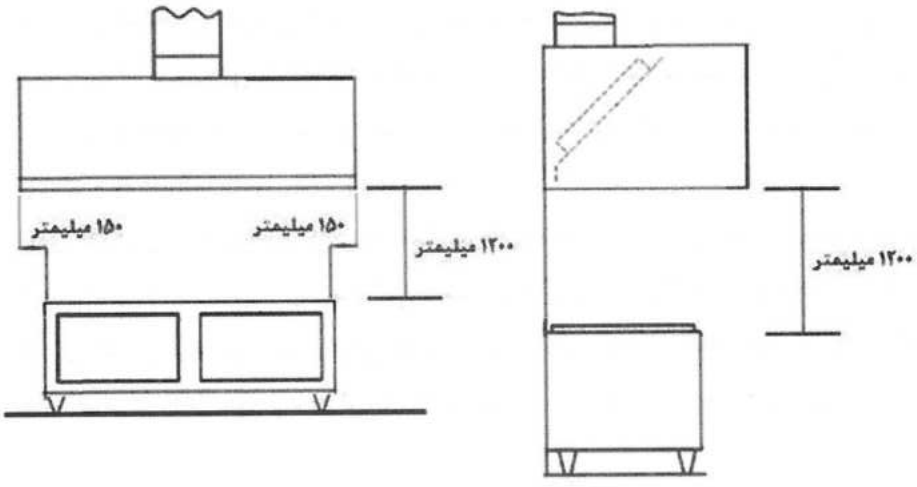


شکل(۱۴-۵-۳): هود نوع I و مخزن ذخیره روغن

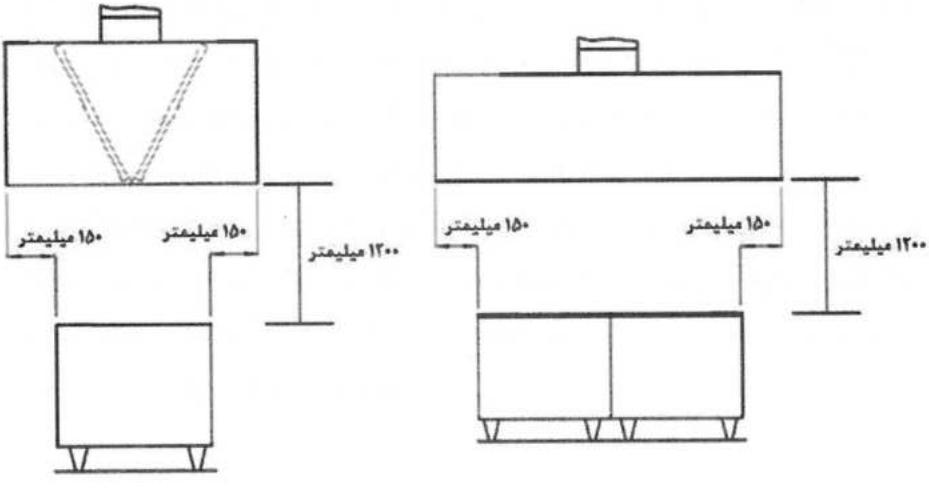
- با توجه به اندازه هود، ممکن است بیشتر از یک دهانه خروجی هوا برای اتصال کانال تخلیه بر روی هود مورد نیاز باشد. در این صورت برای یکنواخت بودن جریان هوا در سطح هود، محل

قرارگیری دهانه‌های خروجی باید در طول هود توزیع شود به نحوی که برای هر ۳ متر طول هود دست‌کم یک دهانه در نظر گرفته شود. محدودیت طول ۳ متر به منظور جلوگیری از تغییر زیاد سرعت جریان هوا در سطح هود مقرر شده است. در شکل (۱۴-۵-۷) نمونه‌ای از نصب هود بر روی چند دستگاه را نشان داده شده است.

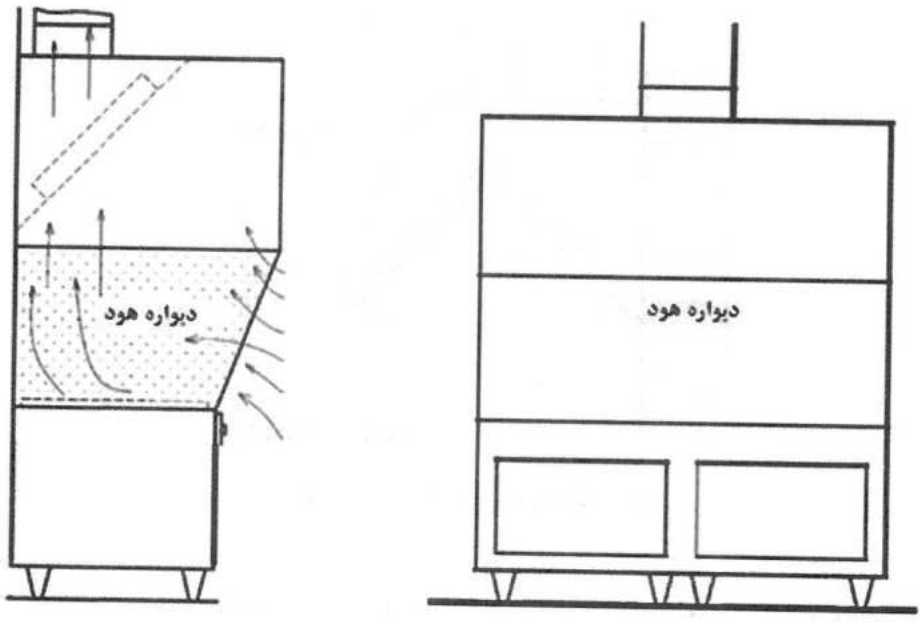
- برای جلوگیری از تجمع زیاد روغن در کانال‌ها، فن و دهانه‌های ورودی و خروجی هودهای نوع I، پیش‌بینی فیلتر روغن برای آنها الزامی است. تجمع روغن در کانال‌ها و تجهیزات می‌تواند به کاهش کارآیی سیستم تخلیه، خرابی تجهیزات یا افزایش احتمال وقوع آتش‌سوزی بیانجامد. نصب فیلتر در داخل هود باید به گونه‌ای انجام شود که تمام هوای خروجی از هود از فیلتر عبور کند.
- برای جلوگیری از چکیدن ذرات روغن و چربی جذب شده در فیلتر بر روی دستگاه و هدایت مناسب آن‌ها به مخزن جمع‌آوری روغن، مطابق (شکل ۱۴-۵-۸)، زاویه نصب فیلتر با صفحه افقی نباید از ۴۵ درجه کمتر باشد. سطح فیلتر به مقدار حجم هوایی بستگی دارد که از آن عبور می‌کند. در صورت کم بودن سطح فیلتر، سرعت هوا بر روی آن افزایش می‌یابد. توانایی فیلتر در جذب ذرات روغن و چربی با سرعت هوایِ روی آن رابطه عکس دارد.
- از آنجا که هدف از نصب فیلتر، جمع‌آوری ذرات روغن و چربی است، بنابراین سطح فیلتر در نظر گرفته شده باید به اندازه کافی بزرگ باشد به نحوی که تأثیر منفی بر ظرفیت جذب ذرات نداشته باشد. بیشینه سرعت مجاز هوا بر روی فیلتر توسط سازنده آن تعیین می‌گردد، اما به هر حال نباید از ۳ متر بر ثانیه بیشتر باشد.



شکل(۱۴-۵-۴): هود کانوپی

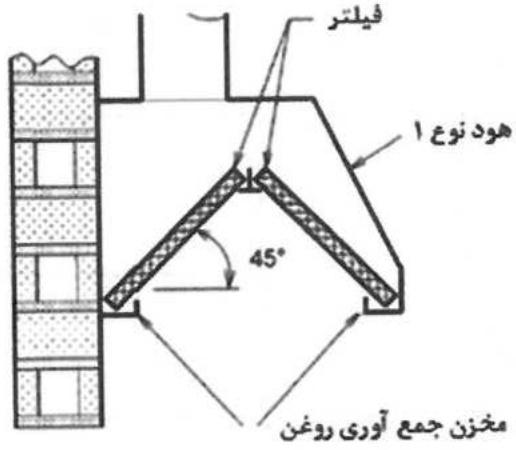


شکل(۱۴-۵-۵): هود کانوپی جزیره‌ای



شکل(۱۴-۵-۶): هود کانوپی با دیواره

شکل(۱۴-۵-۷): نصب هود کانوپی بر روی چند وسیله پخت و پز



شکل(۱۴-۵-۸): زاویه نصب فیلتر روغن

- فیلتر روغن باید در برابر شعله مستقیم، گازهای داغ و حرارت تشعشعی که ممکن است در کارکرد معمول وسایل پخت و پز وجود داشته باشد، حفاظت گردد. هدف اصلی از کمینهٔ فواصل ارائه شده در بند (۱۴-۵-۶-۲)"پ"(۱۰) مبحث چهاردهم بین فیلتر و وسایل پخت، جلوگیری از اشتعال روغن جمع شده در فیلتر بر اثر برخورد شعله یا گازهای با دمای بالا است. به علاوه، در صورت نزدیک بودن بیش از اندازه فیلتر به وسیله پخت و پز، دمای هوای خروجی از فیلتر ممکن است به اندازه‌ای بالا باشد که موجب کاهش کارآیی جذب ذرات روغن و چربی شود. چنانچه فیلتر در معرض دمایی بیشتر از ۹۳ درجه سانتیگراد قرار گیرد، بخارات حاوی روغن مستقیماً از آن عبور می‌کند. بالا بودن دما همچنین می‌تواند موجب تبخیر بخشی از روغن جذب شده در فیلتر شود.
- دستگاه‌های پخت با توجه به میزان باز بودن شعله و مقدار حرارت تولید شده در آن‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱) دستگاه پخت بدون شعله باز: بین غذا و شعله تماس مستقیم وجود ندارد، زیرا شعله کاملاً جدا شده و انتقال حرارت به غذا از طریق سطح دستگاه صورت می‌گیرد. بنابراین احتمال آتش گرفتن روغن و چربی کاهش می‌یابد. خطر وسایل بدون شعله باز به مراتب کمتر از دستگاه‌هایی است که شعله باز دارند.

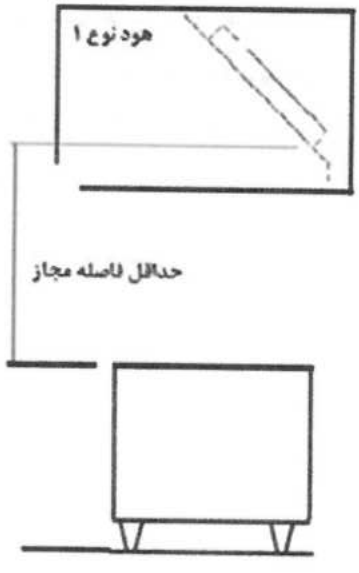
۲) دستگاه پخت با شعله باز: این وسیله دارای شعله‌ای با دمای متوسط و قابل کنترل است. پخت غذا روی این دستگاه معمولاً در ظرف صورت می‌گیرد و لذا در شرایط عادی روغن یا چربی تولید شده ضمن پخت با شعله تماس مستقیم ندارد.

۳) دستگاه کباب‌پز با شعله باز: در این وسیله دما بالا و غیر قابل کنترل است و غذا در تماس مستقیم با شعله قرار دارد.

- کمینه فاصله فیلتر روغن از سطح وسیله پخت و پز که در شکل (۱۴-۵-۹) نشان داده شده است، برای دستگاه پخت بدون شعله باز، دستگاه پخت با شعله باز و دستگاه کباب‌پز با شعله باز به‌ترتیب ۲۰۰، ۶۰۰ و ۱۱۰۰ میلی‌متر باید باشد.

(۴) نصب هود

به دلیل لزوم مقاومت هود در برابر آتش، استفاده از مواد غیرسوختنی در ساخت بست و آویزهای آن ضروری است. هر چند دمای عادی کارکرد هود، نسبت به دمای آتش نسبتاً پایین است، اما از آنجا که مواد نزدیک هود به مدت طولانی در معرض انتقال حرارت جابجایی و تشعشع از سطح هود قرار دارند، مستعد آتش گرفتن هستند. به همین دلیل رعایت فاصله ۴۵۰ میلی‌متری بین هود و مواد سوختنی ضروری است.



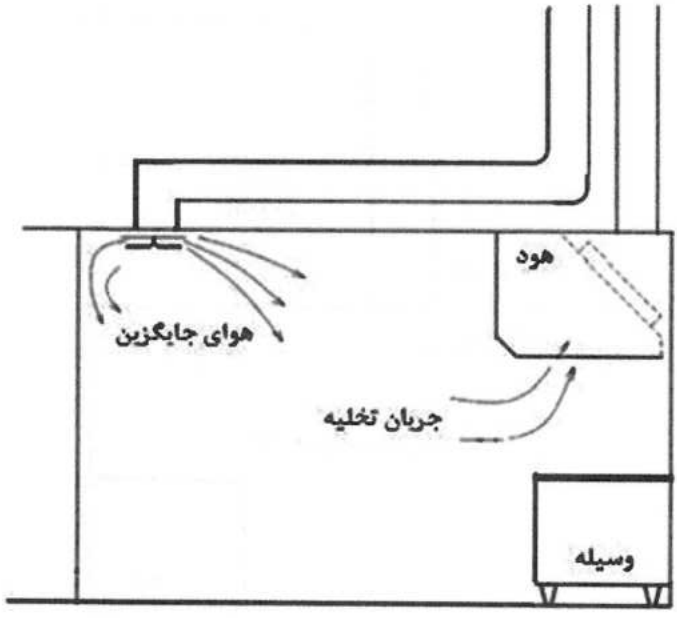
شکل(۱۴-۵-۹): فاصله نصب فیلتر روغن از سطح دستگاه پخت و پز

- بیشینه فاصله مجاز بین سطح زیرین هود تا وسیله پخت و پز ۱۲۰۰ میلی‌متر است. با رعایت این فاصله، سرعت مکش هوا روی دستگاه کافی است و مانع از تأثیر جریان هوای سیستم تهویه مطبوع آشپزخانه بر روی جریان هوا و بخارات گرم روی وسیله پخت می‌شود. حجم هوای تخلیه، میزان پخت و پز، ارتفاع هود، طرح هود و جریان هوای داخل آشپزخانه همگی از عواملی هستند که می‌توانند عملکرد هود را تحت تأثیر قرار دهند.

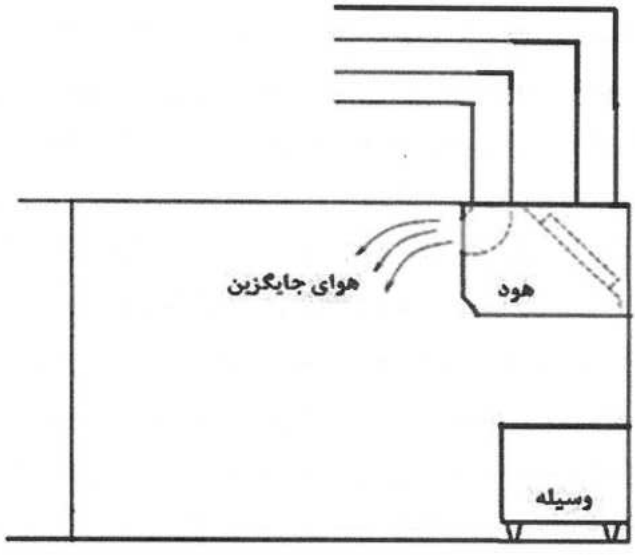
پ) تأمین هوای هود

(۱) برای تأمین هوای مورد نیاز و جلوگیری از ایجاد فشار منفی بیش از اندازه در آشپزخانه‌های تجاری، هوای تخلیه شده به وسیله هودها باید با هوای کافی جایگزین شود. ورود هوای جایگزین به منظور کارکرد صحیح تمام سیستم‌های تخلیه آشپزخانه‌های تجاری لازم است. کم بودن میزان هوای جایگزین فشار منفی آشپزخانه را افزایش و حجم هوای تخلیه را کاهش می‌دهد. به علاوه، وسایل گازسوز نزدیک هودها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است منجر به احتراق ناقص، کاهش مکش دودکش و حتی پس زدن محصولات احتراق به داخل آشپزخانه شود.

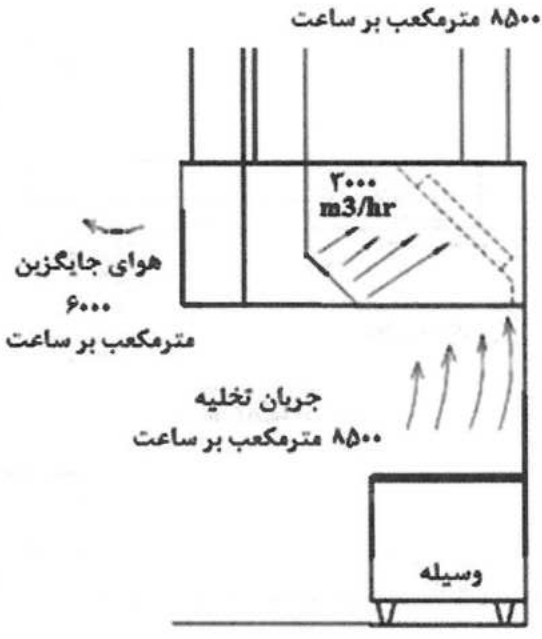
- در صورت مکانیکی بودن سیستم تأمین هوای جایگزین، مدار برق آن باید با مدار برق سیستم تخلیه هم‌بند شود تا در صورت شروع به کار سیستم تخلیه، از تأمین هوای جایگزین مورد نیاز اطمینان حاصل گردد. شکل‌های (۱۴-۹-۱۰) تا (۱۴-۹-۱۲) روش‌های مختلف تأمین هوای جایگزین را نشان می‌دهد.



شکل(۱۴-۵-۱۰): تأمین هوای جایگزین از داخل آشپزخانه



شکل(۱۴-۵-۱۱): تأمین هوای جایگزین از پیشانی هود



شکل(۱۴-۵-۱۲): تأمین هوای جایگزین از داخل هود

- محل دریچه‌های هوای جایگزین در سیستم تهویه مطبوع آشپزخانه بر عملکرد هودها مؤثر است، به نحوی که هوای خروجی از آنها نباید بیش از اندازه به هودهای تخلیه نزدیک باشد. در غیر این صورت آشفتگی ناشی از جریان هوا موجب پخش شدن دود و هوای گرم خروجی از وسایل پخت و پز در محیط و کاهش کارآیی هود می‌گردد. سیستم تخلیه می‌تواند به صورتی طراحی شود که هوای جایگزین از طریق هود وارد آشپزخانه شود. در شکل (۱۴-۹-۱۳) نمونه‌ای از هود با دریچه هوای جایگزین روی پیشانی نشان داده شده است

(۲) برای جلوگیری از خروج بو از آشپزخانه معمولاً طراحی سیستم تخلیه هود به گونه‌ای انجام می‌شود که فشار در داخل آشپزخانه کمی منفی باشد. به همین دلیل حجم هوای جانشین تقریباً با هوای تخلیه برابر یا در صورت نیاز کمی از آن کمتر است. بعضی استانداردها بیشینهٔ فشار منفی آشپزخانه را ۵۰ پاسکال توصیه می‌کنند. اختلاف مقدار هوای تخلیه و جایگزین از فضاهای مجاور تأمین می‌شود.

شکل(۱۴-۵-۱۳): نمونه‌ای از هود با دریچه هوای جایگزین روی پیشانی آن

ت) کانال‌کشی تخلیه هوای هودها

(۱) کلیات

کانال تخلیه هوای هود نوع I تنها در صورت وجود تمام شرایط مندرج در ردیف (الف-۴) بند (۱۴-۵-۶-۴) مقررات می‌تواند با کانال تخلیه سایر هودهای نوع I مشترک باشد. در غیر این صورت، هر هود آشپزخانه نوع I به دلیل داشتن روغن و چربی باید دارای کانال‌کشی و تخلیه هوای مستقل باشد. کانال تخلیه هوای هود نوع I تحت هیچ شرایطی نمی‌تواند با سایر کانال‌های تهویه یا تخلیه ساختمان از جمله هود نوع II مشترک باشد. هدف از این الزام، جلوگیری از گسترش آتش از یک سیستم به سیستم دیگر یا از یک طبقه به طبقات دیگر است.

(۲) ساخت کانال

هودهای آشپزخانه‌های تجاری باید در صورت آتش گرفتن بخارات چربی، از نظر سازه‌ای مقاوم باشند. به همین دلیل ورق فولادی یا فولاد زنگ‌ناپذیر تنها مواد مجاز برای ساخت کانال هودهای نوع I هستند. ضخامت کمینه ورق برای ساخت کانال بیشتر از هود است زیرا کانال از داخل اجزای ساختمان عبور می‌کند و لذا احتمال وقوع آتش‌سوزی در آن از هود بیشتر است. همچنین شدت

آتش‌سوزی در کانال نیز به دلیل تراکم مواد اشتعال‌پذیر و سرعت هوای ناشی از مکش هواکش یا اثر دودکشی بالاتر می‌باشد.

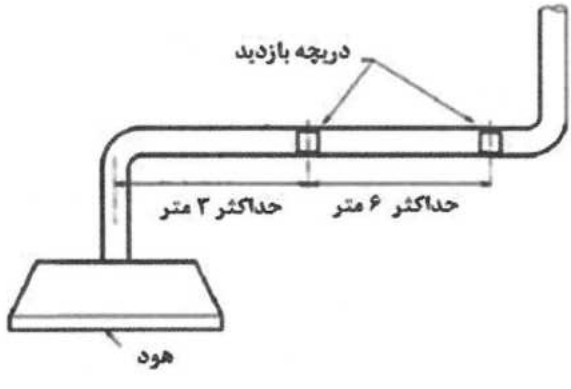
- برای جلوگیری از نشت روغن از درزهای کانال، تمام اتصالات کانال تخلیه هوای هود نوع I باید به روش لحیم‌کاری یا جوش‌کاری پیوسته صورت گیرد. بنابراین استفاده از اتصالاتی مانند پیچ، میخ پرچ یا هر نوع اتصال مکانیکی دیگر مجاز نیست. سطح اتصالات باید صاف باشد تا از تجمع چربی جلوگیری شود و تمیز کردن آن راحت باشد.
- از آنجا که هوای تخلیه شده به وسیله هود نوع II فاقد بخارات روغن و چربی است، استفاده از اتصالات جوش‌کاری و لحیم‌کاری پیوسته در ساخت کانال تخلیه آن ضروری نیست و ساخت آن مطابق الزامات فصل "(۱۴-۶) کانال‌کشی" صورت می‌گیرد. به هر حال برای جلوگیری از تجمع ذرات که می‌تواند منجر به رشد قارچ و باکتری شود و نیز به منظور سهولت در تمیز کردن کانال، سطح داخلی آن باید کاملاً صاف باشد.
- هنگامی که کانال در معرض هوای خارج یا محیط‌های خوردنده (حتی هوای داخل) قرار می‌گیرد، امکان وقوع خرابی و خوردگی در آن وجود دارد. به عنوان نمونه کانال‌هایی که از روی پشت بام یا بر روی دیوارهای خارجی ساختمان عبور می‌کنند، باید با پوشش مناسب حفاظت شوند. به دلیل نزدیکی با مواد قابل اشتعال، پوشش مورد استفاده نباید از نظر آتش‌سوزی خطرزا باشد.

(۳) نصب کانال

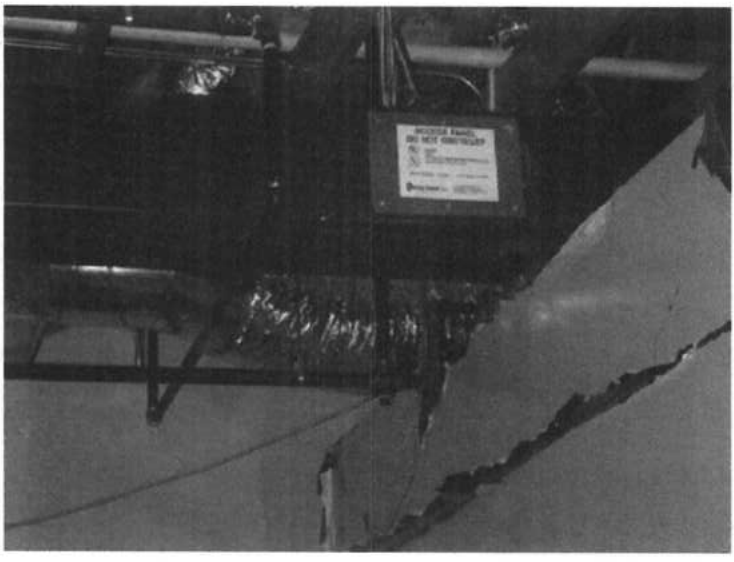
- کانال تخلیه هوای هود نوع I باید دارای شیب مناسب باشد و هیچ گونه فرورفتگی یا نقطه‌ای که امکان تجمع روغن و چربی در آن وجود دارد، نداشته باشد. شیب دادن کانال به سمت هود یا به سمت مخزن جمع‌آوری روغن و چربی، امکان ماندن این ذرات در سیستم کانال‌کشی را به حداقل می‌رساند. در صورت بلند بودن طول کانال، شیب کانال باید تا ۸ درصد افزایش یابد تا امکان حرکت چربی و روغن به سمت مخزنِ جمع‌آوری فراهم آید. در صورت کافی نبودن شیب، ممکن است این ذرات پیش از رسیدن به مخزن روی سطح کانال بماسد.
- به منظور حفظ عملکرد صحیح سیستم کانال‌کشی، لازم است برای بازدید و نگه‌داری دوره‌ای بر روی آن دریچه بازدید مناسب پیش‌بینی گردد. از آنجا که بخارات روغن و چربی روی دیواره کانال می‌نشیند، در نظر گرفتن دریچه بازدید در هر بخشی از سیستم کانال‌کشی تخلیه هوای

هود نوع I که امکان دسترسی به آن از طریق دهانه‌های ورودی یا خروجی وجود ندارد، ضروری است. چفت و بست مورد استفاده باید به گونه‌ای باشد که دریچه‌های بازدید کاملاً هوابند و آب‌بند باشند.

- وجود نشتی از دریچه‌های بازدید علاوه بر کاهش کارآیی سیستم تخلیه، موجب خروج روغن و چربی از کانال می‌شود. برای جلوگیری از نشت روغن و چربی، بهتر است دریچه بازدید بر روی سطوح جانبی کانال نصب شود به نحوی که حداقل ۲۵ میلی‌متر با سطح پایینی کانال فاصله داشته باشد. برای تأمین فضای مورد نیاز جهت تمیز کردن کانال، ابعاد دریچه بازدید باید دست‌کم ۳۰۰×۳۰۰ میلی‌متر باشد. چنانچه ابعاد جانبی کانال برای نصب دریچه بازدید به این ابعاد کافی نباشد، می‌توان دریچه بازدید را بر روی سطح فوقانی کانال یا به عنوان آخرین گزینه بر روی سطح زیرین آن نصب نمود. احتمال نشت روغن و چربی از دریچه‌های بازدیدی که روی سطح زیری کانال نصب می‌شود به مراتب بیشتر است و لذا برای هوابند و آب‌بند شدن کامل آن باید تمهیدات لازم در نظر گرفته شود. در صورتی که ابعاد کانال کوچکتر از کمینه اندازه مورد نیاز برای دریچه بازدید باشد، باید بزرگترین دریچه بازدید قابل نصب بر روی کانال را در نظر گرفت. وجود کمینه فاصله ۶ متری بین دریچه‌های بازدید بر روی کانال‌های افقی موجب می‌شود تا مطابق شکل (۱۴-۵-۱۴) تمام طول کانال به فاصله ۳ متر از یکی از دریچه‌های بازدید در دسترس باشد. بنابراین، در صورت تغییر جهت کانال‌کشی، فاصله دریچه بازدید از محل تغییر مسیر، نظیر زانویی، نباید از ۳ متر بیشتر باشد. شکل (۱۴-۵-۱۵) نمونه‌ای از دریچه بازدید را نشان می‌دهد.



شکل(۱۴-۵-۱۴): نصب دریچه بازدید

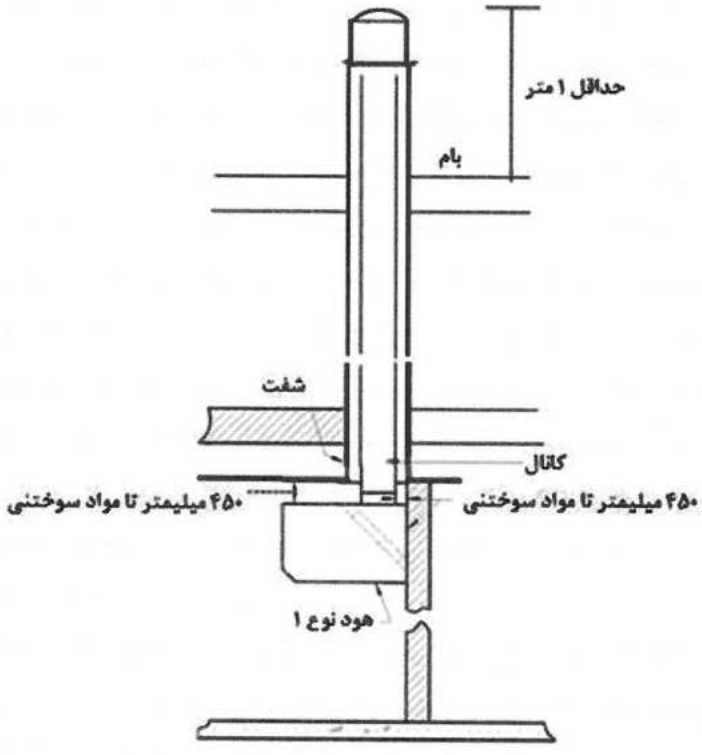


شکل(۱۴-۵-۱۵): نمونه دریچه بازدید

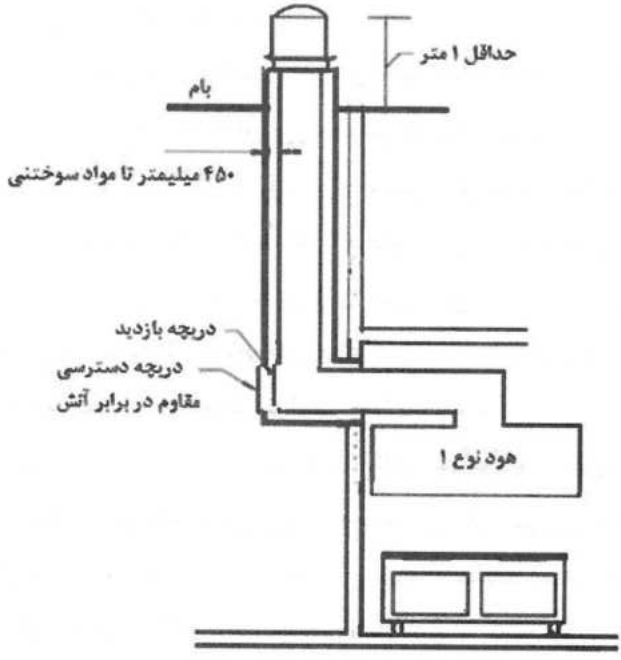
- استفاده از شفت بسته برای عبور کانال تخلیه هوا به حفظ یکپارچگی سازه کمک می‌کند و احتمال گسترش دود و آتش از آشپزخانه به سایر بخش‌های ساختمان را کاهش می‌دهد. همچنین از کانال در برابر صدمات فیزیکی محافظت می‌کند و مانع از تماس آن با مواد سوختنی می‌شود. شفت باید از اولین نقطه عبور کانال از جدار، یعنی آشپزخانه، شروع شود و تا محل خروج آن از ساختمان ادامه یابد. شکل‌های (۱۴-۵-۱۶) و (۱۴-۵-۱۷) به ترتیب نحوه عبور کانال تخلیه از شفت عمودی و افقی را نشان می‌دهد. برای فراهم کردن امکان حرکت هوا در اطراف کانال و نیز انجام بازرسی‌های دوره‌ای، به ویژه در صورت وقوع آتش‌سوزی، باید دست‌کم ۱۵۰ میلی‌متر بین کانال و دیواره داخلی شفت فاصله وجود داشته باشد. چنانچه جنس شفت از مواد سوختنی باشد، این فاصله باید طبق الزامات همین بند از مقررات به دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر افزایش یابد.
- از آنجا که هدف از در نظر گرفتن شفت جدا کردن کانال تخلیه هوا از سایر قسمت‌های ساختمان است، نمی‌توان از آن جهت عبور تأسیسات دیگر، از جمله کانال تخلیه سایر هودها، استفاده نمود. بنابراین در صورتی که دو هود نوع I با کانال تخلیه و هواکش مجزا در یک

آشپزخانه وجود داشته باشد، نباید کانال تخلیه آنها از داخل یک شفت مشترک عبور کند. همچنین به منظور کاهش خطر آتش‌سوزی ناشی از نشست ذرات روغن و چربی بر روی دمپر آتش، دمپر دود یا سایر انواع دمپر، استفاده از آنها در کانال تخلیه هود نوع I مجاز نیست.

- وجود تکیه‌گاه مناسب برای تراز بودن سیستم کانال‌کشی و جلوگیری از اعمال تنش‌هایی که می‌تواند منجر به جدا شدن اتصالات شود، ضروری است. به علاوه، تاب برداشتن کانال، مقاومت آن را در برابر عبور جریان هوا افزایش می‌دهد و منجر به کاهش کارآیی سیستم و تجمع روغن و چربی در کانال‌ها می‌شود. مشابه لوله‌کشی، مناسب نبودن تکیه‌گاه کانال‌کشی هم از نظر عملکردی و هم از نظر سازه‌ای مشکل‌ساز است. آویز مناسب برای کانال‌ها علاوه بر تحمل وزن کانال، باید در برابر بارهای دینامیکی ناشی از لرزش نیز مقاوم باشد. بست و آویز مورد استفاده باید از مواد غیر قابل اشتعال باشد و طراحی آن برای بارهای وارد بر کانال صورت گیرد. به منظور اطمینان از هوابند و آب‌بند بودن کانال‌های تخلیه، ورود اتصالات مانند پیچ و پرچ از جداره کانال به داخل آن مجاز نیست.
- رعایت فاصله ۴۵۰ میلی‌متری بین کانال تخلیه هوای هود نوع I با مصالح سوختنی برای تمام کانال‌های نمایان، پوشیده و داخل شفت ضروری است. هر چند دمای کاری معمول در سیستم هود و کانال‌کشی، به ویژه نسبت به دمای آتش، پایین است، اما مواد سوختنی نزدیک کانال به دلیل قرار گرفتن طولانی مدت در معرض دمای کانال و جذب حرارت ناشی از جابجایی یا تشعشع، مستعد آتش گرفتن هستند. توجه داشته باشید که فاصله مجاز هود نوع I از مواد سوختنی که در بند (۱۴-۵-۶-۲) مقررات مورد بررسی قرار گرفت نیز دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر است. در شکل (۱۴-۵-۱۸) نمونه‌ای از نصب نادرستِ ناشی از عدم رعایت حداقل فاصله مورد نیاز بین کانال و مصالح سوختنی نشان داده شده است.
- سطح مقطع کانال مورد استفاده برای تخلیه هوای هود نوع I باید به گونه تعیین شود که سرعت جریان هوا در داخل آن از ۴ متر بر ثانیه کمتر نشود. استثناء در این مورد در محل تغییر شکل کانال به منظور اتصال کانال به هود یا هواکش است. از آنجا که شکل اتصال تغییر شکل با کانال اصلی متفاوت است، سرعت هوا در آن نیز با سرعت هوا در کانال اصلی یکسان نیست. در صورتی که طول اتصال تغییر شکل کمتر از ۱ متر باشد، سرعت هوا در آن می‌تواند به کمتر از ۴ متر بر ثانیه کاهش یابد، به شرطی که از عدم تجمع چربی و روغن در آن اطمینان حاصل شود.



شکل(۱۴-۵-۱۶): نحوه عبور کانال تخلیه از شفت عمودی



شکل(۱۴-۵-۱۷): نحوه عبور کانال تخلیه از شفت افقی

شکل(۱۴-۵-۱۸): عدم رعایت فاصله مورد نیاز بین کانال و مواد سوختنی

ث) آزمایش نشت کانال تخلیه هوای هود نوع I

(۱) هدف از این بند ارائه روشی برای آزمایش کانال‌های تخلیه هوای دارای چربی است به نحوی که از هوابند و آب‌بند بودن تمام اتصالات لحیمی و جوشی اطمینان حاصل شود.

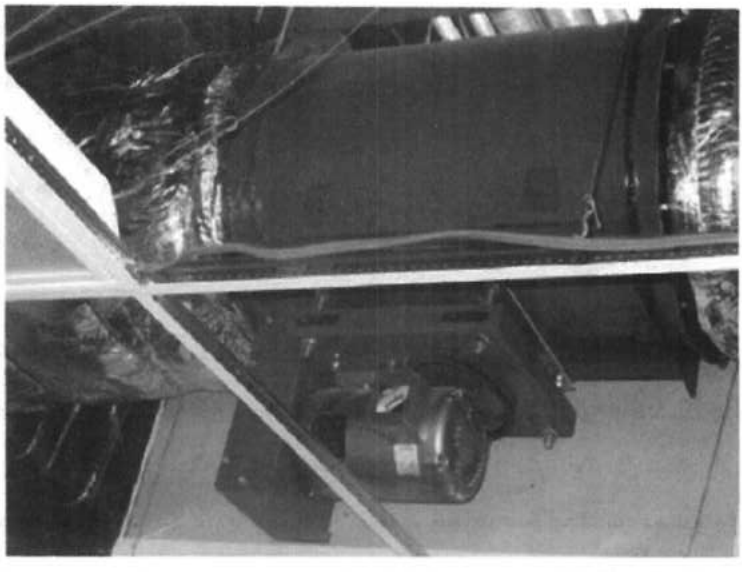
- آزمایشِ با نور، اقتصادی‌ترین و کارآترین روش برای تعیین محل عیب اتصالات لحیمی و جوشی در کانال‌ها به شمار می‌رود و سال‌ها است که با موفقیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. نشت در کانال‌های هوای دارای چربی می‌تواند محلی برای عبور چربی و رسیدن آن به شفت کانال یا اجزای ساختمانی باشد که به طور بالقوه خطر وقوع آتش‌سوزی را افزایش می‌دهد. با استفاده از این آزمایش ساده می‌توان از وقوع چنین شرایطی جلوگیری نمود.
- آزمایش با نور تنها روش مجاز برای آزمایش نشت کانال نیست و مقررات به ناظر اجازه تأیید سایر روش‌های مشابه را می‌دهد. با این وجود، توجه به این نکته ضروری است که تحت فشار قرار دادن کانال تخلیه هوای هود، به دلیل ابعاد آن، بسیار خطرناک است. حتی آزمایش با دود هم مستلزم افزایش فشار در کانال است و بعلاوه نمی‌توان از توزیع یکنواخت دود در کانال اطمینان حاصل نمود.

ج) هواکش

(۱) برای کاهش خرابی و خطر آتش‌سوزی ناشی از برخورد هوای داغ و بخارات حاوی روغن و چربی، تخلیه هوای آلوده باید به سمت خارج بام یا سایر قسمت‌های ساختمان صورت گیرد. هواکش بهتر است تا حد الامکان نزدیک به دهانه خروجی نصب شود تا دمای هوای در تماس با آن پایین‌تر باشد. شکل‌های (۱۴-۵-۱۹) و (۱۴-۵-۲۰) دو نمونه هواکش تخلیه را نشان می‌دهد.

(۲) موتور هواکش هود نوع I نباید در معرض جریان هوای تخلیه قرار داشته باشد. بالا بودن دما و وجود ذرات روغن و چربی علاوه بر کاهش طول عمر موتور، خطر وقوع آتش‌سوزی بر اثر جرقه‌زنی در موتور را افزایش می‌دهد. به این منظور می‌توان از تسمه و پولی استفاده نمود و یا موتور را در محفظه‌ای بسته قرار داد.

شکل(۱۴-۵-۲۰) هواکش تخلیهٔ پشت بامی



شکل(۱۴-۵-۲۰) هواکش تخلیهٔ خطی

(۳) طراحی و ساخت هواکش هود نوع I باید مطابق الزامات کانال‌کشی هود نوع I انجام شود. بنابراین به منظور کاهش خطر آتش‌سوزی، هواکش باید به گونه‌ای باشد که ذرات روغن و چربی را به سمت محفظه ذخیره هدایت کرده و از تجمع آن در هواکش جلوگیری نماید. همچنین رعایت فاصله ۴۵۰ میلی‌متری بین هواکش هود نوع I با مصالح سوختنی الزامی است. اگر چه دمای کاری معمول در سیستم تخلیه نسبت به دمای آتش نسبتاً پایین است، اما مواد سوختنی نزدیک کانال به دلیل آنکه به مدت طولانی در معرض انتقال حرارت جابجایی و تشعشع قرار دارند، مستعد آتش گرفتن هستند.

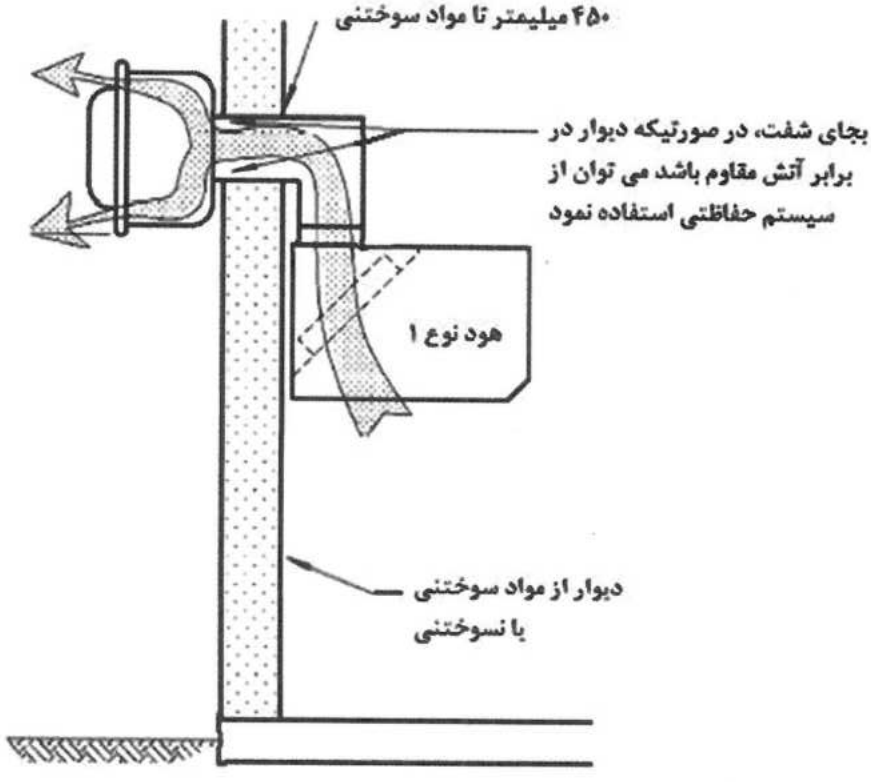
(۴) اتصالات قابل انعطاف تنها در محل اتصال به هواکش و به منظور محدود کردن ارتعاش صدا باید نصب شود. به دلیل تأثیر نامطلوب این اتصالات بر تجمع ذرات روغن و چربی، نباید از آنها در مسیر کانال‌کشی استفاده نمود. برای جلوگیری از تجمع روغن و چربی و استفاده از مواد مستعد آتش‌سوزی، مقررات تنها استفاده از اتصالات قابل انعطاف از جنس مواد غیرسوختنی مانند اتصالات آکاردئونی را مجاز می‌داند. بنابراین استفاده از اتصالات برزنتی که اغلب در سیستم‌های تهویه مطبوع مورد استفاده قرار می‌گیرد، مجاز نیست. ساخت و نصب این اتصالات باید به گونه‌ای باشد که در برابر نشت هوا، روغن و چربی، دود و آتش کاملاً هوابند و آب‌بند باشد. با این وجود، نیازی به استفاده از جوش‌کاری یا لحیم‌کاری نیست.

- برای فراهم آوردن امکان تعمیر یا تعویض هواکش، اتصال باید به راحتی قابل باز و بسته کردن باشد و به همین دلیل باید از اتصالات مکانیکی شامل فلنج، واشر و پیچ و مهره به این منظور استفاده نمود.

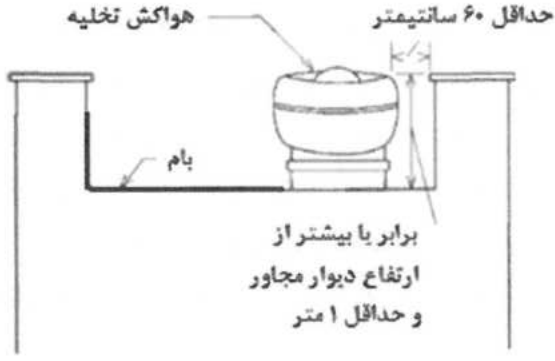
چ) دهانه خروجی سیستم تخلیه هوای هود نوع I

(۱) به منظور پخش مناسب هوای تخلیه شده در آتمسفر و جلوگیری از نشست ذرات روغن و چربی بر روی سطوح، دهانه خروجی هوا باید دست‌کم ۱ متر بالاتر از سطح بام قرار داشته باشد. نصب دهانه خروجی هوا بر روی دیوار تنها در صورت عدم ایجاد مزاحمت و نیز عدم وجود خطر آتش‌سوزی مجاز است. به دلیل تنوع نوع و محل نصب دهانه‌های خروجی، ارزیابی این موارد باید به صورت موردی صورت گیرد. به عنوان مثال، در برخی موارد ممکن است نصب

دهانه خروجی بر روی دیوار به دلیل خروج بو، دود یا ذرات روغن و چربی موجب ایجاد ناراحتی برای ساکنان ساختمان‌های مجاور یا عابرین معابر کناری شود. همچنین نصب خروجی هوا بر روی دیوار زیر شیروانی به دلیل احتمال تجمع ذرات روغن و چربی و افزایش خطر آتش‌سوزی مجاز نیست. این الزام و سایر الزامات مندرج در بند (۱۴-۵-۶-۷) مقررات، تنها مربوط به دهانه خروجی هود نوع I است و در مورد هود نوع II باید مطابق الزامات "فصل (۱۴-۶) کانال‌کشی" عمل نمود. در شکل‌های (۱۴-۵-۲۱) و (۱۴-۵-۲۲) دو نمونه دهانه خروجی سیستم تخلیه نشان داده شده است.



شکل(۱۴-۵-۲۱): دهانه خروجی سیستم تخلیه از دیوار



شکل(۱۴-۵-۲۲): دهانه خروجی سیستم تخلیه از بام

۱۴-۶ کانال‌کشی

۱۴-۶-۱ کلیات

فصل ششم سیستم‌های کانال‌کشی را با بیان الزامات حفاظت از ساکنان ساختمان و خود ساختمان مورد بحث قرار می‌دهد. این مبحث مصالح و روش‌های مورد استفاده در ساخت و نصب کانال‌ها، کنترل‌کننده‌های سیستم، سیستم‌های تخلیه و دیگر اجزاء مرتبط که بر عملکرد سیستم توزیع هوای یک ساختمان مؤثر است را مقرر می‌دارد. سایر فصل‌های این مبحث که مفاد آن‌ها مرتبط با این فصل می‌باشد عبارتند از فصل‌های سوم، چهارم، پنجم و نهم.

فصل ششم، حفاظت مقبول و منطقی جان و مال از خطرات مرتبط با سیستم‌ها و تجهیزات جابه‌جایی هوا را در بر می‌گیرد. این فصل الزامات نصب سیستم‌های هوای رفت، برگشت و تخلیه را بیان می‌دارد. این فصل شامل هیچ نوع اطلاعاتی از طراحی این سیستم‌ها از دیدگاه تعویض هوا نمی‌باشد، بلکه به عملکرد درست این سیستم‌ها در کاربری ساختمان و تأثیر کلی آن‌ها بر عملکرد ایمن ساختمان از نظر عدم گسترش آتش از یک منطقه به مناطق دیگر ازطریق شبکه های انتقال هوا مرتبط می‌شود.

ملاحظات طراحی مانند اندازه‌گذاری کانال‌ها، راندمان حداکثری، مقرون به صرفه بودن، آسایش و راحتی کاربران جزء مسئولیت حرفه‌ای طراح می‌باشد.

الف) دامنه کاربرد

(۱) فصل ششم ناظر بر طراحی، ساخت، نصب و بازرسی سیستم‌های کانال‌کشی مورد استفاده برای جابه‌جایی هوای محیط می‌باشد. کانال‌کشی‌های مورد نظر شامل هدایت هوای رفت، برگشت و تخلیه در تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، توزیع هوای سیستم‌های خنک‌کنندهٔ

تبخیری، تأمین هوای احتراق و تخلیهٔ هوای آلوده ساختمان می‌باشد. سیستم‌های کانال‌کشی بیشتر باتوجه به تأثیر آن‌ها بر عملکرد ساختمان در هنگام آتش‌سوزی مدنظر قرار گرفته‌اند. مقررات مربوط به مصالح سیستم کانال‌کشی و نصب آن‌ها به‌گونه‌ای تنظیم گردیده تا خطرات مرتبط با مشخصات سوختن آن‌ها و مشارکت در انتشار دود و شعله در داخل ساختمان را بیان نماید. همچنین این فصل به رابطه بین سیستم توزیع هوا و دیگر الزامات ساختمان مانند حفاظت در برابر سیل و یک‌پارچگی سازه، می‌پردازد.

فصل ششم الزامات خاص طراحی سیستم‌های کانال‌کشی مورد استفاده در تهویه فضا و تعویض و تخلیه هوا را شامل نمی‌شود. فصل پنجم الزامات سیستم تخلیه هوا و فصل نهم الزامات هوای احتراق را شامل می‌گردند. اطلاعات اضافی را می‌توان از منابعی مانند "انجمن مهندسان گرمایش، تبرید و تهویه مطبوع آمریکا (ASHRAE)"، "انجمن ملّی پیمانکاران تهویه مطبوع و ورق فلزی (SMACNA)" و "پیمانکاران تهویه مطبوع آمریکا (ACCA)" بدست آورد.

(۲) نظر به این‌که دامنهٔ کاربرد سیستم‌های کانال‌کشی موضوع این فصل در رابطه با تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، توزیع هوای سیستم‌های خنک‌کنندهٔ تبخیری، تأمین هوای احتراق و تخلیهٔ هوای آلوده ساختمان است که معمولاً کلاس فشار آن‌ها حداکثر ۵۰۰± پاسکال می‌باشد، بنابراین الزامات این فصل برای کانال‌کشی تا کلاس فشار حداکثر ۵۰۰± پاسکال تدوین شده است.

- با توجه به توضیحات مذکور، الزامات این فصل شامل سیستم‌های کانال‌کشی خارج از محدودهٔ فشار ۵۰۰± پاسکال نمی‌شود. طراحی، ساخت، نصب و بازرسی سیستم‌های کانال‌کشی با کلاس‌های فشار بالاتر باید براساس استانداردهای مرتبط صورت گیرد.

ب) الزامات عمومی

(۱) به‌منظور حفظ ایمنی افراد و پیشگیری از آلوده شدن فضای زندگی، آلاینده‌های زیان‌آور همچون هوای آلوده به گازها و غبارهای قابل اشتعال، گازهای خورنده یا سمی و دود، باید از طریق سیستم‌های کانال‌کشی جداگانه و مستقل تخلیه گردند.

- به‌منظور پیشگیری از نشت احتمالی هوای آلوده به گازهای قابل اشتعال و خطرزا به فضای زندگی که می‌تواند خطر آتش‌سوزی را در پی داشته باشد، کانال‌کشی مخصوص این نوع هوا نباید جزئی از سیستم کانال‌کشی دیگری باشد که به سایر فضاهای ساختمان راه دارد. سیستم‌های کانال‌کشی که مواد سوختی را مستقیماً به زباله‌سوز، دیگ، کوره یا دیگر محفظه‌های احتراق تخلیه می‌نمایند، می‌بایست مطابق الزامات NFPA ۸۲ طراحی، ساخته و نصب شوند.

(۲) بر اساس الزامات این بخش استفاده از راهروها و خروجی‌ها به‌عنوان اجزاء سیستم توزیع هوا ممنوع است زیرا احتمال انتشار دود و آتش به بخش‌هایی که به‌منظور خارج‌شدن از ساختمان مورد نیاز می‌باشد، وجود دارد. دود ممکن است این بخش‌های خروجی را غیرقابل استفاده نماید. توجه داشته باشید که بخش (۱۴-۶-۲)، پلنوم‌ها را به‌عنوان فضاهای خالی از انسان تعریف می‌کند، از این‌رو راهرو هرگز نمی‌تواند به‌عنوان یک پلنوم در نظر گرفته شود.

راهروها و خروجی‌ها برای محافظت از افرادی که از آن‌ها استفاده می‌نمایند طراحی می‌گردند. هدف این بخش جلوگیری از جابه‌جایی هوایی است که می‌تواند سبب انتشار دود در راهرو یا خروجی گردد. این بخش جابه‌جایی هوای مورد نیاز برای تعویض هوا در راهروها و خروجی‌ها را منع نکرده ولی استفاده از این فضاها به‌عنوان مجرایی برای توزیع و انتقال هوا یا جمع‌آوری هوا از فضاهایی غیر از راهروها و خروجی‌ها را مجاز نمی‌داند. جابه‌جایی هوا در راهرو یا خروجی باید محدود به سرمایش، گرمایش، تهویه و تعویض هوای مورد نیاز این فضاها گردد.

علاوه بر این در تمام بازشوهایی که اجزاء آن در مدت زمان معینی در برابر آتش مقاوم هستند، می‌بایست محافظ‌های بازشو نصب گردد. این بخش نصب دریچه‌های ثابت را بر روی درهایی که اتاق‌ها و فضاهای مجاور را از طریق راهروها و خروجی‌ها به هم مرتبط می‌سازند، چنانچه از آن بازشوها برای انتقال یا گرفتن هوای محیط به اتاق‌ها و فضاهای مجاور استفاده می‌شود، مجاز نمی‌داند. ایجاد بازشو و راه نفوذ در محوطهٔ فضای خروجی، جز برای انجام کانال‌کشی‌های ضروری و تجهیزات مورد نیاز برای ایجاد فشار مثبت در راه پله‌ها، ممنوع است. علاوه بر این، ایجاد بازشوهای نفوذی و ارتباطی بین فضاهای خروجی مجاور، خواه محافظت شده باشد یا نه، مجاز نیست.

گاهی اوقات وجود یک اختلاف فشار در سرتاسر راهروها مورد نیاز است. به‌عنوان مثال، در مراکز بهداشتی و بیمارستان‌ها به‌منظور جلوگیری از انتقال ارگانیزم‌های عفونی و بو به راهروها، آنها در

فشار مثبت نگه‌داشته می‌شوند و برای جلوگیری از انتقال بو به اتاق‌های غذاخوری، آشپزخانه‌ها اغلب در فشار منفی نگه‌داشته می‌شوند. این بخش بر آن نیست تا این نوع اختلاف فشارها را محدود نماید، اگر چه استفاده از راهروها به‌عنوان منبع هوای رفت (تأمین هوا) به فضاهای مجاور و یا به‌عنوان فضایی برای برگشت هوا از فضاهای مجاور را ممنوع می‌شمارد. موارد زیر مستثنی هستند:

- این مورد به یک کاربرد رایج استفاده از هوای راهرو برای تأمین هوا از بیرون برای هواکش‌های تخلیهٔ کوچک موجود در اتاق‌های مجاور می‌پردازد. هنگامی‌که راهرو مستقیماً از هوای آزاد و با نرخ بیشتری از نرخ تأمین هوای جبرانیِ موردِ نیاز اتاق‌ها تغذیه می‌شود، در راهرو فشار مثبت نسبت به اتاق‌های مجاور ایجاد شده و دود به داخل راهرو کشیده نمی‌شود.
- همچنین این مورد استفاده از راهرو در داخل واحد مسکونی را به‌عنوان کانال برگشت مجاز می‌داند. واحدهای مسکونی ممکن است بازشوهای محافظت نشده‌ای بین طبقات داشته باشند. راهروهای دسترسی به خروجی در واحدهای مسکونی، دارای بار اشغال کوچکی هستند، طول کمی دارند و نیازی نیست که در برابر آتش مقاوم باشند. به همین دلایل، استفاده از راهرو یا فضای بالای سقف راهرو برای برگشت هوا، خطر غیرقابل قبولی را ایجاد نخواهد کرد. قرار دادن دهانه‌های برگشت هوا در راهروهای واحد مسکونی و مکش هوای برگشتی از فضاهای مجاور از طریق راهرو، یک عمل رایج می‌باشد.

(۳) این بخش استفاده از فضای داخل سقف کاذب یا کف کاذب راهرو را به‌عنوان پلنوم هوای برگشت هنگامی‌که یکی از شروط زیر برقرار باشد، مجاز می‌داند. استفاده از فضای بالای سقف یک راهرو به‌عنوان پلنوم به‌طور خاص در بخش (۱۴-۶-۲) ممنوع نگردیده است. هر چند که این بخش نشان می‌دهد که قصد دارد چنین استفاده‌هایی را محدود به شرایط بیان شده نماید.

پلنوم فقط به کاربردهای هوای برگشت محدود می‌شود زیرا در این کاربردها فضای پلنوم نسبت به راهرو، تحت فشار منفی می‌باشد. بدین‌طریق، این اختلاف فشار به نگه‌داری دود و گازها در داخل فضای پلنوم کمک می‌کند. ولی در پلنوم هوای رفت، هوا در پلنوم دارای فشار مثبت نسبت به راهرو خواهد بود، از این‌رو احتمال اینکه گازها و دود به راهرو نفوذ کند افزایش خواهد یافت.

شرط اول که می‌گوید راهرو منطقه‌ای با مقاومت معین در برابر آتش نباشد، استفاده از فضای بالای راهرو به‌عنوان پلنوم هوای برگشتی را بدون اینکه الزامی به جداکردن راهرو از پلنوم با سازهٔ

مقاوم در برابر آتش باشد، مجاز می‌داند. شرط دوم برای راهروهایی بکار می‌رود که می‌بایست با سازه مقاوم در برابر آتش محدود شوند. پلنوم باید با سقف کاذبی از راهرو جدا گردد که مقاومت آن در برابر آتش برابر مقاومت الزامی اجزاء محدود کنندهٔ خود راهرو باشد.

(۴) به‌منظور پیشگیری از نشت احتمالی آلاینده‌ها به فضای درون ساختمان، کانال‌های تخلیهٔ هوای آلودهٔ با فشار مثبت و دودکش‌ها، مجاز به عبور یا راه یافتن به کانال‌ها یا پلنوم‌های هوا نمی‌باشند. زیرا هر نوع نشتی در کانال تخلیه و دودکش به سبب اختلاف فشار آن‌ها می‌تواند به کانال هوا راه یابد. همچنین وجود فشار منفی در کانال یا پلنوم هوا می‌تواند سبب مکش گازهای احتراق از دودکشِ با مکش طبیعی گردد (بخش (۱۴-۶-۲) را ملاحظه نمایید).

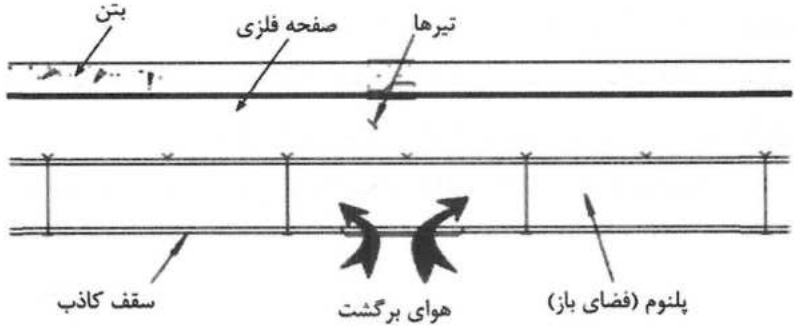
۱۴-۶-۲ پلنوم

الف) کلیات

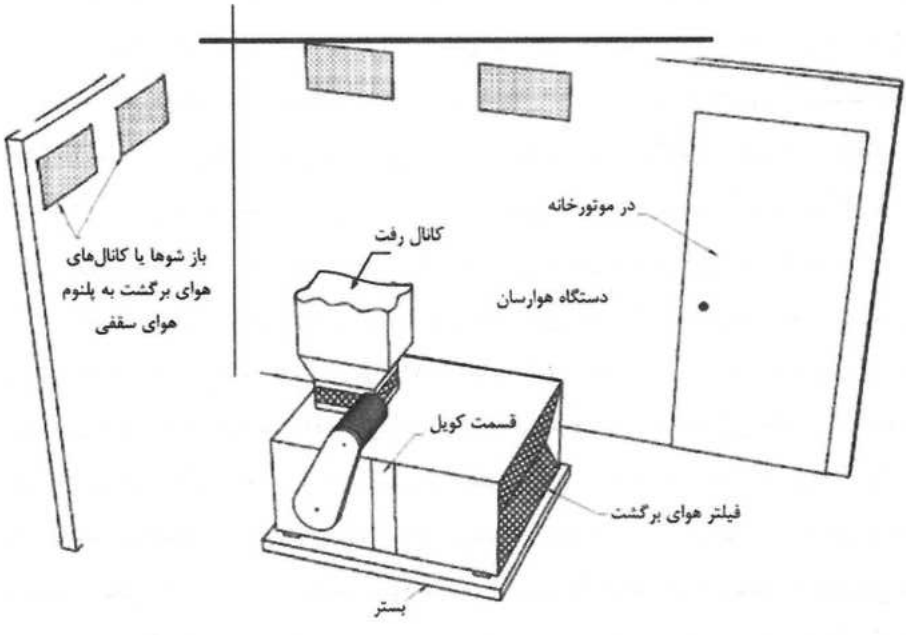
(۱) تعریف واژه پلنوم در فصل دوم بیان می‌دارد که پلنوم یک فضای قابل اشغال که تهویه می‌شود، نمی‌باشد. این بخش پلنوم‌ها را به‌عنوان بخشی از سیستم‌های توزیع هوا در ساختمان‌ها معرفی می‌کند. پلنوم یک فضای بسته خالی از انسان درداخل ساختمان است که به‌گونه‌ای طراحی گردیده تا توزیع هوا در بخشهای ساختمان را تسهیل نماید.؛ از این‌رو بخشی از سیستم توزیع هوا را تشکیل می‌دهد. پلنوم‌ها می‌توانند برای هوای رفت، برگشت، تخلیه و تعویض هوا استفاده شده و می‌توانند در داخل راهروهای زیرزمینی و فضاهای سقف کاذب، کف کاذب، اتاق زیرشیروانی، اتاق‌های اتاق‌های هوارسان و در حفره‌های ستون‌ها و تیرچه‌ها قرارگیرند.

اتاق هوارسان قابل اشغال بوده و از این‌رو از نظر فنی یک پلنوم نمی‌باشد. اتاق هوارسان از آن‌جایی که یک فضای بسته بوده که می‌تواند به‌عنوان پلنوم کانال‌کشی استفاده شده و برای تعمیر و نگه‌داری اشغال شود، منحصر به‌فرد می‌باشد. پلنوم‌های شرح داده شده در این بخش بطور معمول برای کاهش هزینه‌های ساخت با به‌کارگیری فضاهای پنهان موجود که توسط بخشی از دیوارها یا سقف کاذب ساختمان بوجود می‌آید، ایجاد می‌شوند. پلنوم‌ها در تمام انواع ساختمان‌ها مجاز می‌باشند. شکل (۱۴-۶-۱) یک نمونه پلنوم هوای برگشت کف/سقف یا بام/سقف را نشان می‌دهد. اتاق تجهیزات مکانیکی و راهروهای دسترسی خروجی در واحدهای مسکونی و کاربری‌های کوچک

ویژه، تنها استثناهایی از فضاهای قابل سکونت یا اتاق‌های اشغال شونده هستند که مجاز به بکار گرفته شدن به‌عنوان مجرای هوا می‌باشند؛ شکل (۱۴-۶-۲) و توضیحات بخش (۱۴-۶-۱) را ملاحظه کنید. مطابق بخش (۱۴-۶-۲)، یک اتاق اشغال‌شونده، به استثنای اتاق هوارسان، هرگز به‌عنوان پلنوم محسوب نمی‌شود.



شکل (۱۴-۶-۱): نمونه‌ای از پلنوم هوای برگشت کف/سقف یا بام/سقف

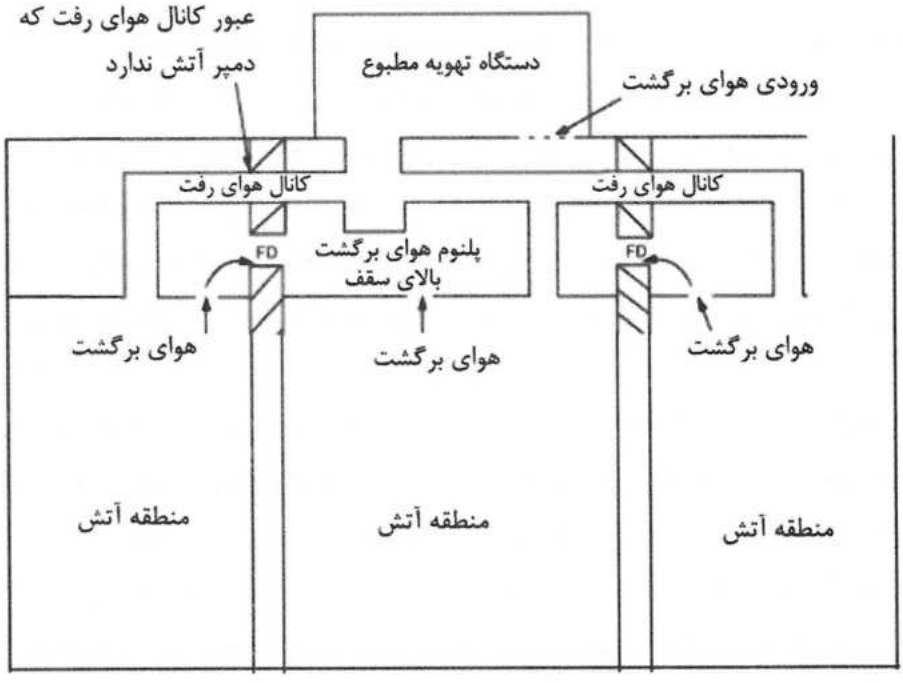


شکل (۱۴-۶-۲): استفاده از اتاق هوارسان به‌عنوان پلنوم هوای برگشت

- محدود نمودن مکان پلنوم‌های سیستم توزیع هوا، احتمال انتشار دود و آتش را از طریق سیستم توزیع هوا کاهش می‌دهد. به‌منظور جلوگیری از انتشار سریع دود در فضاهای اشغال شده، پلنوم‌ها به فضاهای پنهان و خالی از سکنه در داخل ساختمان محدود می‌شوند. پلنوم‌ها محدود به یک منطقه آتش شده تا اجازه مهار آتش و دود را داده، و از این راه احتمال انتشار آن به دیگر فضاهای ساختمان را کاهش دهد. یک منطقه آتش فضای یک طبقه است که محدود به دیوارهای آتش، موانع آتش، قطعات افقی مقاوم در برابر آتش یا دیوارهای خارجی یک ساختمان می‌شود. پلنوم‌ها می‌بایست به‌گونه‌ای طراحی شوند که تمامیت فضای بستهٔ منطقه آتش را حفظ نمایند.

چنانچه پلنوم‌های سقفی هوای برگشت در قسمت بالای دو منطقه آتش از طریق بازشوهای انتقال به یکدیگر مرتبط شوند، بدین‌طریق تمامیت منطقه‌های آتش حفظ می‌گردد. این بدان معنی است که این دو پلنوم برگشت به‌صورت مجزا بوده و هر کدام به یک منطقه آتش محدود می‌شوند. با این حال، این سؤال مطرح می‌شود که چه زمانی یک پلنوم به یک منطقهٔ آتش محدود نمی‌شود؟ این موضوع یک مسئله را مطرح می‌کند زیرا بنظر می رسد که این مبحث آرایش پلنومی را محدود می‌کند که می‌توانست به سبب مفاد دیگر مبحث که موانع آتش و مناطق آتش را مقرر کرده است، هرگز وجود نداشته باشد.

تفسیر محتاطانه از محدود کردن پلنوم‌ها به یک منطقه آتش از این‌رو است که این مبحث قصد دارد تا از اتصال پلنوم‌های منطقه‌های آتش مختلف از طریق بازشوهای انتقال محافظت شده، ممانعت نماید. از اینرو الزام دارد که پلنوم هر منطقه آتش به‌صورت مجزا به هوارسان کانال‌کشی گردد (شکل (۱۴-۶-۳) را ببینید).



شکل (۱۴-۶-۳): کاربرد غیرمجاز پلنوم هوای برگشت

- دستگاه‌های گرمایی با سوخت مایع یا گاز نبایست در داخل پلنوم نصب شود زیرا ممکن است محصولات سمی ناشی از احتراق سوخت به‌سبب عملکرد نادرست تجهیزات یا سیستم تخلیه، در سرتاسر ساختمان منتشر شود. همچنین فشار مثبت و منفی موجود در داخل فضای پلنوم می‌تواند عملکرد دستگاه‌های احتراقی نصب شده در آن را شدیداً تحت تأثیر قرار دهد. به‌عنوان مثال، چنانچه یک دستگاه گرمایی با سوخت مایع یا گاز با مکش طبیعی در یک پلنوم هوای برگشت نصب شود، فشار منفی پلنوم می‌تواند بر مکش ناشی از سیستم تخلیه دود دستگاه غلبه کرده و گازهای معبر دود به داخل فضای پلنوم کشیده شود. همچنین عملکرد نادرست دستگاه نیز ممکن است بد کارکردن دستگاه و تخلیه دود آنرا تشدید نماید.

ب) ساخت پلنوم

(۱) محفظه پلنوم می‌بایست از مصالح مجاز برای ساخت نوع گروه‌بندی ساختمان، ساخته شود؛ به عبارت دیگر، مقاومت در برابر آتشِ جدارهای پلنوم در ارتباط با سایر مناطق آتش باید با مقاومت در برابر آتشِ مقرر برای جدارهای ساختمان، یکسان باشد.

(۲) موادی که در داخل یک پلنوم قرار می‌گیرند، بدون در نظر گرفتن اینکه پلنوم از مصالح سوختنی یا غیرسوختنی ساخته شده است، می‌بایست غیرسوختنی بوده و یا دارای محدودیت‌های شاخص پیشروی شعله و شاخص گسترش دود قید شده در این بخش، باشند. در واقع این بخش به اجزایی که در داخل پلنوم‌ها نصب می‌شوند می‌پردازد و به مصالحی که فضای پلنوم را می‌سازند و آن را محاط می‌کنند، مربوط نمی‌باشد.

این مبحث فضای پلنوم را به‌عنوان فضایی که اغلب برای جادادن دیگر سیستم‌های ساختمان مانند سیستم‌های الکتریکی، لوله‌کشی، محافظت از آتش، ارتباطات و مکانیکی بکار می‌رود، به رسمیت می‌شناسد. به‌همین دلیل، این مبحث نمایان بودن انواع محدودی از مصالح سوختنی مورد استفاده برای این سیستم‌ها را در داخل پلنوم مجاز می‌داند. شاخص پیشروی شعله ۲۵ یا کمتر و شاخص گسترش دود ۵۰ یا کمتر به‌عنوان مقادیر قابل قبول برای مواد سوختنی داخل یک پلنوم می‌باشد، زیرا در این حالت کمترین خطر مرتبط با آن مواد وجود دارد.

در ویرایش‌های قبلی این مبحث هنگامی‌که به این موضوع می‌پرداخت، از واژه "نمایان" در داخل پلنوم استفاده می‌شد. هرچند، بعضی طراحان و نصابان از آن کلام برای نصب لوله‌های پلاستیکی و دیگر مصالح سوختنی با پوشاندن عایق در اطراف آن‌ها استفاده می‌کنند و چنین ادعا می‌کنند که در این حالت دیگر این مصالح به‌صورت نمایان نمی‌باشند؛ چنانچه این مصالحِ پوششی در آتش‌سوزی آسیب‌دیده، شُل‌شده یا تخریب گردند، مصالح سوختنی می‌توانند در معرض آتش قرارگرفته و دود خطرناکی را تولید می‌نمایند که به دیگر بخش‌های ساختمان از راه پلنوم منتشر می‌شود. کلمه نمایان، در ویرایش دوم این مبحث برای بستن این راه‌گریز، حذف گردیده است. توجه داشته باشید که مبحث همچنان سیم‌کشی الکتریکی و نصب کابل در یک پلنوم را هنگامی‌که در یک مجرای غیرسوختنی محصور شده باشد، مجاز می‌داند.

هیچ محدودیتی در میزان جمع شدن این مصالح سوختنی که ممکن است در داخل پلنوم به‌صورت نمایان باشند، بیان نگردیده است. به‌عنوان مثال، آزمون سیم‌کشی الکتریکی با استفاده از روش‌های مذکور در UL۹۱۰ فقط برای مقدار سیم‌کشی که در آن مجموعهٔ آزمون‌ها وجود دارد، به حساب می‌آید. آن‌چه از قبل در یک پلنوم نصب شده است، حتی مصالح سوختنی اضافی مانند عایق سیم، لوله (پلاستیکی) و عایق پنوماتیکی، نیز ممکن است وجود داشته باشد. اثر تجمیع این مصالح در داخل پلنوم به‌صورت نمایان معمولاً شناخته شده نیست. موارد زیر از الزامات این بند مستثنی می‌باشند:

- مقررات استفاده از لوله و هر دو نوع لوله و کانال قابل‌انعطاف و صلب هوا را در داخل پلنوم چنانچه مطابق الزامات بخش‌های (۱۴-۶-۳) و (۱۴-۶-۴) باشند، مجاز می‌داند. کانال‌های فلزی معمولاً غیرسوختنی بوده و کانال‌های غیرفلزی می‌بایست مطابق UL ۱۸۱ آزمایش شده و گروه‌بندی شوند تا مشخصات آن‌ها از نظر دود و آتش‌سوزی تعیین گردد. جنس کانال در کانال‌های قابل انعطاف و صلب برای هر دو نوع فلزی و غیرفلزی باید محدود به مصالح گروه ۰ و گروه ۱ شود. مصالح کانال گروه ۰ دارای شاخص گسترش دود و پیشروی شعله صفر می‌باشند. مصالح کانال گروه ۱ دارای شاخص پیشروی شعله ۲۵ یا کمتر و شاخص گسترش دود ۵۰ یا کمتر می‌باشند. در معرض دید بودن (نمایان بودن) مصالح سیستم کانال‌کشی از جمله موانع بخار، عایق، درزبند اتصال، اتصال قابل‌انعطاف و آستر آکوستیک در پلنوم‌ها مجاز است مشروط به این‌که هنگامی‌که مورد آزمون قرار گیرند، مطابق الزامات بخش‌های (۱۴-۶-۳) و (۱۴-۶-۴) پیشروی شعله ۲۵ یا کمتر و شاخص گسترش دود ۵۰ یا کمتر داشته باشند. همچنین پوشش‌های داخلی و خارجی کانال می‌بایست مطابق ASTM C۴۱۱ آزمایش شوند تا نشان دهند که هنگامی‌که در دمای کاری خود یا دمای ۱۲۱ °C، هر کدام که بیشتر باشد، قرار گیرند، شعله‌ور، گداخته و دچار احتراقِ بدون تولید شعله یا دود نمی‌شوند.
- سیستم آب‌فشان با لولهٔ تر نوعی از سیستم است که در آن لوله‌کشی همواره و در تمام زمان‌ها از آب پُر می‌باشد. اثر چاه حرارتی ناشی از آب پُرشده در لوله‌ها تا حدودی از لوله‌کشی پلاستیکی که در معرض آتش‌سوزی می‌باشد، محافظت می‌نماید. لوله‌کشی پلاستیکی آب‌فشان آتش‌نشانی که در داخل پلنوم به‌صورت نمایان می‌باشد، می‌بایست فقط در سیستم‌های لوله تر مورد

استفاده قرارگرفته و هنگامی که مطابق UL۱۸۸۷ مورد آزمون قرار می‌گیرد، بیشینهٔ چگالی نوری آن باید بیشتر از ۰/۵ نبوده و میانگین چگالی نوری بیش از ۰/۱۵ و پیشروی شعله بیش از ۱۵۰۰ میلی‌متر نداشته باشد. از طریق آزمایش نشان داده شده است که تحت شرایط آتش‌سوزی، لوله‌های ترموپلاستیک همانند یا بهتر از دیگر مصالح سوختنی که در داخل پلنوم مجاز است، عمل می‌کنند. همچنین لوله پلاستیکی می‌بایست توسط یک مؤسسه بازرسی رسمی علامت‌گذاری گردد تا نشان داده شود که با یکی از استانداردهای مرجع مطابقت دارد.

- مقررات کاربرد مصالح سوختنی محصور شده همچون نصب سیم و کابل الکتریکی در مجرای غیرسوختنی را مجاز می‌داند. چنانچه یک ماده سوختنی با مانع حرارتی تأیید شده‌ای پوشش داده شود که این مانع شاخص گسترش دود و شاخص پیشروی شعله را مطابق این بخش را برآورده نماید و پوشش آن برای مدت زمان پیش‌بینی شده برای خروج به‌صورت دست نخورده باقی بماند، این ماده دیگر به‌عنوان ماده در معرض آتش‌سوزی تلقی نگردیده و هدف این مبحث تأمین خواهد شد.

(۳) استفاده از اندود گچی یا پنل‌های گچی برای ساخت پلنوم‌ها می‌بایست محدود به سیستم‌هایی شود که در آن دمای هوا از ۵۲ درجهٔ سلسیوس بیشتر نشود. در واقع چنانچه دمای هوا از ۵۲ درجهٔ سلسیوس بیشتر شود، در طول زمان، سبب خشک‌شدن اندود گچ یا هر دو وجه گچی و کاغذی پنل گچی شده و منجر به تخریب گچ و پنل می‌شود.

ساختمانی که از مصالح غیرسوختنی ساخته شده است، مجاز است که فقط پلنوم‌های غیرسوختنی داشته باشد. هدف از الزامی بودن پلنوم‌های غیرسوختنی در ساختمان‌های با مواد غیرسوختنی، حفظ یکپارچگی و هماهنگی بین مصالح بکار رفته در ساخت پلنوم و ساخت ساختمان می‌باشد. مصالحی که به‌عنوان غیرسوختنی گروه‌بندی شده و مورد آزمایش قرار گرفته‌اند، در ساخت پلنوم بکار می‌روند.

بطورکلی پلنوم‌های غیرسوختنی آن‌هایی هستند که با مصالح غیرسوختنی ساخته شده و محدود شده‌اند و در داخل فضای پلنوم مصالح سوختنی کمی، اگر وجود داشته باشد، بکار رفته است. بدلیل وجود مقدار محدود مصالح سوختنی، این پلنوم‌ها خطر نسبتاً کمی برای انتشار آتش و تولید دود محسوب می‌شوند. اگر چه بعضی از این مصالح سوختنی ممکن است در داخل پلنوم

به‌صورت نمایان باشند، ولی انواع و مقدار این مصالح بشدت توسط بخش (۱۴-۶-۲) محدود گردیده است.

در یک ساختمان با سازه سوختنی می‌توان از مصالح ساختمانی سوختنی یا غیرسوختنی برای اجزاء تعیین شده در سازه استفاده کرد. در چنین ساختمان‌هایی هرکدام از پلنوم‌های سوختنی یا غیرسوختنی می‌تواند بکار گرفته شود. دوباره، هدف این است که پلنوم از مصالحی ساخته شده یا شکل بگیرد که با مصالح مجاز برای ساخت ساختمان، سازگار باشد.

یک پلنوم سوختنی ممکن است از مصالح سوختنی یا غیرسوختنی که بوسیله مقررات ملّی ساختمان برای ساخت سازه‌های سوختنی مجاز دانسته شده است، ساخته شود. شاخص‌های گسترش دود و پیشروی شعله کلیه مصالح در داخل یک پلنوم سوختنی نیز باید با مقررات ملّی ساختمان مطابقت داشته باشد. مصالح سوختنی از جمله کانال‌ها، لوله، سیم، لوله‌کشی و روکش‌های عایق تنها در حالتی‌که با بخش (۱۴-۶-۲) مطابقت داشته باشند، می‌توانند به‌صورت نمایان در داخل پلنوم باشند.

سطوح گچی هنگامی‌که در معرض رطوبت قرار می‌گیرند، ممکن است تخریب شوند. این موضوع هنگامی اتفاق می‌افتد که دمای سطح آن‌ها از دمای نقطه شبنم جریان هوا کمتر بوده و سبب چگالش آب روی سطح گچ شود. به‌این دلایل باید دمای سطوح گچی همواره بالاتر از دمای نقطه شبنم جریان هوا نگه داشته شوند. کانال‌های هوایی که از تخته‌های گچی ساخته شده‌اند نباید در سیستم‌های هوارسانی که از سرمایش تبخیری استفاده می‌کنند، به‌کار روند. در واقع تجهیزات سرمایش تبخیری مانند "کولرهای آبی" از آب به‌عنوان مبرد استفاده می‌کنند، در نتیجه رطوبت اضافه شده به جریان هوا می‌تواند سبب تخریب تخته گچی گردد.

۱۴-۶-۳ طراحی و ساخت کانال

الف) کلیات

(۱) سیستم توزیع هوا می‌بایست به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شود که توزیع هوای مورد نیاز را تأمین نماید. در واقع وظیفه کانال انتقال هوا بین نقاطی مشخص در سیستم توزیع و تخلیه هوا می‌باشد. بخش (۱۴-۶-۳) الزاماتی را که برای ساخت کانال‌هایی که برای انتقال هوای محیط در

سیستم‌های HVAC و برای مقاصد تخلیه عمومی مانند توالت، آشپزخانه غیرتجاری و تخلیه بی‌خطر، مورد استفاده قرار می‌گیرند، را شامل می‌شود. این بخش قصد ندارد که الزامات طراحی سیستم کانال‌کشی هوا را مقرر کند. تمرکز بخش (۱۴-۶-۳) بر ساخت و نصب سیستم‌های کانال‌کشی می‌باشد که طراحی شده‌اند تا کارکردی را که مورد انتظار طراح مسئول است، برآورده نمایند. ولیکن این بخش الزام می‌دارد که سیستم‌های کانال‌کشی قادر به انتقال مقدار هوای مشخص شده باشند.

الزامات ساخت سیستم تخلیه ماشین رخت خشک‌کن، سیستم تخلیه آشپزخانه تجاری و سیستم تخلیه مواد خطرناک در فصل پنجم و الزامات ساخت کانال هوای احتراق در فصل هفتم مقرر شده است. بخش (۱۴-۶-۳) به ابعاد عملکردی کانال‌کشی از نظر پایداری ابعادی و سازه‌ای، کنترل نشتی، فشار، پایداری دما، تکیه‌گاه، میزان بخاربند بودن و مقاومت جریان هوا، می‌پردازد.

- این بخش قصد ندارد که الزامات طراحی نرخ جریان هوای سیستم کانال‌کشی برای دستیابی به کنترل دمای فضا، شرایط راحتی، کنترل آلاینده‌ها یا تأمین فشار فضا را مقرر دارد. طراحی کانال هوا می‌بایست بر اساس روش‌های مهندسی مورد تأیید انجام گیرد.
- کانال‌های نصب‌شده در داخل یک واحد مسکونی مستقل می‌بایست مطابق ACCA راهنمای D یا دیگر روش‌های تأیید شده، اندازه‌گذاری شوند. از هندبوک ASHRAE جلد Fundamentals یا سایر روش‌های محاسباتی معادل، برای اندازه‌گذاری کانال‌های نصب‌شده در داخل سایر ساختمان‌ها استفاده می‌شود.
- به‌منظور عملکرد ایمن دستگاه‌های گرمایشی و اطمینان از توزیع مقدار هوای تهویه که در فصل چهارم الزامی گردیده و همچنین برای عدم تولید صدای بیش حد مجاز، اندازه‌گذاری درست کانال‌ها ضروری است. اندازه‌گذاری نادرست کانال می‌تواند سبب سرمایش یا گرمایش نامناسب و ناکافی، رطوبت‌زدائی ناقص و تلفات انرژی اضافی گردد. این بخش الزامات اندازه‌گذاری را شامل نمی‌شود اما بسته به این‌که سیستمی که اندازه‌گذاری می‌شود تجاری یا مسکونی است، کاربر را به استاندارد صنعتی قابل اجرا و مناسب هدایت می‌نماید.
- لازم است توجه شود که اهداف و معیارهای طراحی برای سیستم‌های کانال‌کشی تجاری و مسکونی بطور قابل ملاحظه‌ای متفاوت می‌باشند، بنابراین انتخاب استاندارد صنعتی مناسب

به‌منظور اندازه‌گذاری کانال مهم قلمداد می‌شود. به‌عنوان مثال ACCA راهنمای D، سرعت در سیستم کانال‌کشی مسکونی را به ۴/۶ متر در ثانیه محدود می‌کند. سرعت در سیستم کانال‌کشی تجاری می‌تواند خیلی بیشتر باشد. طراح باید مستنداتی را ارائه دهد که سیستم با روش تأیید شده‌ای اندازه‌گذاری شده است.

- کانال‌ها می‌بایست به‌گونه‌ای ساخته، مهاربندی، تقویت و نصب شوند که مقاومت و دوام سازهٔ آن را تأمین نمایند. برای دسترسی به این هدف، اجزای کانال هوا و آویزها و تکیه‌گاه‌های آن باید استحکام و دوام کافی داشته باشند.
- کانال‌ها می‌بایست بر مبنای حداکثر فشارکاری کانال در فشارهای مثبت و منفی ۰/۵، ۱ یا ۲ اینچ ستون آب طبقه‌بندی شوند. فشار طبقه‌بندی کانال‌ها می‌بایست معادل یا بیشتر از فشار استاتیکی سیستم توزیع هوائی باشد که کانال‌ها در آن نصب می‌شوند تا باعث کاهش نشت هوا و کاهش احتمال توسعه خرابی سازه‌ای شبکه کانال‌کشی توزیع هوا گردد. طبقه‌بندی بر مبنای حداکثر فشارکاری مثبت و منفی که کانال برای مقاومت در برابر آن طراحی شده و از ۰/۵ تا ۲ اینچ ستون آب (۱۲۵ تا ۵۰۰ پاسکال) است، صورت می‌گیرد. فشار مثبت یا منفی بیش از حد می‌تواند سبب پارگی، تغییرشکل یا فروپاشی کانال یا پلنوم گردد. فشار استاتیکی توسط طراح سیستم توزیع هوا تعیین شده و می‌بایست در نقشه‌ها و مشخصات ذکر شود.

این طبقه‌بندی فشار داخل کانال که بر اساس حداکثر فشار یا مکش هوای داخل آن و تحت‌عنوان کلاس ۰/۵، ۱ و ۲ (اینچ ستون آب) می‌باشد، در جدول (۱۴-۶-۱) آمده است.

جدول (۱۴-۶-۱): طبقه‌بندی فشار کانال‌های هوا

فشار یا مکش استاتیک داخل کانال هوا			
فشار (اینچ ستون آب)		کلاس فشار	
مکش	فشار	اینچ ستون آب	پاسکال
-۰/۵	+۰/۵	۰/۵	۱۲۵
-۱	+۱	۱	۲۵۰
-۲	+۲	۲	۵۰۰

- بیشینهٔ سرعت هوا در کانال‌کشی با کلاس فشار ۰/۵ برابر ۱۰ متر در ثانیه و در کانال‌کشی با کلاس فشار ۱ و ۲ برابر ۱۲/۷ متر در ثانیه می‌باشد.

ب) کانال فلزی

(۱) کلیه کانال‌های فلزی می‌بایست مطابق یکی از استانداردهای زیر ساخته شوند:

۱- ANS۱/ SMACNA/ HVAC DUCT CONSTRUCTION STANARDS (۱۵d)

۲- HVAC/ SPECIFICATION FOR SHEET METAL DUCTWORK (DW/۱۴۴)

کانال‌های فلزی معمولاً از ورق فولادی گالوانیزه ساخته می‌شوند. اندازه‌گذاری کانال بر مبنای دبی جریان هوای مورد نیاز، فشار سیستم، سرعت جریان و افت فشار ناشی از اصطکاک می‌باشد. ضخامت مصالح کانال با توجه به اندازه کانال، فشار استاتیکی سیستم، فاصله بین تکیه‌گاه‌ها و این‌که آیا کانال تقویت می‌شود، تعیین می‌گردد. کانال‌های فلزی می‌بایست با توجه به حداقل ضخامت مشخص شده در یکی از استانداردهای فوق ساخته شوند که حداقل ضخامت مورد نیاز کانال را بر مبنای هندسهٔ کانال، مصالح مورد استفاده و بُعد اصلی آن (در کانال گِرد قطر و در کانال مستطیلی بزرگترین طول) تعیین می‌کند. علاوه بر آن پارامترها، استاندارد SMACNA اطلاعات ضروری مانند فشار استاتیک طراحی در سیستم توزیع هوا و این‌که آیا تقویت کردن برای تکیه‌گاه کانال مورد نیاز می‌باشد یا نه را هم شامل می‌شود.

کانال‌های صلب فلزی هوا چنانچه الزامات کلاس ۰ یا کلاس۱ را تأمین کنند، می‌توانند مورد تأیید قرار گیرند. توضیحات بخش (۱۴-۶-۳)"پ" را ببینید. اگر چه UL ۱۸۱ در درجه اول برای ارزیابی مصالح کانال‌های غیرفلزی می‌باشد ولی با توجه به دامنهٔ آن، استفاده از این استاندارد برای ارزیابی مصالح کانال‌های فلزی منع نگردیده است. این استاندارد نمونه‌هایی از کانال را برای تعیین ویژگی‌های عملکرد آن در برابر آتش، مقاومت در برابر خوردگی و ساییدگی، مقاومت نشتی، مقاومت در برابر رطوبت و رشد قارچ و یکپارچگی ساختاری، آزمایش می‌نماید. کانال‌های هوا با استفاده از نام شرکت سازنده یا فروشنده، سرعت نامی و فشار مثبت و منفی نامی قابل شناسایی هستند.

کانال‌های فلزی می‌بایست به‌گونه‌ای ساخته شوند که با الزامات یکی از استانداردهای فوق مطابقت داشته باشند. علاوه بر حداقل ضخامت مورد نیاز مصالح کانال، این استاندارد اطلاعاتی در مورد تقویت کانال، اتصالات، آویزها و تکیه‌گاه‌ها و دیگر اطلاعات مرتبط با طراحی که برای نصب و راه‌اندازی پایدار، کارا و بادوام مورد نیاز است، را شامل می‌شود.

(۲) کمینهٔ ضخامت ورق برای ساخت کانال هوا با مقطع چهارگوش بسته به جنس ورق و با داشتن بزرگترین ضلع مقطع کانال، از جدول (۱۴-۶-۲) به‌دست می‌آید.

جدول (۱۴-۶-۲): کمترین ضخامت ورق برای ساخت کانال هوا با مقطع چهارگوش

بزرگترین بعد مقطع کانال		کمینهٔ ضخامت ورق (میلی‌متر)	
میلی‌متر	اینچ	فولادی (گالوانیزه - زنگ‌ناپذیر)	آلومینیومی
تا ۳۰۰	تا ۱۲	۰/۵۰	۰/۶۰
۳۳۰ تا ۷۵۰	۱۳ تا ۳۰	۰/۶۰	۰/۷۰
۷۸۰ تا ۱۳۷۰	۳۱ تا ۵۴	۰/۷۵	۰/۸۵
۱۴۰۰ تا ۲۱۳۰	۵۵ تا ۸۴	۱	۱/۲۵
بزرگتر از ۲۱۳۰	بزرگتر از ۸۴	۱/۲۵	۱/۴۰

- نظر به این‌که دامنهٔ کاربرد سیستم‌های کانال‌کشی موضوع این فصل در رابطه با تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع، توزیع هوای سیستم‌های خنک‌کنندهٔ تبخیری، تأمین هوای احتراق و تخلیهٔ هوای آلوده ساختمان است، که معمولاً کلاس فشار آن‌ها حداکثر ۵۰۰± پاسکال می‌باشد، بنابراین جدول (۱۴-۶-۲) برای کانال‌کشی تا کلاس فشار حداکثر ۵۰۰± پاسکال ارائه شده است. برای کلاس‌های فشار بالاتر باید محاسبات بر اساس استانداردهای مقرر در (۱۴-۶-۳)"ب"(۱) صورت گیرد.

(۳) کمینهٔ ضخامت ورق برای ساخت کانال هوا با مقطع گِرد بسته به جنس ورق و با داشتن قطر مقطع کانال، از جدول (۱۴-۶-۳) به‌دست می‌آید.

جدول (۱۴-۶-۳): کمترین ضخامت ورق فولادی برای ساخت کانال هوا با مقطع دایره

قطر مقطع کانال		کمینهٔ ضخامت ورق فولادی (میلی‌متر)		
میلی‌متر	اینچ	کانال با درز اسپیرال	کانال با درز طولی	وصاله
تا ۳۰۰	تا ۱۲	۰/۵	۰/۵۰	۰/۵۰
۳۳۰ تا ۴۶۰	۱۳ تا ۱۸	۰/۵	۰/۶۰	۰/۶۰
۴۹۰ تا ۷۱۰	۱۹ تا ۲۸	۰/۶	۰/۷۵	۰/۷۵
۷۴۰ تا ۹۱۰	۲۹ تا ۳۶	۰/۷۵	۱	۱
۹۴۰ تا ۱۳۲۰	۳۷ تا ۵۲	۱	۱/۲۵	۱/۲۵

- مبحث چهاردهم برای کانال‌کشی تا کلاس فشار حداکثر ۵۰۰± پاسکال (۲ اینچ ستون آب) می‌باشد. برای کلاس‌های فشار بالاتر باید محاسبات بر اساس استانداردهای مقرر در (۶-۳-۲)"الف" صورت گیرد. علت این است که دامنهٔ کاربرد سیستم‌های کانال‌کشی موضوع این فصل در رابطه با تأسیسات مکانیکی، تأمین هوای احتراق و تخلیهٔ هوای آلوده ساختمان است، که معمولاً کلاس فشار آن‌ها حداکثر ۵۰۰± پاسکال می‌باشد.

پ) کانال غیرفلزی

(۱) کانال‌غیرفلزی باید با مصالح کانالِ استاندارد ساخته شود. مصالح و ساخت کانال از جنس پشم شیشه می‌بایست مطابق استاندارد مربوطه باشد. استاندارد مقرر می‌دارد که کانال غیرفلزی برای تعیین ویژگی‌های عملکردی آن در برابر آتش، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر رشد قارچ، مقاومت در برابر رطوبت، مقاومت نشتی، مقاومت در برابر دما، مقاومت در برابر فرسایش و عملکرد سازه‌ای، مورد آزمایش قرار بگیرد. کانال‌های هوا معمولاً با استفاده از نام شرکت سازنده یا نام فروشنده، سرعت نامی، طبقه‌بندی فشار مثبت و منفی و گروه مصالح کانال، قابل شناسایی می‌باشند.

- انتخاب مصالح و روش ساخت با استانداردهای دیگر مشروط به این‌که مطابق استانداردهای مندرج در (۶-۳-۳) "الف" و مورد تأیید باشد، مجاز است.

- استفاده از مصالح سوختنی برای ساخت کانال غیرفلزی مجاز نمی‌باشد. کانال‌های غیرفلزی و مصالح کانال می‌بایست مطابق استاندارد آزمایش و گروه‌بندی شوند. فقط کانال‌های گروه ۰ و گروه ۱ را می‌توان استفاده نمود. هنگامی‌که مطابق استاندارد ASTM E۸۴ آزمایش شوند، گروه ۰ شاخص‌های پیشروی شعله و گسترش دود صفر را نشان می‌دهد درحالی‌که گروه ۱ شاخص پیشروی شعله کمتر از ۲۵ و شاخص گسترش دود کمتر از ۵۰ را نشان می‌دهد.

(۲) تخته گچی یک ماده کامپوزیتی است که بطور معمول برای ساخت پلنوم‌ها و شفت‌های هوا استفاده می‌شود و می‌تواند سبب کاهش هزینه‌های ساخت شود زیرا جزء مشترکی از قطعات ساخت ساختمان می‌باشد. با توجه به دو منظوره بودن آن، تخته گچی نیاز به ساخت کانال مستقل را مرتفع می‌نماید. مقررات استفاده از تخته گچی برای ساخت کانال‌ها و پلنوم‌ها به‌گونه‌ای تنظیم شده است تا از تخریب مصالح تخته گچی جلوگیری شود. چنانچه دمای هوا از ۵۲ درجهٔ سلسیوس بیشتر شود، در طول زمان، سبب خشک‌شدن هر دو وجه گچی و کاغذی تخته گچی شده و منجر به تخریب پانل می‌شود.

همچنین تخته گچی هنگامی‌که در معرض رطوبت قرار بگیرد، ممکن است تخریب شود. این موضوع هنگامی اتفاق می‌افتد که دمای سطح آن از دمای نقطه شبنم جریان هوا کمتر بوده و سبب چگالش آب روی سطح تخته گچی شود. به‌این دلایل، ممکن است که تخته گچی در سیستم‌های توزیع هوا که از تجهیزات سرمایش تبخیری استفاده می‌نماید، به‌کار نرود. از این‌رو استفاده از تخته گچی بیشتر به کاربرد در سیستم هوای برگشت که در آن بیشینهٔ دمای هوا ۵۲ درجهٔ سلسیوس و دمای نقطه شبنم هوا همواره کمتر از دمای سطح تخته گچی می‌باشد، محدود می‌گردد.

- تجهیزات سرمایش تبخیری مانند "کولرهای آبی" از آب به‌عنوان مبرد استفاده می‌کنند. در نتیجه رطوبت اضافه شده به جریان هوا می‌تواند سبب تخریب تخته گچی گردد. بنابراین، استفاده از کانال ساخته‌شده از تخته‌های گچی در سیستم‌های هوارسانی با خنک‌کنندهٔ تبخیری از جمله کولر آبی، مجاز نمی‌باشد.

(۳) کانال‌های ساخته‌شده از پشم شیشه از مصالح کامپوزیتیِ تختهٔ فایبرگلاس سخت (با چگالی بالا) و روکش (معمولاً آلومینیوم تقویت شده) ساخته می‌شوند. سطحی از کانال که در معرض جریان هوا می‌باشد با یک روکش فیبری چسبنده پوشیده شده تا از خوردگی مواد فایبرگلاس

جلوگیری نماید. این روکش خارجی نصب شده در کارخانه به استحکام و صلبیت مواد کامپوزیت کمک کرده، به‌عنوان انعکاس‌دهندهٔ گرما عمل نموده، به‌عنوان مانعی برای رطوبت بوده و به‌عنوان جزئی جدایی‌ناپذیر از روش اتصال به‌کار رفته در ساخت کانال‌های فیبری می‌باشد. مصالح این نوع کانال‌ها به‌شکل تخته‌ای برای ساخت در کارگاه یا کارخانه در داخل کانال هم با مقطع مستطیلی و هم با مقطع نزدیک به گرد در دسترس است.

کانال‌های فیبری از منافع ذاتی عایق بودن مواد فایبرگلاس بهره‌مند می‌باشند. ضریب اصطکاک هوا برای کانال‌های فیبری بدلیل سطح نهایی نسبتاً زبر آن‌ها، بیشتر از ورق فلزی می‌باشد.

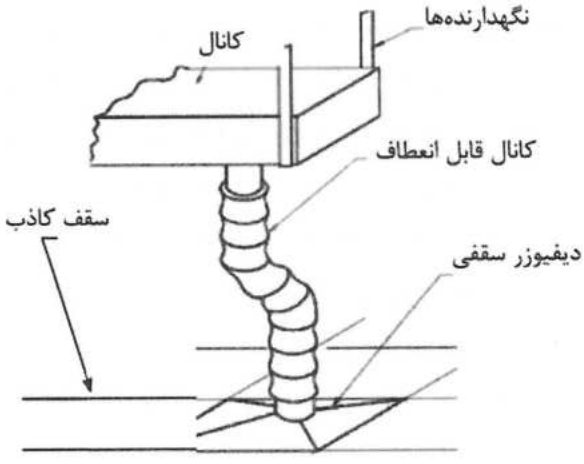
ساخت کانال‌های از جنس پشم شیشه می‌بایست مطابق الزامات استانداردهای خاصی باشد که جزئیات طراحی و ساخت سیستم‌های توزیع هوا که از کانال‌های پشم شیشه استفاده می‌کنند، را ارائه می‌دهد.

- این بخش استفاده از کانال‌های غیرفلزی در کاربردهایی که دمای هوا از ۱۲۰ درجهٔ سلسیوس فراتر رود را ممنوع می‌داند. زیرا مصالح آن برای مقاومت در برابر دماهای بالاتر مورد آزمون قرار نگرفته و دماهای بالا سبب کاهش عمر مصالح کانال خواهد شد.

ت) کانال قابل انعطاف

کانال‌های قابل انعطاف هوا معمولاً قطعات ساخته شده در کارخانه متشکل از کانال داخلی با یا بدون عایق حرارتی و یک پوشش بخاربند خارجی می‌باشند. کانال داخلی ممکن است غشایی مصنوعی باشد که توسط قاب سیمی مارپیچ یا لوله فلزی قابل انعطاف موجدار تقویت شده است. پوشش کانال معمولاً مرکب از یک لایه عایق پتویی است که بوسیلهٔ یک بخاربند خارجی از نوع فویل فلزی یا پلاستیکی پوشیده شده است. کانال‌های انشعاب قابل انعطاف غیرفلزی به بست‌های فلزی ختم می‌شوند.

کانال‌های قابل انعطاف هوا معمولاً در سیستم‌های توزیع هوا برای مسیرهای نسبتاً کوتاه کانال‌کشی استفاده می‌شوند زیرا نصب آن‌ها آسان بوده و می‌توانند در فضاهای تنگ که ممکن است نیاز به تغییرات مکرر در مسیر کانال باشد، مورد استفاده قرارگیرند. دریچه‌های ساده سقفی رفت و برگشت هوا، دیفیوزرها و دریچه‌های تنظیم مقدار هوا پس از این‌که طرح نهایی سقف تعیین شد، به راحتی متصل می‌شوند (شکل (۱۴-۶-۴) را ببینید). در هنگامی‌که کانال اصلی نصب می‌شود، اغلب موقعیت دقیق انتهای کانال هوا مشخص نمی‌باشد.



شکل (۱۴-۶-۴): کانال قابل انعطاف هوا

یکی از مشکلات استفاده از کانال‌های قابل انعطاف، افت فشار زیادتر ناشی از اصطکاک سطح نامنظم داخلی کانال می‌باشد که نیاز به کانال یا تجهیزات هواساز بزرگتر را درپی دارد.

کانال‌های اصلی و کانال‌های انشعاب قابل انعطاف هوا ممکن است کاملاً مشابه بنظر برسند. اگر چه علامت روی مصالح مشخص می‌کند که کانال قابل انعطاف است یا انشعاب قابل انعطاف. با این وجود، کانال‌ها و انشعاب‌های قابل انعطاف هرچند ممکن است یکسان به‌نظر برسند و در کاربردهای یکسانی به‌کار روند، ولی در خواص مصالح آن‌ها می‌تواند تفاوت وجود داشته باشد. کانال‌های قابل انعطاف هوا به آزمون‌های گسترده‌تری (آزمایش نفوذ شعله، آزمایش سوراخ‌شدن و آزمایش ضربه) نسبت به کانال‌های انشعاب قابل انعطاف هوا نیاز دارند. این اختلاف در آزمون همان چیزی است که علامت روی مصالح و گروه‌بندی کانال قابل انعطاف هوا یا انشعاب قابل انعطاف هوا را تعیین می‌نماید.

(۱) طول کانال‌های قابل انعطاف هوای فلزی و غیرفلزی برخلاف کانال‌های انشعاب قابل انعطاف هوا که به‌طول ۴/۲۵ متر محدود می‌شوند، نباید محدود گردند (توضیحات بخش (۱۴-۶-۳)"ت"(۲) را ببینید).

(۲) به‌دلیل این‌که روش آزمون در مورد مصالح کانال انشعاب قابل انعطاف هوا به اندازه مصالح کانال قابل انعطاف هوا سخت‌گیرانه نیست، طول کانال‌های انشعاب قابل انعطاف هوا محدود می‌شود. به‌منظور کاهش احتمال پاره شدن یا سوراخ شدن مصالح در اثر ضربه و به‌منظور کنترل مقدار مصالحی که می‌تواند در معرض آتش باشد، کانال انشعاب به ۴/۲۵ متر محدود می‌گردد.

(۳) کانال‌های قابل انعطاف هوا، هم فلزی و هم غیرفلزی، می‌بایست با الزامات استاندارد برای گروه ۰ یا گروه ۱ کانال‌های قابل انعطاف هوا مطابقت داشته باشند. کانال هوای گروه ۰ دارای شاخص‌های گسترش دود و پیشروی شعله صفر می‌باشد. کانال هوای گروه ۱، دارای شاخص پیشروی شعلهٔ بیش از ۲۵ و شاخص گسترش دود بیش از ۵۰ نمی‌باشد. چنین کانال‌هایی باید به‌عنوان گروه ۰ یا گروه ۱ کانال‌های قابل انعطاف هوا برچسب‌گذاری و تأیید شوند و مطابق الزامات مبحث نصب شوند. کانال‌های هوا معمولاً با نام شرکت سازنده یا فروشنده، سرعت نامی، فشارهای مثبت و منفی نامی و اطلاعات مربوط به ساخت و اتصال مصالح شناخته می‌شوند.

(۴) بیشینهٔ دمای تخلیه که توسط استانداردهای صنعتی برای سیستم‌های گرمایش با هوای گرم مجاز گردیده است، ۱۲۰ درجهٔ سلسیوس می‌باشد. این بخش استفاده از کانال و انشعاب قابل انعطاف در کاربردهایی که در آن دمای طرح هوا بیش از ۱۲۰ درجهٔ سلسیوس می‌باشد را منع می‌نماید زیرا این مصالح برای دماهای بالاتر طراحی نشده و مورد آزمون قرار نگرفته‌اند.

(۵) کانال‌های انشعاب قابل انعطاف هوا نبایست از هیچ دیوار، کف یا سقفی عبورکنند، خواه مجموعه در برابر آتش مقاوم باشد یا نباشد. مقدار درزبند ناکافی در مجموعه نفوذپذیر می‌تواند منجر به نفوذ دود یا شعله به مجموعه ساختمان گردد. کانال‌های انشعاب قابل انعطاف هوا می‌توانند از اجزاء سوختنی و غیرسوختنی ساخته شوند. از این‌رو مقاومت کانال در برابر عبور آتش می‌تواند کمتر از قسمت‌هایی از ساختمان که کانال از آن عبور کرده است، باشد. تمامی مجموعهٔ ساختمان، خواه مقاوم در برابر آتش باشند یا نه، ذاتاً در برابر پیشروی شعله مقداری مقاومت دارد. عبور کانال می‌تواند بطور قابل ملاحظه‌ای بر مقاومت در برابر آتش آن تأثیر داشته باشد.

۱۴-۶-۴ نصب کانال هوا

الف) کلیات

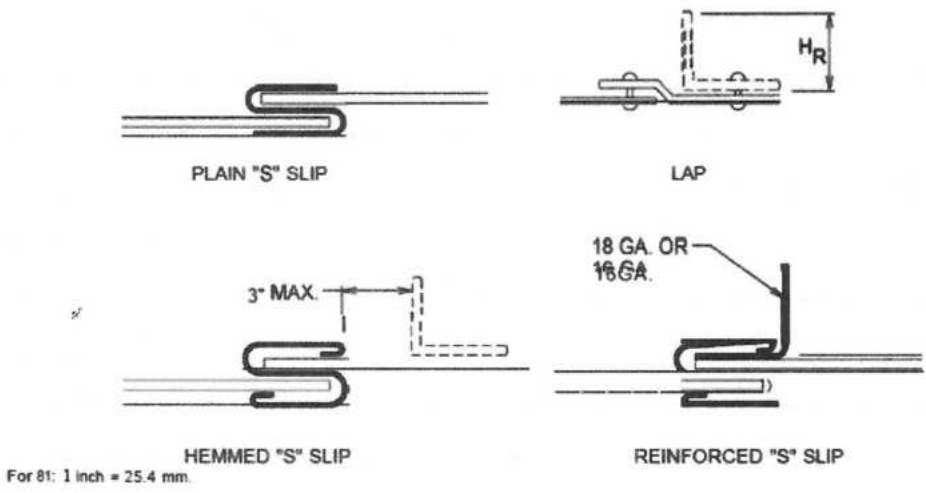
به‌منظور حفظ تمامیت مسیر خروجی، عبور دهانه‌های انتقال هوا و کانال‌ها از فضاهای بسته خروجی و راهروهای خروجی ممنوع شده است. این نوع عبور این مکان را به دود و شعله می‌دهد که از دیگر بخش‌های ساختمان به این فضای بسته وارد شده و بطور محسوسی مسیر خروج را مسدود نماید. البته مقررات ملّی ساختمان فهرستی از نفوذهای قابل قبول از فضای بسته خروجی را ارائه می‌دهد.

(۱) سیستم‌های کانال‌کشی با توجه به ماهیت خود از دیوارها و کف‌های مقاوم و غیرمقاوم در برابر آتش عبور می‌کند. از این‌رو مشمول الزامات محافظت در برابر آتش مقررات ملّی ساختمان می‌باشد، که ممکن است استفاده از دمپرهای آتش، دمپرهای دود، محافظتِ عبور از کف یا محفظهٔ بستهٔ شفت مقاوم در برابر آتش را الزامی بداند. بنابراین، شرایطی که برای هر منطقهٔ آتش ساختمان تعیین شده، در کانال‌کشی در آن منطقه نیز باید رعایت شود.

- هنگامی‌که دیوار آتش در خط مرزی ملک قرار نگرفته باشد، کانال یا بازشو می‌تواند در دیوار تعبیه گردد. در این حالت در محل عبور کانال هوا از دیوار، سقف یا کف، که یک منطقهٔ آتش را از منطقهٔ مجاور آن جدا می‌کند، باید دمپر آتش نصب شود.

ب) درزبندی

(۱) اتصالات در سیستم کانال‌کشی می‌بایست بطور قابل قبولی هوابند باشد تا سیستم توزیع هوا مطابق آن‌چه که مورد نظر است کار کرده و با کنترل نفوذ هوای تهویه نشده به‌داخل کانال و خارج شدن هوای تهویه از کانال، منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی گردد. روش اتصال هم می‌تواند بر تمامیت سازه‌ای سیستم کانال‌کشی مؤثر باشد. شکل (۱۴-۶-۵) را ملاحظه کنید. استانداردهایی که در این فصل مرجع قرار گرفته‌اند، روش‌های متفاوتی را برای ساخت صحیح اتصالات و درزهای طولی و عرضی در کانال‌های فلزی و غیرفلزی به‌منظور اطمینان از استحکام قابل قبول این اتصالات، بیان می‌دارند.



شکل (۱۴-۶-۵): ساخت کانال تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع

پ) آویزها و تکیه‌گاه‌ها

(۱) ثابت نگه‌داشتن درست سیستم کانال‌کشی الزام می‌دارد که طراحی تکیه‌گاه‌ها براساس وزن کانال و بارهای دینامیکی ناشی از ارتعاش انجام گرفته و لازم است سیستم کانال‌کشی در یک راستا قرار گیرد تا از ایجاد تنش که منجر به آسیب به اتصالات می‌شود، اجتناب شود. کانالی که دچار افتادگی (شکم‌دادن) شده است، مقاومت داخلی در برابر جریان هوا را افزایش داده و بازدهی سیستم را کاهش می‌دهد. مشابه سیستم‌های لوله‌کشی، کانال‌ها و سیستم‌های کانال‌کشی که بدرستی نگه‌داشته نشوند، سبب تخریب ساختاری و عملکردی خواهند شد.

استاندارد SMACNA حاوی اطلاعات مورد نیاز برای انتخاب سیستم نگه‌دارندهٔ کانال‌ها می‌باشد. علاوه بر این، مقررات ملّی ساختمان می‌تواند طراحی سیستم نگه‌دارندهٔ کانال را برای مقاومت در برابر بارهای زلزله، بسته به محل و کاربری ساختمان، الزام نماید.

چنانچه از آویز به‌عنوان نگه‌دارندهٔ کانال استفاده نشده و از قسمت‌هایی از سازه ساختمان بدین منظور استفاده شود، این سیستم نگه‌دارنده می‌بایست توسط یک مهندس یا معمار حرفه‌ای با صلاحیت، مطابق با مقررات ملّی ساختمان طراحی شود. آویزهای کانال می‌بایست برای کاربرد مورد نظر تأیید شده و برای بارهایی که تحمل می‌نمایند طراحی گردند. به‌عنوان مثال آویزها در

کانال‌های غیرفلزی و کانال‌های قابل انعطاف می‌بایست دارای پهنای مناسب بوده یا دارای زین باشند که از آسیب به کانال جلوگیری نماید. تکیه‌گاه نامناسب در کانال‌های صلب و قابل انعطاف اشتباهی متداول بوده و علت عمدهٔ تخریب کانال‌ها و انشعاب‌های کانال می‌باشد.

مقاومت در برابر آتشِ مصالح آویزها و تکیه‌گاه‌ها باید با مقاومت در برابر آتشِ مقرر برای منطقه آتش ساختمان، یکسان باشد.

- آویزها و تکیه‌گاه‌ها باید در برابر خوردگی و زنگ‌زدگی مقاوم باشد تا استحکام آن‌ها دچار آسیب و تضعیف نشود.
- بیشینهٔ فاصله بین دو تکیه‌گاه و آویز مجاور در کانال به ۳ متر محدود شده است زیرا مصالحی که بطور معمول در کانال‌کشی به‌کار می‌روند قادر به مقاومت در برابر خم‌شدن ناشی از افزایش بیشتر فاصله، نمی‌باشند. این معیار فاصله برای کانال‌های صلبی که از ورق فلزی ساخته شده‌اند مناسب می‌باشد. بعضی مصالح و پیکربندی کانال‌ها فاصله کمتری را الزام می‌دارند. به‌عنوان مثال، برای کانال‌های قابل انعطاف مقدار فاصله ۳ متر مناسب نمی‌باشد و بعضی از مصالح کانال به یک عدد بست در هر اتصال نیاز دارند.

کانال‌ها می‌بایست با استفاده از آویزهای تأییدشده‌ای که فاصله آن‌ها از ۳ متر بیشتر نباشد یا با استفاده از سیستم‌های تکیه‌گاهی کانال تأییدشده‌ای که مطابق با مقررات ملی ساختمان طراحی شده‌اند، نگه‌داری شوند. کانال‌های قابل انعطاف و دیگر کانال‌های پیش‌ساخته می‌بایست مطابق دستورالعمل نصب و راه‌اندازی شرکت سازنده، بست‌گذاری شوند.

ت) نصب زیرِ زمین

کانال‌هایی که در زیرِ زمین نصب می‌شوند می‌بایست در برابر نیروهای اعمال شده توسط موادی که آن‌ها را محصور کرده‌اند، نیروهای ناشی از سیلاب در داخل و اطراف آن‌ها و خوردگی، قادر به مقاومت باشد. توصیه می‌شود که کانال‌ها و وصاله‌های زیرِ زمین به‌منظور عملکرد سازه‌ای بهینه، گِرد باشند. برخلاف کانال‌های گِرد، کانال‌های مستطیلی و مربعی در برابر تغییر شکل یا تخریب ناشی از نیروهای سازه‌ای مرتبط با مدفون بودن آن‌ها در خاک، مقاومت کمی دارند. به‌منظور محافظت کانال‌های زیرِ زمین از آسیب، پیش از بتن‌ریزی یا نصب سازه دائمی بر روی آن‌ها، می‌بایست دقت زیادی به‌کار گرفته شود.

کانال‌ها و وصاله‌های پلاستیکی که مقاوم در برابر خوردگی و ضد آب بوده و برای کاربرد در زیرِ زمین طراحی شده‌اند، نیز وجود دارند. این کانال‌ها می‌بایست از جنس پُلی وِنیل کُلراید (PVC) که دارای حداقل سختی لوله ۵۵ کیلوپاسکال در انحراف ۵ درصد می‌باشد، ساخته شوند. وصاله‌های کانال پلاستیکی می‌بایست از جنس PVC و یا پلی‌اتیلن با چگالی بالا ساخته شوند. وصاله‌ها و کانال‌های پلاستیکی می‌بایست فقط در تأسیسات زیرِ زمین به‌کار گرفته شوند. مقدار بیشینه دمای طرح در سیستم‌هایی که از کانال‌ها و وصاله‌های پلاستیکی استفاده می‌کنند ۶۶ درجه سلسیوس می‌باشد. در دمای بالاتر از ۶۶ درجه سلسیوس، این لوله‌ها بطور قابل ملاحظه‌ای تضعیف شده و تغییر شکل یا تخریب آن‌ها امکان‌پذیر می‌باشد. کانال‌های پلاستیکی دارای این مزیت هستند که در برابر خوردگی مقاوم می‌باشند. معیار سختی لوله این امکان را به آن می‌دهد که در برابر تغییر شکل ناشی از بارهای مرتبط با دفن مستقیم در خاک، مقاومت نماید.

استاندارد UL ۱۸۱ برای کانال‌های زیرِ زمین غیرفلزی قابل انعطاف اعمال می‌شود. بخش (۱۴-۶-۳)"ت" الزام می‌دارد که مصالح کانال غیرفلزی قابل انعطاف هوا با الزامات UL ۱۸۱ مطابقت داشته باشد، اما این استاندارد اطمینانی حاصل نمی‌نماید که کانال‌های قابل انعطاف برای نصب در زیر زمین مجاز می‌باشند. مناسب بودن آن‌ها می‌بایست بر مبنای دستورالعمل‌های نصب و راه‌اندازی شرکت سازنده برای کاربردِ زیرِ زمین مورد نظر و شواهد تأیید کننده مرتبط ارزیابی شود.

(۱) کانال‌ها می‌بایست برای نصب در زیرِ زمین مورد تأیید قرار گیرند. کانال‌های فلزی باید دارای پوشش محافظ به‌منظور مقاومت در برابر رطوبت و خوردگی باشند. کانال‌های فلزی و غیرفلزی با پوشش محافظی که در کارخانه انجام شده است، می‌بایست مطابق دستورالعمل نصب شرکت سازنده، نصب و تأیید گردند. کاربرد هر نوع اندود محافظ به‌کار رفته در محل کارگاه می‌بایست مورد تأیید قرار گیرد.

- کانال‌های فلزی که دارای پوشش محافظِ تأیید شده‌ای نمی‌باشند، می‌بایست بطور کامل در بتنِ با ضخامت دست‌کم ۵۰ میلی‌متر محصور شوند. هرچند کانال‌های محصور شده در بتن ممکن است سرانجام پوسیده شوند، ولی مسیر عبور هوا بدلیل باقی ماندن محفظه بسته بتنی حفظ خواهد شد. کانال‌ها می‌بایست قبل از ریختن محافظ بتنی درزبندی و ایمن گردند تا از ورود بتن به کانال جلوگیری شود.

(۲) کانال‌های زیرِ زمین می‌بایست به‌گونه‌ای شیب داده شوند تا در مواقعی‌که آب از طریق دهانه‌های کانال یا از خاک اطراف آن وارد کانال می‌شود، آب را به نقطه‌ای قابل دسترسی تخلیه نمایند. آب می‌تواند سبب خوردگی و ازبین رفتن مصالح کانال و مسدود شدن آن گردد. شیب‌بندی کانال برای جمع‌آوری آب در نقطه تخلیه، به‌منظور حذف آب صورت می‌گیرد. توجه داشته باشید که این مبحث بیان نمی‌دارد که کانال‌ها می‌بایست آب‌بند باشند.

(۳) در ساختمان‌هایی که در مناطق سیل‌خیز قرارگرفته‌اند، کانال‌های می‌بایست بالاتر از حداکثر ارتفاع سیل احتمالی قرار گیرند. درواقع به‌منظور جلوگیری از نیروهای هیدرواستاتیکی و هیدرودینامیکی و حبس شدن آب، کانال‌ها می‌بایست از ورود و جمع شدن آب سیل محافظت شوند. نیروهای ناشی از آب سیل می‌توانند به ساختار کانال آسیب زده و آب می‌تواند سبب خوردگی و تخریب مصالح و تجهیزات مرتبط با کانال گردد. نیروهای هیدرواستاتیکی از فشار سکون آب ایجاد شده و نیروهای هیدرودینامیکی از ضربهٔ ناشی از برخورد جریان آب به کانال ایجاد می‌شود. ضد سیل بودن به محافظت از سیستم کمک کرده و در مدت زمان وقوع سیل و پس از آن سیستم را قابل استفاده نگه می‌دارد. به‌منظور راهنمایی بیشتر به FEMA ۳۴۸ مراجعه نمایید.

- چنان‌چه کانال‌ها تا پایین‌تر از تراز حداکثر ارتفاع سیل احتمالی امتداد یافته باشند، می‌بایست قادر به مقاومت در برابر نیروهای هیدرودینامیکی و هیدرواستاتیکی و تنش‌ها در زمان سیل از جمله اثرات نیروی شناوری که نیروی خالصِ رو به بالایی را به کانال اعمال می‌نماید، باشند.

ث) دریچهٔ بازدید

(۱) نیاز به بازدید و نظافت داخل کانال‌های هوا، در دسترس بودن آن‌ها را الزامی می‌دارد. بنابراین باید دریچهٔ بازدید و دسترسی بر روی سطح کانال نصب شود.

- چنانچه دسترسی به داخل کانال از راه ورودی‌ها، خروجی‌ها و دهانه‌های انتقال هوا میسر باشد، دسترسی به داخل کانال می‌تواند از طریق برداشتن دریچه‌های هوای رفت، برگشت یا تخلیه امکان‌پذیر شود و نیازی به نصب دریچهٔ دسترسی و بازدید جداگانه نیست. درغیر این‌صورت باید از دریچه‌ای با اندازه و موقعیت مناسب که دسترسی به داخل کانال را به آسانی امکان‌پذیر کند، استفاده شود.

- دریچه‌های بازدید می‌بایست بطور قابل قبولی هوابند باشند تا به سیستم توزیع هوا اجازه دهند که مطابق آن‌چه که مورد نظر است عمل‌کرده و از طریق کنترل هوای تهویه نشدهٔ نفوذی به کانال‌ها و هوای تهویه شده خروجی از کانال‌ها، بهره‌وری انرژی را حفظ نماید.
- دریچهٔ بازدید و دسترسی باید از جنس ورق کانال بوده و ضخامت آن برابر با ضخامت ورق کانال باشد.

ج) حفاظت کانال هوا

(۱) کانال‌هایی که درمکان‌هایی نصب می‌شوند که در معرض آسیب‌های مکانیکی ناشی از وسایل نقلیه یا دیگر عوامل می‌باشند، می‌بایست به‌منظور جلوگیری از شکستن یا فرسایش آن‌ها با استفاده از موانع مورد تأیید محافظت شوند. این بخش برای کلیه محل‌های نصب کانال‌ها در داخل و خارج ساختمان، از جمله در فضاهای خزیده رو، قابل اعمال می‌باشد. به‌عنوان مثال کانال‌هایی که در پارکینگ‌ها، انبارها و قسمت‌های بیرونی ساختمان قرار دارند می‌توانند در معرض ضربه ناشی از وسایل نقلیه و ماشین‌آلات باشند. در مکان‌هایی که نمی‌توان از کانال‌ها به سبب موقعیت‌شان محافظت نمود، ایجاد موانع الزامی می‌باشد.

(۲) اگر چه بیشتر کانال‌هایی که از فولاد گالوانیزه و آلومینیوم ساخته شده‌اند در برابر خوردگی مقاوم می‌باشند، اما این مصالح هم ممکن است نتوانند در دراز مدت در برابر عوامل جوی مقاومت نمایند. بنابراین کلیه کانال‌ها و مصالح مرتبط با آن‌ها شامل پوشش داخلی و خارجی، عایق و اتصالات جداکننده ارتعاش می‌بایست از قرارگرفتن در معرض رطوبت، نور خورشید، باد و آلودگی‌ها، محافظت شوند. بطور معمول یک پوشش مقاوم در برابر عوامل جوی که تمامی سیستم کانال‌کشی را می‌پوشاند، برای محافظت از شبکه کانال‌کشی در فضای باز به‌کار می‌رود.

(۳) به‌منظور صرفه‌جوئی در مصرف انرژی و جلوگیری از افزایش دمای هوای خنک داخل کانال، طول کانال فلزی سیستم‌های خنک‌کنندهٔ تبخیری، از جمله کولر آبی، که در معرض تابش مستقیم آفتاب است، باید کم بوده و از یک متر بیشتر نباشد.

چ) دریچهٔ هوا

(۱) هوا از طریق دریچه‌های تنظیم مقدار هوا، دریچه‌های ساده و دیفیوزرها به سیستم توزیع هوا، رفت و برگشت داده شده یا به محیط خارج تخلیه می‌شود. "دریچه ساده" پوششی است که بر

روی دهانه قرار می‌گیرد تا هوا از آن عبور نماید. "دیفیوزر" خروجی است‌که از طریق آن هوا در جهات مختلف به اتاق تخلیه می‌شود و "دریچه تنظیم مقدار هوا" نوعی دریچه است که با دمپر یا کنترل‌کنندهٔ مقدار هوا مجهز شده است. این مبحث الزام می‌دارد که این نوع تجهیزات مطابق دستورالعمل‌های نصب شرکت سازنده نصب و راه‌اندازی شوند تا به‌درستی عمل کرده و اثر نامطلوبی بر سیستم توزیع هوا نداشته باشند.

- برای این‌که کاربران امکان کنترل شرایط داخلی اتاق یا فضا را داشته باشند، این مبحث الزام می‌دارد که دریچه‌های هوای رفت و برگشت یا کانال‌های انشعاب هوای رفت دارای کنترل‌هایی برای تنظیم حجم هوای رفت به اتاق‌ها باشند. وسیلهٔ کنترل می‌تواند در هر جائی بین شروع کانال انشعاب رفت و خروجی انشعاب باشد. به‌منظور تنظیم حجم هوای عبوری از دمپرها، لازم است که آن‌ها در دسترس باشند تا کاربران بتوانند براحتی آن‌ها را تنظیم نمایند. این الزامات برای فضاهای مسکونی یا دفاتر تجاری است که در آن کاربران کنترل فضا را بعهده داشته و قادر به تنظیم مقدار هوای رفت می‌باشند. هدف این بخش این نیست که استفاده از کنترل‌کننده‌ها یا دمپرهای تنظیم مقدار هوا را در خروجی‌های هوای رفتی که بطریق دیگری کنترل می‌شوند، مانند واحدهای حجم هوای متغیر که با ترموستات اتاقی کنترل می‌شوند، الزامی نماید. همچنین این مبحث استفاده از دمپرهای تنظیم مقدار هوا در خروجی‌های هوای رفت در فضاهای عمومی را الزامی نمی‌کند.
- برعکس دریچه‌های رفت و برگشت هوا که باید دارای دمپر تنظیم مقدار هوا باشند، دریچهٔ تخلیهٔ هوا می‌تواند بدون دمپر باشد.
- دریچهٔ هوا و پوشش رنگ آن باید هنگامی‌که تا دمای ۷۴ درجه سلسیوس گرم می‌شوند، هیچ‌گونه تغییر شکلی در آن‌ها ایجاد نشده و تخریب نشوند.
- مقررات ملّی ساختمان الزام می‌دارد که بجز واحدهای مسکونی خصوصی، سطوح کف در توالت‌ها و حمام‌ها غیرجاذب بوده و به اندازه حداقل ۱۵۰ میلی‌متر تا روی دیوار امتداد یابد. این الزام به‌منظور سهولت در نظافت سطح کف می‌باشد. قراردادن دریچه‌های هوای سیستم HVAC در کف یا قسمت پایین دیوار، سبب جمع شدن آب در داخل کانال در هنگام نظافت معمولی میشود. این رطوبت می‌تواند سبب افزایش رشد قارچ و جلبک و باکتری در کانال‌ها شده و

خطری را برای سلامتی کاربران ایجاد نماید. از اینرو دریچه‌های هوا نبایست در کف یا قسمت امتداد یافته کف به سمت بالای توالت یا حمام که مطابق مقررات ملّی ساختمان باید سطوح صاف، سخت و غیرجاذب داشته باشند، نصب گردند.

همچنین دریچه‌های هوای مخصوص تعبیه در حمام، توالت، رخت‌کن و فضاهای مشابه، باید چنان ساخته و نصب شوند که از فضاهای مجاور امکان دیدن داخل این فضاها وجود نداشته باشد.

۱۴-۶-۵ عایق‌کاری کانال هوا

الف) کلیات

به‌منظور حفظ منابع انرژی تجدیدناپذیر، لازم است که کانال‌های هوا از نظر حرارتی مطابق مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان "صرفه‌جوئی در مصرف انرژی" عایق‌بندی شوند، این مبحث جاهایی که لازم است عایق شوند و مقدار کمینهٔ مقاومت حرارتی مورد نیاز را تعیین می‌نماید. دیگر الزامات نصب در مورد عایق‌ها در بخش‌های (۶-۵-۲) و (۶-۵-۳) مشخص شده است.

از درجهٔ عایق بودن (R) معمولاً به‌عنوان مقاومت گرمایی عایق (مقاومت در برابر انتقال حرارت) یاد می‌شود که برحسب واحد $(m^2.K)/W$ بیان می‌شود. هنگامی‌که مقدار W انتقال داده شده کاهش می‌یابد (مخرج کسر)، مقدار خارج قسمت (R) افزایش می‌یابد. مقدار R (مقاومت گرمایی)، معکوس ضریب انتقال حرارت (U) می‌باشد. ضریب انتقال حرارت مقدار نرخ زمانی جریان حرارت $(W=J/s)$ بر واحد سطح (m^2) و واحد اختلاف دمای (K) بین لایه‌های هوای سمت سرد و سمت گرم می‌باشد. مقدار مقاومت گرمایی مورد نیاز عایق تابعی از اختلاف بین دمای طرح هوای داخل و هوای خارج کانال می‌باشد. مقررات ملّی ساختمان مقدار R عایق را بر مبنای محل قرارگیری کانال (فضای تهویه شده، فضای تهویه نشده، فضای خارج) تعیین کرده است. توجه داشته باشید که در بسیاری موارد مقدار R که توسط مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان الزامی گردیده بیشتر از مقدار R عایق‌های نصب شدهٔ سنتی می‌باشد.

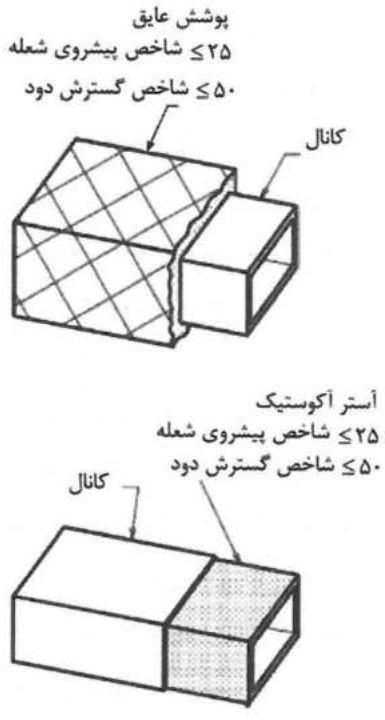
(۱) عایق پلنوم و کانال هوا و نیز روکش عایق، هنگامی‌که مورد آزمون قرار می‌گیرند، می‌بایست شاخص پیشروی شعله بیش از ۲۵ و شاخص گسترش دود بیش از ۵۰ نداشته باشند. پوشش‌های داخلی و خارجی کانال هنگامی‌که مطابق ASTM C۴۱۱ و در دمایی که در عمل در

معرض آن قرار خواهند گرفت مورد آزمون قرار گیرند، نبایست شعله‌ور یا گداخته شده و ایجاد شعلهٔ بدون دود یا با دود کنند. دمای آزمون نبایست از ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس کمتر باشد.

سیستم‌های توزیع هوا سبب اتصال اغلب اتاق‌ها و فضاها در داخل ساختمان می‌شوند و از این‌رو مسیری را برای پیشروی سریع شعله و دود در سراسر ساختمان فراهم می‌نمایند. پوشش‌های داخلی و خارجی کانال، نوارها و اتصالات جداکننده ارتعاش (لرزه‌گیر) در معرض هوای اتاق یا جریان هوای داخل کانال می‌باشند و می‌توانند در پیشروی شعله و گسترش دود سهیم باشند. به‌منظور کاهش مشارکت در پیشروی شعله و دود، این مصالح هنگامی‌که مورد آزمون قرارگیرند، باید دارای حداکثر شاخص پیشروی شعله ۲۵ و بیشینهٔ شاخص گسترش دود ۵۰ باشند (شکل (۱۴-۶-۶) را ملاحظه کنید). استاندارد ASTM E۸۴ روش‌های آزمون مورد نیاز برای پوشش داخلی و خارجی کانال، از جمله الزامات آزمون سیستم‌هایی که نمایانگر نصب در محل واقعی‌شان باشند، را فراهم می‌نماید. استاندارد ASTM E۲۲۳۱ به این مبحث اضافه شده است زیرا این استاندارد روش‌های نصب و آماده‌سازی نمونه را فراهم می‌نماید تا این اطمینان حاصل شود که نمونه‌ای که در آزمایشگاه مورد آزمون قرار گرفته تا آن‌جا که ممکن است به زمینه واقعی نصب آن نزدیک می‌باشد. این موضوع در جایی‌که عملکرد واقعی مصالح می‌تواند دقیق‌تر پیش‌بینی گردد، سبب نصب در محل ایمن‌تر خواهد شد.

پوشش‌های داخلی و خارجی کانال می‌بایست برای دماهای طراحی سیستم توزیع هوا درجه‌بندی شوند تا از تخریب مصالح اجتناب شود. برای تأیید این‌که پوشش‌های داخلی و خارجی کانال سبب ایجاد خطر آتش‌سوزی نخواهند شد، می‌بایست بر اساس دمای نامی آن‌ها یا دمای ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس (هر کدام که بزرگتر است) مورد آزمون قرار گیرند. مقدار دمای کمینهٔ ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس برای انجام آزمون بیان‌گر دمای بیشینه‌ای است که استانداردهای صنعتی برای جریان هوا در دستگاه‌های گرمایش با هوای گرم مجاز می‌دانند.

(۲) این بند تأکید دارد که تمام الزامات ذکرشده در بند (۱) در رابطه با استفاده از مواد غیرسوختنی برای پوشش پلنوم و کانال، شامل مصالح عایق‌بندی، روکش عایق و مواد درزبندی، مانند چسب، خمیر و نوار، می‌باشد.



شکل (۱۴-۶ -۶): عایق‌کاری داخل و خارج کانال هوا

(۳) از آنجایی‌که پوشش‌های کانال با الزامات مقررات ملّی ساختمان با مصالح سدکنندهٔ آتش یا محافظ‌های بازشوها مطابقت ندارند، این مصالح نبایست از دیوار، سقف یا کفی که باید مقاوم در برابر آتش یا سدکننده آتش باشد، عبور نمایند. ماهیت پوشش‌های کانال، محافظت صحیح از فضای حلقوی اطراف عبور کانال را اگر غیرممکن نسازد، بسیار دشوار می‌سازد. از این‌رو پوشش‌های کانال می‌بایست در محل عبور از دیوار آتش خاتمه یابد تا اجازه دهد که این فضای حلقوی با روش مناسب محافظت شود. بنابراین، بخش‌هایی از طول کانال که از دیوار آتش عبور می‌کند، نباید عایق یا روکش عایق داشته باشد.

(۴) عایق داخلی کانال باید درجائی قرار نگیرد که با عملکرد دمپرها تداخل داشته باشد. عایق داخلی کانال و روکش آن باید به‌منظور اطمینان از داشتن فاصلهٔ مجاز از هر مؤلفه متحرک، در هر دوطرف دمپرها خاتمه یافته و به‌هیچوجه روی دمپرها را نپوشاند.

(۵) پوشش‌های کانال در سیستم‌های توزیع هوا نبایست مانع تشخیص و دسترسی به بازشوهای سرویس شوند و از این‌رو پوشش‌های کانال می‌بایست در آن محل‌ها قطع شوند. بنابراین سطوح دریچه‌های بازدید و دسترسی نباید با عایق یا روکش عایق پوشانده شوند.

(۶) نگه‌داشتن دمای سطح خارجی کانال و یا دمای سطح خارجی عایق کانال در دمای بیش از دمای نقطهٔ شبنم هوای محیط، به‌منظور جلوگیری از چگالش بخار آب بر روی سطح خارجی کانال می‌باشد. هنگامی که دمای هوای داخل کانال برابر یا کمتر از دمای نقطهٔ شبنم هوای اطراف کانال باشد، چگالش بخار آب می‌تواند بر روی کانال شکل بگیرد. استفاده از عایق با پوشش بخاربند با جلوگیری از نفوذ بخارِ مرطوب به عایق و رسیدن به سطح کانال، از تعرّق کانال جلوگیری می‌نماید. تعرّق کانال (تشکیل چگالیده) بطور معمول مشکلی است که در عبور کانال‌های سرمایشی از فضاهای تهویه‌نشده که در آن ها رطوبت کنترل نمی‌شود، ایجاد می‌گردد. چگالش می‌تواند سبب آسیب دیدن عایق و خوردگی یا از بین رفتن کانال شده و آب جمع شده می‌تواند سبب خسارت به ساختمان شود. چگالش همچنین ممکن است در داخل کانال رخ دهد، از جمله هنگامی‌که کانال‌های تخلیه هوای گرم و مرطوبِ حمام از فضای زیرشیروانی یا دیگر فضاهای تهویه نشده عبور می‌کنند. چگالش در داخل کانال می‌تواند سبب تضعیف کانال، افزایش رشد قارچ و کپک و آسیب ساختاری آن گردد. با این حال این بخش به چگونگی حفاظت کانال از تشکیل چگالش بر روی سطح داخلی آن نمی‌پردازد.

(۷) دمای سطح خارجی کانال نباید بیش از ۴۹ درجه سلسیوس باشد تا کاربران از آسیب سوختگی مصون مانده و از خطر آتش‌سوزی در مکان‌هایی که مواد سوختنی ممکن است در نزدیکی سطوح دما بالای کانال قرار گرفته باشند، جلوگیری شود.

- کانال‌هایی که در دماهای بیش از ۴۹ درجهٔ سلسیوس کار می‌کنند، می‌بایست به‌منظور محدود کردن دمای سطح نمایان کانال به ۴۹ درجهٔ سلسیوس، دارای عایق حرارتی کافی باشند.

ب) عایق کانال هوا در خارج از ساختمان

(۱) به‌منظور صرفه‌جوئی در مصرف انرژی و جلوگیری از افزایش دمای هوای خنک و مطبوع داخل کانال در تابستان یا کاهش هوای گرم داخل کانال در زمستان، کانال هوای خارج از فضای

ساختمان و در تماس مستقیم با هوای آزاد بیرون، باید با عایق حرارتی مناسب پوشانده شود.
جدول (۱۴-۶-۴) کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در خارج از ساختمان را برای تأسیسات گرمائی (زمستان) و تأسیسات سرمائی (تابستان)، با داشتن روز- درجهٔ گرمائی سالانه می‌دهد.

جدول (۱۴-۶-۴): کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در خارج از ساختمان

تأسیسات سرمایی			تأسیسات گرمایی		
کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق، R		روز - درجهٔ سرمایی سالانه (ADDC)	کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق، R		روز – درجهٔ گرمایی سالانه (ADDH)
$\frac{m^2.K}{W}$	$\frac{h.ft^2.{}^oF}{BTU}$		$\frac{m^2.K}{W}$	$\frac{h.ft^2.{}^oF}{BTU}$	
۰/۵۸۱	۳/۳	زیر ۵۰۰	۰/۵۸۱	۳/۳	زیر ۱۵۰۰
۰/۸۸۱	۵/۰	۵۰۱ تا ۱۱۵۰	۰/۸۸۱	۵/۰	۱۵۰۱ تا ۴۵۰۰
۱/۱۴۵	۶/۵	۱۱۵۱ تا ۲۰۰۰	۱/۱۴۵	۶/۵	۴۵۰۱ تا ۷۵۰۰
۱/۴۰۹	۸/۰	بالاتر از ۲۰۰۱	۱/۴۰۹	۸/۰	بالاتر از ۷۵۰۱

- برای شهرهائی که مقادیر روز- درجهٔ گرمایی سالانه (ADDH) و روز- درجهٔ سرمایی سالانه (ADDC) آن‌ها در جدول «پیوست (۱) مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان: تأسیسات مکانیکی» وجود ندارد، برای تقریب روز- درجهٔ سالانه آن‌ها می‌توان از روز- درجهٔ سالانهٔ شهرهای با موقعیت جغرافیائی و شرایط آب و هوائی مشابه استفاده کرد.

پ) عایق کانال هوا در داخل ساختمان

(۱) جدول (۱۴-۶-۵) کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در داخل ساختمان را برای تأسیسات گرمائی (زمستان) و تأسیسات سرمائی (تابستان) با داشتن اختلاف دمای هوای داخل کانال و هوای خارج آن می‌دهد.

(۲) در داخل ساختمان فضاهایی که تحت پوشش سیستم‌های گرمایی و سرمایی نیستند دارای اختلاف دمای قابل توجهی با هوای داخل کانال عبوری از این فضاها می‌باشند. این فضاها شامل

انباری، فضای بستهٔ زیر شیروانی، شفت‌های بستهٔ ساختمان، فضای داخل سقف‌های کاذب و غیره می‌باشند. کانال‌های هوای عبوری از این نوع فضاها باید با رعایت ارقام مندرج در جدول (۱۴-۶-۵) عایق‌کاری شوند.

جدول (۱۴-۶-۵): کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق کانال هوا در فضای داخل ساختمان

اختلاف دمای هوای داخل کانال و هوای خارج آن		کمینهٔ مقاومت گرمایی عایق، R			
		تأسیسات گرمایی		تأسیسات سرمایی	
درجهٔ فارنهایت	درجهٔ سلسیوس	$\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$	$\frac{h.ft^2.^oF}{BTU}$	$\frac{m^2.K}{W}$
کمتر یا برابر ۱۵	کمتر یا برابر ۸/۳	عایق لازم نیست			
بیشتر از ۱۵ و کمتر یا برابر ۴۰	بیشتر از ۸/۳ و کمتر یا برابر ۲۲/۲	۳/۳	۰/۵۸۱	۳/۳	۰/۵۸۱
بیشتر از ۴۰	بیشتر از ۲۲/۲	۵/۰	۰/۸۸۱	۵/۰	۰/۸۸۱

(۳) برای جلوگیری از چگالش بخار و تشکیل چگالیده بر روی سطح خارجی کانال‌های سرمایشی عبوری از فضاهای تهویه‌نشده، معمولاً این کانال‌ها را عایق می‌کنند (بند (۶-۵-۱)"ج" را ببینید). بنابراین به‌غیر از این حالت، در موارد پنج‌گانه‌ای که در ذیل بند (۱۴-۶-۵-۳)"پ" «مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان: تأسیسات مکانیکی» اعلام گردیده است، نیازی به استفاده از عایق نیست.

(۴) می‌بایست نشان داده شود که مصالحی که به‌عنوان عایق داخلی استفاده شده و در معرض جریان هوای داخل کانال می‌باشند، هنگامی‌که مورد آزمون قرار می‌گیرند، با دوام هستند. عایق داخلی نمایان در کانال که در برابر آب نفوذ ناپذیر نیست، نباید برای پوشش داخلی کانال‌ها یا پلنوم‌ها از قسمت خروجی کویل سرمایشی تا انتهای پائین‌دستِ سینی تقطیر استفاده شود.

عایقی که با دوام نباشد می‌تواند سرانجام فرسوده شده و سبب افزایش مصرف انرژی، چگالش و آسیب‌های مرتبط با آن شود. عایقی که در برابر آب نفوذ ناپذیر نمی‌باشد، نباید به‌منظور پوشش داخلی کانال‌ها یا پلنوم‌ها در قسمت خروجی کویل سرمایشی به‌کاررود زیرا احتمال خیس‌شدن

عایق کانال وجود دارد. این موضوع می‌تواند سبب کاهش کیفیت عایق به دلیل از دست رفتن مشخصات حرارتی عایق و رشد کپک‌ها یا قارچ‌ها، که اثر نامطلوبی بر سلامتی انسان دارند، شود. بسته به سرعت و اغتشاش جریان هوا، قطره‌های آب می‌توانند از سطوح کویل به قسمت پایین‌دست سینی تقطیر کویل انتقال داده شوند.

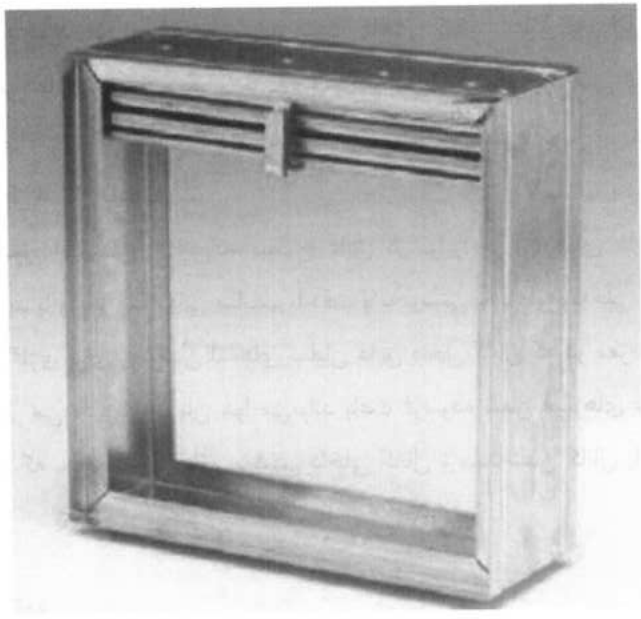
به‌منظور حصول اطمینان از این‌که سطوح عایق در برابر جریان هوای داخل کانال مقاوم می‌باشد، عایق باید با وسایل مکانیکی مناسب با دقت و به‌درستی به سطوح داخلی کانال اتصال یابد. دماغه یا روکش فلزی برای پوشاندن لبه‌های نمایان عایق داخل کانال که در معرض جریان مخالف هوا می‌باشد، بکار می‌رود زیرا جریان هوا می‌تواند باعث فرسوده شدن فیبرهای عایق و بلندکردن لبه‌های آن شود که منجر به جابجائی پوشش داخلی کانال و بسته‌شدن کانال یا قطع جریان هوا خواهد شد.

۱۴-۶-۶ دمپر آتش

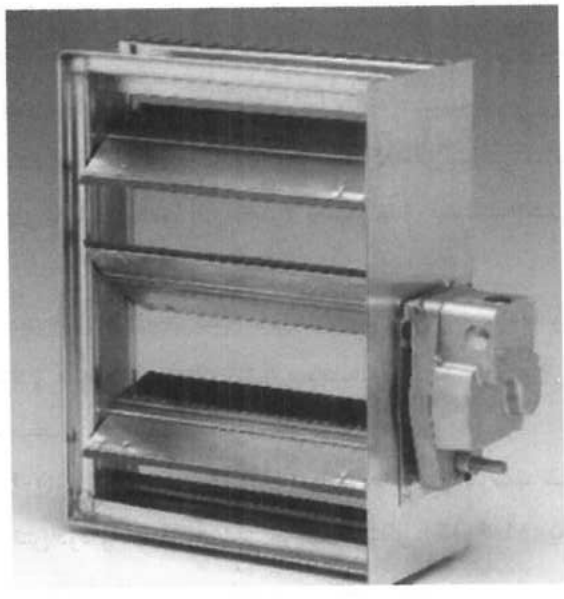
مفاد این بخش حاکم بر محافظت از عبور کانال و دهانه‌های انتقال هوا در اجزائی از ساختمان که لازم است محافظت شوند، می‌باشد. دمپرهای آتش به‌منظور حفظ مقاومت دربرابر آتشِ مقرّر برای دیوار، کف، سقف یا بامی که کانال هوا از آن‌ها عبور کرده است، می‌باشند. دمپرهای دود برای حفظ تمامیت محفظهٔ راهرو، محفظهٔ شفت یا دیوار مانع دود هستند که جزئی از سیستم توزیع هوا از آن‌ها عبور کرده است. دمپرهای آتش و دود درهر جائی‌که مقررات ملّی ساختمان الزام کرده باید نصب شوند و نصب آن‌ها باید مطابق این بخش، دستورالعمل نصب سازنده و سایر مقررات ملّی ساختمان باشد.

دمپرهای آتش، دمپرهای دود و ترکیب دمپرهای آتش/دود از دهانه‌ها و کانال‌های عبوری از اجزاء ساختمان مقاوم و غیرمقاوم در برابر آتش، محافظت می‌کنند. دمپرهای تابشی سقفی فقط از کانال عبوری از کف/سقف یا بام/سقف محافظت می‌نماید.

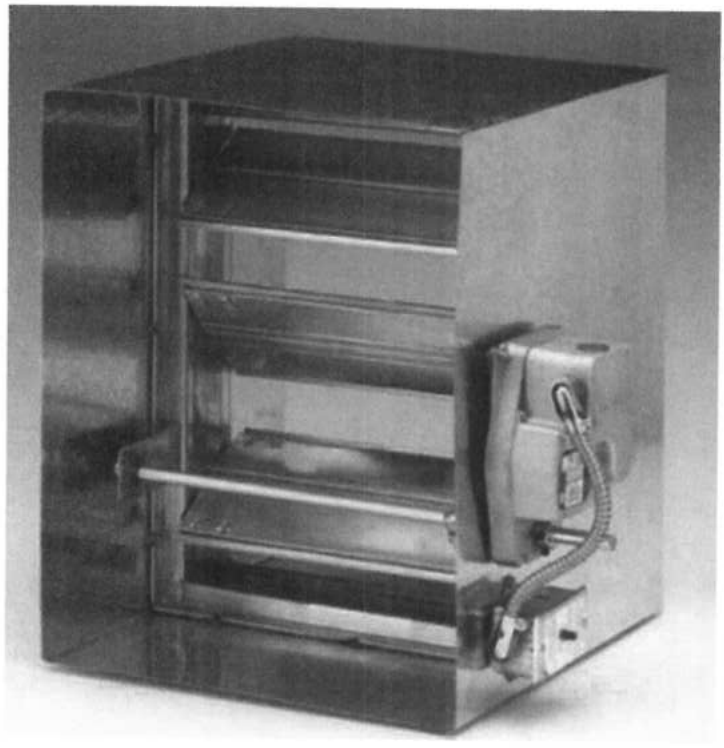
شکل‌های (۱۴-۶-۷)، (۱۴-۶-۸)، (۱۴-۶-۹) و (۱۴-۶-۱۰) بترتیب نمونه‌هائی از دمپرهای آتش، دود، ترکیب آتش/دود و سقفی را نشان می‌دهند. شکل (۱۴-۶-۱۱) یک دمپر آتش دیواری را نشان می‌دهد که در داخل قابی نصب شده و در پائین قاب پنل دسترسی مورد نیاز نیز وجود دارد.



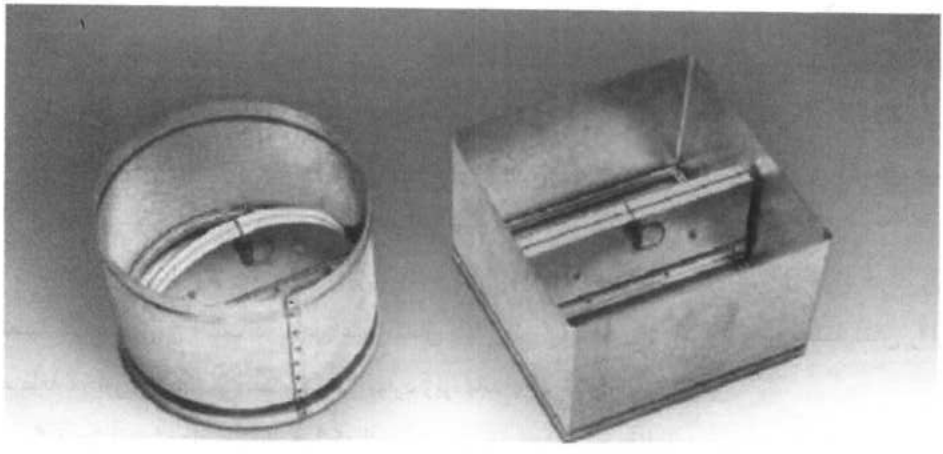
شکل (۱۴-۶-۷): دمپر آتش



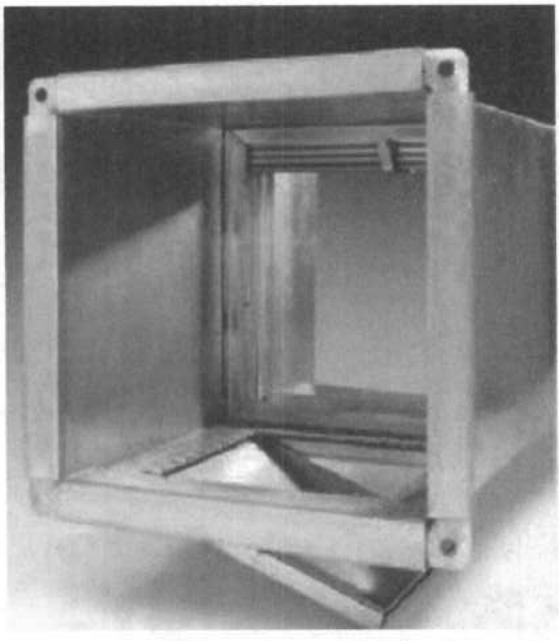
شکل (۱۴-۶-۸): دمپر دود



شکل (۱۴-۶-۹): دمپر آتش/ دود



شکل (۱۴-۶-۱۰): دمپرهای سقفی



شکل (۱۴-۶-۱۱): دمپر آتش دیواری نصب‌شده در قاب

الف) محل دمپر آتش

(۱) دیوارهای آتش ساختمان‌های جداگانه‌ای ایجاد می‌نمایند که ممکن است در بخشی از یک ساختمان واحد باشند یا دیوار آتش در خط مرزی ملک قرارگرفته و ساختمان‌های مختلف در زمین‌های متفاوت را از یکدیگر جدا کند. در حالتی‌که دیوار آتش ساختمان‌های مختلف در زمین‌های متفاوت را از یکدیگر جدا می‌نماید، این مبحث اجازه نصب هیچ بازشویی را نمی‌دهد. در چنین مواردی عبور کانال، چه محافظت شده باشد چه نباشد، مجاز نمی‌باشد.

هنگامی‌که دیوار آتش در خط مرزی ملک قرار نگرفته باشد، کانال یا بازشو می‌تواند در دیوار تعبیه گردد. در این حالت در محل عبور کانال هوا از دیوار، سقف یا کف، که یک منطقهٔ آتش را از منطقهٔ مجاور آن جدا می‌کند و نیز در موارد زیر، باید دمپر آتش نصب شود:

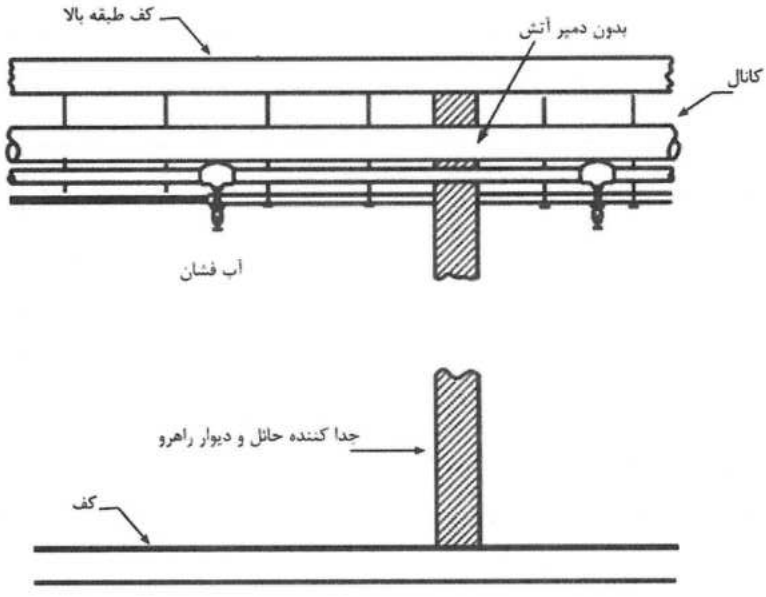
- کانال‌ها و دهانه‌های انتقال هوا که از دیوار یا تیغهٔ جداکنندهٔ فضاهائی عبور می‌کنند که طراحی آن‌ها برای دست‌کم یک ساعت مقاومت در برابر آتش است، می‌بایست توسط دمپرهای آتش

محافظت شوند. دمپرهای آتش به‌کار رفته می‌بایست برای مدت زمانی که دیوار یا تیغهٔ جداکنندهٔ فضا در برابر آتش مقاوم می‌باشد، تأیید شده و مطابق تأییدیه نصب شود.

- این بخش استفاده از دمپر آتش را در عبور کانال و دهانه‌های انتقال هوا از دیوار شفت ساختمان الزامی می‌کند. علت این امر عبور کانال هوا از دیوار مقاوم در برابر آتش و به‌منظور حفظ تمامیت آن می‌باشد.
- در این مورد نیز به‌علت عبور کانال هوا از کف یا سقف مقاوم در برابر آتش و به‌منظور حفظ تمامیت جدار بین دوطبقه، استفاده از دمپر آتش الزامی شده است.

(۲) در موارد زیر نصب دمپر آتش لازم نیست:

- هنگامی‌که دو فضا در یک منطقهٔ آتش باشند، دیوارها، سقف‌ها و کف‌های این دو فضا لزومی ندارد که مقاوم در برابر آتش باشند. بنابراین در عبور کانال هوا از این جدارها هیچ نیازی به استفاده از دمپر آتش نیست.
- کانال‌های تخلیهٔ فولادی که دارای ۶۰۰ میلی‌متر گردش عمودی رو به بالا در داخل شفت می‌باشند، اگر دارای جریان پیوستهٔ هوای رو به بالا و به سمت خارج باشند، نیازی نیست که بوسیلهٔ دمپر آتش محافظت شوند. در واقع، جریان پیوستهٔ رو به بالای هوا، در داخل شفت یک فشار منفی نسبت به فضاهای مجاور ایجاد می‌کند و در نتیجه باعث به حداقل رساندن پخش گازهای داغ در فضاها از طریق شفت می‌گردد.
- از آنجایی‌که سیستم اطفاء حریق آب‌فشان خودکار از طریق کنترل آتش خطر تخریب کانال‌کشی را کاهش می‌دهد، وجود دمپر آتش برای کانال‌های عبورکننده از دیوارهای راهرو یا جداکننده‌های حائل در ساختمان‌هایی که کل آن به سیستم آب‌فشان خودکار مجهز می‌باشد، الزامی نیست (شکل (۱۴-۶-۱۲) را ملاحظه کنید).



شکل (۱۴-۶-۱۲): عدم نیاز به دمپر آتش زمانی‌که کل ساختمان به سیستم آب‌فشان خودکار مجهز می‌باشد

- درجائی‌که دمپرهای آتش با عملکرد صحیح سیستم تخلیهٔ خودکار دود تداخل پیدا کرده یا مانع آن می‌شوند، استفاده از دمپر آتش مجاز نیست. در این حالت، دمپرهای آتش می‌توانند مضر باشند و باید با وسیله حفاظت دیگری جایگزین شوند. روش جایگزین باید به تأیید مقام مجاز مبحث برسد.
- با توجه به توضیحات داده‌شده در بند (۱۴-۶-۶)"الف"(۲)، در عبور کانال هوا از بام ساختمان و تخلیه به هوای آزاد نیز نصب دمپر آتش ضرورتی ندارد.
- توضیحات بند (۱۴-۶-۶)"الف"(۲) را ببینید.

ب) ساخت و نصب دمپر آتش

دمپر آتش وسیله‌ای است که طراحی شده تا به محض مشاهده حرارت بطور خودکار بسته شود تا جریان هوا را قطع نموده و عبور شعله از راه محل عبور کانال از اجزاء درجه‌بندی شده و درجه‌بندی

نشده را محدود نماید. معیارهای پذیرش دمپرهای آتش عبارتند از: (۱) در طول زمانی‌که در معرض آتش می‌باشند، براساس درجه‌بندی‌شان، در بازشو پایدار باقی بمانند، (۲) ظرف مدت ۶۰ ثانیه بطور خودکار بسته و چفت شوند، (۳) بدون این‌که دچار تغییر شکل و تاب برداشتن بیش از آنچه که در محدودیت‌ها تجویز شده است شوند، در جای خود باقی بمانند. دمپرهای آتش بایستی علاوه بر آزمایش، پلاک‌گذاری هم بشوند.

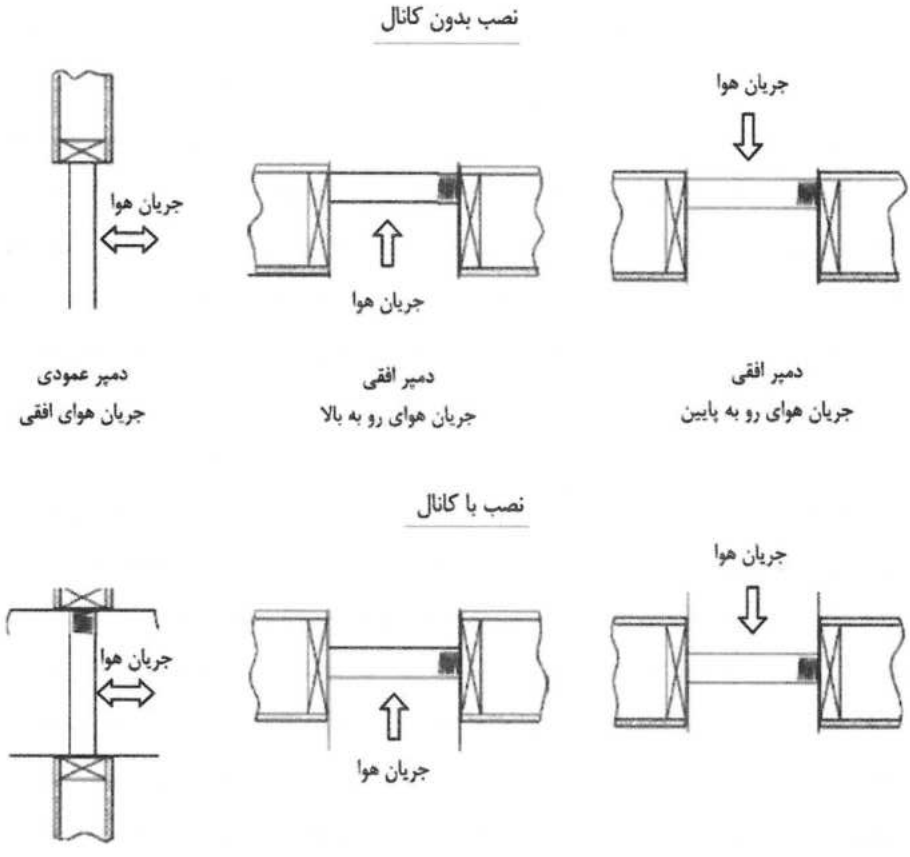
دمپرهای آتشی برای استفاده در سیستم‌های استاتیکی مورد نظر می‌باشند که در صورت وقوع آتش‌سوزی بطور خودکار بسته می‌شوند. این نوع دمپرها در سیستم‌های دینامیکی در هنگام وقوع آتش‌سوزی به‌صورت آماده به‌کار می‌باشند. گروه‌بندی و کاربرد مورد نظر دمپر آتش باید معلوم باشد. دمپرهای آتشی که در سیستم‌هایی نصب شده‌اند که به محض آشکار شدن حرارت یا دود متوقف نمی‌شوند، باید در برابر جریان هوا بسته شوند (شکل شماره (۱۴-۶-۱۳) را ملاحظه کنید). این کاربرد، استفاده از دمپرهای آتش که پلاک‌گذاری شده‌اند (قابل شناسایی می‌باشند) را در سیستم‌های دینامیکی الزامی می‌دارد.

دمپرهای آتشی که برای استفاده در سیستم‌های استاتیکی پلاک‌گذاری شده‌اند، فقط در سیستم‌هایی می‌توانند نصب شوند که این سیستم‌ها با آشکار شدن حرارت و گرما متوقف می‌شوند. در سیستم‌های استاتیکی هوارسان به‌گونه‌ای طراحی شده است که مدت‌ها قبل از این‌که دمای عملگر دمپر آتش به نقطه مورد نظر برسد، متوقف شود. بدین معنی‌که تنها در شرایطی که هیچ جریان هوایی وجود نداشته باشد می‌توان انتظار داشت که دمپر آتش بسته باشد.

چنانچه دمپر آتش در کاربرد نامناسبی استفاده شود، ممکن است بدرستی عمل نکند. دمپرهای آتشی که برای استفاده در سیستم‌های دینامیکی پلاک‌گذاری شده‌اند، می‌توانند در سیستم‌های دینامیکی یا استاتیکی به‌کار گرفته شوند.

دستورالعمل‌های نصب شرکت سازنده می‌بایست دنبال شوند. دمپرهای آتش در مجموعه نصب می‌شوند تا از بازشوهای ایجاد شده در اثر خرابی کانال محافظت نمایند. دمپرهای آتش می‌بایست بسته به نوع کاربردی که براساس آن مورد آزمون قرار گرفته‌اند، به‌صورت افقی یا قائم نصب شوند. اگر چه معیارهای آزمون UL ۵۵۵ تابعی از کاربردهای افقی یا عمودی نمی‌باشد، آزمون‌های ویژه‌ای برای دمپرهای فنری موردنیاز است که برای انواع ثقلی مورد نیاز نمی‌باشد. از این‌رو مشخصات فنی خصوصی پروژه می‌بایست تعیین نماید که آیا نوع دمپر مورد استفاده قابل قبول می‌باشد یا خیر.

دمپرهای آتش می‌بایست کمینهٔ درجه حفاظت در برابر آتش که در جدول (۱۴-۶-۶) تعیین شده است را دارا باشند.



شکل (۱۴-۶-۱۳): دمپر آتش خاص سیستم‌های دینامیکی

جدول(۱۴- ۶-۶): درجه‌بندی دمپرهای آتش

نوع نفوذ (عبورِ از)	کمینهٔ درجه دمپر (ساعت)
اجزاء با کمتر از ۳ ساعت مقاوم در برابر آتش	۱/۵
اجزاء با ۳ ساعت یا بیشتر مقاوم در برابر آتش	۳

دمپر دود وسیله‌ای است که به منظور مقاومت در برابر عبور دود از منافذ در داخل کانال نصب می‌شود. این دمپرها در سیستم‌های کنترل دود، در منافذ مانع دود و در منافذ دیوار راهرو نصب می‌شوند. دمپرهای آتش که مطابق UL ۵۵۵ آزمون می‌شوند، برای نشت‌دود درجه‌بندی نشده‌اند. دمپرهای آتش با استفاده از فیوز یا دیگر وسایل عمل‌کنندهٔ حرارتی، در دمای از پیش تعیین شده‌ای فعال می‌شوند. دمپرهای دود برای نشت مطابق الزامات UL۵۵۵S آزمون می‌شوند و توسط آشکارساز دود در داخل کانال یا در منطقه‌ای که تحت پوشش آن‌ها می‌باشد، فعال می‌شوند.

دمپرهای سقفی می‌بایست با الزامات UL ۵۵۵C که شامل معیارهایی برای ساخت، عملکرد و آزمایش دمپرهای سقفی می‌باشد، مطابقت داشته باشند. دمپرهای سقفی به منظور محدود نمودن انتقال حرارت تشعشعی از طریق دهانه‌های ورود و خروج هوا در اجزاء کف/سقف یا بام/سقف، که مقاوم در برابر آتش می‌باشند، طراحی شده‌اند. دمپرآتش وسیله‌ای است که طراحی‌شده تا به محض یافتن حرارت بطور خودکار بسته شود، تا جریان هوا را قطع و عبور شعله در محل‌های عبور کانال از اجزاء درجه‌بندی شدهٔ ساختمان را محدود نماید. از آنجایی‌که دمپرهای آتش و سقفی دارای ضوابط طراحی متفاوتی می‌باشند، دمپر آتش نباید به جای دمپر سقفی به‌کار رود مگر این‌که دمپر آتش قابلیت‌های عملکردی دمای دمپر سقفی را تأمین نماید.

(۱) دمپرهای آتش باید مطابق استاندارد ملّی۷۶۹۶ بخش‌های۱، ۳ و ۵ و یا استاندارد معتبر دیگر مورد تأیید باشند.

(۲) دمای عملکرد عملگر دمپر آتش می‌بایست تقریباً ۲۸ درجهٔ سلسیوس بالاتر از دمای عادی داخل سیستم کانال‌کشی باشد، اما نباید از مقدار ۷۴ درجهٔ سلسیوس کمتر باشد.

(۳) دمپرهای آتش، دمپرهای دود، ترکیب دمپرهای دود/ آتش و دمپرهای تابشی سقفی که در داخل سیستم‌های توزیع هوا به‌کار می‌روند می‌بایست مطابق الزامات این بخش و دستورالعمل نصب و راه‌اندازی شرکت سازنده نصب گردند. دستورالعمل نصب و راه‌اندازی دمپرهای آتش شامل الزاماتی همچون کاربرد، رواداری انبساطی، نصب، وسایل بستن، اتصال کانال، ساخت قاب و غلاف دمپر، و جای‌گذاری/ جهت می‌باشد. کانالی که به دمپرهای آتش وصل می‌شود باید طوری طراحی شود که اگر آسیبی به کانال وارد شد، از جابجائی دمپر جلوگیری کند. این موضوع به‌منظور نگه‌داشتن دمپر در جای خود است تا اینکه بازشو داخل دیوار، تیغه، سقف یا کف مقاوم در برابر آتش بی حفاظ باقی نماند.

پ) دریچهٔ دسترسی به دمپر آتش

دمپرهای آتش و دود می‌بایست مورد سرویس و نگهداری قرارگیرند تا اطمینان حاصل شود که مطابق هدف مورد نظر عمل خواهند کرد. از اینرو می‌بایست به‌گونه‌ای نصب شوند که دارای فضای کافی به‌منظور بازرسی و نگهداری دمپر و قطعات عملکردی آن بوده و دارای روش‌های تأیید شده دسترسی باشند. این دسترسی نباید تمامیت اجزاء مقاوم در برابر آتش را تحت تأثیر قرار دهد. بازشوهای دسترسی نباید مقدار درجهٔ مقاومت در برابر آتشِ اجزاء را کاهش دهد. دریچه‌های بازدید و دسترسی در کانال‌ها می‌بایست درزبند بوده و مناسب سازهٔ کانال باشند.

(۱) نیاز به سرویس و نگهداری دمپرها و همچنین راه‌اندازی دوباره و تعویض فیوز آن‌ها بعد از عمل‌کردن آن، در دسترس بودن آن‌ها را الزامی می‌دارد. بنابراین باید دریچهٔ بازدید و دسترسی بر روی سطح کانال و نزدیک دمپر آتش نصب شود.

چنانچه دمپرهای آتش در دهانه‌های کانال مانند ورودی‌ها، خروجی‌ها و دهانه‌های انتقال نصب شده باشند، دسترسی به این دمپرها می‌تواند از طریق برداشتن دریچه‌های ساده، دیفیوزرها، دریچه‌های تنظیم مقدار هوا و دریچه‌های ورود و خروج هوا امکان‌پذیر شود و نیازی به نصب دریچهٔ بازدید و دسترسی جداگانه نیست. در غیر این‌صورت باید از دریچه‌ای با اندازه و موقعیت مناسب که دسترسی به دمپر و فیوز آن را به آسانی امکان‌پذیر کند، استفاده شود.

دریچهٔ بازدید و دسترسی باید از جنس ورق کانال و دست‌کم به ضخامت آن باشد. این دریچه‌ها می‌بایست بطور قابل قبولی هوابند باشد تا به سیستم توزیع هوا اجازه دهد که مطابق آن‌چه که مورد نظر است عمل‌کرده و از طریق کنترل هوای تهویه نشدهٔ نفوذی به کانال‌ها و هوای تهویه شده خروجی از کانال‌ها، بهره‌وری انرژی را حفظ نماید.

- دریچهٔ بازدید و دسترسی نباید هیچ‌گونه عایق یا روکشی داشته باشد.
- دریچه‌های بازدید و دسترسی می‌بایست از طریق پلاکی دائمی که با حروف درشت بر روی آن نوشته شده است: "دمپر دود/ آتش، دمپر آتش یا دمپر دود" قابل شناسایی باشند.

۱۴-۷ دیگ، آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم تحت فشار

۱۴-۷-۱ کلیات

الف) این فصل مقررات الزامی برای انتخاب مناسب و نصب صحیح دیگ‌های گرمایی و آب گرم‌کن و مخازن آب‌گرم تحت فشار را به منظور پیش‌گیری از خطرات احتمالی بهره‌برداری از این دستگاه‌ها که همواره در دمای بالا و فشار بیش از آتمسفر کار می‌کنند، بیان می‌دارد.

(۱) فقط دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز مشمول الزامات این فصل از مقررات می‌باشند. این فصل از مقررات الزامات مربوط به دستگاه‌های با سوخت جامد را مقرر نمی‌دارد.

ب) به علت اهمیت شیرآلات و کنترل‌های ایمنی در بهره‌برداری مناسب این دستگاه‌ها، این راهنما به مهندسان و تکنسین‌های تأسیسات توصیه می‌کند چنان‌چه در زمان تعمیرات دوره‌ای دیگ و مخازن، ابزار فوق به نحو مؤثری تکامل یافته باشند که ایمنی بیشتری را فراهم سازند، نسبت به تعویض این ابزار اقدام نمایند.

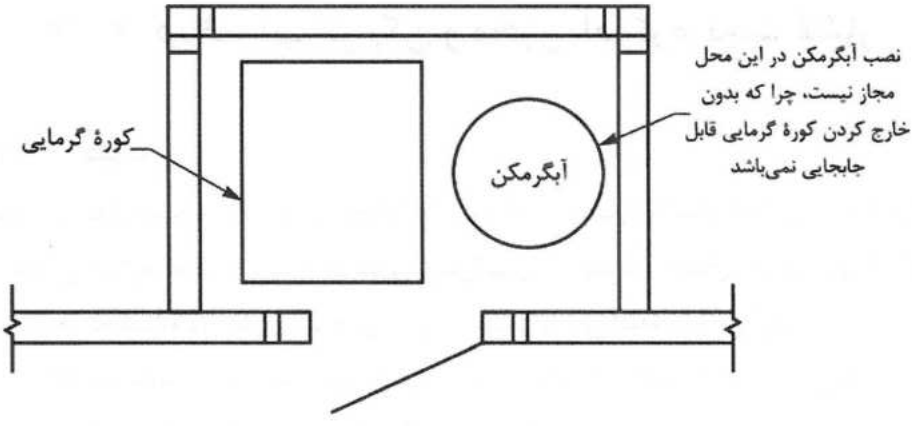
۱۴-۷-۲ آب گرم‌کن و مخزن تحت فشار ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی

الف) کلیات

(۱) با توجه به عمر محدود آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم مصرفی نسبت به عمر کاری ساختمان‌ها، این دستگاه‌ها باید در جای مناسب چنان نصب شوند که بدون تخریب اجزای دائمی ساختمان، از قبیل در یا دیوارهای ثابت یا جابجایی سایر دستگاه‌ها، قابل برچیدن و تعویض باشند. شکل (۱۴-۷-۱) را ملاحظه کنید.

(۲) طراح باید توجه کافی به پیش‌بینی دودکش و تأمین هوای احتراق مناسب با ظرفیت گرمایی آب گرم‌کن داشته باشد.

(۳) تامین انرژی گرمایی از نوع برق و گاز باید بترتیب با رعایت مقررات مباحث سیزدهم و هفدهم مقررات ملّی ساختمان انجام شود.



شکل (۱۴-۷-۱): لزوم نصب آب گرم‌کن و مخزن آب‌گرم مصرفی در محل مناسب

ب) استفاده از آب گرم‌کن برای گرم کردن ساختمان

(۱) اگر آب گرم‌کن علاوه بر تهیه و ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی، برای گرم کردن ساختمان هم به کار می‌رود، باید بوسیلهٔ سازنده برای این منظور توصیه شده باشد و دارای گواهی ساخت و آزمایش باشد.

- اگرچه این دستگاه در هر دو نوع با مخزن ذخیره و فوریِ بدون مخزن تولید و استفاده می‌شود، نوع بدون مخزن آن مانند آن چه در بازار داخلی به پکیج معروف است، بیشتر متداول می‌باشد.
- دستگاه از نوع مستقیم، گاز سوز و دارای دو مبدل گرمایی جداگانه است یکی برای مدار آب گرم‌کننده و دیگری برای آب‌گرم مصرفی. شکل (۱۴-۷-۲) را ببینید.

(۲) ظرفیت آب گرم‌کن که برای تهیهٔ آب‌گرم مصرفی و نیز گرم کردن ساختمان به کار می‌رود، باید به اندازه‌ای باشد که بار گرمایی ساختمان موجب کاهش دمای آب‌گرم مصرفی مورد نیاز نشود.

- در این مورد محاسبه بار آب‌گرم مصرفی باید برای جریان لحظه‌ای صورت گیرد که نسبت به نوع ذخیره بالاتر است. حداقل ظرفیت باید با مبحث شانزدهم مقررات ملّی و همچنین فصل هشتم این مبحث کنترل شود.

(۳) در آب گرم‌کن‌های ویژهٔ تهیهٔ آب‌گرم مصرفی و تأمین انرژی گرمایی ساختمان، باید مدارهای لوله‌کشی آب‌گرم مصرفی و آب گرم‌کنندهٔ ساختمان مستقل و جدا از هم باشند.

(۴) دستگاه مشترک تهیهٔ آب‌گرم مصرفی و آب گرم‌کنندهٔ ساختمان باید مجهز به سیستم کنترل دمای آب‌گرم مصرفی باشد تا با وجود نیاز به دمای بالاتر برای گرم کردن ساختمان، دمای آب‌گرم مصرفی بیش از ۶۰ درجه سلسیوس نباشد.

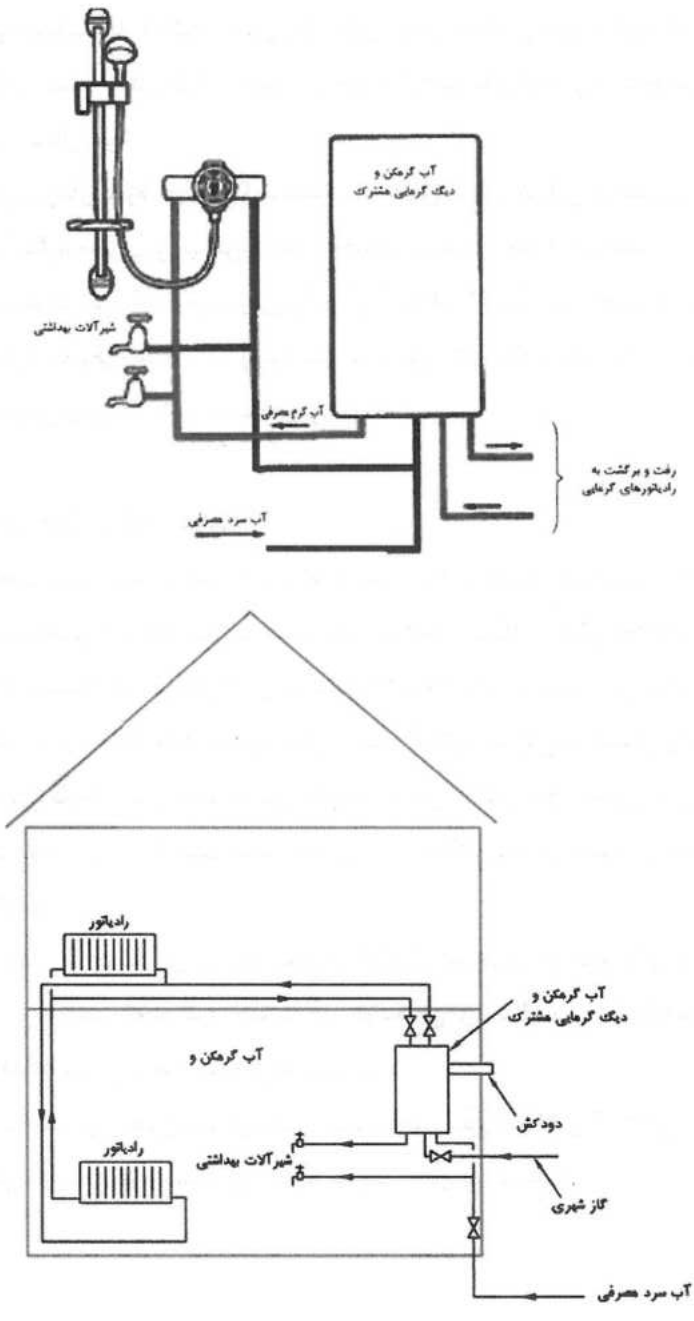
پ) مخزن تحت فشار آب‌گرم مصرفی

(۱) مخزن تحت فشار باید ظرفیت لازم برای تأمین آب‌گرم مصرفی ساختمان را داشته باشد و طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نصب شود. ظرفیت دستگاه و دیگر اطلاعات ضروری، باید روی پلاک دستگاه که نمونه‌ای از آن در شکل (۱۴-۷-۳) آمده است، نقش شده باشد.

(۲) مخزن تحت فشار باید ظرفیت لازم برای تأمین آب‌گرم مصرفی ساختمان را داشته باشد و طبق دستور کارخانهٔ سازنده نصب شود. ظرفیت مخزن از شیوه‌های متداول قابل محاسبه است ولی باید توجه داشت ظرفیت مفید مخازن باید حداکثر معادل هفتاد در صد ظرفیت کل منظور گردد.

(۳) ساخت مخزن و جوشکاری آن باید به‌دست کارگران آموزش‌دیده، طبق یکی از استانداردهای معتبر و مورد تأیید، انجام شود. کیفیت کار جوشکاران باید بر اساس استانداردهای معتبر نظیر ASME B۳۱ بررسی و صلاحیت آن‌ها تأیید شود.

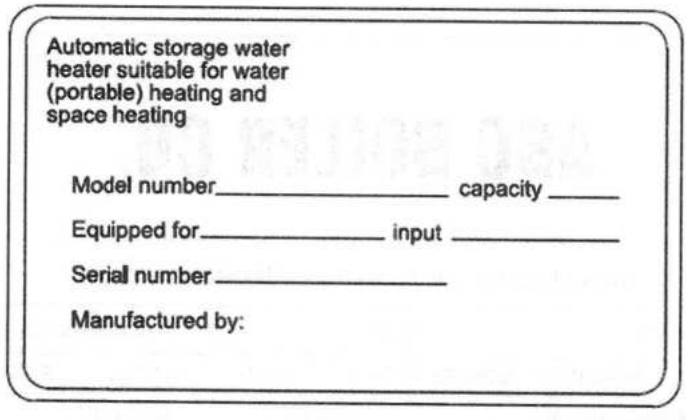
(۴) مراحل ساخت این مخازن باید براساس استانداردهای ملّی ۴۲۳۱ و ۷۹۱۱ و یا استانداردهای بین‌المللی، توسط یک مؤسسهٔ مورد تأیید بازرسی و تأیید شده باشد.



شکل (۱۴-۷-۲): آب گرم‌کن و دیگ گرمایی مشترک

(۵) مصالح مصرفی در ساخت و نصب مخزن آب‌گرم مصرفی، از جمله وصاله‌ها و لوله‌کشی‌های مربوط به آن، باید برای فشار کار و کاربری آن مناسب باشد.

(۶) علاوه بر کیفیت ورق فولاد بدنه مخزن، کیفیت مصالح لوله کشی، فلنج و اتصالات خارجی آن دارای اهمیت است. معمولاً اشکالات احتمالی تأسیسات در این نقاط مشاهده می‌شود. کلاس فشار مخزن و اجزای لوله کشی باید یکسان انتخاب شوند.



شکل (۱۴-۷-۳): نمونه‌ای از پلاک مشخصات مخزن تحت فشار آب‌گرم مصرفی

۱۴-۷-۳ دیگ آب گرم و بخار

الف) کلیات

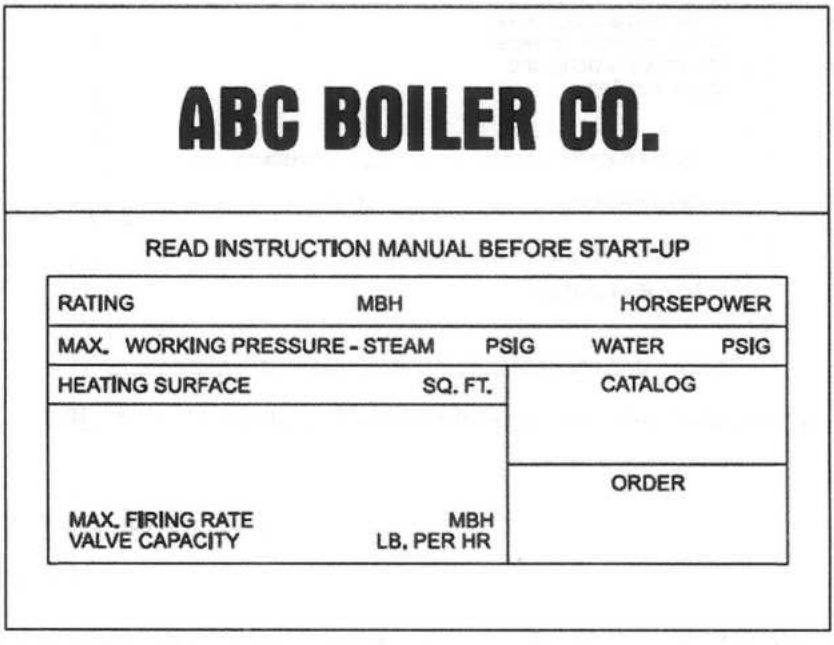
(۱) انواع دیگ‌هائی که در تأسیسات مکانیکی ساختمان بکار می‌روند شامل: دیگ‌های آب‌گرم و بخار فولادی، دیگ آب‌گرم از نوع گاز سوز کاملاً بستهٔ نوع "C"، دیگ یک‌پارچهٔ آب‌گرم تلفیقی گازسوز، دیگ چدنی مخصوص گرمایش مرکزی و آب‌گرم مصرفی، دیگ فولادی با ساختمان جوش شده مخصوص گرمایش مرکزی و تأمین آب‌گرم مصرفی، و پکیج‌های گازسوز گرمایش مرکزی نوع B۱۱ و B۱۱Bs مجهز به مشعل آتمسفریک، می‌باشند.

(۲) هرکدام از دیگ‌ها و پکیج‌ها باید طبق الزامات مندرج در یکی از استانداردهای مربوط که در "مبحث چهاردهم- مقررات ملّی ساختمان" آمده است، طراحی و ساخته شده باشند و دارای گواهی ساخت و آزمایش باشند.

ب) نصب

(۱) دیگ آب‌گرم یا بخار باید در موتورخانهٔ با درب و دسترسی مناسب و طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نصب گردد. علاوه بر این با توجه به منطقه بندی آتش ساختمان، دیوارها، سقف و کف باید مقاومت آتش کافی داشته باشد.

(۲) ظرفیت دستگاه و دیگر اطلاعات ضروری مرتبط، باید روی پلاک دستگاه که نمونه‌ای از آن در شکل (۱۴-۷-۴) آمده است، نقش شده باشد.

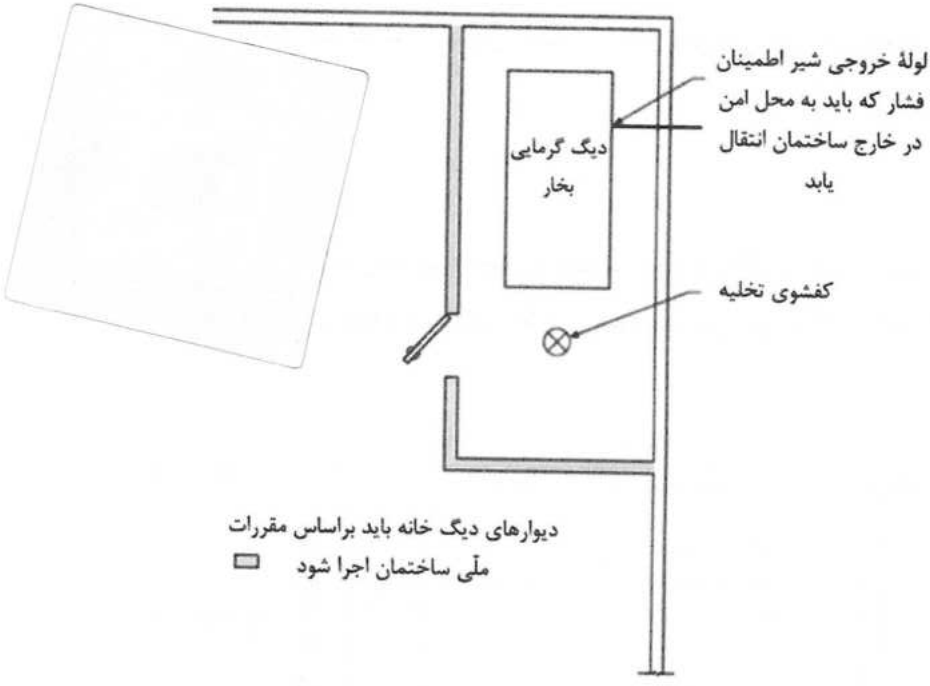

ABC BOILER CO.

READ INSTRUCTION MANUAL BEFORE START-UP

RATING	MBH		HORSEPOWER
MAX. WORKING PRESSURE - STEAM	PSIG	WATER	PSIG
HEATING SURFACE	SQ. FT.	CATALOG	
		ORDER	
MAX. FIRING RATE	MBH		
VALVE CAPACITY	LB. PER HR		

شکل (۱۴-۷-۴): نمونه‌ای از پلاک مشخصات دیگ‌های آب‌گرم و بخار

(۳) اتاقی که دستگاه در آن نصب می‌شود باید دارای کف‌شوی یا هر دهانهٔ تخلیهٔ مورد تأیید دیگر، مناسب برای تخلیهٔ آب دستگاه باشد. شکل (۱۴-۷-۵) را ملاحظه کنید.



شکل (۱۴-۷-۵): لزوم داشتن کف‌شوی برای دیگ‌خانه و تخلیهٔ شیر اطمینان دیگ بخار به فضای خارج

(۴) طراحان باید توجه کافی به تأمین هوای احتراق و پیش‌بینی دودکش مناسب براساس همین مبحث داشته باشند و لزوم تامین راه و درهای دسترسی مناسب را به معمار طراح اعلام نماید. این راهنما پیش‌بینی‌های لازم برای تامین نورگیری طبیعی موتورخانه را توصیه میکند.

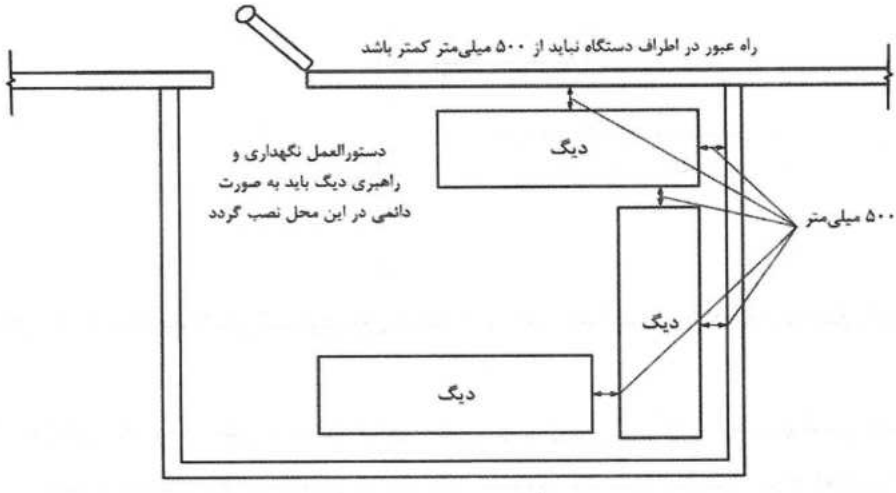
(۵) دستگاه باید روی فونداسیون (پی) مسطح و مقاوم برای تحمل وزن دستگاه در حالِ کار و توزیع این وزن بر سطح آن، سوار شود. پیِ دستگاه باید از جنس نسوختنی باشد مگر این‌که سازنده ترتیب دیگری را مشخص کرده باشد.

- یکی از نکاتی که در بازرسی نهائی و ارائه پلاک توسط سازمان مسئول کنترل می‌شود، ارائه راهکار عملی برای انتخاب مصالح و ساخت پیِ دستگاه توسط سازنده است که باید مورد توجه پیمانکار نصب باشد.
- چنان‌چه سطح محل نصب سوختنی باشد و نصب نوعی از دیگ توسط سازنده و مؤسسه بازرسی مجاز باشد، علاوه بر این‌که پیِ دستگاه باید از جنس نسوختنی باشد، برای جلوگیری از انتقال

گرمای تابشی باید فاصله لازم بین دستگاه و کف پیش‌بینی شود. این فاصله توسط سازنده مشخص می‌گردد.

پ) فاصلهٔ اطراف دستگاه

(۱) برای بازرسی، سرویس، تعمیر، تعویض و مشاهدهٔ لوازم اندازه‌گیری، باید در اطراف دستگاه، راه عبورِ بدون مانع با پهنای دست‌کم ۵۰۰ میلی‌متر، پیش‌بینی شود. شکل (۱۴-۷-۶) را ببینید.



شکل (۱۴-۷-۶): لزوم داشتن راه عبورِ بدون مانع دست‌کم ۵۰۰ میلی‌متر اطراف دستگاه

ت) فاصلهٔ ایمنی بالای دستگاه

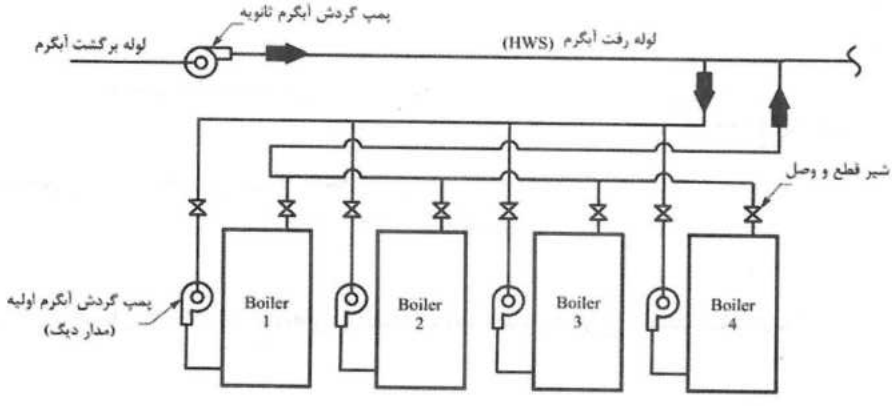
(۱) در قسمت بالای دیگ‌های گرمایی، بسته به ظرفیت آن‌ها، دریچه‌های بازدید آدم‌رو و بازشوهای لازم برای تمیز کردن کوره و تعمیرات وجود دارد. به همین جهت پیش‌بینی فاصله و فضای لازم برای دسترسی به این بازشوها الزامی است. در مقررات، کمینهٔ این فاصله‌ها به شرح زیر توصیه شده است که باید در نصب منظور گردد. چنان‌چه سازنده فواصل بیشتری را توصیه نماید، رعایت آن الزامی است.

- همچنین بسته به ابعاد و ارتفاع دستگاه، پیش‌بینی سکو و نردبان‌های دسترسی نیز برای دیگ آب‌گرم یا دیگ بخار لازم است. در ظرفیت‌های تجاری این تجهیزات به‌وسیلهٔ سازنده روی دیگ نصب می‌شود و در ظرفیت‌های بالا باید در محل نصب طراحی و ساخته شود.

ث) شیرها

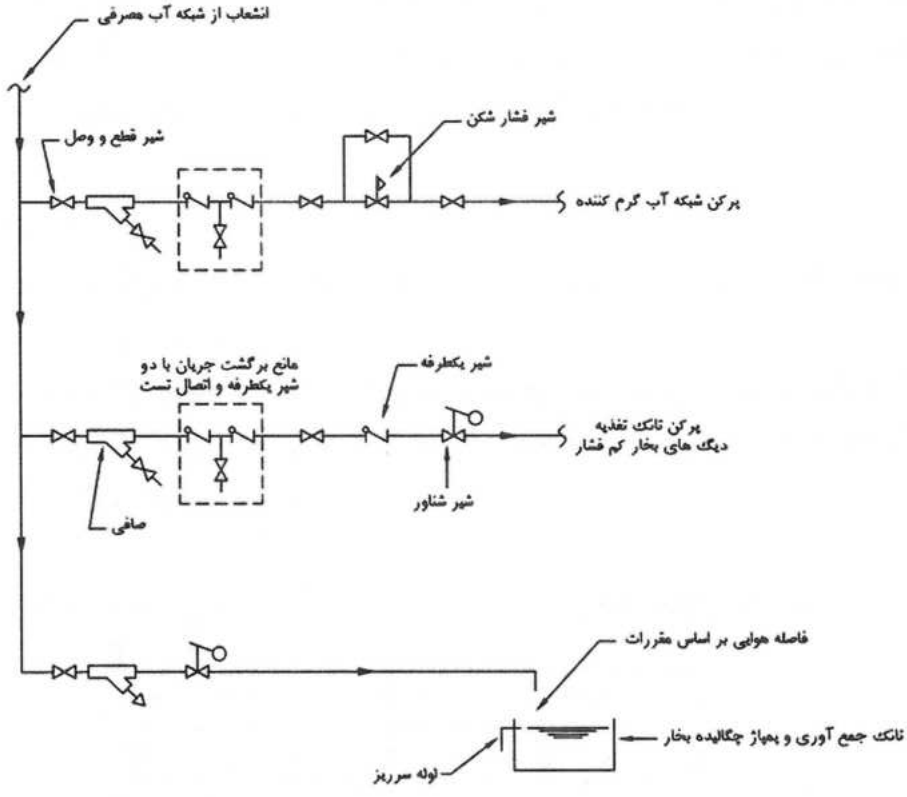
(۱) شیرهای قطع و وصل: این شیرآلات برای خارج کردن دیگ از مدار تأسیسات، به‌منظور تعمیر و سرویس آن، پیش‌بینی می‌شود.

- نصب شیر قطع و وصل بر روی لوله‌های ورودی و خروجی دیگ آب گرم یا بخار الزامی است. اگر تعدادی دیگ به صورت موازی قرارگیرند، هر یک از دیگ‌ها باید مطابق شکل (۱۴-۷-۷) دارای شیر قطع و وصل جداگانه باشند.



شکل (۱۴-۷-۷): لزوم داشتن شیر قطع و وصل جداگانهٔ دیگ‌های موازی

(۲) شیر تغذیهٔ آب دیگ: لولهٔ آب، از شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی ساختمان، باید با رعایت الزامات مندرج در "مبحث شانزدهم - تأسیسات بهداشتی" به سیستم تغذیهٔ آب دیگ متصل گردد. این اتصال باید مطابق شکل (۱۴-۷-۸) شامل شیر قطع و وصل، صافی و دو عدد شیر یکطرفه باشد تا از هرگونه ارتباط بین شبکه آب بهداشتی و تأسیسات آب گرم‌کننده جلوگیری شود.



شکل (۱۴-۷-۸): نمونه‌ای از اتصالات آب تغذیه به انواع مختلف سیستم‌ها

(۳) شیر تخلیهٔ سریع: دیگ بخار همواره با رسوب‌گیری ناشی از املاح، افزودنی‌های شیمیایی، ذرات حاصل از خوردگی سطوح فلزی لوله‌کشی‌ها و شیرآلات مواجه است. چنان‌چه این رسوبات به موقع تخلیه نشوند، می‌توانند سبب کاهش راندمان و عمر مفید کاری دیگ و تلفات انرژی گرمایی شوند. به همین جهت در دیگ‌ها شیر تخلیه سریع برای خارج کردن رسوبات پیش بینی می‌شود. بازشدن سریع این شیر سبب ایجاد جریان مکشی در سطح زیرین دیگ شده و این رسوبات را همراه خود تخلیه می‌کند. باز و بسته شدن سریع این شیر همچنین از تلفات ناخواسته بخار و انرژی جلوگیری می‌نماید.

۱۴-۷-۴ لوازم اندازه‌گیری روی دیگ‌ها

الف) دیگ آب گرم

(۱) برای نمایش فشار و دمای دیگ در کارکرد عادی، دیگ آب گرم باید مجهز به فشارسنج و دماسنج یا وسیلهٔ مشترک اندازه‌گیری فشار و دما باشد.

ب) دیگ بخار

(۱) دیگ بخار باید دارای فشارسنج باشد که فشار دیگ را در کارکرد عادی در مقیاس میانی آن، نشان دهد.

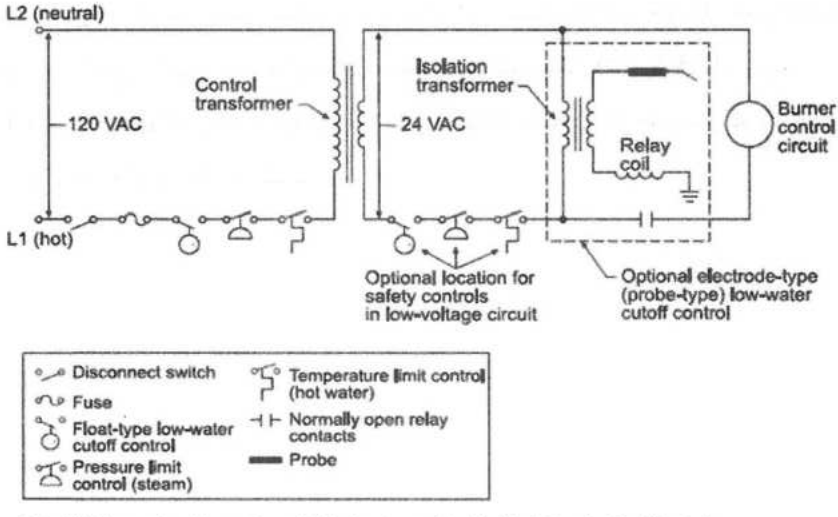
(۲) همچنین دیگ بخار باید مجهز به آب‌نما باشد. شیشهٔ آب‌نما باید طوری نصب شده باشد که تراز خط وسط آن برابر سطح آب دیگ در کارکرد عادی آن، باشد.

۱۴-۷-۵ کنترل سطح پایین آب دیگ

الف) دیگ آب‌گرم و دیگ بخار باید با کنترل سطح پایین آب حفاظت شود تا در صورت پایین‌تر رفتن سطح آب از تراز ایمنی سطح پایین دیگ، این کنترل به طور خودکار عمل احتراق را قطع نماید. تراز ایمنی پایین آب را سازندهٔ دیگ تعیین می‌کند. شکل (۱۴-۷-۹) را ببینید.

(۱) کنترل و سیم‌کشی‌های ارتباطی با مشعل دستگاه باید در کارخانه سازنده انجام شود. شکل (۱۴-۷-۱۰) را ملاحظه کنید.

شکل (۱۴-۷-۹): نمونه‌ای از وسیلهٔ کنترل سطح پایین آب دیگ بخار



Simplified sample wiring schematic for basic gas-fired boiler (Intended for illustrative purpose only depicting function of low-water cutoff controls)

شکل (۱۴-۷-۱۰): نمونه‌ای از سیم‌کشی کنترل سطح پایین آب دیگ

۱۴-۷-۶ شیر اطمینان

الف) کلیات

(۱) دیگ بخار، دیگ آب گرم و مخزن تحت فشار ذخیرهٔ آب‌گرم مصرفی باید با شیر اطمینان مناسب حفاظت شود.

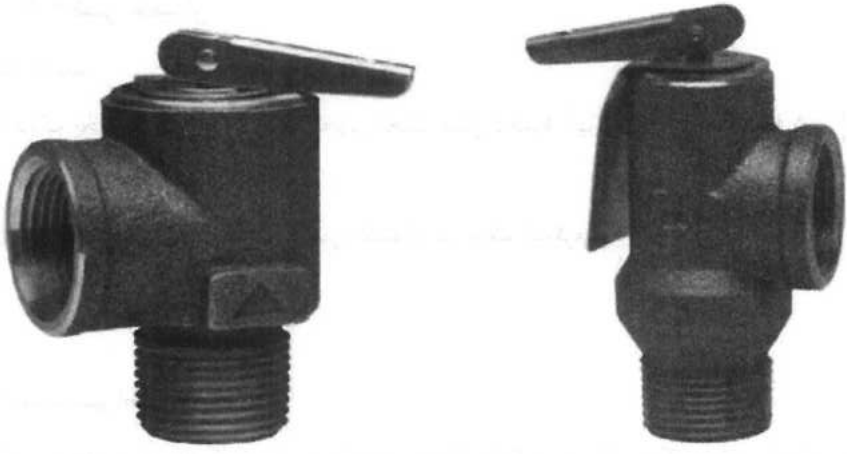
(۲) نمونه‌هائی از شیرهای اطمینان مورد استفاده در دیگ آب‌گرم و دیگ بخار در شکل (۱۴-۷-۱۱)، ارائه شده است.

ب) نصب شیر اطمینان

(۱) با توجه به این‌که کارکرد شیر اطمینان بیانگر اشکالی در کار دیگ یا آب گرم‌کن می‌باشد، نقطه انتهایی تخلیه باید برای تکنسین و یا بهره‌بردار قابل رؤیت باشد تا نسبت به رفع اشکال اقدام شود.

(۲) مطابق شکل (۱۴-۷-۵)، تخلیهٔ شیر اطمینان دیگ بخار باید از راه لوله‌ای به فضای خارج از ساختمان هدایت شود.

- با توجه به فشار و دمای بالای سیال خروجی این لوله باید از نظر فشار و دمای کار برای کاربرد مقاوم باشد
- در مواردی که بنا به دلایل ساختمانی طول لوله خروجی از حد معمول بیشتر می‌باشد، طراح باید این لوله را برای ظرفیت سیال خروج و افت فشار مسیر تخلیه اندازه‌گذاری نماید.
- دهانه خروج نباید در معرض یخ زدن قرارگیرد.



تصویر شیر اطمینان آبگرم　　تصویر شیر اطمینان بخار

شکل (۱۴-۷-۱۱): نمونه‌هائی از شیر اطمینان دیگ آب‌گرم و دیگ بخار

۱۴-۷-۷ لوازم کنترل و ایمنی

الف) دیگ آب‌گرم و دیگ بخار باید، علاوه بر شیر اطمینان و کنترل سطح پایین آب، مجهز به کنترل‌های کارکرد و ایمنی مختلفی که در "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی" به‌طور مفصل به آن‌ها پرداخته شده است، باشند.

۱۴-۷-۸ مخزن انبساط دیگ آب گرم

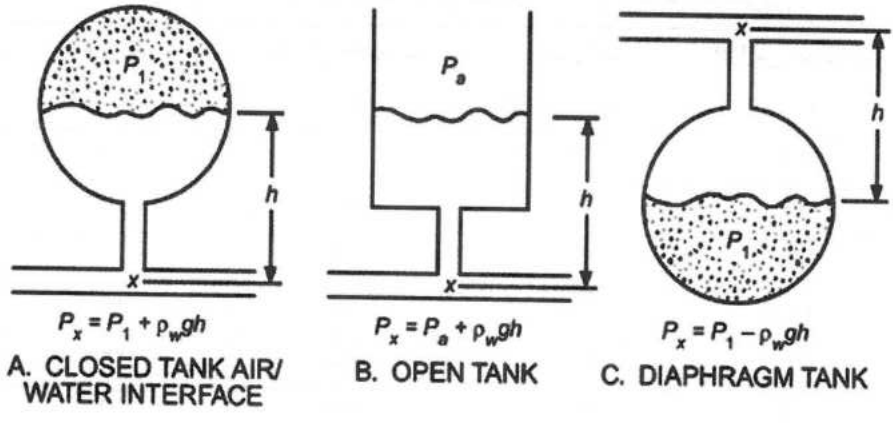
الف) کلیات

(۱) تأسیسات گرمائی با آب گرم سیستم هیدرولیک بسته‌ای است که وقتی از هوا کاملا تخلیه شود، هیچ‌گونه تراکم پذیری نخواهد داشت. بنابراین افزایش دمای سیستم، سبب انبساط حجم آب و بالا رفتن سریع فشار خواهد شد. این فشار یا باید از طریق شیر اطمینان تخلیه و یا با ترکیدگی بخشی از سیستم از روی تأسیسات برداشته شود. بدیهی است فعال شدن شیر اطمینان نمی‌تواند عملکردی صحیح برای تأسیسات باشد، چرا که شیر اطمینان باید فقط در

شرایط اضطراری و برای ایمنی بکار رود و علاوه بر این چنین کاربردی به مفهوم تلفات دائم آب و انرژی نیز خواهد بود.

برای جلوگیری از این امر، از یک مخزن با حجم مناسب برای جذب ازدیاد حجم آب در انبساط و برگشت آن به سیستم در زمان انقباض احتمالی استفاده می‌شود. به این مخزن، مخزن انبساط گفته می‌شود.

(۲) مخزن انبساط می‌تواند بصورت بسته یا باز به آتمسفر طراحی شود. شکل (۱۴-۷-۱۲) انواع مخازن انبساط را نشان می‌دهد.



شکل (۱۴-۷-۱۲): الف) مخزن‌انبساط بسته، ب) مخزن‌انبساط باز، پ) مخزن‌انبساط دیافراگمی

ب) مخزن انبساط باز

(۱) مخزن انبساط باز که به آتمسفر محیط راه دارد، در بالاترین قسمت سیستم نصب می‌شود. آب اضافی وارد مخزن شده و افزایش فشار سیستم با بالا رفتن آب در مخزن، مهار می‌شود. بدیهی است، سطح باز آب به هوای محیط سبب حل شدن دائمی هوای محیط در داخل سیستم شده و مخصوصاً در آتمسفر خورندهٔ شهرهای بزرگ، در کارکرد طولانی خطر خوردگی و پوسیدگی را در لوله‌کشی‌ها و اجزای سیستم درپی خواهد داشت. از این‌رو مخزن انبساط باز به ندرت در سیستم‌های جدید استفاده می‌شود. این راهنما طراحان را به کاربرد مخزن از نوع بسته توصیه می‌کند.

(۲) گنجایش مخزن انبساط باز

حجم مخزن انبساط باز باید دست‌کم برابر مقدار تغییر حجم آب سیستم در اثر تغییر دمای آب، باشد. معمولاً طراحان براساس دقت محاسباتی حجم آب سیستم، ضریب اطمینانی را نیز در نظر می‌گیرند تا علاوه بر جلوگیری از سرریز آب سیستم، خطای احتمالی ناشی از برآورد کم حجم آب، جبران گردد. منابع مختلف این ضریب را بین ۱/۵ تا ۲ برابر پیشنهاد می‌کنند. جدول (۱۴-۷-۱) را ملاحظه کنید.

جدول (۱۴-۷-۱): افزایش حجم آب در دماهای بالاتر از ۴ درجه سلسیوس

دمای آب (درجه سلسیوس)	افزایش حجم آب (٪)	دمای آب (درجه سلسیوس)	افزایش حجم آب (٪)
۳۸	۰٫۶	۱۳۵	۶٫۸
۵۲	۱٫۲	۱۵۰	۸٫۳
۶۶	۱٫۸	۱۶۲	۹٫۸
۸۰	۲٫۸	۱۷۵	۱۱٫۵
۹۳	۳٫۵	۱۹۰	۱۳
۱۰۷	۴٫۵	۲۰۰	۱۵
۱۲۰	۵٫۶		

مثال ۱: حجم مخزن انبساط باز را در یک سیستم گرمایی با حجم کلی ۱۶۰ لیتر و دمای کار ۹۳ درجه سلسیوس محاسبه کنید.

پاسخ: میزان افزایش حجم آب در دمای ۹۳ درجه سلسیوس از جدول ۳/۵ درصد است، با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ۲، حجم تانک برابر است با:

۱۶۰ × ۲ × ۰/۰۰۳۵ = ۱۱/۲ (لیتر)

پ) مخزن انبساط بسته

(۱) مخزن انبساط بسته با یک بالشتک هوا یا گاز، ناشی از جمع شدن هوای اولیه سیستم و افزایش آن در زمان کارکرد، بصورت دستی یا اتوماتیک و با هوای فشرده یا گاز نیتروژن، تغییرات فشار حاصل از انقباض و انبساط را جذب می‌کند. اشکال این مخزن در نوع تماس مستقیم آب با هوا یا گاز نیتروزن و انحلال تدریجی گاز در آب و نیاز مجدد تزریق گاز یا هوا به مخزن است. برای رفع این مشکل، مخزن را به یک غشای لاستیکی قابل انعطاف (دیافراگم) مجهز می‌کنند.

(۲) گنجایش مخزن انبساط بسته

حجم مخزن انبساط بسته، برای سیستم گرمایی با آب‌گرم، باید دست‌کم برابر مقداری که از رابطهٔ (۱۴-۷-۱) به دست می‌آید، باشد:

$$V_t = \frac{(0.000738T - 0.03348)V_s}{\left(\frac{P_a}{P_f}\right) - \left(\frac{P_a}{P_o}\right)} \qquad (۱۴-۷-۱)$$

در این رابطه،

V_t = حداقل گنجایش مخزن (مترمکعب)

V_s = حجم آب سیستم، بدون حجم مخزن انبساط (مترمکعب)

T = دمای متوسط سیستم گرمایی در حال کار (درجه سلسیوس)

P_a = فشار آتمسفر در محل نصب مخزن (کیلوپاسکال مطلق)

P_f = فشار سیستم در محل نصب مخزن، پس از پرکردن آب و پیش از راه اندازی (کیلوپاسکال مطلق)

P_o = حداکثر فشار کار سیستم در محل نصب مخزن در کارکرد عادی (کیلوپاسکال مطلق)

مثال ۲: حجم تانک انبساط بسته را در یک سیستم گرمایی با شرایط زیر تعیین کنید.

حجم آب سیستم: ۱۶۰ لیتر

دمای کار : ۹۳ درجه سلسیوس

فشار اتمسفر : ۱۰۰ کیلو پاسکال

فشار سیستم : ۸۲ کیلو پاسکال

حداکثر فشار کار : ۱۷۰ کیلوپاسکال

پاسخ: با استفاده از داده‌های مسئله،

$P_f = ۱۰۰ + ۸۲ = ۱۸۲$

$P_o = ۱۰۰ + ۱۷۰ = ۲۷۰$

$$V_t = \frac{(0.000738 * 93 - 0.033)160}{\left(\frac{100}{182}\right) - \left(\frac{100}{270}\right)}$$

بنابراین، حجم تانک انبساط بسته برابر ۳۲ لیتر می‌شود.

۸-۱۴ دستگاه‌های گرم کننده و خنک‌کنندهٔ ویژه

۱-۸-۱۴ کلیات

الف) دامنهٔ کاربرد

(۱) دستگاه‌های گرم‌کننده و خنک‌کنندهٔ ویژه که در این فصل به آن‌ها پرداخته می‌شود شامل انواع بخاری‌های با سوخت گاز، مایع و جامد یا برقی، آب‌گرم‌کن خانگی، کورهٔ هوای گرم، کولرهای گازی و آبی، گرم‌کنندهٔ سونا و شومینه، می‌باشند. الزامات این فصل طراحی، ساخت، نصب، بهره‌برداری، تعمیر و تغییر دستگاه‌های گرم‌کننده و خنک‌کنندهٔ ویژه را در بر دارد.

(۲) هرچند طرح و ساخت این دستگاه‌ها به‌وسیله کارخانجات سازنده انجام می‌شود و معمولاً کارشناس تأسیسات در آن نقشی ندارد ولی در جریان تهیه و نصب آن‌ها، کارشناس باید نسبت به بررسی فنی ساخت اقدام نماید و از رعایت استانداردهای مقرر شده در این فصل و همچنین آزمایش‌های عملکرد و ظرفیت و دارا بودن تاییدیه‌های ضروری، اطمینان یابد.

ب) نصب دستگاه‌ها

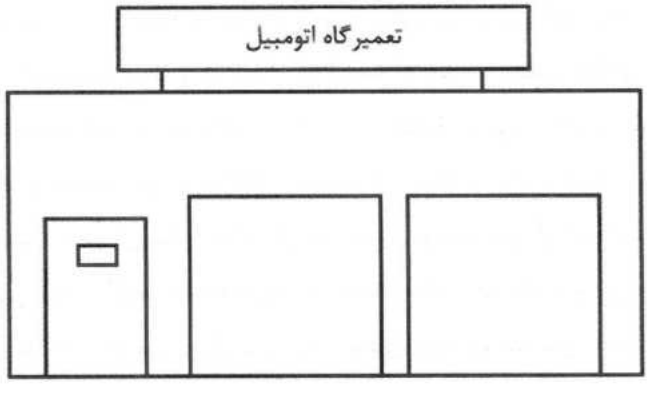
(۱) پس از انجام بررسی‌های فنی تدارک کالا، مهمترین موضوع رعایت الزامات نصب دستگاه‌ها می‌باشد. عدم رعایت نکات نصب دستگاه‌ها به‌خصوص دستگاه‌های با سوخت گاز، مایع و جامد، همواره می‌تواند خسارات جانی و مالی جبران ناپذیری را درپی داشته باشد.

(۲) در نصب دستگاه‌ها، بسته به مورد باید از الزامات سایر مباحث مقررات ملّی ساختمان هم‌چون «مبحث سیزدهم، طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها»، «مبحث شانزدهم، تأسیسات

بهداشتی» و «مبحث هفدهم، لوله‌کشی گاز طبیعی» استفاده کرد. همچنین استفاده از سایر فصول مبحث حاضر از جمله فصل‌های یازدهم و دوازدهم نیز در بعضی موارد لازم است.

پ) محدودیت کاربری و نصب

(۱) به‌عنوان یک نکته کلیدی، نصب دستگاه‌های گرم‌کنندهٔ با سوخت گاز، مایع و جامد در فضاهای با خطر، نظیر تعمیرگاه‌ها، کارگاه‌های رنگ و نقاشی و فضاهایی که دارای آتمسفر حاوی گازهای قابل اشتعال، الیاف و غبارهای سوختنی می‌باشند، ممنوع است. این موضوع به‌ویژه در مورد بخاری‌های با سوخت جامد حایز اهمیت است؛ چرا که سوخت گاز یا مایع با کنترل خودکار قابل قطع است ولی تنها راه توقف کارکرد بخاریِ با سوخت جامد، قطع هوای احتراق است که تقریبا امکان ناپذیر می‌باشد. شکل (۱۴-۸-۱) را ملاحظه کنید.



نصب دستگاه‌های با سوخت جامد در تعمیرگاه‌های اتومبیل و فضاهای با خطر ممنوع است

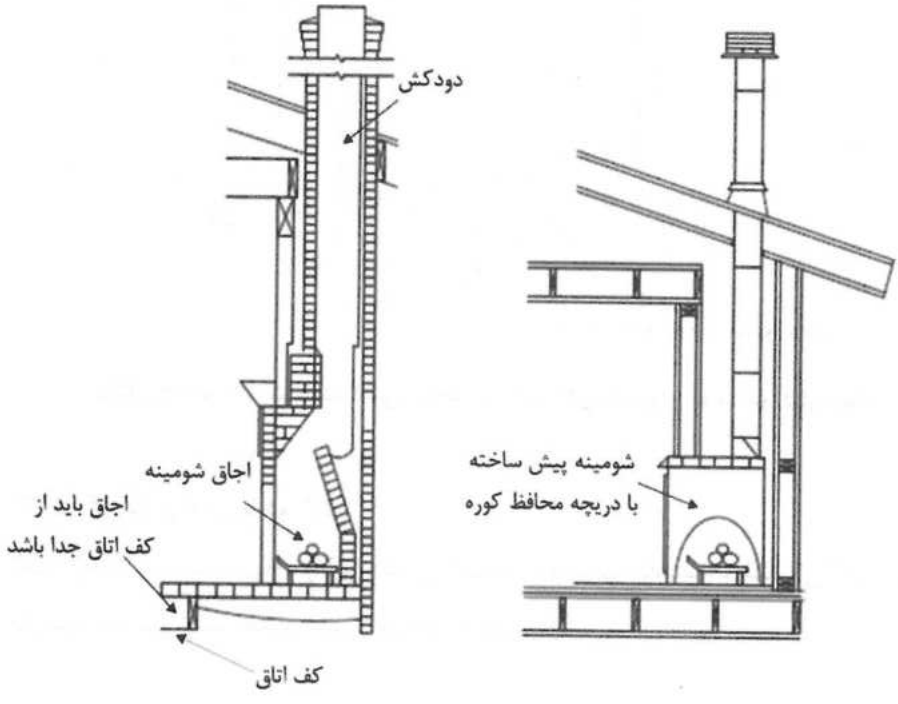
شکل (۱۴-۸-۱): ممنوعیت نصب دستگاه‌های گرمائی در فضاهای باخطر

ت)تأمین هوای احتراق

تأمین هوای احتراق دستگاه‌های گرمائی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این‌کار باید طبق الزامات مندرج در "فصل نهم- تأمین هوای احتراق" انجام شود.

۱۴-۸-۲ شومینهٔ با سوخت جامد

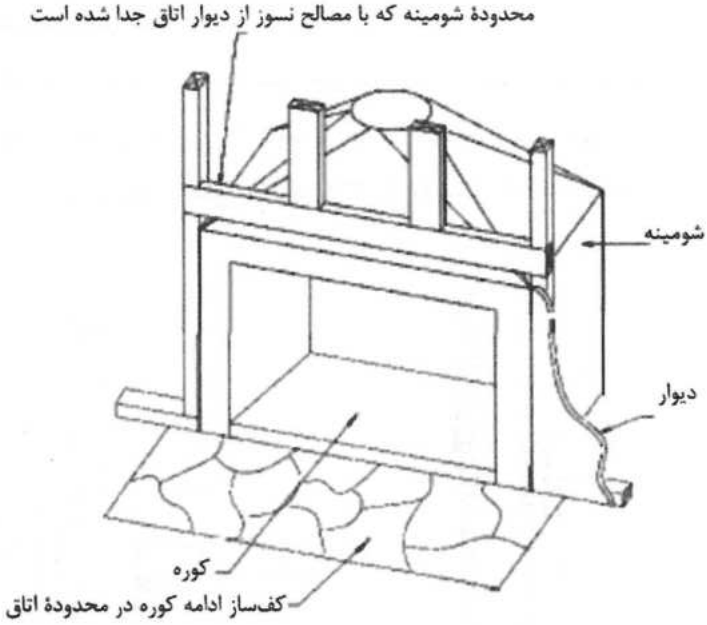
الف) رعایت الزامات مندرج در مباحث سوم، چهارم و پنجم از مقررات ملّی ساختمان، در طراحی و ساخت شومینهٔ با مصالح بنائی و با سوخت جامد، ضروری است. نمونه‌ای از هر دو شومینهٔ پیش‌ساخته و شومینهٔ با مصالح بنائی در شکل (۱۴-۸-۲) نشان داده شده است.



شکل (۱۴-۸-۲): شومینهٔ پیش‌ساخته و شومینهٔ با مصالح بنائی

۱۴-۸-۳ شومینهٔ گازی

الف) نمونه‌ای از شومینهٔ گازی ساخته شده در کارخانه برای نصب در کنار دیوار در شکل (۱۴-۸-۳) نشان داده شده است.



شکل (۱۴-۸-۳): شومینهٔ گازی ساخته شده در کارخانه برای نصب در کنار دیوار

۱۴-۸-۴ بخاری نفتی با دودکش

الف) رعایت الزامات مندرج در این بند از "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی" در رابطه با طراحی، ساخت و نصب بخاری نفتی با دودکش، ضروری است.

۱۴-۸-۵ بخاری گازی با دودکش

الف) طراحی و ساخت بخاری گازی با دودکش نه تنها باید طبق الزامات استاندارد ملّی ۱-۱۲۲۰ انجام گیرد، بلکه باید الزامات استاندارد ملّی تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی ۲-۱۲۲۰، را نیز برآورده ساخته و بخاری علاوه بر علامت استاندارد، دارای برچسب انرژی نیز باشد.

(۱) به منظور تأمین ایمنی لازم، بخاری گازی با دودکش باید مجهز به کنترل‌های مختلف شامل کنترل اطمینان وجود شعله، کنترل خودکار قطع گاز، و شیر قطع و وصل دستی باشد.

۱۴-۸-۶ بخاری گازی بدون دودکش

الف) به‌دلیل این‌که محصولات احتراقِ بخاری گازی بدون دودکش در فضای اطاق منتشر می‌شود، استفاده از آن خطرناک است و باید با احتیاط کامل صورت گیرد. از این‌رو، در واحد مسکونی نباید از این نوع بخاری به‌عنوان تنها وسیلهٔ گرمایی موجود استفاده نمود. به عبارت دیگر، در واحد مسکونی باید دستگاه گرمائی دائمی از نوع دیگر هم‌چون بخاری گازی با دودکش یا رادیاتور باشد و از بخاری گازی بدون دودکش، در موارد اضطراری و بطور موقت استفاده گردد.

(۱) علاوه بر ممنوعیت‌های مقرر در مورد نصب دستگاه‌های گرمائیِ با سوخت گاز، جامد و مایع، در فضاهای با خطر هم‌چون فضای داخلی ساختمان‌های عمومی، نصب بخاری گازی بدون دودکش در فضای اتاق خواب، حمام، توالت، دستشویی و انباریِ
واحدهای مسکونی ممنوع است.

ب) در صورتی‌که نفوذ و ورود هوای تازه به داخل اتاق کافی نباشد، انتشار گازهای ناشی از احتراق سوخت در فضای اتاق، باعث می‌شود که نسبت اکسیژن داخل هوای اطاق کاهش یافته و علاوه بر تهدید سلامتی ساکنان، فرایند احتراق سوخت بخاری را نیز با مشکل مواجه سازد. بنابراین بخاری گازی بدون دودکش باید به کنترل وجود حداقل مقدار اکسیژن مجهز باشد، تا در صورت کاهش نسبت اکسیژن در هوای محیط از میزان تعیین شده در کارخانهٔ سازنده، جریان ورود گاز به دستگاه به طور خودکار قطع شود. این کنترل باید در کارخانه تنظیم گردد و امکان تغییر یا تنظیم[1] مجدد توسط بهره‌بردار نداشته باشد. مقدار نسبت اکسیژن به هر حال نباید کمتر از ۱۸ درصد باشد.

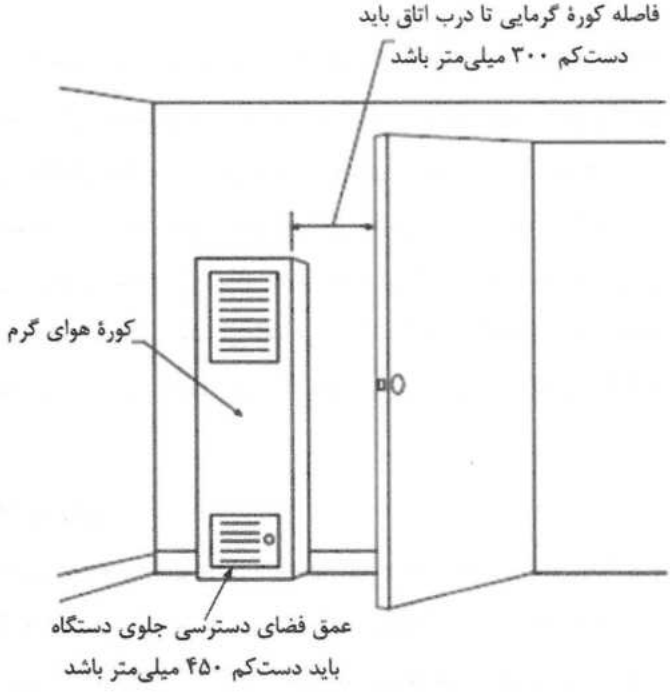
۱۴-۸-۷ بخاری برقی

الف) در طراحی و ساخت بخاری برقی با نصب ثابت نه تنها باید الزامات مندرج دراستاندارد ANSI/UL ۴۹۹ رعایت شود، بلکه باید الزامات استاندارد ملّی تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی ۲-۷۳۴۲، نیز برآورده شود و بخاری علاوه بر علامت استاندارد، دارای برچسب انرژی نیز باشد.

ب) باتوجه به خطرآفرین بودن زیاد بخاری برقی، الزامات ایمنی و کنترلی مقرر در این بند از "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی" باید در مورد آن دقیقاً رعایت شود و نصب این نوع بخاری باید با رعایت الزامات مندرج در "مبحث سیزدهم، طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها" انجام شود.

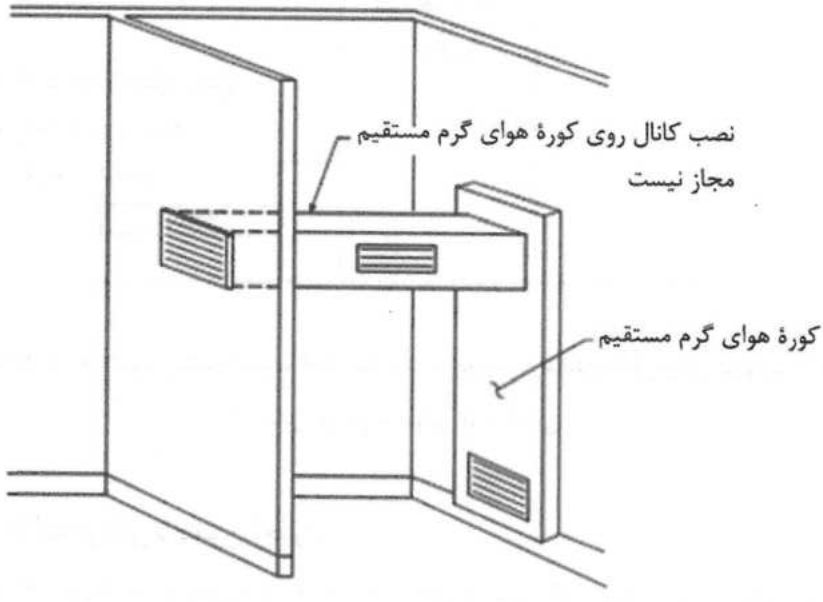
۱۴-۸-۸ کورهٔ هوای گرم مستقیم

الف) فاصلهٔ کورهٔ هوای گرم تا دیوارها، هر نوع پرده و یا جدارهٔ سوختنی (مانند درب اتاق) نباید کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد. فضای دسترسی در جلو دستگاه و محل مشعل و تابلوی کنترل باید دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متر باشد. فاصلهٔ قسمت زیرین کوره تا کف باید دست‌کم ۱۵۰ میلی‌متر باشد. شکل (۱۴-۸-۴) را ببینید.



شکل (۱۴-۸-۴): لزوم رعایت فاصلهٔ مجاز کورهٔ هوای گرم تا دیوارها، پرده و جداره‌های سوختنی

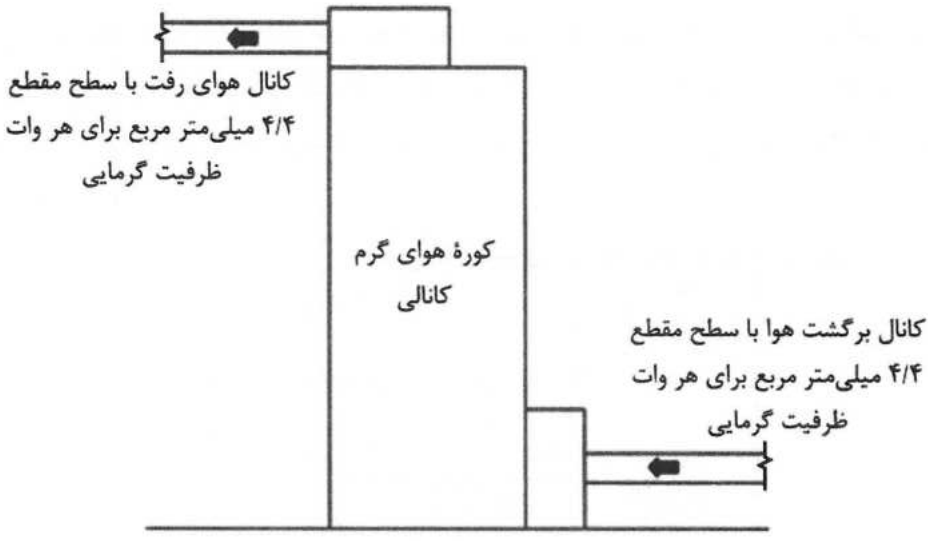
ب) نکته مهم در مورد کوره هوای مستقیم این است که مطلقاً نباید به آن کانال هوای رفت یا برگشت متصل شود. چرا که افت فشار ایجاد شده در این کانال، باعث کاهش هوادهی هواکش کوره می‌شود. کاهش میزان هوادهی دستگاه، سبب گرم شدن بیش از حد کوره شده و می‌تواند موجب سوختن و فرسودگی تدریجی پوستهٔ کوره و در نهایت وقوع آتش سوزی گردد. شکل (۱۴-۸-۵) را مشاهده کنید.



شکل (۱۴-۸-۵): ممنوعیت اتصال کانال به دریچه هوای رفت یا برگشت کوره هوای گرم مستقیم

۱۴-۸-۹ کورهٔ هوای گرم کانالی

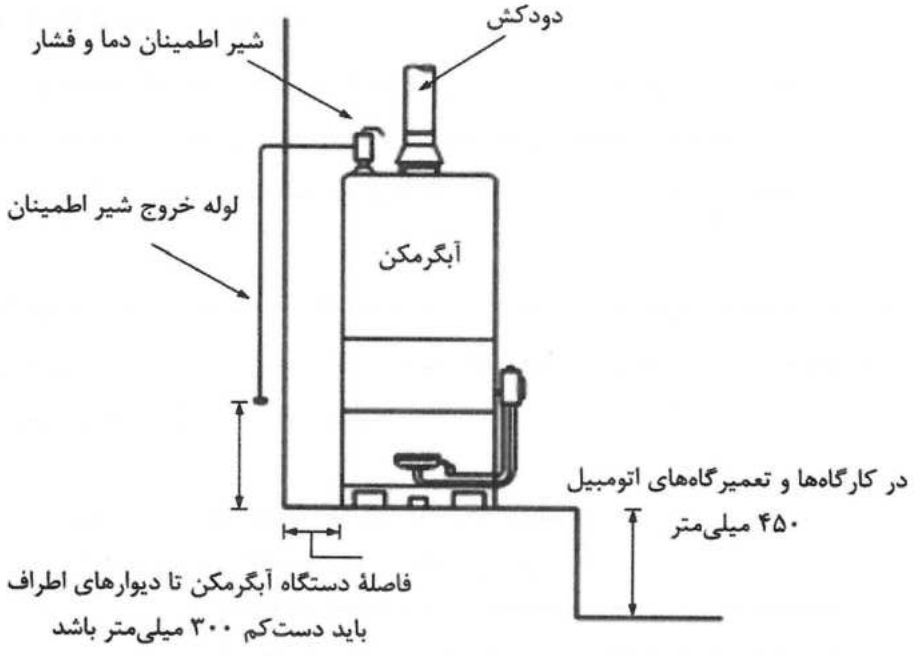
الف) در کورهٔ هوای گرم کانالی، سطح مقطع آزاد و بدون مانع کانال‌های هوای تازه، رفت و برگشت، برای هر وات ظرفیت گرمایی کوره، نباید از ۴/۴ میلی‌متر مربع کمتر باشد. پیش بینی و نصب کانال با سطح مقطع کمتر، سبب کاهش هوادهی هواکش و گرم شدن بیش از حد کوره شده و می‌تواند موجب سوختن و فرسودگی تدریجی پوستهٔ کوره و در نهایت وقوع اتش سوزی شود. شکل (۱۴-۸-۶) را ببینید.



شکل (۱۴-۸-۶): لزوم رعایت کمینهٔ ۴/۴ میلی‌متر مربع سطح مقطع کانال برای هر وات ظرفیت گرمائی در کورهٔ هوای گرم کانالی

۱۴-۸-۱۰ آب گرم‌کن با مخزن ذخیره

الف) آب گرم‌کن با مخزن ذخیره، بسته به نوع سوخت یا انرژی که مصرف می‌کند، باید طبق یکی از استانداردهای مندرج در "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی"، طراحی و ساخته شده باشد. آب گرم‌کن باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده نصب گردد و فاصلهٔ آن با دیوارهای اطراف باید دست‌کم ۳۰۰ میلی‌متر باشد. شکل (۱۴-۸-۷) را ملاحظه نمائید.



شکل (۱۴-۸-۷): ویژگی‌های نصب آب گرم‌کن با مخزن ذخیره

۱۴-۸-۱۱ آب گرم‌کن گازی فوری بدون مخزن ذخیره

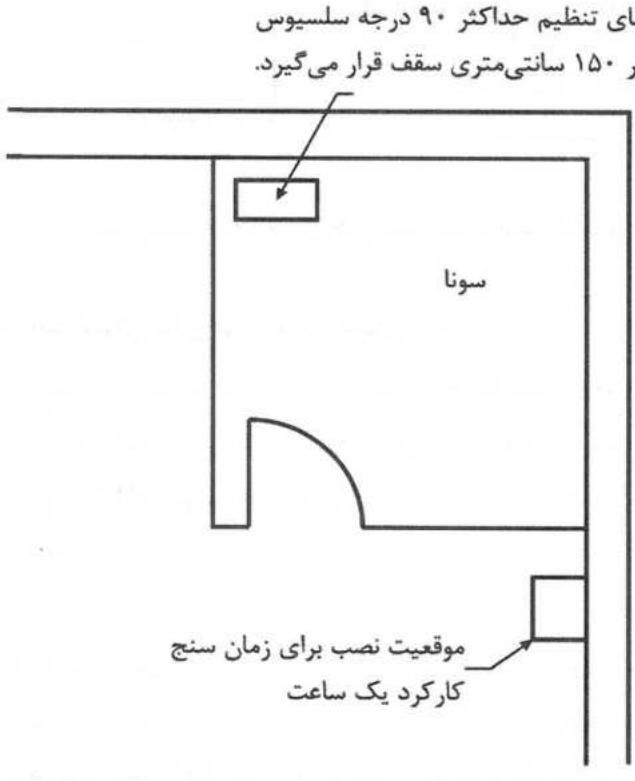
الف) در طراحی و ساخت آب گرم‌کن گازسوز فوری نه تنها باید الزامات مندرج در استاندارد ملّی ۱۸۲۸ رعایت شود، بلکه باید الزامات استاندارد ملّی تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی ۲-۱۸۲۸، نیز برآورده شده و آب گرم‌کن علاوه بر علامت استاندارد، دارای برچسب انرژی نیز باشد.

ب) باتوجه به خطرآفرین بودن زیاد آب گرم‌کن گازی، الزامات ایمنی و کنترلی مقرر در این بند از "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی" باید در مورد آن دقیقاً رعایت شود و نصب این نوع آب گرم‌کن باید طبق دستورالعمل کارخانهٔ سازنده و رعایت استانداردهای "شرکت ملّی گاز ایران"، انجام شود.

۱۴-۸-۱۲ گرم‌کنندهٔ برقی سونا

الف) گرم‌کنندهٔ باید مطابق شکل (۱۴-۸-۸) دارای ترموستات مخصوصی باشد که علاوه بـر کنتـرل دمای دلخواه، حداکثر دما را به میزان ۹۰ درجهٔ سلسیوس محدود کند. چنانچه ترموستات جزئی از گرم‌کننده نباشد، حسگر ترموستات باید در فاصلهٔ ۱۵۰ میلی‌متری از سقف اتاق نصب گردد.

ب) گرم‌کننده برقی سونا باید به یک زمان‌سنج که در خارج از اتاق سونا نصب شود، مجهز باشد. این زمان‌سنج پس از هر بار روشن شدن، حداکثر یک ساعت کار می‌کند و سپس به صورت خودکار خاموش می‌شود. شکل (۱۴-۸-۸) را ببینید.



شکل (۱۴-۸-۸): موقعیت نصب ترموستات و زمان‌سنجِ گرم‌کننده برقی سونا

۱۴-۸-۱۳ کولرگازی

الف) در طراحی و ساخت کولرهای گازی پنجره‌ای و اسپیلیت دو تکه باید استانداردهای ملّی زیر رعایت گردد:

(۱) استاندارد ملّی ۶۰۱۶: ویژگی‌های عملکردی؛

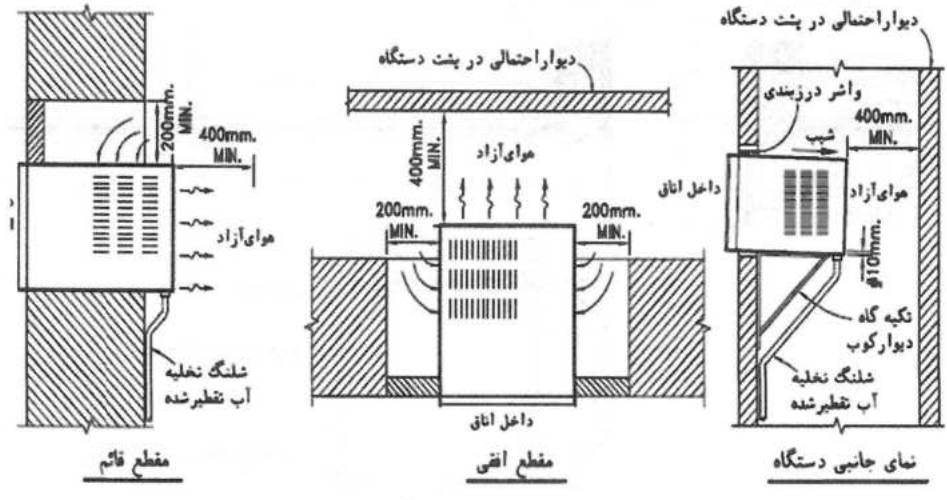
(۲) استاندارد ملّی ۴۰-۲-۱۵۶۲: ایمنی برقی؛

(۳) استاندارد ملّی ۲-۶۰۱۶: معیار مصرف انرژی (کولر گازی پنجره‌ای)؛

(۴) استاندارد ملّی ۱۰۶۳۸: معیار مصرف انرژی (کولر اسپیلیت)؛

(۵) استاندارد ملّی ۶۹۴۲: ویژگی‌های عملکردی (کولر گازی کانال‌دار).

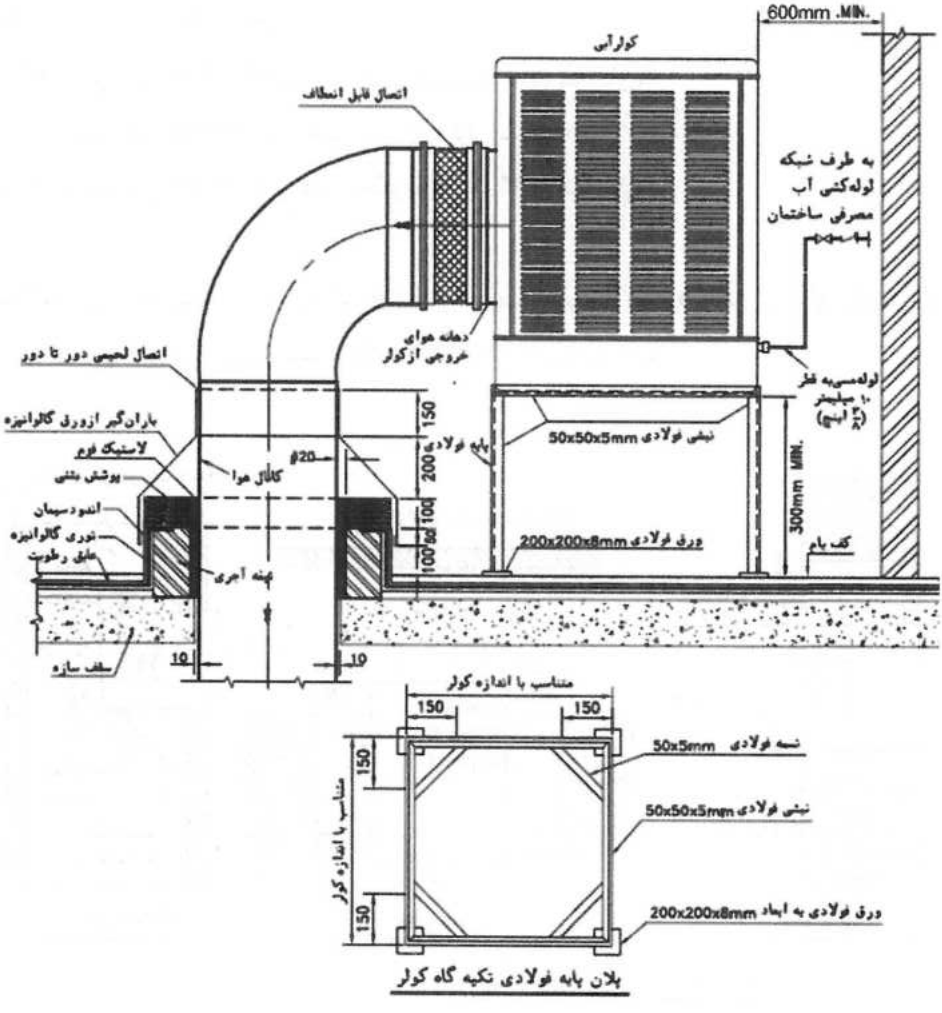
ب) کولرگازی باید براساس توصیهٔ کارخانهٔ سازنده نصب شود و همهٔ قطعات آن برای بازبینی و تعمیرات، به‌راحتی در دسترس باشد. شکل (۱۴-۸-۹) را مشاهده کنید.



شکل (۱۴-۸-۹): نصب کولر گازی پنجره ای

۱۴-۸-۱۴ کولر آبی

الف) کولر آبی باید براساس دستورالعمل کارخانهٔ سازنده و با رعایت الزامات مقرر در "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی" نصب شود. شکل (۱۴-۸-۱۰) را ملاحظه کنید.



شکل (۱۴-۸-۱۰): کولر آبی و جزئیات نصب آن

۱۴-۹ تأمین هوای احتراق

۱۴-۹-۱ کلیات

الف) دامنهٔ کاربرد

(۱) در تأسیسات مکانیکی ساختمان، برای تأمین هوای لازم و کافی برای عملکرد صحیح دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز که برای گرم یا خنک کردن فضاهای داخل ساختمان و یا تهیهٔ آب گرم مصرفی ساختمان نصب می‌شوند، باید الزامات این فصل از مقررات رعایت گردد.

- دستگاه‌های گرمایی با انواع سوخت جامد به علت گوناگونی ترکیبات و شرایط متفاوت فشار و دمای احتراق و نیاز به هوای اضافی بیشتر سوخت‌های جامد و هم‌چنین عدم کاربری آن‌ها در تأسیسات مکانیکی ساختمان، شامل مقررات این فصل نیستند. در این راهنما منظور از دستگاه گرمایی، دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز می‌باشند.

(۲) در طراحی سیستم تأمین هوای احتراق، نخست لازم است اطلاعات فنی دستگاه (دستگاه‌های) مورد نظر جمع‌آوری شده و توصیه‌های کارخانه سازنده برای محل و موقعیت مناسبِ نصب، بررسی شود و سپس با تطابق آن با مقررات و با هماهنگی با طراح ساختمان، نسبت به موقعیت بهینهٔ محل نصب تصمیم‌گیری شود.

ب) لزوم تامین هوای احتراق

(۱) احتراق کامل انواع سوخت، عامل اصلی کارکرد مناسب دستگاه‌های گرمایی در راندمان بالا و کاهش آلاینده‌های مضر زیست محیطی است. از این‌رو تأمین اکسیژن کافی برای تکمیل فرایند

احتراق الزامی است. عدم هوارسانی کافی، سبب احتراق ناقص و تولید گاز و آلاینده‌های مضر برای سلامت انسان و طبیعت و تلفات سوخت و انرژی خواهد بود. محصولات ناشی از احتراق ناقص، سمی، خورنده و قابل انفجار بوده و می‌تواند سبب کار نکردن مناسب دستگاه‌های گرمایی و در نتیجه ایجاد آتش سوزی و خطرات جانی و مالی برای افراد گردد.

(۲) تامین هوای احتراق علاوه بر تکمیل فرایند سوخت، موجب تعویض هوای فضای نصب، حفظ سطح اکسیژن تنفسی ساکنان، خنک شدن بدنهٔ بیرونی دستگاه و ایجاد اثر دودکشی کافی برای تخلیه گازهای حاصل از احتراق و جلوگیری از پس زدن آن‌ها در ساختمان می‌شود.

(۳) براساس تجارب و اطلاعات آماری موجود، متأسفانه همواره بیشترین حوادث جانی به ویژه در زمستان‌ها که کاربرد تأسیسات گرمایی افزایش می‌یابد، ناشی از کافی نبودن هوای احتراق، انتشار گاز مونو اکسیدکربن و سایر گازهای سمی، گزارش شده و نشانگر عدم توجه کافی مهندسان طراح به این اصل است. توجه کافی در جریان طراحی می‌تواند ضمن پیشگیری از موارد گفته شده از پیچیدگی‌های سیستم در ارتباط با کارهای معماری و سازه ساختمان کاسته و مثلاً در پیش‌بینی بازشوها و نیازهای ساختمانی، طرح به‌صورت یک‌پارچه وکارآمد تهیه شود.

(۴) بنابراین هر بخش از ساختمان که در آن دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز، مانند دیگ آب‌گرم، دیگ بخار، کورهٔ هوای‌گرم، آب گرم‌کن و دستگاه‌های مشابه، نصب می‌شود، باید به مقدار لازم و کافی هوا برای احتراق دریافت کند.

- باید توجه شود که در صورت نصب چند دستگاه گرمایی در یک فضا، باید هوای احتراق برای کارکرد هم‌زمان همهٔ دستگاه‌ها محاسبه و از پیش بینی هر نوع ضریب هم‌زمانی پرهیز شود.

(۵) نصب دستگاه‌های گرمایی در فضای کاملاً بسته و بدون پیش‌بینی برای دریافت هوای احتراق، به طورکلی ممنوع است.

پ) منابع غیر مجاز

(۱) تأمین هوای احتراق از فضاهایی که در آن‌ها گازهای خطرناک، بخارهای قابل اشتعال، گردوغبار و ذرات مواد جامد وجود داشته یا انتشار می‌یابد، مجاز نیست. همچنین استفاده از موتورخانهٔ

تبرید ساختمان (غیر از تبرید جذبی)، حمام، توالت، انباری و فضایی که احتمال سیل گرفتگی دارد، برای تأمین هوای احتراق ممنوع است.

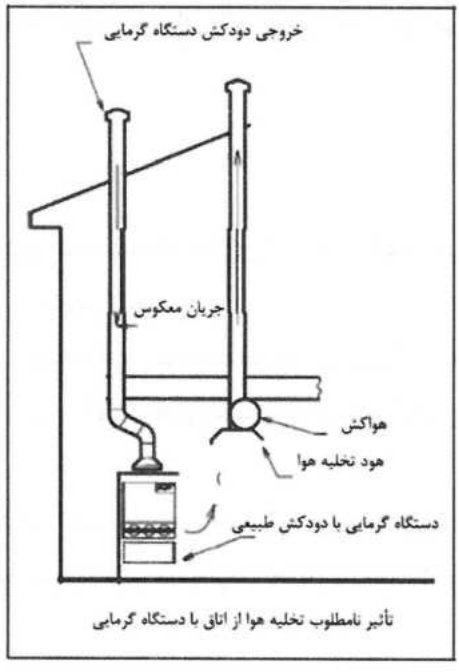
ت) اختلال در تأمین هوای احتراق

(۱) در فضایی که در آن دستگاه گرمایی نصب می‌شود، نباید دستگاه دیگری که جریان انتقال هوا را مختل می‌کند، نصب شود. شکل (۱۴-۹-۱) را مشاهده کنید.

- اگر در این فضا دستگاه دیگری نصب می‌شود، سیستم تأمین هوا باید طوری طراحی شود که مکش هوا برای آن دستگاه موجب جریان معکوس یا کمبود هوای مورد نیاز دستگاه گرمایی نشود. شکل (۱۴-۹-۱) را ببینید.
- اگر در فضای نصب دستگاه با سوخت مایع یا گاز هواکش نصب می‌شود، تخلیهٔ هوای این مکنده نباید در جریان هوای احتراق اختلالی ایجاد کند یا جهت جریان هوا را معکوس‌کند. شکل (۱۴-۹-۲) را ملاحظه کنید.

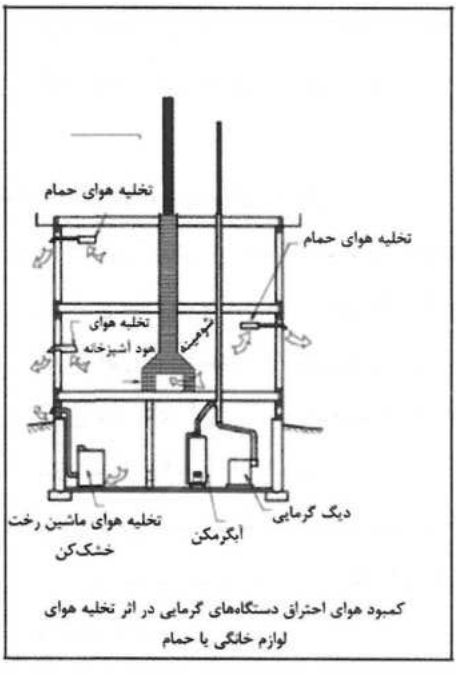
ث)تأمین هوای احتراق از کانال زیر کف

(۱) از کانال زیر کف می‌توان هوای احتراق مورد نیاز فضایی که دستگاه گرمائی در آن نصب می‌شود را تأمین کرد. در این صورت باید ضمن رعایت دقیق الزامات مقرر در "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی"، فضای کانال با بازشوی دایمی، مستقیماً به هوای آزاد بیرون مربوط باشد. شکل (۱۴-۹-۳) را ملاحظه کنید.



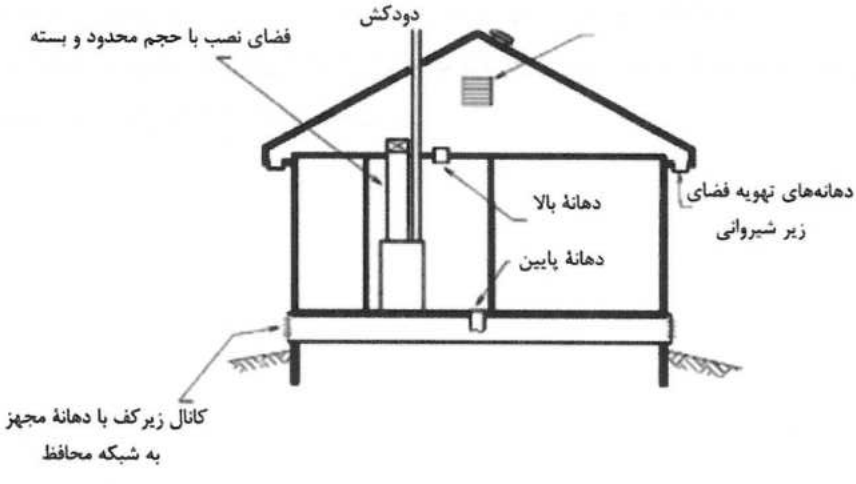
تأثیر نامطلوب تخلیه هوا از اتاق با دستگاه گرمایی

شکل (۱۴-۹-۱): نصب غیرمجاز دودکش



کمبود هوای احتراق دستگاه‌های گرمایی در اثر تخلیه هوای لوازم خانگی یا حمام

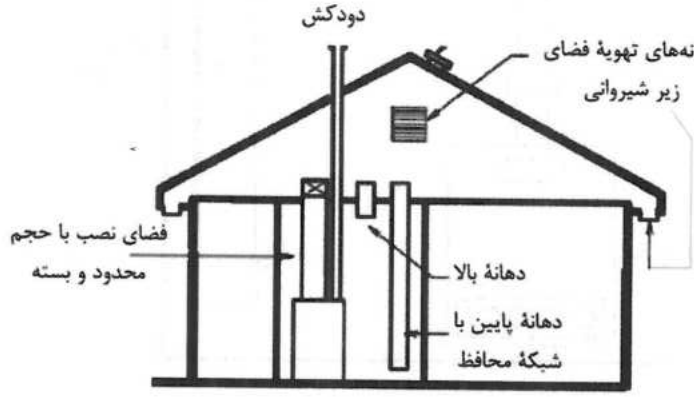
شکل (۱۴-۹-۲): اختلال در هوای احتراق



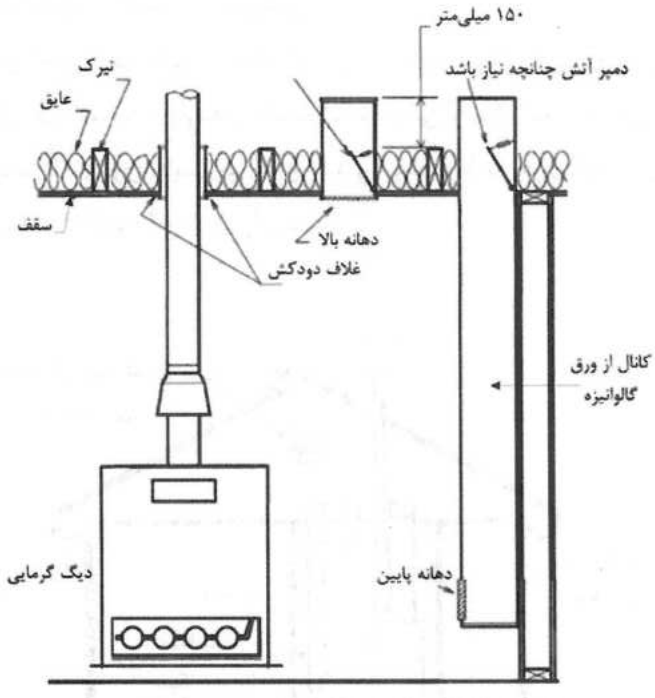
شکل (۱۴-۹-۳): تأمین هوای احتراق از کانال زیرِ کف

ج) تأمین هوای احتراق از فضای زیر شیروانی

(۱) تأمین هوای احتراق مورد نیاز دستگاه گرمائی از فضای زیر شیروانی ساختمان، با رعایت دقیق الزامات مقرر در "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی"، مجاز است. در این صورت فضای زیر شیروانی باید با بازشوی دایمی و بسته نشدنی، مستقیماً به هوای آزاد بیرون مربوط باشد. شکل‌های (۱۴-۹-۴) و (۱۴-۹-۵) را ببینید.



شکل (۱۴-۹-۴): تأمین هوای احتراق از فضای زیر شیروانی



شکل (۱۴-۹-۵): حفاظت بازشوها در سقف کاذب

۱۴-۹-۲ تأمین هوای احتراق از داخل ساختمان

الف) فضای با درزبندی معمولی

(۱) یادآوری- تعریف ساختمان با درزهای معمولی: ساختمانی که با مصالح معمولی بنا شده باشد و درزبندی جدارهای خارجی آن، امکان تعویض هوای طبیعی به میزان دست‌کم نصف حجم فضا در ساعت، را فراهم کند.

(۲) در ساختمان‌های با درزبندی معمولی، که فضای نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز بیش از یک مترمکعب برای هر ۲۰۰ وات (۱۷۷ کیلوکالری در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها حجم دارد، هوای احتراق مورد نیاز دستگاه‌ها صرفاً با تعویض هوای طبیعی و نفوذ هوا به داخل آن فضا، تأمین خواهد شد.

(۳) براساس تعریف ساختمان با درزهای معمولی در بند (۱)، معیار مذکور در بند (۲) براساس محاسبات زیر تعریف شده است:

- سوخت مورد نظر: گاز متان خالص با ارزش گرمایی ۳۷۲۵۳ کیلو ژول بر مترمکعب

رابطه تئوری احتراق:

$$CH_4+2O_2=CO_2+2H_2O$$

با توجه به تأمین اکسیژن از هوا و نسبت بیست در صدی اکسیژن در آن، هر مترمکعب متان به ۱۰ مترمکعب هوا نیاز دارد که با افزایش آن به میزان ۲/۵ برابر برای رقیق‌سازی و تأمین مکش دودکش، به ۲۵ مترمکعب افزایش می‌یابد. با احتساب ۰/۵ بار تعویض هوا در ساعت برای تأمین این مقدار هوا (درزبند معمولی)، حجم فضای محل نصب دستگاه با ظرفیت ۳۷۲۵۰ کیلوژول در ساعت (۱۰۰۰۰ وات) باید دست کم ۵۰ مترمکعب باشد. (یک مترمکعب برای هر ۲۰۰ وات).

مثال۱: مطابق شکل (۱۴-۹-۶)، در یک اتاق به ابعاد ۱۵۲۴۰×۹۱۴۴×۲۴۳۸ میلی‌متر، ۳ دستگاه گرمایی به ظرفیت ۲۹۳۱۰، ۱۱۷۲۴ و ۵۸۶۲۳ وات نصب شده است. چنان‌چه ساختمان با کیفیت درزبندی معمولی ساخته شده باشد، آیا هوای احتراق از داخل تأمین می‌شود؟

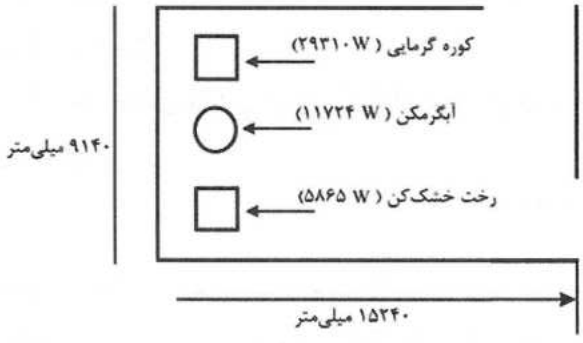
پاسخ: ظرفیت گرمایی کل دستگاه‌ها جمعاً ۹۹۵۶۷ وات یا تقریبا ۱۰۰۰۰۰ وات می‌باشد. بنابراین حجم فضای لازم برای تأمین هوای احتراق:

۱۰۰۰۰۰/۲۰۰=۵۰ (مترمکعب)

از طرف دیگر، حجم اتاق نصب برابر است با:

۱۵/۲۴۰×۹/۱۴۴×۲/۴۳۸=۷۴/۳۳۹ (مترمکعب)

بنابراین حجم اتاق تکافوی تأمین هوای احتراق را می‌نماید.

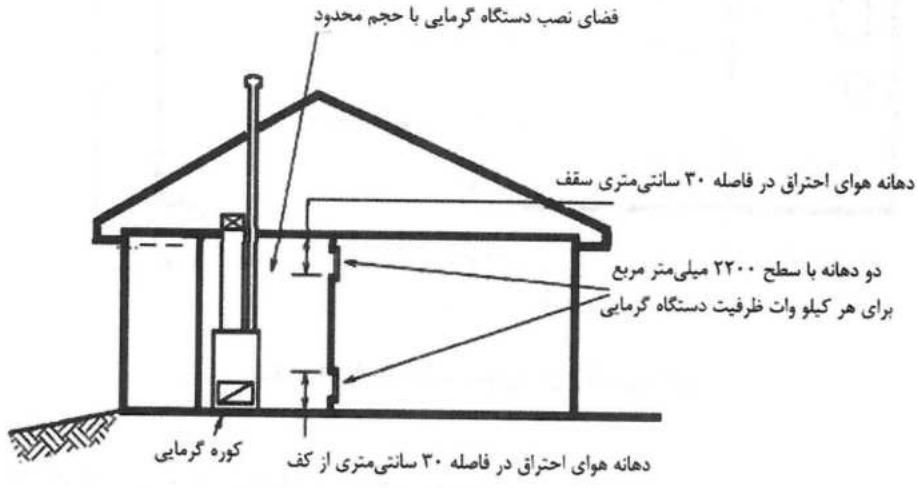


شکل (۱۴-۹-۶): تأمین هوای احتراق از فضای نصب داخل با درزبند معمولی

(۲) معمولا با توجه به محدودیت‌های معماری، حجم اتاق محل نصب دستگاه‌ها فقط به اندازه سطح اشغال و دسترسی لازم انتخاب می‌شود. در چنین شرایطی اگر حجم فضای نصب دستگاه‌ها کمتر از یک مترمکعب برای هر ۲۰۰ وات (۱۷۷ کیلوکالری در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها باشد، ممکن است هوای احتراق از فضای مجاور آن تأمین شود. در این صورت، مجموع حجم فضای محل نصب دستگاه‌ها و فضای مجاور دست‌کم باید یک متر مکعب برای هر ۲۰۰ وات انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، باشد.

- گرفتن هوای احتراق از فضای مجاور به شرطی مجاز است که این فضا طبق فصل «(۱۴-۴) تعویض هوا» دارای حداقل تعویض هوا باشد.
- برای برقرای جریان هوای مناسب بین محل نصب دستگاه‌ها و فضای مجاور، باید طبق شکل (۱۴-۹-۷) دست‌کم دو دهانهٔ باز بدون مانع و بسته نشدنی، یکی به فاصلهٔ حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر از کف و دیگری به فاصلهٔ حداکثر ۳۰۰ میلی‌متر از سقف فضای نصب دستگاه‌ها، روی در یا جدار بین این دو فضا، پیش‌بینی شود.
- سطح آزاد هر یک از این دهانه‌ها دست‌کم باید برابر ۲۲۰۰ میلی‌متر مربع برای هر کیلووات (۱۰۰ میلی‌متر مربع برای هر ۳۸ کیلوکالری در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، باشد. در هر حال سطح آزاد هر یک از این دهانهٔ‌ها، نباید از ۶۴،۵۰۰ میلی‌متر مربع، کمتر باشد. شکل (۱۴-۹-۷) را ببینید.

- اندازهٔ هر ضلع دهانه‌های ورود هوا نباید کمتر از ۸۰ میلی‌متر باشد.



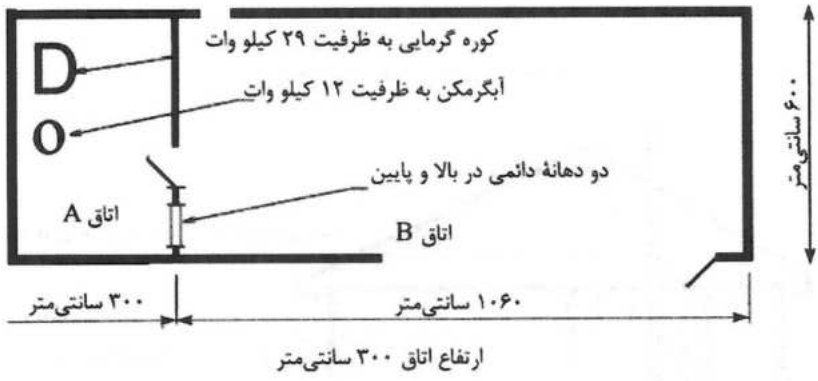
شکل (۱۴-۹-۷): تأمین هوای اتاق از فضای مجاور

مثال۲: مطابق شکل (۱۴-۹-۸)، دستگاه‌های گرمایی یک واحد مسکونی در اتاق بسته و جداگانه در داخل آن نصب شده است. چنان‌چه ساختمان با کیفیت درزبندی معمولی باشد، وضعیت تأمین هوای احتراق را بررسی نمایید.

پاسخ: ظرفیت گرمایی نصب شده ۴۱ کیلووات است. بنابراین، حداقل حجم فضای نصب برای این ظرفیت باید ۲۰۵ مترمکعب باشد. (۴۱۰۰۰/۲۰۰=۲۰۵)

حجم اتاق‌های A و B به‌ترتیب برابر ۵۴ و ۱۹۱ مترمکعب می‌باشد؛ بنابراین کافی است.

تامین هوا فقط با پیش بینی دو گشایش به سطح هریک ۹۰۲۰۰ میلی‌مترمربع امکان‌پذیر می‌باشد. (۴۱×۲۲۰۰= ۹۰۲۰۰)



شکل (۱۴-۹-۸): تأمین هوای اتاق از فضای مجاور

۱۴-۹-۳ تأمین هوای احتراق از خارج ساختمان

الف) کلیات

(۱) در فضاهای با درزبندی معمولی، در شرایطی که حجم فضای محل نصب دستگاه‌ها یا مجموع حجم فضای نصب دستگاه‌ها و فضای مجاور برای هر ۲۰۰ وات (۱۷۷ کیلوکالری در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، کمتر از یک متر مکعب باشد، تأمین تمام هوای احتراق از فضای محل نصب دستگاه‌های گرمایی ممکن نیست. در این حالت باید تمام یا بخشی از این هوا از خارج ساختمان تأمین شود.

- در ساختمان با درزهای هوابند، باید تمام هوای احتراق از خارج ساختمان تأمین گردد.

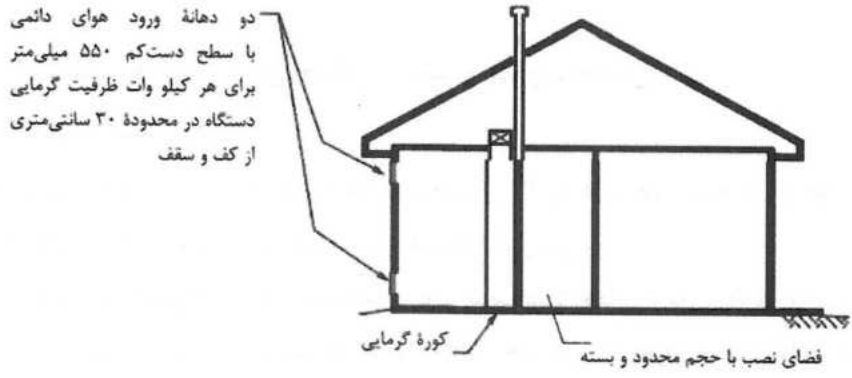
(۲) در صورت دریافت هوا از خارج، طراح باید به نکات زیر توجه داشته باشد:

- وزش احتمالی هوا در اثر افزایش ناگهانی سرعت باد هوای خارج می‌تواند به خاموش شدن پیلوت و از کار افتادن سیستم جرقه منجر گردد.
- وزش احتمالی هوای سرد می‌تواند به یخ زدگی لوله‌های آب و سایر تجهیزات حاوی آب منجر گردد.
- وزش احتمالی هوای سرد می‌تواند منجر به ایجاد منطقه سرد شده و ساکنان ساختمان را به فکر بستن دهانه ورود هوا بیاندازد. این افراد عموماً شناختی از این سیستم و عملکرد آن ندارند.

ب) دریافت همه هوای احتراق از خارج ساختمان

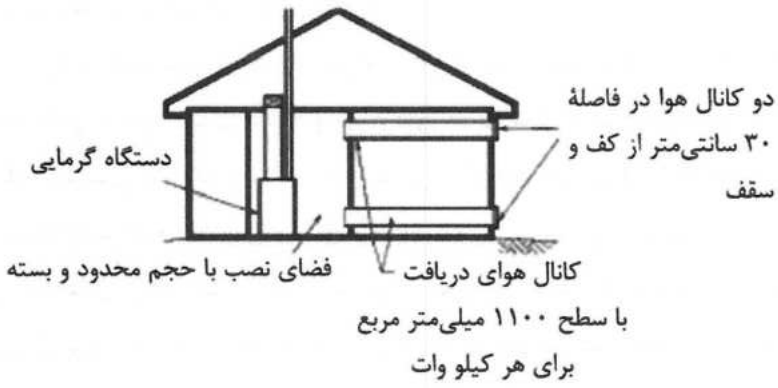
(۱) برای دریافت همهٔ هوای مورد نیاز احتراق از خارج، باید مطابق شکل (۹-۱۴-۹) دست‌کم دو دهانهٔ دایمی و بسته نشدنی در بالا و پایین دیوار فضای محل نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز پیش‌بینی شود که، مستقیماً یا از طریق کانال‌های افقی یا قائم، به هوای خارج مربوط شوند. اندازهٔ هر ضلع دهانه‌های ورودی هوا نباید کمتر از ۸۰ میلی‌متر باشد.

- اگر دهانه‌های ورودی هوا مستقیماً به هوای خارج باز شوند، هر دهانه باید دست‌کم ۵۵۰ میلی‌متر مربع برای هر کیلووات (۱۰۰ میلی‌متر مربع برای هر ۱۵۵ کیلوکالری درساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، سطح آزاد داشته باشد.



شکل (۹-۱۴-۹): تأمین هوای اتاق از خارج با دهانه‌های ورودی هوای مستقیم

- اگر تأمین هوا از طریق کانال افقی است که مطابق شکل (۹-۱۴-۱۰)، یک دهانهٔ آن به هوای خارج و دهانهٔ دیگر به فضای محل نصب دستگاه‌ها باز می‌شود، در این حالت، هر دهانه باید دست کم ۱۱۰۰ میلی‌متر مربع برای هر کیلووات (۱۰۰ میلی‌متر مربع برای هر ۷۷ کیلوکالری در ساعت) انرژی معادل سوخت ورودی به دستگاه‌ها، سطح آزاد داشته باشد و سطح مقطع کانال نیز نباید از سطح آزاد دهانهٔ ورودی هوا کمتر باشد.



شکل (۱۴-۹-۱۰): تأمین هوای اتاق از خارج از طریق کانال‌های افقی

۱۴-۹-۴ تأمین هم زمان هوای احتراق از داخل و خارج ساختمان

الف) فضای با حجم ناکافی

(۱) این روش فقط در ساختمان‌های با درزبندی معمولی کاربرد دارد، چرا که بخشی از هوای داخل از هوای نفوذیِ از درز در و پنجره یا سایر بازشوها تأمین می‌شود.

(۲) در چنین ساختمان‌هایی، اگر حجم فضای محل نصب دستگاه‌های گرمایی ناکافی (کمتر از یک متر مکعب برای هر ۲۰۰ وات) باشد، می‌توان با محاسبه مقدار هوای احتراق قابل تأمین از داخل بر اساس بند (۱۴-۹-۲)، بقیه هوا را با نصب دهانه‌های ورودی هوا از خارج تأمین و کل هوای مورد نیاز احتراق را به‌صورت ترکیبی و هم‌زمان از داخل و خارج تأمین‌کرد.

- برای تأمین هوای مورد نیاز احتراق دستگاه‌ها، باید مقدار جمع کل هوای داخل به اضافهٔ هوای وارد شده از خارج، کافی باشد. به عبارتی حاصل جمع نسبت مقادیر واقعی و در اختیار هر یک از عوامل تأمین هوا مانند حجم فضای نصب، گشایش‌های ارتباطی و بازشوهای مستقیم به هوای خارج به مقادیر مورد نیاز باید بزرگتر یا برابر یک باشد.

$$\frac{\text{سطح واقعی دهانه باز به خارج}}{\text{سطح نیازدهانه باز به خارج}} + \frac{\text{سطح واقعی دهانه باز به فضای رابط}}{\text{سطح نیاز دهانه باز به فضای رابط}} + \frac{\text{حجم واقعی}}{\text{حجم موردنیاز}} \geq ۱$$

تبصره: چنانچه حاصل هر یک از کسرهای جزئی سمت چپ رابطه فوق بزرگتر یا برابر یک باشد، بدین معنی است که امکان موجود آن بخش برابر یا بیش از میزان مورد نیاز است و آن کسر باید از روند محاسبه رابطه فوق حذف شود.

مثال۳: در نظر است هوای احتراق دو دستگاه گرمایی به ظرفیت ۴۳۹۶۵ وات و ۱۴۶۵۵ وات که در اتاق جداگانه به حجم ۱۲۹/۶ مترمکعب و در یک ساختمان با کیفیت درز بندی معمولی با حجم کلی ۲۵۹/۲ مترمکعب و با مشخصات شکل (۱۴-۹-۱۱) نصب شده‌اند، با روش ترکیبی از داخل و خارج تأمین شود. آیا شرایط مورد نیاز فراهم می‌باشد؟

پاسخ: حجم فضای مورد نیاز برای تامین هوا از داخل به ازای ۱ مترمکعب برای هر ۲۰۰ وات باید ۲۹۳ مترمکعب باشد که حجم موجود ۲۵۹/۲ مترمکعب و نسبت آن‌ها ۰/۸۸ است.

(مترمکعب) ۲۹۳ = ۱/۲۰۰×(۱۴۶۵۵+۴۳۹۶۵)

۲۵۹/۲ ÷ ۲۹۳ = ۰/۸۸

دهانه بازشو به هوای خارج برای تأمین هوا از خارج به ازای ۵۵۰ میلی‌متر مربع برای هر کیلووات، باید ۳۲۲۴۱ میلی‌متر مربع باشد. باتوجه به این‌که هرکدام از دهانه‌های موجود ۴۵۰۰ میلی‌متر مربع مساحت دارند، نسبت آن‌ها ۰/۱۴ است.

(میلی‌متر مربع) ۳۲۲۴۱ = ۵۵۰/۱۰۰۰×(۱۴۶۵۵+۴۳۹۶۵)

۴۵۰۰ / ۳۲۲۴۱ = ۰/۱۴

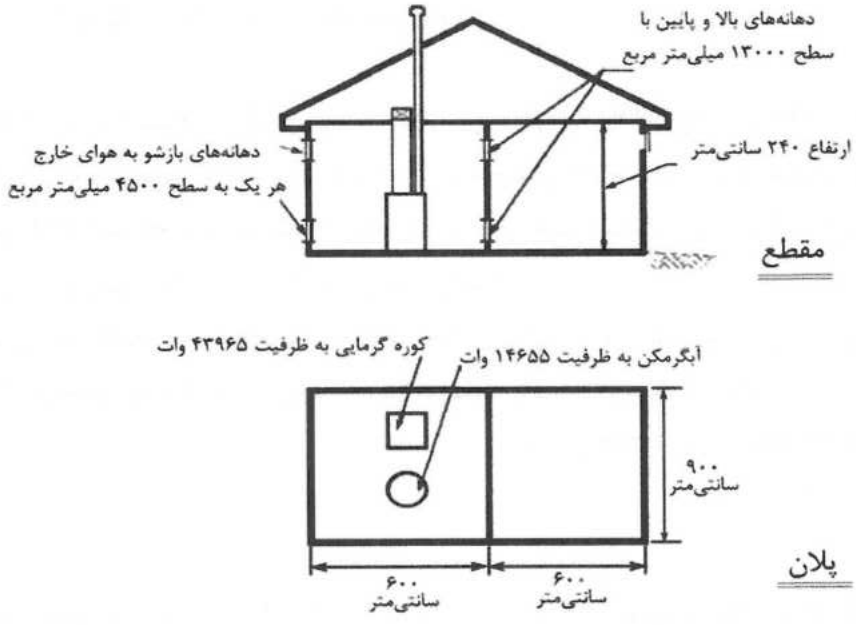
دهانه بازشو به هوای فضای رابط برای تامین هوا از داخل به ازای ۲۲۰۰ میلی‌متر مربع برای هر کیلووات باید ۱۲۸۹۶۴ میلی‌متر مربع باشد که دهانه موجود به سطح ۱۳۰۰۰ میلی‌متر مربع کافی است و شرایط تأمین جزیی هوا از داخل فراهم می‌باشد.

(میلی‌متر مربع) ۱۲۸۹۶۴ = ۲۲۰۰/۱۰۰۰×(۱۴۶۵۵+۴۳۹۶۵)

حاصل جمع نسبت عوامل موثر ۱/۰۲ و بزرگتر از یک است:

۰/۱۴+۰/۸۸=۱/۰۲

بنابراین تأمین هوای احتراق به شیوهٔ ترکیبی میسر می‌باشد.



شکل (۱۴-۹-۱۱): تأمین هوای اتاق با ترکیب هوای داخل و خارج

ب) فضای با حجم کافی

در ساختمان با درزهای هوابند، در همهٔ حالت‌ها باید تمام هوای مورد نیاز احتراق، طبق ردیف (۱۴-۹-۳)"ب" با نصب دهانه‌های ورود هوا، از خارج ساختمان تأمین شود.

۱۴-۹-۵ تأمین مکانیکی هوای احتراق

هوای احتراق فضایی که در آن دستگاه‌های گرمائی نصب شده است را می‌توان با یک سیستم مکانیکی مستقل و با رعایت الزامات مقرر در این بند از مقررات، تأمین نمود.

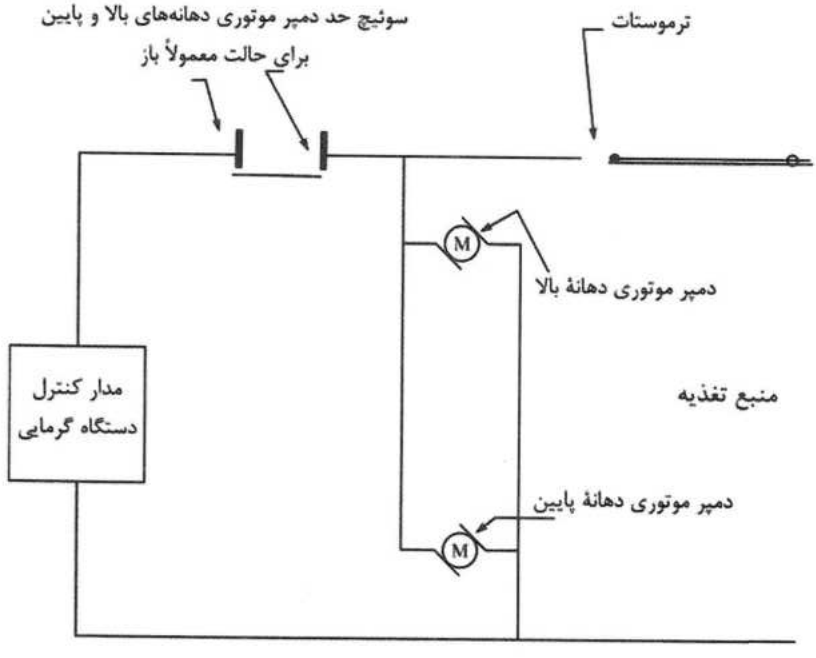
۱۴-۹-۶ دهانه‌ها و کانال‌های ورودی هوای احتراق

الف) دمپر

اگر دمپر تنظیم، دمپر آتش یا دمپر دود، که با دریافت فرمان به طور خودکار بسته می‌شود، بر روی کانال یا دهانهٔ تأمین هوای احتراق نصب شود، این دمپر باید با مشعل دستگاه مرتبط باشد، چنان‌که با بسته شدن دمپر، مشعل نیز به طور خودکار خاموش شود.

(۱) نصب هیچ نوع دمپر دستی بر روی دهانهٔ ورود هوا یا کانال تأمین هوای احتراق، مجاز نیست.

(۲) شکل (۱۴-۹-۱۲)، مدار شماتیک ارتباط الکتریکی دمپر موتوری را در سیستم تأمین هوای احتراق نشان میدهد.



شکل (۱۴-۹-۱۲): مدار شماتیک ارتباط الکتریکی دمپر موتوری در سیستم تأمین هوای احتراق

۱۴-۹-۷ حفاظت در برابر گازها و بخارات خطرناک

(۱) از فضاهایی که در آن‌ها از مواد شیمیایی که گازهای خورنده و قابل اشتعال تولید و منتشر می‌کنند، گرفتن هوای احتراق مجاز نیست.

- آرایشگاه‌ها و سالن‌های زیبائی نمونه‌هائی از این نوع فضاها می‌باشند.
- در این نوع فضاها، دستگاه با سوخت مایع یا گاز یا باید از نوعی باشد که تمام هوای مورد نیاز احتراق را مستقیماً از خارج ساختمان می‌گیرد و یا با پیش‌بینی ورود هوای احتراق از خارج ساختمان، در فضای جداگانه نصب شود.

۱۴-۱۰ لوله‌کشی

۱۴-۱۰-۱ دامنهٔ کاربرد

سیستم لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان شامل لوله‌ها، وصاله‌ها و شیرآلاتی است که در سیستم تهویه مطبوع فضای ساختمان به‌کار می‌رود. کاربرد آن شامل توزیع آب گرم‌کننده، بخار، بخار چگالیده، آب سردکننده، آب خنک‌کنندهٔ مخصوص خنک‌کردن کندانسور، آب‌نمک و مخلوط‌های آب و ضدیخ می‌شود. موضوع فصل الزاماتی است که برای طراحی، نصب، آزمایش و بازرسی سیستم‌های لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان به‌کار می‌رود و قابلیت اعتماد، قابلیت سرویس و نگه‌داری، بازدهی انرژی و ایمنی آن را تضمین می‌کند.

الف) این فصل مقررات مربوط به لوله‌ها، وصاله‌ها، شیرآلات، عایق‌ها و سیالات واسطِ انتقال حرارت مورد استفاده در سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع را بیان می‌کند. این قواعد شامل کیفیت خواص مصالح و الزامات نصب آن‌ها می‌باشد.

سیستم‌های لوله‌کشی آبی مورد نظر شامل موارد زیر هستند ولی محدود به آن‌ها نمی‌شوند:

(۱) سیستم‌های آب گرم‌کنندهٔ دما پایین، متوسط و بالا؛

(۲) سیستم‌های آب سردکننده؛

(۳) سیستم‌های توأم آب سردکننده و آب گرم‌کننده؛

(۴) سیستم‌های آب کندانسور و برج خنک‌کن؛

(۵) سیستم‌های لوله‌کشی بخار و بخار چگالیده؛

(۶) سیستم‌های گرمایش خورشیدی.

ب) فصل دهم، لوله‌کشی سیستم توزیع آب سرد و گرم مصرفی را نیز شامل نمی‌شود. لوله‌کشی سیستم توزیع آب سرد و گرم مصرفی باید مطابق الزامات «مبحث شانزدهم مقررات ملّی ساختمان – تأسیسات بهداشتی» باشد.

۱۴-۱۰-۲ طراحی لوله‌کشی

الف) کلیات

(۱) شبکه لوله‌کشی باید براساس دبی جریان انتقالی و با درنظرگرفتن سرعت مناسب اندازه گذاری شود. طراحی سیستم معمولاً براساس حداکثر سرعت آب یا افت فشار و کنترل سطح صدا و خوردگی می‌باشد. لوله‌هایی که بطور صحیح اندازه‌گذاری نشوند، باعث عمل‌کرد نامناسب سیستم شده، ظرفیت سیستم را کاهش می‌دهند و همچنین باعث عمل‌کرد ضعیف و غیرایمن دیگ‌ها، چیلرها، تبادل‌گرهای حرارتی و سایر اجزای سیستم می‌شوند.

(۲) هنگامی‌که قطر لوله کم انتخاب شود، سرعت و افت فشار زیاد می‌شود که می‌تواند باعث تولید صدای آزاردهنده شده و سیستم تحت تنش و خوردگی غیرقابل قبول قرارگیرد. صدا در سیستم‌های لوله‌کشی به سرعت بستگی دارد و در اثر آشفتگی جریان، کاویتاسیون، آزادشدن هوای داخل آب و ضربهٔ قوچ ایجاد می‌شود. خوردگی نیز ازبین رفتن تدریجی سطح داخلی دیوارهٔ لوله در اثر اصطکاک جریان، آشفتگی جریان و تداخل حباب‌های هوا در محیط انتقال جریان است. خوردگی با افزایش دمای سیال افزایش می‌یابد. ازطرفی، اگر سرعت جریان سیّال کم انتخاب شود، برای یک دبی جریان مشخص سیال، قطر لوله افزایش می‌یابد. افزایش قطر لوله‌ها موجب افزایش غیرقابل توجیه هزینهٔ لوله‌کشی به‌علت بالارفتن هزینهٔ خرید مصالح لوله‌کشی و اجرای آن می‌شود. علاوه بر این، جریان آب قادر به حمل ذرات هوای محلول و هدایت به نقاط هواگیری نبوده و سبب جمع شدن حباب‌های هوا، کاهش سطح مقطع مفید لوله، کاهش جریان، و ایجاد سر و صدا می‌شود. بنابراین، باتوجه به این موارد باید سرعت مناسبی برای جریان آب داخل لوله انتخاب کرد.

(۳) ضربهٔ قوچ: چنان‌چه در بند قبل مطرح شد، یکی از عوامل ایجاد صدای آزاردهنده در لوله‌ها، ضربهٔ قوچ می‌باشد که در سرعت جریان بالا اتفاق می‌افتد. بنابراین سرعت جریان سیّال باید

طوری کنترل و انتخاب شود که احتمال ایجاد ضربهٔ قوچ در لوله‌کشی، به حداقل برسد. ضربهٔ قوچ پدیده‌ای است که هنگامی‌که انرژی جنبشی سیال جاری به صورت امواج شوک در آب پراکنده می‌شوند، به وقوع می‌پیوندد. شدت ضربهٔ قوچ بطور مستقیم متناسب با سرعت جریان سیال است و از اینرو با کنترل سرعت جریان می‌توان شدت آن‌را کاهش داد.

هدف این بخش حفظ سیستم و اجزای آن از نیروهای مخرب احتمالی ناشی از شتاب شدید منفی جریان سیال می‌باشد. یک حساب سر انگشتی این است که نیروی ناشی از ضربهٔ قوچ (موج شوک) تقریباً ۶۰ برابر تغییر سرعت جریان است. به عنوان مثال، یک شیر قطع سریع می‌تواند فشار لحظه‌ای بالغ بر ۴۱۰۰ کیلوپاسکال را در یک لوله با سرعت جریان ۳ متر بر ثانیه ایجاد کند. مبحث الزام می‌دارد که سیستم برای سرعت‌هائی طراحی شود که امکان اتفاق ضربهٔ قوچ و مقدار آن‌را به حداقل برساند.

- در هر جائی‌که شیر قطع سریع استفاده می‌شود، نصب وسیلهٔ حذف ضربهٔ قوچ لازم است. شیر قطع سریع می‌تواند شیر برقی از نوع فنر خود بسته‌شو یا هر نوع شیر دیگری که بتواند در یک لحظه دبی جریان را از دبی کامل به صفر برساند، باشد.
- وسیلهٔ حذف ضربهٔ قوچ مکانیکی، با جذب انرژی سبب کاهش شدت ضربهٔ قوچ می‌شود. این وسیله باید در جائی قرارگیرد که بیشترین اثر را داشته باشد، که معمولاً جائی نزدیک منبع ضربهٔ قوچ می‌باشد. معمولاً سازندگان راهنمای تعیین محل نصب وسیلهٔ حذف ضربهٔ قوچ را ارائه می‌دهند.

۱۴-۱۰-۳ مصالح لوله‌کشی

الف) کلیات

(۱) تولیدکنندگان لوله برای شناسائی آسان آن در محل مصرف، باید نام تجاری کارخانهٔ خود و شمارهٔ استانداردی را که لوله با آن مطابقت دارد، در فاصله‌های معین بر روی طول لوله نقش کنند. به‌همین طریق، سایر اجزاء لوله‌کشی شامل وصاله‌ها، فلنج‌ها، شیرآلات و دیگر اتصالات باید دارای نام تجاری بوده و شمارهٔ استاندارد مرتبط بر روی آن‌ها به‌صورت ریختگی یا مهر پاک‌نشدنی، حک شده باشد.

ب) شرایط کار سیستم

(۱) دمای نقطهٔ جوش: اگر سیال واسط انتقال گرما با دمای نقطهٔ جوش پائین در سیستم لوله‌کشی استفاده شود، تخلیهٔ شیر اطمینان فشار یا نشتی سیستم می‌تواند خطرساز باشد. برای احتراز از این امکان، لازم است که دمای نقطه جوش سیال جاری در سیستم لوله‌کشی، دست‌کم ۲۸ درجهٔ سلسیوس بالاتر از بیشینهٔ دمای کار طراحی سیستم باشد.

(۲) سیال واسط انتقال گرما و فشار کار طراحی و دمای کار طراحی سیستم لوله‌کشی براساس نوع کاربری آن به‌طور گسترده‌ای تغییر می‌کنند. تمامی اجزای سیستم لوله‌کشی باید مناسبِ نوع سیال بوده و براساس دما و فشار کار طراحی سیستم درجه‌بندی شوند. پائین‌ترین‌درجه‌بندی هرکدام از اجزاء، محدودیت‌های کاری سیستم را مشخص می‌کند. همچنین باید توجه داشت که فشار و دما می‌تواند در داخل سیستم به میزان قابل ملاحظه‌ای تغییرکند و درنتیجه ممکن است مصالح متفاوتی در نقاط مختلف سیستم مورد نیاز باشد. به عنوان مثال، در یک ساختمان بلندمرتبه، فشار استاتیک در طبقات پائین از طبقات بالایی بیشتر است؛ این بدین معنی است که لوله‌ها و اتصالات بکار رفته در طبقات پایین، باید برای فشار بالاتری انتخاب شده باشند.

(۳) طبقه‌بندی سیستم‌های لوله‌کشی در تأسیسات گرمایی و سرمایی در جدول (۱۴-۱۰-۱) مبحث چهاردهم، آمده است. در این جدول برای هر نوع سیستم لوله‌کشی، بیشینهٔ دما و فشار کار طراحی مشخص شده است.

پ) انتخاب لوله

(۱) بسته به نوع سیستم و بیشینهٔ دمای‌کار طراحی و فشارکار طراحی مقررشده در جدول (۱۴-۱۰-۱) مبحث چهاردهم، لوله‌های مورد استفاده در تأسیسات گرمایی و سرمایی باید از نوع فولادی‌سیاه، مسی و یا ترموپلاستیک، انتخاب شوند. شماره رده لوله مشخص‌کننده ضخامت دیواره آن است؛ عدد ردهٔ بالاتر، ضخامت دیواره بیشتری را در پی دارد. به‌عنوان مثال لوله فولادی ردهٔ ۴۰ ضخامت کمتری نسبت به لولهٔ فولادی ردهٔ ۸۰ با قطر مشابه دارد.

(۲) لولهٔ ترموپلاستیک

- **لوله و اتصالات پلی‌اتیلن (PE):** پلی‌اتیلن یک ماده پلی‌اولفین بی‌اثر است. این ماده در برابر اثرات شیمیایی مقاوم است و نمی‌توان آن‌را با حلال‌ها جوش داد. لوله‌های از جنس پلی‌اتیلن تنها با

اتصالات مکانیکی یا ذوب حرارتی قابل اتصال هستند. لوله پلی‌اتیلن برای چرخهٔ سیستم پمپ حرارتی زمین گرمایی بسیار مناسب است. لوله‌های پلی‌اتیلن در برابر خوردگی مقاوم هستند، سازگار با سیالات انتقال حرارت مورد استفاده در این سیستم‌ها بوده و مناسب فشار و دمای کاری در این گونه کاربردها می‌باشند. این لوله‌ها به صورت کویل‌های خیلی بلند موجود بوده و نسبتاً ارزان هستند. این ویژگی‌ها آن را تبدیل به گزینه مناسبی برای سیستم‌های با چرخهٔ زیرزمینی می‌کند که ممکن است صدها متر طول داشته باشد و اغلب شامل چرخه‌های چندگانه است.

- **لوله و اتصالات پلی‌اتیلن مشبک (PEX):** لوله‌های پلی‌اتیلن با ساختار مشبک که به PEX معروف می‌باشند، بطور گسترده‌ای در سیستم‌های گرمایش تشعشعی کفی یا زیر سطحی (دیوار، کف و سقف) بکار می‌روند.

یک واکنش شیمیایی کنترل‌شده در هنگام تولید لوله پلی‌اتیلن اتفاق می‌افتد تا لوله PEX بدست آید. ساختار متقاطع ملکولی لوله PEX باعث می‌شود که این لوله در یک محدودهٔ دما و فشار وسیع‌تر، مقاومت بالاتری نسبت به لوله‌های پلاستیکی PE، PB و PP از خود نشان دهد. به علت ساختار مولکولی خاص لوله PEX و مقاومت آن در برابر حرارت، آن را نمی‌توان بوسیله ذوب حرارتی به هم متصل کرد. همچنین به علت اینکه جنس آن از پلاستیک است، در مقابل حلال‌ها مقاوم است و نمی‌توان آن را بوسیلهٔ چسب‌های حلال به هم متصل کرد.

به علت اینکه همهٔ پلاستیک‌ها تا حدی در برابر گازها نفوذپذیرند، اکسیژن می‌تواند از لوله عبور نموده و وارد سیال عامل سیستم لوله‌کشی شود و درنتیجه باعث خوردگی اجزاء فلزی سیستم هیدرونیک مانند بویلر و مخازن تحت فشار شود. برای به حداقل رساندن مقدار اکسیژن نامحلول در سیستم‌های حرارتی، بعضی از تولیدکنندگان PEX یک پوشش پلیمری نفوذ ناپذیر در مقابل اکسیژن، بر روی سطح خارجی لوله می‌کشند. لوله PEX تا حدی انعطاف‌پذیر است و می‌تواند خم شود.

وصاله‌ها و اتصالات مکانیکی لوله‌های PEX خاص است و فقط باید برای همان لوله‌ای که طراحی شده است، بکار رود. روش‌های اتصال مکانیکی متفاوتی برای اتصال این لوله‌ها توسعه داده شده است. برای انتخاب وصاله‌های مجاز در سیستم لوله‌کشی با لوله‌های PEX باید از دستورالعمل نصب سازنده استفاده شود.

- **لوله پلی‌اتیلن با دمای بالا (PE-RT)**: این لوله همان‌طوری‌که از نامش پیداست در مقابل دماهای بالا مقاوم است و برای استفاده در سیستم‌های آب گرم و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی داخل ساختمان‌ها استفاده می‌شود. در ساخت این لوله، از نوعی رزین پلیمری استفاده می‌شود که باعث افزایش مقاومت هیدرواستاتیکی آن می‌گردد. لوله PE-RT در مقابل خوردگی سطح خارجی لوله در اثر شرایط محیطی و تماس با مصالح بنائی و همچنین خوردگی داخل لوله بوسیلهٔ آب، به شدت مقاوم است. زبری کم سطح داخلی لوله باعث کاهش افت فشار و درنتیجه کاهش هزینهٔ پمپاژ سیال جاری در آن می‌شود. و بالاخره این لوله قابل بازیافت است.
- **لوله PEX/AL/PEX**: لوله‌ای متشکل از دو لایه پلیمری PEX و یک لایه فلزی آلومنیم است که به منظور تحمل تنش بالاتر طراحی شده است. لایه‌های PEX بر روی سطوح داخلی و خارجی یک لوله آلومینومی کشیده شده‌اند. لایه‌ها به وسیلهٔ پلاستیک با یک لایه چسب به هم متصل شده‌اند. ساختار مشبک لوله PEX باعث می‌شود که این لوله مقاومت بالاتری نسبت به لوله‌های پلی‌اتیلن از خود نشان دهد. از اینرو این نوع لوله برای سیستم‌های توزیع آب سرد و گرم هر دو مناسب می‌باشد. اگر چه بخشی از لوله پلاستیک است، اما مشابه لوله فلزی می‌توان آن را توسط دست یا یک وسیلهٔ مناسب خم نمود، بدون اینکه شکل خود را از دست بدهد. حداقل شعاع خم که توسط سازندگان پیشنهاد شده، ۵ برابر قطر خارجی لوله است.

در حال حاضر اتصالات مکانیکی تنها روش‌های موجود برای اتصال لوله‌های PEX-AL-PEX می‌باشد. رابط‌های مکانیکی- فشاری مختلفی برای کاربرد به‌عنوان تبدیل جهت اتصال لوله‌های کامپوزیتی به سایر لوله‌ها و وصاله‌ها توسعه داده شده است. نصب این وصاله‌ها باید طبق دستورالعمل نصب سازنده انجام شود.

- **لوله PE-RT/AL/PE-RT type ۲**: لوله‌ای متشکل از دو لایه پلیمری PE-RT و یک لایه فلزی آلومنیم است که باز هم برای تحمل دما و تنش بالاتر طراحی شده است. توضیحات لوله PEX/AL/PEX را ببینید.

(۳) لولهٔ فولادی سیاه

لوله فولادی طی فرآیندهای مختلفی تولید می‌شود. لوله بدون‌درز، با فرآیند سوراخ‌کاری یا اکستروژن تولید می‌شود و درز طولی ندارد. در روش تولید دیگر، ورق فولادی را به صورت یک

سیلندر در می‌آورند و سپس درز طولی آن‌را جوش می‌دهند. در فرایند جوش پیوستهٔ لب به لب، لبه‌ها به یکدیگر فشرده شده و در دمای بالا متصل می‌شوند. جوش پیوسته برای لوله‌های سایز ۱/۴ اینچ تا ۴ اینچ به‌کار می‌رود. از جریان برق برای جوش‌دادن درز لوله‌های فولادی سایز ۶ اینچ و بالاتر استفاده می‌شود. استانداردهای ASTM A۱۰۶ و ASTM A۵۳ مربوط به لوله‌های فولادی می‌باشند. هر دو دارای درجه A و B هستند. درجه A تنش کشش کمتری دارد و از اینرو بطور گسترده کاربرد ندارد.

لوله فولادی با ضخامت دیواره‌ای که براساس رده و وزن آن تعیین می‌گردد، ساخته می‌شود. اگرچه شمارهٔ رده و وزن لوله به هم مرتبط هستند، ولیکن برای همهٔ سایز لوله‌ها ثابت نیستند. لوله با وزن استاندارد (STO) و لوله رده ۴۰ تا قطر نامی ۱۰ اینچ (۲۵۰ میلی‌متر)، همگی دارای ضخامت دیواره ثابت هستند. برای لوله با وزن استاندارد ۱۲ اینچ (۳۰۰ میلی‌متر) و بالاتر، ضخامت دیواره با افزایش سایز، زیاد می‌شود. وضعیت مشابهی برای لوله فشار قوی (XS) و رده ۸۰ تا قطر نامی ۸ اینچ (۲۰۰ میلی‌متر) وجود دارد؛ که بعد از آن ضخامت دیواره لوله XS برابر ۱۲/۷ میلی‌متر خواهد بود.

(۴) لوله مسی

لوله‌های مسی رزوه‌دار یا بدون‌رزوه هستند که هر دو بدون درز بوده و ترکیب شیمیائی آن‌ها شامل ۹۹/۹٪ مس است. لوله مسی رزوه‌دار دارای قطر خارجی یکسان با لوله مسی بدون رزوه، لوله فولادی و لوله برنجی می‌باشد. اما ضخامت دیواره لوله بدون رزوه از لوله رزوه‌دار کمتر است که باعث می‌شود قطر داخلی آن بیشتر باشد. لوله‌های مسی بدون رزوه معمولاً به وسیله لحیم‌کاری سخت - به هم متصل می‌شوند و با رنگ خاکستری از جمله با TP که معرف لوله بدون رزوه است، علامت گذاری می‌شوند. لوله مسی رزوه‌دار در دو نوع سنگین و استاندارد موجود است. قطر نامی لوله مسی مشابه ابعاد لوله‌های برنجی و فولادی است.

لوله‌های مسی یا آلیاژ مسی در دو نوع مختلف شامل مسِ‌کشیده یا سخت با علامت (H) و آنیل شده یا نرم با علامت (۰)، تولید می‌شوند. لوله مسی سخت در طول‌های مستقیم موجود است. لوله‌های مسی نرم یا آنیل شده در هر دو نوع مستقیم و کویل موجود است. لوله‌های مسی سخت و آنیل شده ممکن است با خم کردن فرم داده شوند. مس آب داده شده که می‌تواند خم شود با

علامت اختصاری "8T" روی لوله مشخص می‌شود. از لوله مسی سخت، فقط نوع آب داده شده قابل خم‌کاری را می‌توان به‌وسیلهٔ اتصال مکانیکی به هم متصل کرد.

لوله‌های مسی در انواع K، L و M موجود هستند. نوع لوله مشخص کننده ضخامت دیواره آن است. نوع K دارای ضخیم‌ترین و نوع M دارای نازکترین ضخامت دیواره است. در هر سه نوع، قطر خارجی لوله یکسان است و فقط قطر داخلی با ضخامت دیواره تغییر می‌کند.

لوله‌های مسی با لحیم‌کاری نرم یا لحیم‌کاری سخت بوسیله وصاله‌های پیش‌ساخته به یکدیگر متصل می‌شوند. لوله‌های سایز پایین بوسیله وصاله‌های نوع فشاری به هم متصل می‌شوند. نوع لوله با علامت‌گذاری رنگی پیوسته بر روی بدنهٔ آن مشخص می‌شود. علامت‌گذاری لولهٔ نوع K سبز، نوع L آبی و نوع M قرمز است.

ت) انتخاب وصاله (فیتینگ)

(۱) برای جلوگیری از خوردگی شیمیایی در سیستم‌های لوله‌کشی که می‌تواند باعث شکست ناگهانی شود، وصاله‌ها باید جنس یکسان یا سازگار با لوله داشته باشند. بسیاری از استانداردهای لوله‌ها برای وصاله‌های آن‌ها نیز بکار می‌روند. البته تعداد دیگری استاندارد نیز وجود دارند که برای وصاله‌ها تدوین شده‌اند و در جدول (۱۴-۱۰-۴) مبحث چهاردهم آمده‌اند. وصاله‌ها شامل زانوئی‌های ۹۰ درجه و ۴۵ درجه، سه‌راهی T شکل و Y شکل، تبدیل، درپوش، کوپلینگ‌ها و افزاینده‌ها و کاهنده‌های هم‌مرکز و غیر هم‌مرکز می‌باشند. وصاله‌ها باید براساس فشار و دمای مورد نظر هر کاربری گروه‌بندی شوند.

ث) انتخاب شیر

(۱) شیرها باید به گونه‌ای ساخته شوند که در بازه‌ای مشخص از دما، فشار و تنش مکانیکی، مقاومت داشته باشند. درجه‌بندی شیرها از لحاظ فشار بسته به سیال یا گازی (بخار، آب، روغن یا گاز) که عبور می‌دهند، تغییر می‌کند. انواع شیرها شامل شیرهای کشوئی، قطع کامل، سماوری، کروی، پروانه‌ای و ..... می‌باشند. شیرها باید به راحتی عمل‌کنند، بسته به نوع کاربرد مایع‌بند یا گازبند باشند، دورهٔ تعمیراتی قابل قبول و منطقی داشته باشند، در دسترس باشند، مورد تأیید بوده و در کاربردی که برای آن طراحی و تأیید شده‌اند نصب شوند. شیرها باید

دارای جنس یکسان یا سازگار با لوله باشند تا از خوردگی شیمیایی به دور باشند. همچنین شیرها باید براساس دما و فشار کاری مورد نظر دسته‌بندی شوند.

ج) اتصال

(۱) اتصالات مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی ساختمان باید براساس روش‌هایی که در این بخش گفته شده است، ساخته شده باشند و مورد تأیید قرار گیرند. البته این بخش استفاده از اتصالات و رابط‌هایی که در اینجا مقرر نشده‌اند را منع نمی‌کند. بسیاری از اتصالات و رابط‌ها کاربرد خاص دارند و مطابق این استانداردها نیستند. البته استفاده از هر نوع اتصال و رابطی غیر از آنچه در مبحث چهاردهم ذکر شده است، تنها بعد از اطمینان از این‌که مغایرتی با موارد موجود در آن مبحث ندارد و تأیید آن، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در تأیید این‌گونه اتصالات نیز باید سازگاری آن‌ها با سیال عامل سیستم و جنس لوله‌هائی که قرار است به‌هم متصل شوند، در نظر گرفته شود. این اتصالات باید توانایی مقاومت در برابر بیشینهٔ فشار و دمای کاری سیستم را داشته باشند.

(۲) اتصال دو لوله با جنس متفاوت: وصاله‌های متعددی برای اتصال دو لوله با جنس متفاوت دردسترس می‌باشند. وصاله‌های اتصال دهنده، باید با لوله و سیال عامل سازگاری داشته باشند. همچنین این وصاله‌ها باید برای بیشینهٔ شرایط عملکردی سیستم لوله‌کشی نیز درجه‌بندی شده باشند.

هنگامی که دو فلز غیر مشابه به هم متصل میشوند، روش‌هایی برای محافظت در برابر خوردگی گالوانیکی مورد نیاز است. این نوع خوردگی هنگامی اتفاق می‌افتد که دو فلز با جنس متفاوت در حضور یک مادهٔ الکترولیت مانند آب، در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند. خوردگی گالوانیکی، فرآیند خوردگی طبیعی را که در تمامی فلزات اتفاق می‌افتد، تسریع می‌کند. به‌علت اینکه بعضی فلزات سریعتر دچار خوردگی می‌شوند، فلزات براساس میزان خوردگی دسته‌بندی شده‌اند.

در یک اتصال، فلزی که تمایل به گرفتن الکترون دارد، آند (الکترود مثبت) و فلز دیگر که تمایل به گرفتن الکترون ندارد، کاتد (الکترود منفی) نامیده می‌شود. وقتی دو فلز با دو سطح متفاوت تمایل به واکنش به هم متصل می‌شوند، آند که فلز فعال‌تر از نظر الکترون‌گیری است، یک لایه سطحی خوردگی (مانند زنگ روی فولاد) ایجاد می‌کند یا تمایل به حل‌شدن در ماده

الکترولیت مانند آب پیدا می‌کند. بنابراین یک جریان الکتریکی بین فلزات ناهمجنس ایجاد می‌شود. نرخ خوردگی گالوانیکی به شدت تحت تأثیر اختلاف در سطح تمایل به خوردگی دو فلز دارد. هر چقدر این اختلاف بیشتر باشد، واکنش بین آن‌ها نیز شدیدتر بوده و فلز آند سریعتر خورده می‌شود.

این بخش دو روش مقابله با خوردگی گالوانیکی را ارائه می‌دهد: وصاله‌های دی‌الکتریک و وصاله‌های برنجی یا برنزی. این اتصالات برای تأمین یک مانع یا سپر بین فلزات محلول در سیستم آبی و یا برای ایزولاسیون الکتریکی فلزات از یکدیگر طراحی شده‌اند. اتصالات دی‌الکتریک شامل انواع کوپلینگ عایق، مغزی عایق و مهره‌ماسوره عایق می‌باشند. تبدیل‌های رزوه‌دارِ نر و مادهٔ برنجی نیز مثال‌هایی از وصاله‌های تبدیل هستند.

(۳) انواع اتصالاتی که در لوله‌کشی بکار می‌روند به شرح زیر است:

- **اتصال جوشی:** اتصال جوشی مانند اتصال لحیمی سخت است. تفاوت این دو نوع اتصال در دمای جوشکاری و نوع فلز پُرکن است. در اتصال جوشی از فلز پُرکنِ هم‌جنس با مصالح لوله یا وصاله‌ای که جوش داده می‌شوند، استفاده می‌گردد و دمای جوش به دمای ذوب قطعهٔ کار می‌رسد. جوش سبب ذوب همگن موادی که قرار است اتصال یابند می‌شود.

بخش‌های کاربردی ASME ۸۳۱ و مبحث "بویلر و مخزن تحت فشار ASME"، روش‌های درست جوشکاری را بیان می‌کند. استاندارد مذکور الزام می‌دارد که از جوشکار تأیید صلاحیت‌شده استفاده شود و ویژگی‌های روش جوشکاری مورد تأیید باشد. آزمون‌های تأیید صلاحیت و ویژگی روش‌های جوشکاری متنوع مورد نیاز، در بخش نهم مبحث مذکور ارائه شده است. سازنده و پیمانکار مسئولیت روش جوش‌کاری و جوشکاران را بر عهده دارند. همچنین استاندارد مذکور آزمون چشمی جوش را الزام می‌کند و محدودیت‌های پذیرش آن‌را خلاصه می‌نماید.

در سیستم‌های لوله‌کشی اغلب از جوشکاری قوسی الکتریکی با فلز پوشش‌دار استفاده می‌شود، چرا که در دسترس بوده و کاربرد آن راحت است. فلز جوشکاری مذاب با تبخیر پوشش الکترود، محافظت می‌شود.

- **اتصال دنده‌ای:** رزوه‌ها باید طبق ASME B۱-۲۰-۱ باشند. در مورد لوله‌های پلاستیکی، لولهٔ با ضخامت دیوارهٔ کمتر از ضخامت رده ۸۰ رزوه نمی‌شود، چون ضخامت دیواره لوله و مقاومت آن

در محل رزوه کاهش می‌یابد. لوله پلاستیکی رده ۸۰ و یا سنگین‌تر نیز باید توسط دستگاه حدیده خاص لوله‌های پلاستیکی رزوه‌دار شود تا از آسیب دیدن لوله و رزوه‌ها جلوگیری شود.

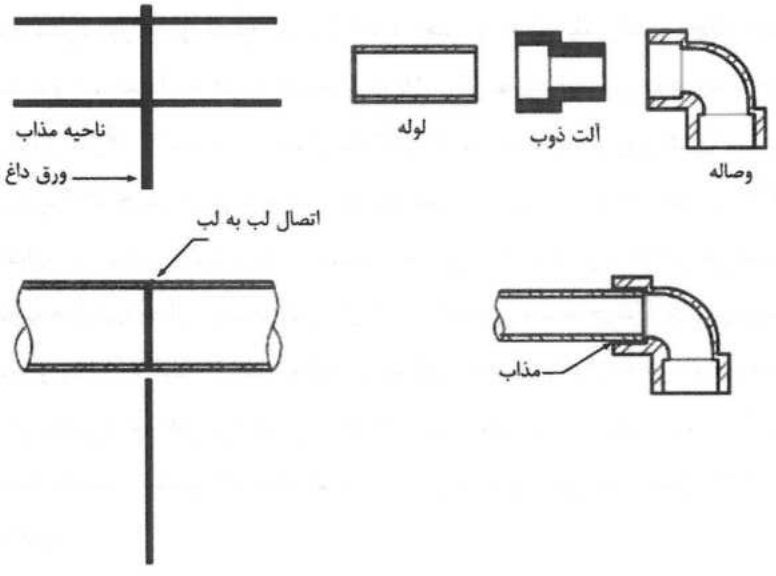
از خمیر و نوار لوله‌کشی برای روان‌کاری و آب‌بندی رزوه‌ها استفاده می‌شود. عملکرد اصلی خمیر و نوار لوله‌کشی، روان‌سازی سطح است تا اجازه دهد که وصاله بقدر کافی محکم شده و یک اتصال سفت و آب بند فلز به فلز یا پلاستیک به پلاستیک بوجود آید. این مواد باید با جنس لوله و سیال عامل سازگار باشند. خمیر اتصال لوله‌کشی یا نوار تنها باید بر روی قسمت نر رزوه بکار برده شود، زیرا اگر خمیر یا نوار لوله‌کشی روی قسمت مادگی رزوه استفاده شود، در هنگام بسته شدن اتصال، این مواد وارد لوله شده و سیستم لوله‌کشی را آلوده به مواد ناخالص می‌کنند.

- **اتصال ذوب حرارتی:** اتصال ذوب‌حرارتی برای لوله پلاستیکی مشابه جوشکاری برای لوله فولادی است. لوله و وصاله، یا لوله‌های لب به لب توسط ابزار مخصوص حرارت‌دهی، با هم ذوب‌شده و یک اتصال دائمی و غیرقابل بازگشت را ایجاد می‌کنند. ابزارهای مخصوص جوش حرارتی لب به لب، لوله‌ها را بطور مناسب هم‌راستا کرده و اتصال را برقرار می‌کنند. شکل (۱۴-۱۰-۱) را ملاحظه کنید.

اتصالات باید از نوع جوش حرارتی سرتنبوشه‌ای، زینی یا لب به لب باشند و طبق دستورالعمل سازنده سیستم لوله‌کشی، ساخته شوند. سطوح اتصال باید تمیز و بدون رطوبت باشند. سطوح تماس باید تا دمای ذوب حرارت داده شده و به هم متصل گردند و سپس باید صبر کرد تا اتصال سرد شود.

- **اتصال ذوب الکتریکی:** اتصال ذوب الکتریکی نوعی از انواع اتصالات ذوب حرارتی است که از وصاله‌های ویژه‌ای استفاده می‌کند که دارای یک المان حرارتی مقاوم یک‌پارچه می‌باشند. این وصاله به یک منبع تغذیه الکتریکی وصل می‌شود که توان ورودی و دورهٔ اعمال آن به المان حرارتی وصاله را کنترل می‌کند. سطوح تماس باید تمیز و عاری از رطوبت باشند و توسط یک رزین پاک کننده شسته شوند. سطوح تماس باید طی یک پریود زمانی مشخص که بوسیلهٔ سازنده تعیین می‌شود، به دمای ذوب برسند. اتصال باید تا سردشدن کامل دست‌نخورده باقی بماند. وصاله‌ها باید مطابق استاندارد ASTM F ۱۰۵۵ تولید شوند.

- **اتصال با سیمان حلال:** اتصال با سیمان حلال یک روش معمول اتصال لوله‌ها و وصاله‌های پلاستیکی است و اغلب به‌عنوان جوش حلال شناخته می‌شود. استانداردهای مرجع ASTM، روش‌هایی را برای نحوهٔ استفاده از سیمان حلال و اجرای اتصال پیشنهاد میدهند.



شکل(۱۴-۱۰-۱): اتصال لوله‌های پلی‌پروپیلن با ذوب حرارتی

هنگام اتصال باید لوله و وصاله در دمای تقریباً یکسان باشند. انتهای لوله و حفرهٔ وصاله باید تمیز، خشک، عاری از چربی، روغن و مواد خارجی باشد. اتصالات CPVC و PVC ابتدا باید زده شوند. قبل از اعمال سیمان حلال، از پرایمر (بتونه) بر روی همهٔ سطوح محل اتصال استفاده می‌شود. این پرایمر یک حلال برای مصالح لوله و وصاله است که شرایط را برای عمل بعدی که استفاده از سیمان حلال است، فراهم می‌کند.

عدم استفاده از پرایمر در اتصال با سیمان حلال، باعث ایجاد یک اتصال ضعیف می‌شود. اگر مقدار پرایمر کم باشد، بررسی دقیق لازم است تا مشخص شود که پرایمر بطور صحیح اجرا شده است. پرایمر پرداخت شفاف سطح لوله و وصاله‌ها را از بین برده، سطحی کدر بر جای می‌گذارد. باید توجه داشته که سیمان حلال را باید مادامی‌که پرایمر هنوز فعال (خیس) است بکار برد.

اتصالات با سیمان حلال باید برای دوره زمانی تعیین شده بوسیله سازنده سیمان حلال مورد مراقبت قرار گیرند. مدت مراقبت بستگی به رطوبت نسبی، دمای محیط و نوع سیمان دارد.

تمامی انواع سیمان‌های حلال تنها در صورتی می‌توانند بکار بروند که منطبق با استاندارد سیمان حلال مورد استفاده برای جنس لوله و وصاله‌های مرتبط باشند. هر نوع از سیمان حلال برای کاربرد خاصی طراحی شده است. سیمان حلال چند منظوره ممکن است با استانداردهای ASTM سیمان حلال هر کدام از مصالح پلاستیکی منطبق باشد یا نباشد. سیمان حلال با عدد استاندارد ASTM مرتبط نوشته شده بر روی قوطی آن، شناخته می‌شود. سیمان حلال خاص ABS مطابق استاندارد ASTM ۰ ۲۲۳۵ می‌باشد. سیمان حلال برای CPVC با استاندارد ۴۹۳ ASTM F و برای PVC با استاندارد ASTM ۰ ۲۵۶۴ منطبق هستند.

- **اتصال لحیمی نرم:** اتصال لحیمی معمولاً برای لوله‌های برنجی و مسی یا از آلیاژ مس بکار می‌رود. استاندارد ASTM B ۳۲ درجه‌های متنوعی از لحیم را شامل می‌شود. لحیم‌ها آلیاژی فلزی از قلع و سرب، قلع و آنتیموان، قلع و نقره و یا آلیاژهای پیچیده‌تری از قلع، نقره، مس و سایر فلزات می‌باشند.

سطوح اتصال باید با استفاده از سنباده و برس‌های مخصوصی که برای زدودن اکسیدها و ناخالصی‌ها طراحی شده‌اند، به خوبی پاک و تمیز شوند. استفاده از فلاکس به‌منظور جلوگیری از اکسیداسیون سطح و نفوذ بهتر لحیم به داخل اتصال، ضروری است.

- **اتصال لحیمی سخت:** سطوح اتصال باید تمیز باشد. در جائی که لازم است باید از یک فلاکس مورد تأیید استفاده شود. محل اتصال باید توسط یک فلز پُرکنندهٔ مورد تأیید AWS AS.۸ است، جوش داده شود. لوله‌های برنجی، مسی و از آلیاژ مس می‌توانند با لحیم‌کاری سخت به هم متصل شوند. این نوع لحیم‌کاری خیلی مشابه لحیم‌کاری نرم است، اما در دماهای بالاتر از ۵۳۸ درجهٔ سلسیوس انجام می‌شود. اتصال لحیمی سخت به دلیل دمای بالاتر به‌مراتب از اتصال لحیمی نرم قوی‌تر است.

سطوحی که جوش داده می‌شوند معمولاً توسط سنباده و برس‌های مخصوص تمیز می‌شوند. زیرا اکسیدها و مواد دیگری که روی سطوح هستند می‌توانند با جریان فلز پُرکننده تداخل پیدا کنند. بعضی از فلزات پُرکننده در بعضی اتصالات خاص، نیازی به فلاکس و محافظ جوش ندارند. برای

تصمیم‌گیری در مورد ضرورت استفاده از فلاکس و نوع آن باید به دستورالعمل سازنده مراجعه کرد. پُرکننده‌های معمول که برای اتصال لحیمی سخت بکار می‌روند، شامل آلیاژهای مس و فسفر می‌باشند و یا دارای ۳۰ تا ۶۰ درصد نقره همراه با روی و آلیاژهای مس هستند. بعضی هم شامل کادمیم هستند که به شدت سمی است.

- **اتصالات مکانیکی:** بسیاری از اتصالات مکانیکی از مواد الاستومریک برای ایجاد درزبند استفاده می‌کنند. چون اتصالات مکانیکی نوعاً اختصاصی هستند، باید طبق دستورالعمل نصب سازندگان ساخته شوند. اتصالات مکانیکی لوله‌های فلزی شامل گستره وسیعی از اتصالات و وصاله‌ها هستند و متداول‌ترین آن شامل نوع وصاله فشاری است. این نوع وصاله از یک رینگ فشاری فلزی برای ایجاد درزبند استفاده می‌کند. این رینگ با بسته شدن وصاله بر روی سطح خارجی دیواره لوله فشرده می‌شود. خمیر اتصال لوله لازم نیست ولیکن اغلب برای روانکاری سطوح فلزی اتصال بکار برده می‌شود.

اتصالات مکانیکی برای لوله پلاستیکی شامل وصاله‌های درون‌رو، وصاله‌های حلقه‌ای یا رینگ قفل فلزی، وصاله فشاری و وصاله‌های چین‌دار می‌باشند. اگرچه وصاله نوع درون‌رو می‌تواند قطر داخلی لوله را کاهش دهد، اما می‌توان در هنگام طراحی سیستم لوله‌کشی، این کاهش را لحاظ کرد.

اتصالات مکانیکی برای لوله فولادی شامل انواع واشر فشاری، شیاری و پرسی است. اتصالات شیاری نیازمند برش یا ایجاد یک شیار کم عمق بر روی دیواره لوله دارد. یک گیره در تماس با شیار قرار می‌گیرد و درزبند نوع خاصی از واشر است که به گونه‌ای طراحی شده است تا فشار داخلی را بسط داده و درز را ببندد. بعضی از گیره‌ها با رواداری بین زبانه و شیار طراحی شده‌اند تا عدم هم‌محوری بین زبانه و شیار و همچنین جابجائی حرارتی را تصحیح کنند. انواع دیگری هم طراحی شده‌اند تا حرکت‌ها را محدود کنند و یک اتصال تقریباً صلب ایجاد کنند. اطلاعات سازندگان محدوده دما و فشار کاری را برای کاربرد صحیح اتصالات مکانیکی، مشخص می‌کنند.

نوع دیگری از اتصال مکانیکی از یک کوپلینگ که کمی بزرگتر از قطر خارجی لوله است تشکیل شده‌است. انتهای لوله‌ها وارد یک غلاف شده و واشرها فضای بین لوله و کوپلینگ را پُر می‌کنند و بوسیله حلقه‌های نگهدارنده در محل خود نگه داشته می‌شوند. این نوع از اتصال می‌تواند بعضی از

عدم هم محوری‌ها را تصحیح کند، اما باید محکم شده یا مهار شود تا از حرکت محوری یا جانبی جلوگیری گردد. سازندگان محدوده دما و فشار کاری را برای کاربرد صحیح اتصالات مکانیکی، تعیین می‌کنند.

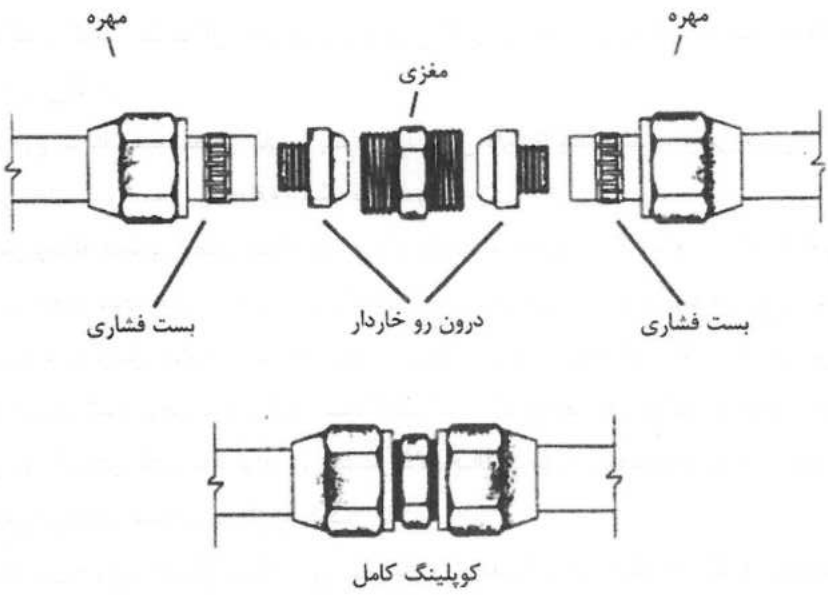
یک نوع نسبتاً جدید اتصال نیاز به یک وسیله توانی دارد تا یک وصاله سوکتی مسی را در لوله مسی جا بزند و توسط یک حلقه اُرینگ درزبندی کند.

- **اتصال وصاله فشاری**: اتصال وصاله فشاری باید با وسیله مخصوصی که برای این کار طراحی شده است، ایجاد شود. چون در این روش انتهای لوله گشاد می‌شود، فقط لوله‌های مسی بدون‌درز تابانده شده (آنیل شده) و کشیده شده را می‌توان استفاده نمود. ابزار آلات معمول این روش شامل یک گیرهٔ پیچی و یک ابزار گشادکننده است که توسط یک چکش به داخل لوله رانده می‌شود. انتهای گشادشدهٔ لوله بین نشیمن‌گاه وصاله و مهرهٔ رزوه‌شده فشرده می‌شود تا یک اتصال درزبندی شده فلز به فلز را تشکیل دهد.

وصاله‌های فشاری احتمالاً شامل درون‌رو، بست یا حلقه و اُرینگ (حلقه O شکل) می‌باشند که از اجزای اصلی اتصال بوده و نباید حذف شوند. شکل (۱۴-۱۰-۲) را ملاحظه کنید. درون‌روها به عنوان سخت‌کننده عمل کرده و نیروهای فشاری روی دیواره لوله را تحمل می‌کنند. بست یا حلقه و اُرینگ وظیفه درزبندی اطراف لوله را به‌عهده دارند.

بعضی از وصاله‌ها از یک درون‌رو استفاده می‌کنند که با فشار به داخل انتهای گشادشدهٔ لوله فرستاده می‌شود و یک غلاف فشاری که برروی لوله کشیده می‌شود تا لوله را در مقابل درون‌رو محکم کند. قبل از نصب وصاله، باید از یک تکنیک ویژه برای گشادکردن لوله استفاده شود. در تمامی موارد، وصاله‌هائی که لوله‌های PEX را به هم اتصال می‌دهند باید طبق دستورالعمل نصب سازندگان، نصب شوند.

(۴) اتصال پلاستیک به فلز: لحیم‌کاری نرم بر روی قسمت فلزی لوله باید در فاصلهٔ دست‌کم ۴۵۰ میلی‌متری از محل اتصال پلاستیک به فلز انجام شود. در جوشکاری یا لحیم‌کاری لوله‌های فلزی که به لوله‌های پلاستیکی متصل می‌شوند، باید مراقبت ویژه‌ای انجام شود که لوله پلاستیکی در معرض دمای بالا قرار نگیرد. بدین منظور، هرگونه جوشکاری یا لحیم‌کاری می‌بایست در یک حداقل فاصله‌ای از نقطهٔ اتصال به لولهٔ پلاستیکی صورت گیرد. دماهای بالاتر از ۱۷۰ درجهٔ سلسیوس می‌تواند سبب ایجاد خسارت غیرقابل جبرانی به لوله‌های PEX شوند.



شکل(۱۴-۱۰-۲): اتصال مکانیکی نوع فشاری

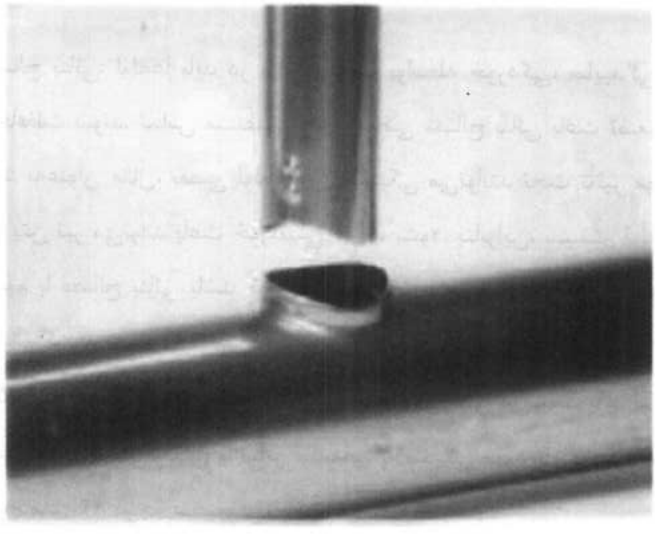
(۵) سه‌راهی فرم‌یافتهٔ مکانیکی: این سه‌راهی طی یک عملیات پیوسته شامل سوراخ‌کاری لوله و کشیدن دیواره سوراخ به سمت بیرون به گونه‌ای که یک طوقه با ارتفاع حداقل ۳ برابر ضخامت دیوارهٔ لوله را ایجاد کند، ساخته می‌شود. انجام این عملیات، به ابزار مخصوص نیاز دارد. سه‌راهی‌های ایجادشده مطابق این قسمت فاقد کنترل کیفیتی است که سازندگان در کارخانه به‌منظور تطابق با استانداردهای کاربردی اعمال می‌کنند. هنگامی‌که سه‌راهی‌ها بصورت مکانیکی و در محل نصب ایجاد می‌شوند، رواداری‌ها همیشه مطابق استاندارد نیستند. اتصالات سه‌راهی فرم‌یافتهٔ مکانیکی باید از نوع لحیم‌کاری سخت باشد. به‌دلیل شکل و اندازهٔ طوقهٔ سه‌راهی تولیدشده در این روش، استفاده از لحیم‌کاری نرم برای تأمین مقاومت موردنیاز اتصال کافی نیست.

- اطمینان از جریان کامل سیال: لوله‌های انشعابی نباید باعث محدودیت جریان سیال داخل لوله اصلی شوند. باید یک توقف از نوع فرورفتگی/ گودی بر روی لوله انشعاب ایجاد گردد تا اطمینان

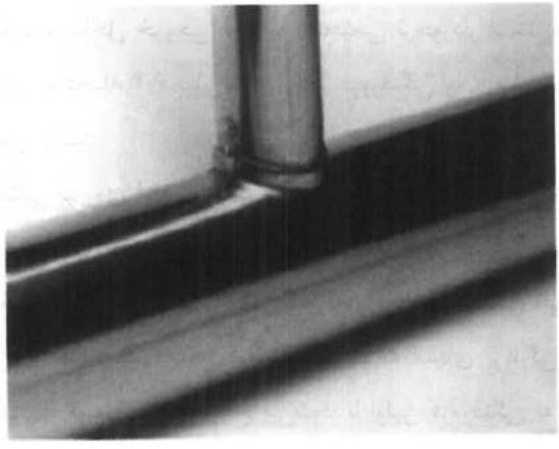
حاصل شود که نفوذ به داخل خروجی از عمق صحیحی برخوردار است. برای اهداف بازرسی، باید فرورفتگی دومی به فاصلهٔ ۶/۴ میلی‌متری بالای فرورفتگی اول ایجاد شود. فرورفتگی‌ها باید هم‌راستا با لوله اصلی باشند.

ایجاد شیار و فرورفتگی بر روی لوله انشعاب لازم است تا اطمینان حاصل شود که لوله انشعاب بیش از اندازه وارد لوله اصلی نشده باشد به گونه‌ای که مانع جریان در لوله شود و یا باعث افزایش افت فشار بیش از حد معمول گردد. سوراخ کردن لوله و ایجاد فرورفتگی طی یک عملیات انجام می‌شود تا اطمینان حاصل شود که فرورفتگی‌ها نسبت به انتهای بریدگی بطور صحیح ایجاد شده‌اند. لوله انشعاب به گونه‌ای وارد سوراخ می‌شود تا اولین فرورفتگی به طوقهٔ سوراخ برسد. فرورفتگی دوم که به فاصلهٔ ۶/۴ میلی‌متری بالای فرورفتگی اول قرار دارد، به‌عنوان یک نقطهٔ بازرسی چشمی در بالای محدوده‌ای که جوشکاری می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل‌های (۱۴-۱۰-۳) و (۱۴-۱۰-۴) را ببینید.



شکل(۱۴-۱۰-۳): اتصال فرم‌یافتهٔ مکانیکی



شکل(۱۴-۱۰-۴): اتصال فرم‌یافتهٔ مکانیکی- موقعیت فرورفتگی

۱۴-۱۰-۴ اجرای لوله‌کشی

الف) کلیات

(۱) تماس با مصالح بنائی: لوله‌ها باید در برابر تخریب بواسطه خوردگی، ساییدگی و واکنش‌های شیمیایی محافظت شوند. تماس مستقیم لوله با بعضی مصالح بنائی باعث تضعیف یا خوردگی آن‌ها می‌شود. به‌عنوان مثال، بعضی لوله‌های پلاستیکی می‌توانند تحت تأثیر مواد با پایه نفتی قرار گیرند و بتن نیز می‌تواند باعث خورندگی فلزات بشود. بنابراین، سیستم لوله‌کشی نباید در تماس مستقیم با مصالح بنائی باشد که باعث تضعیف یا خوردگی لوله‌ها، یا ایجاد اختلال در عملکرد سیستم گردد.

- مصالح: لوله‌کشی پنل‌های گرمائی که در اجزای ساختمان دفن می‌شوند باید از جنس فولادی استاندارد، مسی نوع L، پلی‌بوتیلن یا سایر لوله‌های پلاستیکی مورد تأییدِ مقرر برای فشار ۶۸۹ کیلوپاسکال و دمای ۸۲ درجهٔ سلسیوس، باشند.
- سطح خارجی لوله‌ها باید در مقابل خوردگی و تضعیف محافظت شوند. به عنوان مثال، در لوله‌کشی فولادی آبِ سردکننده، در اثر این‌که سطح خارجی لوله به‌طور مداوم در معرض چگالش بخار قرار می‌گیرد، این سطح مستعد برای زنگ زدن است. همین‌طور وقتی‌که لوله در

زیرِ زمین یا بتن دفن می‌شود، شرایط محیطی اطراف آن ممکن است باعث تخریب یا خوردگی لوله گردد. وقتی که این مورد می‌تواند به وقوع بپیوندد، روش‌های محافظتی مانند پوشش‌دار کردن لوله و یا نصب مصالحی که ذاتاً مقاوم در برابر تخریب می‌باشند، برای محافظت از لوله لازم است. پوشش‌ها معمولاً شامل قیر، اپوکسی یا پلاستیک می‌باشند.

- اتصالات مدفون: اتصالات لوله‌کشی که در اجزای ساختمان یا زیر کف آن دفن می‌شوند، در لوله‌کشی فولادی باید از نوع جوشی با قوس الکتریکی یا اکسیژن/ استیلن باشند. در لوله‌کشی مسی باید از لحیم‌کاری سخت با فلز پُرکنندهٔ با دمای ذوب دست‌کم ۵۳۸ درجهٔ سلسیوس باشند و در لوله‌کشی پلی‌بوتیلن باید بصورت یک‌تکهٔ پیوسته و یا با ذوب حرارتی اتصال یافته باشند.
- لوله‌کشی باید مورد آزمون فشار قرار گیرد تا هرگونه نقصی در آن مشخص شده و ترمیم گردد. این آزمون بخصوص هنگامی‌که قرار است لوله‌ها دفن شده و درنتیجه غیر قابل دسترس شوند، اهمیت دارد. بنابراین اگر قطعه‌ای از لوله در بتن دفن می‌شود، باید پیش از بتن‌ریزی تحت آزمایش فشار قرارگیرد و در هنگام بتن‌ریزی نیز زیر فشار کار مورد نظر سیستم باشد.

(۲) سیستم تخلیه: برای تسهیل در تعمیر و نگهداری، سیستم لوله‌کشی باید به گونه‌ای شیب‌بندی و نصب شده باشد که امکان تخلیهٔ سیال یا چگالیده داخل آن به‌راحتی میسر باشد. بخش‌های مختلف سیستم لوله‌کشی باید دارای شیر تخلیه یا وسیله‌ای برای باز نمودن و تخلیه باشند. تخلیه سیستم لوله‌کشی باید بوسیله اتصال غیر مستقیم مطابق با "مبحث شانزدهم مقررات ملّی ساختمان: تأسیسات بهداشتی" انجام شود.

- نصب لوله‌کشی بخار: لوله‌های بخار باید به گونه‌ای نصب شوند که بتوانند آب را به سمت بویلر یا تلهٔ بخار تخلیه کنند. در حالی‌که بخار در داخل لوله‌ها جریان می‌یابد، بخشی از انرژی حرارتی خود را از دست داده و قسمتی از آن به مایع تبدیل می‌شود. وجود بخار چگالیده (مایع) در داخل خطوط بخار با جریان درست بخار تداخل می‌کند و می‌تواند تولید صدا و ضربهٔ قوچ نموده و تخریب لوله را تسریع کند. بنابراین لوله‌کشی بخار باید به سمت بویلر یا تلهٔ بخار شیب داشته باشد و بتواند بخار چگالیده را به یکی از این دو تخلیه کند.

تلهٔ بخار یک شیر خودکار است که اجازهٔ عبور بخار چگالیده را از شیر می‌دهد ولیکن از عبور بخار از شیر جلوگیری می‌کند. یک نوع از تله بخار با استفاده از یک عضو شناور یا ترموستاتیک

برای نشان‌دادن جمع‌شدن مایع یا دمای پائین‌تر چگالیده، حضور بخار چگالیده را احساس می‌کند. عضو شناور یا ترموستاتیک شیر را باز و بسته می‌کند تا چگالیدهٔ جمع‌شده به سیستم برگشت تخلیه شود.

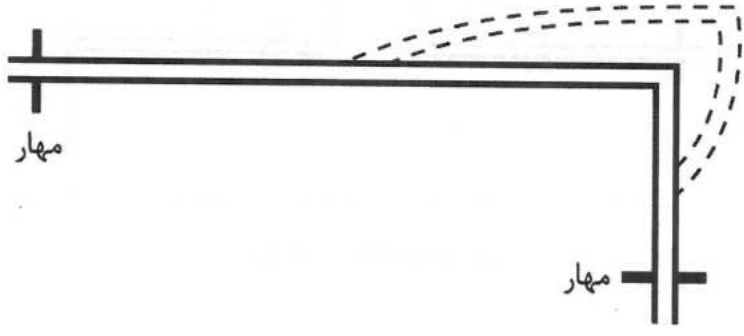
(۳) انبساط و انقباض لوله‌ها: تغییر دما سبب تغییر ابعاد همه مواد می‌شود. جذب انرژی گرمائی باعث می‌شود که اتم‌های یک ماده از هم دور شده و انبساط آن در همه جهات صورت‌گیرد. در مورد لوله، بیشترین انبساط و انقباض در امتداد طولی آن صورت می‌گیرد. برای سیستم‌هائی همچون سیستم بخار و آب‌داغ که در دمای بالا کار می‌کنند، میزان انبساط زیاد است و جابجائی قابل ملاحظه‌ای در طول کوتاهی از لوله می‌تواند اتفاق بیفتد. اگر چه میزان انبساط در واحد طول لوله برای کاربردهائی همچون سیستم‌های آب سرد (چیلر) و آب کندانسور که در محدودهٔ دمائی ۴ تا ۳۸ درجهٔ سلسیوس کار می‌کنند ممکن است کم باشد، اما جابجائی بزرگی در لوله‌کشی با طول زیاد می‌تواند اتفاق بیفتد.

در لوله‌هائی که مهار شده‌اند، نیروهای زیادی در اثر افزایش یا کاهش دما می‌تواند ایجاد شود. باید توجه شود که نیروهای ناشی از انقباض به بزرگی نیروی انبساط می‌باشند. علاوه بر دیگر الزامات طراحی، سیستم‌های لوله‌کشی باید قابلیت تطبیق با نیروهای ناشی از انبساط و انقباض گرمائی را داشته باشند. همچنین این بخش در نظر دارد که از تخریب سازه ساختمان بوسیله نیروهای ناشی از انبساط و انقباض لوله‌کشی جلوگیری نماید.

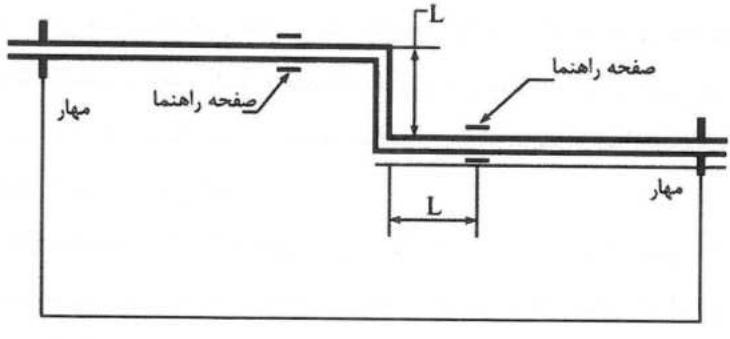
اقدامات ناکافی برای تطبیق با شرایط انبساط و انقباض، می‌تواند منجر به شکست لوله و نگه‌دارنده‌ها، تخریب اتصال و نشت سیال و انتقال نیروها و تنش‌های خسارت‌آور به تجهیزات اتصال‌یافته و اجزاء ساختمان گردد. نیروهای وارده به تجهیزات دوّار، همچون پمپ و توربین، ممکن است باعث تغییر شکل محفظه و ازجا دررفتن یاتاقان شود. نیروهای وارده به ساختمان می‌تواند سبب اعمال بار اضافی و خسارت به بخشی شود که لوله‌کشی به آن ثابت نگه‌داشته شده است.

- اقدامات لازم برای محافظت لوله از خسارت‌های ناشی از انبساط، انقباض و نشست ساختمان باید صورت گیرد. لوله‌کشی باید به‌گونه‌ای نصب شود که از تنش‌ها و کشش‌های سازه‌ای داخل ساختمان اجتناب گردد. به‌طور کلی هرگز نباید لوله مستقیم را از هر دو انتها مهار کرد. امکان

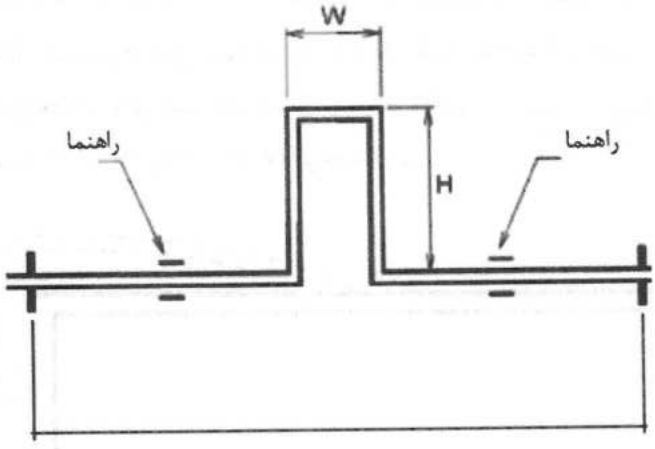
جابجائی زیاد لوله را با استفاده از خم انبساط، حلقهٔ انبساط و یا قطعهٔ انبساط می‌توان ایجاد نمود. از وسایل متنوعی همچون خم‌های L ، Z و U شکل؛ اتصالات انبساطی بسته و غیربسته و رابط‌های قابل‌انعطاف برای مستهلک نمودن انبساط و انقباض، استفاده می‌شود. به شکل‌های (۱۴-۱۰-۵)، (۱۴-۱۰-۶) و (۱۴-۱۰-۷) مراجعه کنید.



شکل(۱۴-۱۰-۵): خم L شکل



شکل(۱۴-۱۰-۶): خم Z شکل



شکل(۱۴-۱۰-۷): خم U شکل

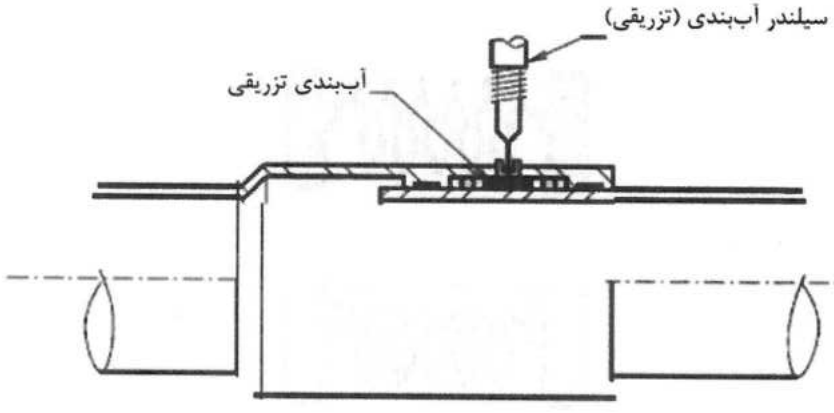
- رابط‌های قابل‌انعطاف، اتصالات مستهلک‌کنندهٔ انبساط و ارتعاش:

این بخش الزامات تجهیزاتی را شامل می‌شود که برای محافظت اجزای سیستم لوله‌کشی از خسارات‌های ناشی از انبساط، انقباض، حرکات عرضی، تغییرشکل زاویه‌ای و ارتعاشات، به‌کار می‌روند. این تجهیزات طراحی شده‌اند تا تغییر مکان و تنش‌های لوله را جذب کنند، صدای سیستم را کاهش دهند، ارتعاشات مکانیکی را جذب کنند و عدم هم محوری کم لوله‌ها را جبران کنند. حرکت لوله به واسطهٔ تغییرات دما و فشار سیال عامل و محیط اطراف آن ایجاد می‌شود. ارتعاشات معمولاً ناشی از تجهیزات مکانیکی مانند پمپ می‌باشد.

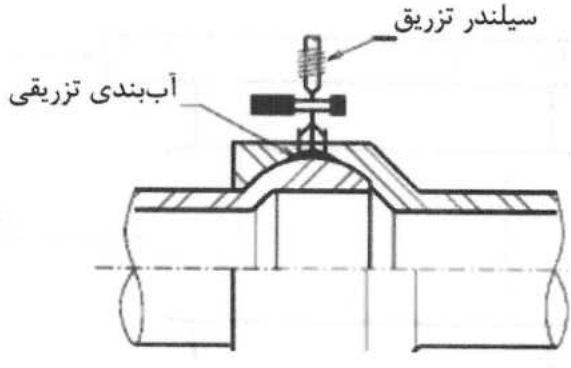
رابط‌های قابل‌انعطاف و اتصالات انبساطی در جایی بکار می‌روند که پتانسیل تغییرمکان لوله بسیار بالاتر از آن است که بتوان بوسیلهٔ خم یا حلقه آن را مستهلک نمود، یا در جایی که فضای کافی برای ساخت یک حلقهٔ با اندازهٔ مناسب وجود ندارد. مثال‌هایی از تجهیزات انبساطی عبارتند از:

- اتصال انبساطی لغزشی یکپارچه مطابق شکل (۱۴-۱۰-۸)؛
- اتصال توپی قابل‌انعطاف مطابق شکل (۱۴-۱۰-۹)؛
- اتصال انبساطی فلزی آکاردئونی مطابق شکل (۱۴-۱۰-۱۰)؛
- اتصال انبساطی لاستیکی مطابق شکل (۱۴-۱۰-۱۱)؛
- شلنگ قابل‌انعطاف مطابق شکل (۱۴-۱۰-۱۲).

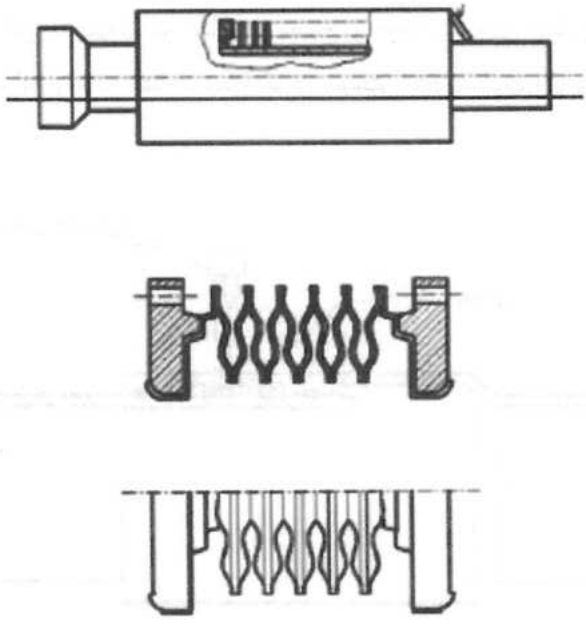
به علت اینکه این تجهیزات در اندازه‌ها، مصالح و درجه‌بندی‌های فشاری/ دمایی متفاوتی موجودند، لازم است که براساس فشار و دمای کاری سیستم انتخاب شوند و با سیال داخل سیستم سازگار باشند.



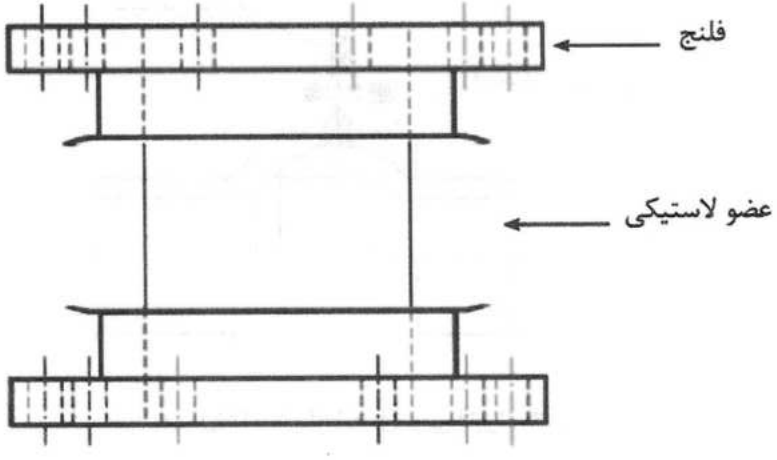
شکل(۱۴-۱۰-۸): اتصال انبساطی لغزشی یکپارچه



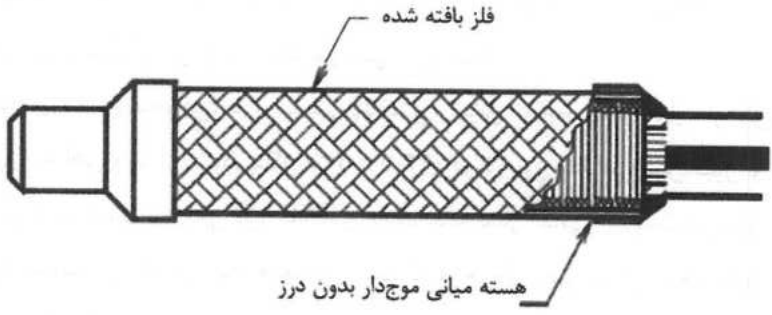
شکل(۱۴-۱۰-۹): اتصال توپی قابل‌انعطاف



شکل(۱۴-۱۰-۱۰): اتصال انبساطی فلزی آکاردئونی



شکل(۱۴-۱۰-۱۱): اتصال انبساطی لاستیکی



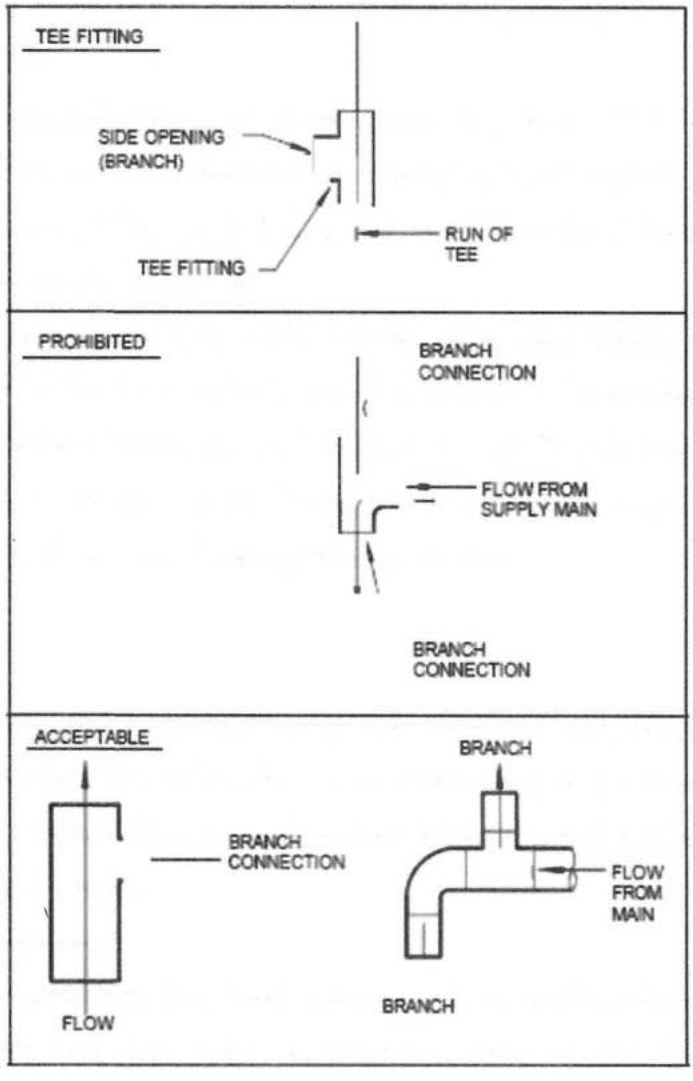
شکل(۱۴-۱۰-۱۲): شلنگ قابل‌انعطاف

(۵) عبور لوله از جداره‌ها: بازشوهای عبور لوله از دیوار، کف و سقف باید از لوله بزرگتر باشند تا از تنش و تخریب فیزیکی لوله در اثر انبساط و انقباض لوله و سازه ساختمان، و انتقال بارهای سازه‌ای، جلوگیری شود. فضای خالی بین سطح خارجی لوله و بازشو از سایش و اصطکاک جلوگیری نموده و رواداری لازم را برای حرکت‌های لوله و ساختمان ایجاد می‌کند. حفاظت در برابر آتش یا درزبندکردن رواداری بین لوله و بازشو باید به صورتی انجام گیرد که درجه انعطاف‌پذیری لازم برای انبساط، انقباض یا سایر حرکت‌ها تأمین گردد. در محل عبور از اجزای بتنی یا مصالح بنائی، باید از غلاف استفاده شود تا ضمن حفظ یکپارچگی مصالح ساختمانی، از برخورد لوله با دیوارِ زبر جلوگیری شود.

(۶) فاصله تا مواد سوختنی: در سیستم لوله‌کشی، اگر دمای سطح خارجی لوله و سایر اجزا به بیش از ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس می‌رسد، باید دست‌کم ۲۵ میلی‌متر از مواد سوختنی فاصله داشته باشند. حفظ فاصله ۲۵ میلی‌متری اجازه می‌دهد که بخشی از انرژی گرمائی لوله قبل از رسیدن به مواد سوختنی مجاور تلف شود. در معرض دائمی قرارگرفتن با حرارت تولید شده بوسیله لوله‌کشی، می‌تواند مواد سوختنی مجاور را تحت تأثیر قرار داده و باعث پائین آوردن دمای اشتعال آن‌ها و ایجاد پتانسیل آتش‌گیری شود. به جز در کاربردهای بخار، دماهای نزدیک به ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس نوعاً در سیستم‌های لوله‌کشی تأسیسات مکانیکی ساختمان وجود ندارد. حتی اگر دمای طراحی کمتر از ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس باشد، هنگامی‌که دماهای بالا امکان‌پذیر

است یا نقطهٔ تنظیم کنترل دمای بیشینهٔ سیستم به ۱۲۱ درجهٔ سلسیوس محدود شده است، حفظ رواداری مناسب بین لوله و مواد سوختنی لازم است.

(۷) کاربردهای ممنوع سه‌راهی: در سیستم لوله‌کشی، سیال تغذیه (رفت) نباید از طریق بازشو انشعابیِ سه‌راهی وارد آن شود. شکل (۱۴-۱۰-۱۳) هر دو نوع سه‌راهی قابل قبول و مردود را نشان می‌دهد. نصب سه‌راهی نوع کله‌گاوی باعث افت فشار اضافی، مقاومت در برابر جریان و عملکرد ضعیف سیستم می‌شود. هدف این است که از جریان یافتن سیال طرف تغذیه به داخل بازشو انشعاب که در آن‌صورت بازشو اصلی و مستقیم سه‌راهی به‌عنوان لوله انشعاب با جریان در جهت‌های مخالف عمل می‌کند، جلوگیری شود.



شکل(۱۴-۱۰-۱۳): سه‌راهی برای جریان ترکیبی

ب) تکیه‌گاه (بست)

(۱) فاصلهٔ دو آویز مجاور برای لوله‌های افقی در جدول (۱۴-۱۰-۷) مبحث چهاردهم، داده شده است. تکیه‌گاه‌های لوله‌های از نوع PEX باید براساس دستورالعمل نصب سازنده اجرا شوند چون با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد این ماده، نیاز به روش‌های نگه‌دارنده خاصی دارند.

تکیه‌گاه‌های لوله باید به‌گونه‌ای نصب شوند که از آسیب دیدن لوله به واسطهٔ انبساط حرارتی جلوگیری کنند.

مانند تمام سیستم‌های لوله‌کشی، نگه‌دارنده‌های سیستم، همان اهمیتی را دارند که هر کدام از بخش‌های دیگر سیستم دارد. نگه‌دارنده‌ها باید به گونه‌ای اجرا شوند که هم‌راستائی و شیب لوله را حفظ کنند، وزن لوله و سیال داخل آن را تحمل نمایند، حرکت لوله را کنترل و در مقابل بارهای هیدردینامیکی مقاومت کنند.

در طراحی ساختمان باید بارهای سازه‌ای ایجادشده بوسیله سیستم لوله‌کشی درنظر گرفته شوند. آویزها یا تکیه‌گاه‌ها نباید با مصالح لوله واکنش نشان داده و یا باعث تضعیف آن بشوند. آویزها یا تکیه‌گاه‌های لوله‌های فلزی باید از مصالحی انتخاب شوند که سازگار با جنس لوله بوده و از خوردگی آن جلوگیری کنند. به‌عنوان مثال، در سیستم‌های لوله‌کشی مسی باید از آویزهای از جنس مس، با پوشش مس یا با پوشش مخصوص، استفاده شود.

پ) نصب شیر

شیرها در سیستم لوله‌کشی کاربردهای متنوعی دارند. شیرها اجزاء کنترل جریان در سیستم لوله‌کشی هستند. شیرها برای جداکردن اجزاء سیستم به‌منظور تسهیل عملیات تعمیر، نگه‌داری و تعویض قطعات و اجزای لوله‌کشی، لازم می‌باشند. شیرها همچنین برای خارج کردن موقتی بخشی از سیستم از کار، بکار می‌روند.

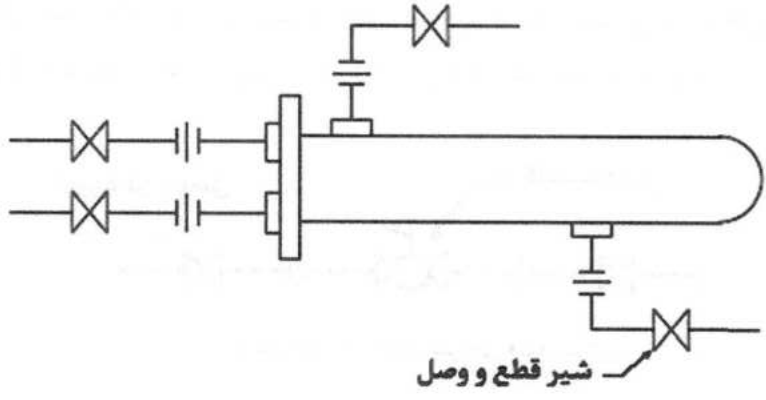
(۱) شیرهای قطع و وصل

این بخش تنها شیرهای قطع و وصل را شامل می‌شود و مشمولِ شیر فشارشکن، شیر اطمینان، شیر هواگیری، شیرهای کنترل جریان همچون شیر سماوری، شیر تنظیم، شیر تعادل، شیرهای کنترل ترموستاتیک و وسایل مشابه نمی‌گردد.

تخلیه آب لوله‌کشی موجب ورود هوا به سیستم شده و سیستم باید مجدداً از آب پُر شود. پس از آب‌گیری مجدد، مدت زمانی که صرف هواگیری سیستم می‌شود و مسائل خوردگی ناشی از آب جدید، باعث می‌شود که تا جائی‌که ممکن است از تخلیه آب سیستم اجتناب گردد. برای این منظور از شیرهای قطع و وصل برای ایزوله و جداکردن بخشی از سیستم لوله‌کشی استفاده می‌شود. این

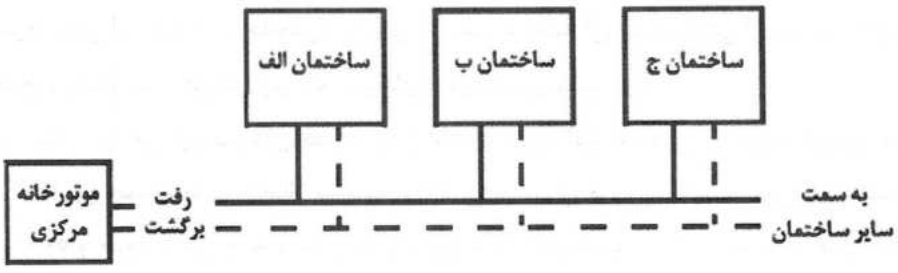
شیرها بدون این‌که نیاز به خاموش‌کردن کل سیستم یا تخلیه آن باشد، بخشی از سیستم را از مدار خارج می‌کنند. در محل‌های زیر باید شیرهای قطع و وصل نصب شوند:

- مبدل‌های حرارتی: شیرهای قطع و وصل باید بر روی کلیهٔ لوله‌های ورودی و خروجی مبدل حرارتی نصب شود. در اتصال سیستم لوله‌کشی به مبدل حرارتی، بطور معمول چهار شیر، در ورود و خروج سیال اولیه و در ورود و خروج سیال ثانویه، مورد نیاز است. مبدل‌های حرارتی شامل انواع آب به هوا، بخار به هوا، آب به آب، بخار به آب و مبرد به آب می‌باشند. اکثر آن‌ها در مواقعی که نیازمند تمیزکاری، تعمیر و نگه‌داری هستند، وجود شیرها انجام این عملیات را راحت‌تر می‌کند. شکل (۱۴-۱۰-۱۴) را ببینید. البته در صورتی‌که مبدل به صورت بخشی از بویلر و یا یکپارچه با بویلر است و می‌تواند با کمک شیرهای مشخص شده برای بویلر از سیستم لوله‌کشی مجزا شود، نیازی به شیر قطع و وصل ندارد.



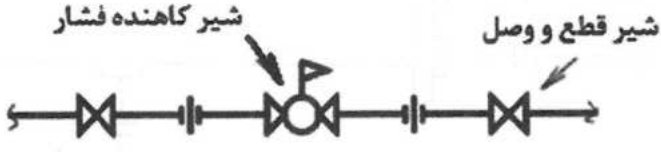
شکل(۱۴-۱۰-۱۴): مبدل حرارتی

- سیستم‌های مرکزی: در یک سیستم لوله‌کشی مرکزی که چندین ساختمان را تغذیه می‌کند، برای هر ساختمان باید شیرهای قطع و وصل جداگانه نصب شود. یک مثال معمول از این نوع ساختمان‌ها، یک کارخانه یا یک دانشگاه بزرگ با چندین ساختمان است که از یک سیستم مرکزی تولید و توزیع انرژی سرمایی و گرمایی استفاده می‌کنند. در سیستم مرکزی معمولاً از یک شبکهٔ لوله‌کشی زیرزمینی برای توزیع بخار، آب داغ و آب سرد بین ساختمان‌های مختلف استفاده می‌شود. به شکل (۱۴-۱۰-۱۵) مراجعه کنید.



شکل(۱۴-۱۰-۱۵): سیستم‌های مرکزی

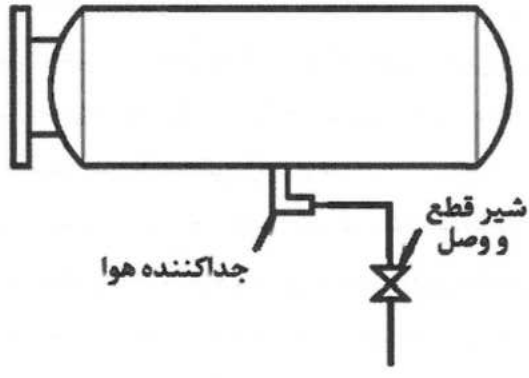
- مخازن تحت فشار: شیرهای قطع و وصل باید بر روی هر لوله متصل به مخزن تحت فشار نصب شوند. مخازن تحت فشار شامل مخازن ذخیره و نگه‌داری، مخازن انبساط، مخازن تراکم، فلاش‌تانک، مخازن آب جبرانی، مخازن چگالیده، و مخازن و دریافت‌کننده‌های مشابه می‌باشند.
- شیرهای فشار شکن: شیرهای قطع و وصل باید در هر دو سمت ورودی و خروجی شیر فشارشکن همان‌طورکه در شکل (۱۴-۱۰-۱۶) نشان داده شده است، نصب شود.



شکل(۱۴-۱۰-۱۶): شیرهای فشار شکن

- تجهیزات و دستگاه‌ها: در سیستم لوله‌کشی، شیرهای قطع و وصل باید بر روی هر اتصال به تجهیزاتی مانند بویلر، چیلر، سیستم برگشت چگالیده، سختی‌گیر و برج خنک‌کن نصب شود. اگر چه داشتن شیر جداکننده برای پمپ‌ها، سیرکولاتورها، جداکننده‌های هوا و وسایل اندازه‌گیری الزامی نیست، این شیرها باید به این منظور نصب شوند تا عملیات خارج کردن از مدار، تعمیر، سرویس، نگه‌داری و تعویض در بازه‌های زمانی مشخص به سهولت انجام شود. به عنوان مثال، پمپ‌ها و سیرکولاتورها باید بوسیلهٔ شیرهای قطع و وصل از مدار خارج شوند تا بدون نیاز به تخلیهٔ کل یا بخشی از آب سیستم، تعویض یا تعمیر گردند.

- مخازن انبساط: شیر قطع و وصل همانطور که در شکل (۱۴-۱۰-۱۷) نشان داده شده است، باید بر روی هر اتصال به مخزن انبساط غیرِدیافراگمی نصب شود. شیر جداکننده در اتصال به مخزن انبساط نوع دیافراگمی لازم نیست که نصب شود زیرا این مخازن بطور معمول نیاز به سرویس ندارند؛ البته در صورت خرابی این مخازن، وجود این شیر عملیات تعویض و جایگزینی را آسان‌تر می‌کند.



شکل(۱۴-۱۰-۱۷): مخازن انبساط

(۲) فشار کاهش‌یافته

هزینه سیستم در صورتی‌که سیستم برای فشار کاری پایین‌تر طراحی شود، کاسته می‌شود. به عنوان مثال، در ساختمان‌های بلند مرتبه به‌علت نیروی ثقل، کویل‌های طبقات پایین باید برای فشار کاری بالاتری نسبت به کویل‌های واقع در طبقات بالایی طراحی شوند. کاهش فشار در بخش‌های مشخص، می‌تواند منجر به استفاده از کویل‌های با فشارکاری کمتر و درنتیجه صرفه‌جوئی در هزینه شود. این مورد در زمینهٔ انشعابات، وصاله‌ها و شیرها نیز صادق است.

سیستم‌های بخار معمولاً به گونه‌ای طراحی می‌شوند که بخار را در فشارهای مختلف به دستگاه‌های مختلف برسانند. یک دیگ بخار ممکن است بخار پُرفشار را به مبدل‌های حرارتی فرآیندی و بخار با فشارِ کاهش‌یافته را به سیستم حرارت مرکزی ساختمان انتقال دهد. شیرهای فشارشکن می‌توانند به علت عمرکاری و ضعیف شدن و یا به علت عدم تنظیم صحیح، درست عمل نکرده و باعث شوند که پایین دست شیر، فشار بالاتری از مقدار طراحی را تحمل کند. فشار اضافی

می‌تواند باعث تخریب اجزاء کم‌فشار یا سیستم لوله‌کشی شود. نصب شیر اطمینان، با تخلیهٔ فشار اضافی قبل از اینکه باعث تخریب شود، از سیستم محافظت می‌کند.

۱۴-۱۰-۵ آزمایش

الف) سیستم لوله‌کشی باید مورد آزمایش قرارگیرد تا مشخص شود که نشتی ندارد و قادر به تحمل فشارکاری سیستم که عموماً همان فشار نقطهٔ تنظیم شیر اطمینان است، می‌باشد.

(۱) سیستم‌های لوله‌کشی به‌غیر از سیستم لوله‌کشی چرخهٔ پمپ حرارتی زمین‌گرمائی باید با فشار دست‌کم یک و نیم برابر بیشینهٔ فشار کار طراحی سیستم که در هرحال از ۷۰۰ کیلوپاسکال کمتر نباشد، مورد آزمایش هیدرواستاتیکی قرار گیرند.

(۲) مدت زمان آزمایش باید دست‌کم دو ساعت پیوسته باشد. نگه‌داشتن فشار آزمایش برای دست‌کم دو ساعت، اجازه می‌دهد که هرنوع نشتی در طول آزمون مشخص شود.

(۳) به علت روش خاصی که برای نصب سیستم لوله‌کشی چرخهٔ پمپ حرارتی زمین‌گرمائی بکار می‌رود، از روش منحصر به فرد دیگری برای آزمایش آن استفاده می‌شود.

ب) مهندس ناظر ساختمان باید بر همه آزمایش‌های لازم نظارت کند.

۱۴-۱۰-۶ عایق‌کاری

الف) هدف این است که با کنترل میزان اتلافات حرارتی در سیستم لوله‌کشی گرمائی و حرارت جذب‌شده در سیستم لوله‌کشی سرمائی، در مصرف انرژی صرفه‌جوئی شود. برای این منظور باید عایق‌های لوله طبق الزامات "مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان: تأسیسات مکانیکی" و "مبحث نوزدهم مقررات ملّی ساختمان: صرفه‌جوئی در مصرف انرژی"، هرکدام که سخت‌گیرانه‌تر است، باشند.

(۱) استفاده از مواد و مصالح سوختنی به عنوان عایق لوله مجاز نیست. بیشینهٔ شاخص‌های پیشروی شعله و گسترش دود عایق‌ها به‌ترتیب نباید از ۲۵ و ۴۵۰ تجاوز کند.

(۲) عایق‌هایی که در پلنوم هوا بکار می‌روند باید دارای شاخص پیشروی شعله ۲۵ یا کمتر و شاخص گسترش دود ۵۰ یا کمتر باشند.

(۳) عایق‌های لوله باید طبق استاندارد ASTM E ۸۴ آزمایش شوند. از روش استاندارد ۲۲۳۱ ASTM E برای تهیه نمونه و نصب آن استفاده شود. استاندارد اول روش‌های آزمون لولهٔ با عایق را ارائه می‌دهد که شامل الزامات آزمون سیستم‌های نمایان‌گر سیستم نصب‌شده در محل نیز می‌باشد. استاندارد دوم به الزامات مبحث اضافه می‌شود تا روش آماده‌سازی نمونهٔ آزمون و نصب آن را شامل شود و این اطمینان حاصل گردد که نمونهٔ آزمایش شده در آزمایشگاه، تا حدامکان به شرایط واقعی محل نصب نزدیک است. همچنین استاندارد اول برای آزمون سیستم‌های عایق‌کاری کانال در فصل ششم نیز استفاده می‌شود.

ب) عایق‌کاری لوله‌کشی داخلی تجهیزات مکانیکی که الزامات صرفه‌جوئی در مصرف انرژی را برآورده کرده و بر آن اساس مورد آزمون قرار گرفته و دارای برچسب انرژی می‌باشند، لازم نیست. هدف از این امر مستثنی‌کردن لوله‌کشی داخل تجهیزاتی است که مورد آزمون قرارگرفته و میزان اتلافات حرارتی یا کسب حرارت لوله‌کشی آن‌ها و همچنین اتلافات حرارتی داخل دستگاه، دردرجه‌بندی آن تجهیزات به حساب آمده است.

۱۴-۱۱ دودکش

۱۴-۱۱-۱ کلیات

الف) ضرورت تخلیه محصولات احتراق

(۱) محصولات احتراق دستگاه‌های گرمایی با سوخت مایع یا گاز بطور عمده شامل گازکربنیک و بخار آب و مقادیر کمتری گازهای منوکسیدکربن، هیدروژن سولفوره و اکسیدهای ازت است درصورت عدم تخلیه این گازها از فضای داخل ساختمان به محیط خارج، سلامتی ساکنان به شدت تهدید خواهد شد. همه ساله، موارد زیادی از مرگ و میر ناشی از عدم تخلیه کامل کوره‌ها و انتشار آلاینده‌های فوق گزارش می‌شود. بنابراین باید از سیستم دودکش برای تخلیه مؤثر محصولات احتراق استفاده شود.

ب) دامنهٔ کاربرد

این فصل مقررات مربوط به طراحی، ساخت، نصب، تعمیر و نگه‌داری انواع دودکش‌های ساختمانی و فلزی و لولهٔ رابط خروجی دود دستگاه‌های گرمایی، می‌باشد.

(۱) دستگاه‌های گرمایی بر اساس دمای کارکرد در سه گروه: با دمای پایین، با دمای متوسط و با دمای بالا، و از نظر نوع سوخت نیز در سه گروه: مایع، گاز و جامد تقسیم‌بندی می‌شوند. با توجه به دامنه کاربرد مقررات ملّی ساختمان که محدود به دستگاه‌های با دمای پایین و سوخت‌های متداول گاز و مایع می‌باشد، این فصل فقط دودکش‌های این دستگاه‌ها را شامل می‌شود.

- در این فصل "دستگاه با دمای پایین و با سوخت گاز یا مایع" به اختصار "دستگاه گرمایی" نامیده می‌شود.

(۲) به علت شرایط متفاوت انواع سوخت‌های جامد از نظر ارزش گرمایی و هوای احتراق، تدوین قوانین یک دست و فراگیر برای دودکش مربوط میسر نبوده و طراحان باید با مراجعه به منابع مهندسی معتبر، موارد را به صورت اختصاصی بررسی و سپس با حداقل‌های تعیین شده در این فصل کنترل نمایند.

(۳) بنا به موارد فوق، الزامات طراحی، ساخت، نصب و بازرسی دودکش دستگاه‌های زیر نیز خارج از حدود این فصل از مقررات است:

- دستگاه زباله سوز؛
- دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز مخصوص فرایند تولید صنعتی.

دودکش این دستگاه‌ها نیز باید با مراجعه به اطلاعات فنی که معمولاً توسط کارخانه سازنده ارائه می‌شود وتحلیل آن‌ها، با روش‌های محاسباتی ارائه شده در مراجع معتبر مهندسی، طرح شود و تاییدیه‌های مربوط و مورد نیاز از سازمان‌های مسئول تأمین سوخت (شرکت ملّی گاز ایران در مورد دستگاه‌های گازسوز و شرکت ملّی پخش فرآورده‌های نفتی در مورد دستگاه‌های با سوخت مایع) و دفتر مقررات ملّی ساختمان، در صورت حوزه شمول، دریافت شود.

ب) الزامات عمومی طراحی

(۱) برای تخلیهٔ محصولات احتراق هر دستگاه گرمایی باید از یک سیستم دودکش فلزی یا با مصالح بنائی استفاده شود.

- لوازم گازسوز خانگی نظیر اجاق گازهای خانگی و یخچال یا کباب‌پز و شعله‌های گازسوز آزمایشگاهی، به علت ناچیز بودن انرژی ورودی و محصولات احتراق، به دودکش نیاز ندارند.
- با توجه به پیشرفت سریع فناوری‌های نو در استفاده بهینه انرژی و کاهش دمای دود خروجی از دستگاه‌های گرمایی، شرایط و روش‌های طراحی نیز باید بر این اساس تجدیدنظر شوند. کاهش دمای دود ضمن کاهش مکش، استعداد چگالش محصولات احتراق را افزایش داده و سبب خوردگی و فرسودگی تدریجی دودکش نیز می‌شود.

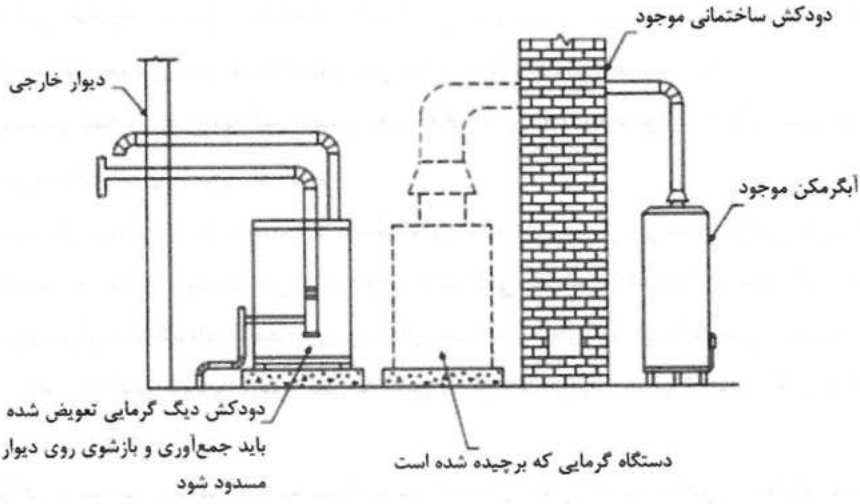
- طراحی صحیح، مناسب و هماهنگ دودکش با معماری و سازه ساختمان، علاوه بر تأمین خواسته‌های معماری، در عملکرد مؤثر و پُر بازده دستگاه گرمایی اهمیت دارد.
- مهمترین نکته در طرح دودکش تأمین مکش کافی برای تخلیه محصولات احتراق است که باید بصورت مکانیکی یا طبیعی انجام شود.

(۲) دودکش باید برای نوع دستگاه یا دستگاه‌هایی که به آن متصل می‌شود، طراحی گردد. عدم تناسب دستگاه با دودکش می‌تواند عواقب خطرناکی داشته باشد، مثلاً استفاده از دودکش موجود برای دستگاه‌های با دمای پایین، برای دستگاه با دمای بالا می‌تواند حتی منجر به ذوب و ریزش دودکش شود و یا دود کش با سطح مقطع بالا می‌تواند سبب افزایش مکش و تخلیه سریع کوره وتلفات انرژی گردد.

- طراحی و ساخت دودکش باید به گونه‌ای باشد که برای انتقال گازهای حاصل از احتراق به هوای خارج از ساختمان، جریان با روش طبیعی یا مکانیکی، به راحتی در دودکش ایجاد شود. این راهنما به طراحان توصیه می‌کند بجای استفاده از روش‌های سریع و سرانگشتی در تعیین نوع و اندازه دودکش، با روش‌های مهندسی و محاسبه دقیق حجم محصولات احتراق، مکش حاصل از اختلاف ارتفاع، اختلاف دمای گاز با هوای خارج و افت فشارهای طولی و موضعی، اندازه بهینه دودکش را تعیین نمایند تا علاوه بر صرفه جویی در هزینه تهیه و ساخت، امکان افزایش سطح مفید در ساختمان نیز فراهم گردد.

(۳) سیستم دودکش باید از نقطهٔ اتصال به دستگاه یا کلاهک تعادل تا انتهای آن در خارج از ساختمان، سیستمی به هم پیوسته و درزبندی شده باشد و گازهای حاصل از احتراق از هیچ نقطهٔ آن به داخل فضای ساختمان، نشت نکند.

- هر دهانهٔ باز در طول دودکش (دودکش قائم یا لولهٔ رابط آن) باید با دریچهٔ بستهٔ فلزی مقاوم در برابر دمای کار دودکش مسدود شود. دهانه‌های ورودی دودکش دستگاه برچیده شده و منافذ باز احتمالی، علاوه بر انتشار آلایندهای خطرناک در فضا سبب کاهش مکش در دستگاه‌های در حال کار شده و عواقب خطرناکی در پی خواهد داشت. به‌عنوان مثال، چنان‌چه دیگ گرمایی که با آب گرم‌کن به یک دودکش تخلیه می‌شوند، برچیده و با دیگ گرمایی با تخلیه مستقیم به خارج جایگزین گردد، دهانه مربوط روی دودکش باید مسدود شود وگرنه علاوه بر عدم کارکرد درست آب‌گرمکن، خطر انتشار گاز و آتش سوزی ساختمان را تهدید خواهد کرد. شکل (۱۴-۱۱-۱) را ملاحظه کنید.



شکل (۱۴-۱۱-۱): تعویض دستگاه، دستگاه‌های موجود را تحت تأثیر قرار می‌دهد

(۴) در انتهای پایین دودکش قائم باید دریچه بازدید و یک اتصال برای تخلیهٔ بخار آب چگالیدهٔ داخل معبر دود، پیش‌بینی شود. این اتصال باید با لوله فولادی ویک شیر فلکه به قطر دست‌کم ۲۵ میلیمتر به محلی در دسترس و دارای خروجی فاضلاب منتقل شود. پلاک (شیر تخلیه چگالیده دودکش) باید با حروف خوانا روی آن نصب گردد.

(۵) کلیه قسمت‌های دودکش از کلاهک تا دریچه بازدید در پایین‌ترین نقطه، دست‌کم سالانه یک بار باید کنترل و بازرسی شود و در صورت لزوم تمیز گردد. بازبینی شیر تخلیهٔ انتهایی باید در فصول سرد به‌صورت ماهانه انجام شود.

۱۴-۱۱-۲ دودکش با مکش طبیعی

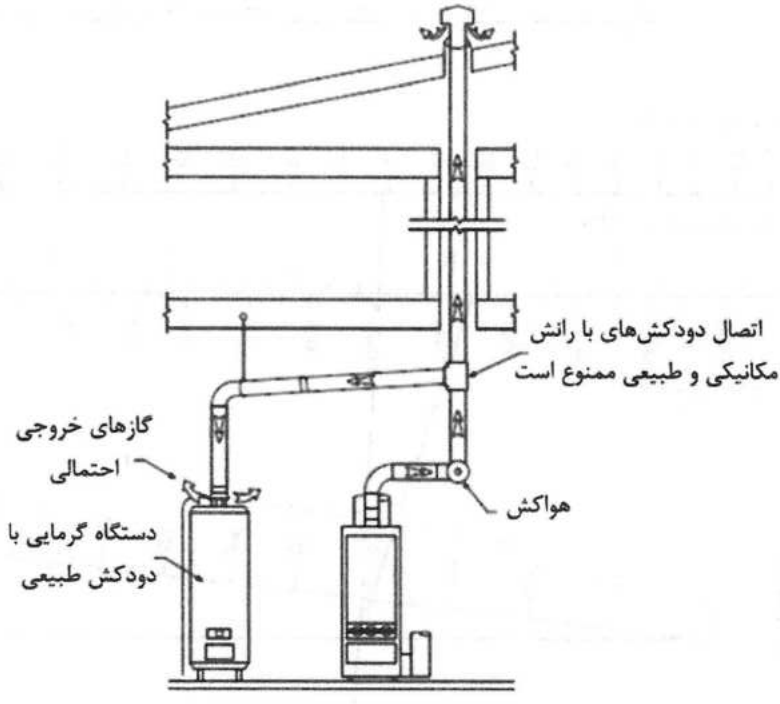
الف) سطح مقطع دودکش

(۱) سطح مقطع دودکش باید به مقداری باشد که سرعت جریان گازهای احتراق در آن از ۶ تا ۱۰ متر در ثانیه بیشتر نشود. توجه به این نکته ضروری است که سرعت بالا سبب خوردگی جدار داخلی و افزایش افت فشار طولی و موضعی شده و در مواردی امکان کاربری دودکش طبیعی را غیر ممکن می‌سازد.

- سطح مقطع دودکش با مکش طبیعی، حتی بر اساس محاسبات با مبانی گفته شده فوق، در هیچ حالتی نباید از ۷،۸۵۰ میلی‌متر مربع کمتر باشد.

ب) مسیر دودکش

(۱) مطابق شکل (۱۴-۱۱-۲)، اتصال دودکش با مکش طبیعی دستگاه گرمایی به بخش تحت فشار یک دودکش با مکش مکانیکی که دارای فشار مثبت است، مجاز نیست.



شکل (۱۴-۱۱-۲): ممنوعیت اتصال دودکش‌های با رانش طبیعی و مکانیکی

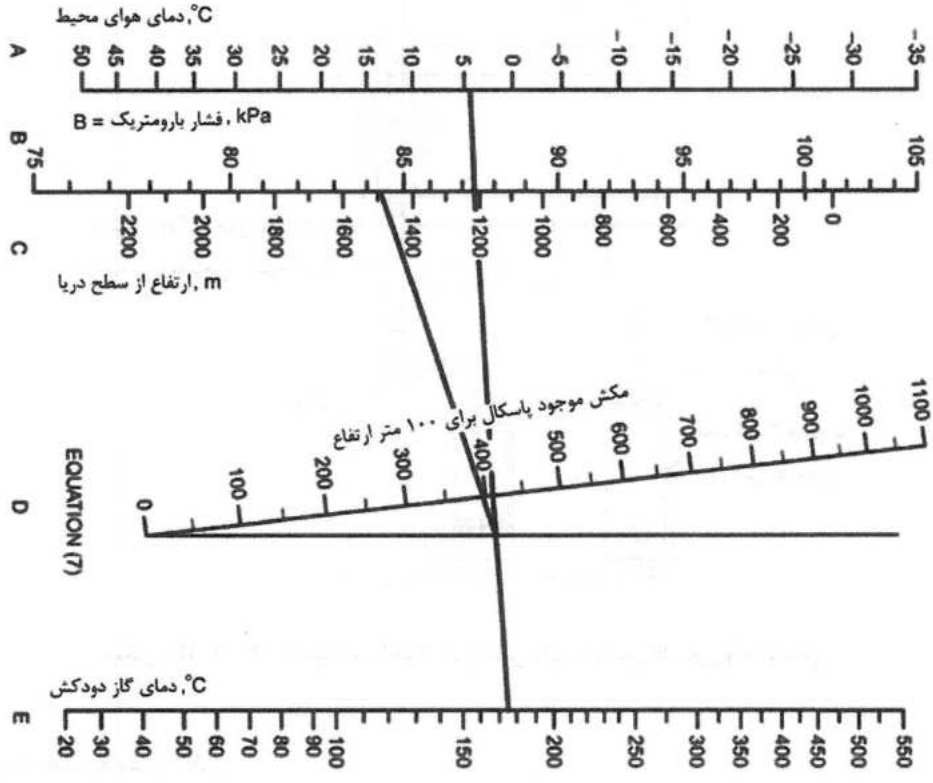
پ) محاسبهٔ مقدار مکش

(۱) در دودکش با مکش طبیعی، اثر دودکشی با دو عامل اختلاف دما بین گازهای احتراق و هوای محیط و ارتفاع استاتیک خروجی دستگاه تا نقطه انتهایی تخلیه دودکش، تأمین می‌شود. اثر دودکشی با هر دو این عوامل نسبت مستقیم دارد. مکش بصورت فشار پایین‌تر از جو سبب بالا

کشیدن محصولات احتراق و تخلیه آن‌ها به محیط خارج می شود. شکل (۱۴-۱۱-۳) وابستگی مقدار مکش به عوامل فوق را نشان می‌دهد.

مثال ۱: مقدار مکش حاصل از اختلاف ارتفاع دهانه ورود و خروج دودکش به ارتفاع ۱۰۰متر در شرایط دمای محصولات احتراق ۱۷۵ درجه سلسیوس و دمای هوای خارج ۵ درجه سلسیوس، چه مقدار است؟ ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۵۰۰ متر می‌باشد.

پاسخ: با مراجعه به شکل (۱۴-۱۱-۳)، مقدار مکش ۴۰۰ پاسکال بدست می‌آید.



شکل (۱۴-۱۱-۳): نمودار محاسبه مقدار مکش دودکش

۱۴-۱۱-۳ دودکش با مکش یا رانش مکانیکی

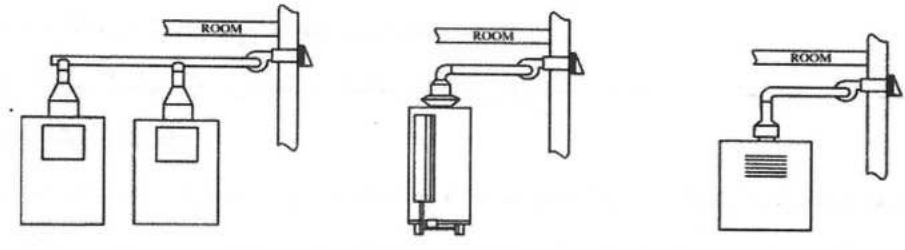
الف) در صورتی‌که مکش حاصل از عوامل طبیعی کافی نباشد و محدودیت‌های ساختمانی امکان افزایش آن را ندهد و یا سطح مقطع مورد نیاز دودکش طبیعی اقتصادی نباشد، باید با نصب هواکش در مسیر آن، فشار مورد نیاز را تأمین کرد. بسته به موقعیت استقرار هواکش، دودکش دارای فشار مکش القایی یا رانش مکانیکی خواهد بود. شکل (۱۴-۱۱-۴) را ببینید.

ب) قسمتی از دودکش نوع رانش اجباری که فشار استاتیک مثبت دارد، باید کاملاً گازبند باشد. همچنین قسمتی از دودکش نوع مکش اجباری که فشار استاتیک منفی دارد، باید کاملاً گازبند باشد.

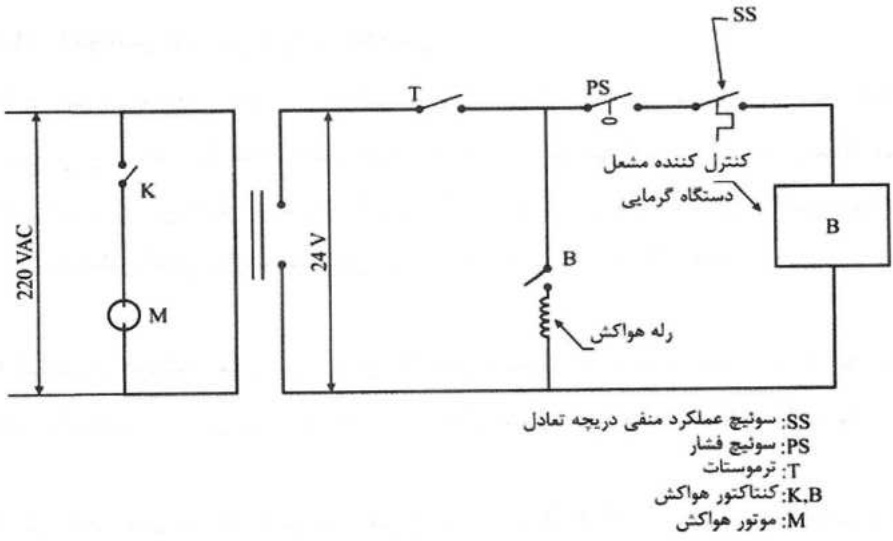
پ) کار مشعل اصلی دستگاه با سوخت مایع یا گاز باید با کار هواکش دودکش مرتبط باشد، تا اگر هواکش از کار بیفتد، مشعل اصلی دستگاه هم به طور خودکار خاموش شود. شکل (۱۴-۱۱-۵) را مشاهده کنید.

ت) نکات گفته شده در مورد سرعت جریان گاز و سطح مقطع حداقل در دودکش با مکش طبیعی، در مورد این نوع دودکش هم صادق است.

ث) هواکش مورد استفاده باید برای همین منظور ساخته شده باشد و تأییدیه لازم برای دمای کار دستگاه را داشته باشد. موتور الکتریکی هواکش باید خارج از جریان دود قرار گیرد و برای کار در دمای دستگاه تایید شده باشد. هواکش و کلیه قسمت‌های آن باید کاملا گازبند باشد.



شکل (۱۴-۱۱-۴): کاربردهای تخلیهٔ مکانیکی



شکل (۱۴-۱۱-۵): هم‌بند بودن کار مشعل اصلی دستگاه گرمایی با کار هواکش دودکش

۱۴-۱۱-۴ دودکش مشترک برای چند دستگاه

الف) دستگاه‌های گرمایی واقع در یک طبقه

با رعایت الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۱-۴-۱) "مبحث چهاردهم- تأسیسات مکانیکی"، می‌توان دو یا چند دستگاه گرمایی را به یک دودکش مشترک متصل کرد.

(۱) دستگاه با رانش یا مکش مکانیکی دود نباید با دستگاه با رانش طبیعی دود، دودکش مشترک داشته باشد. شکل (۱۴-۱۱-۲) را ملاحظه نمائید.

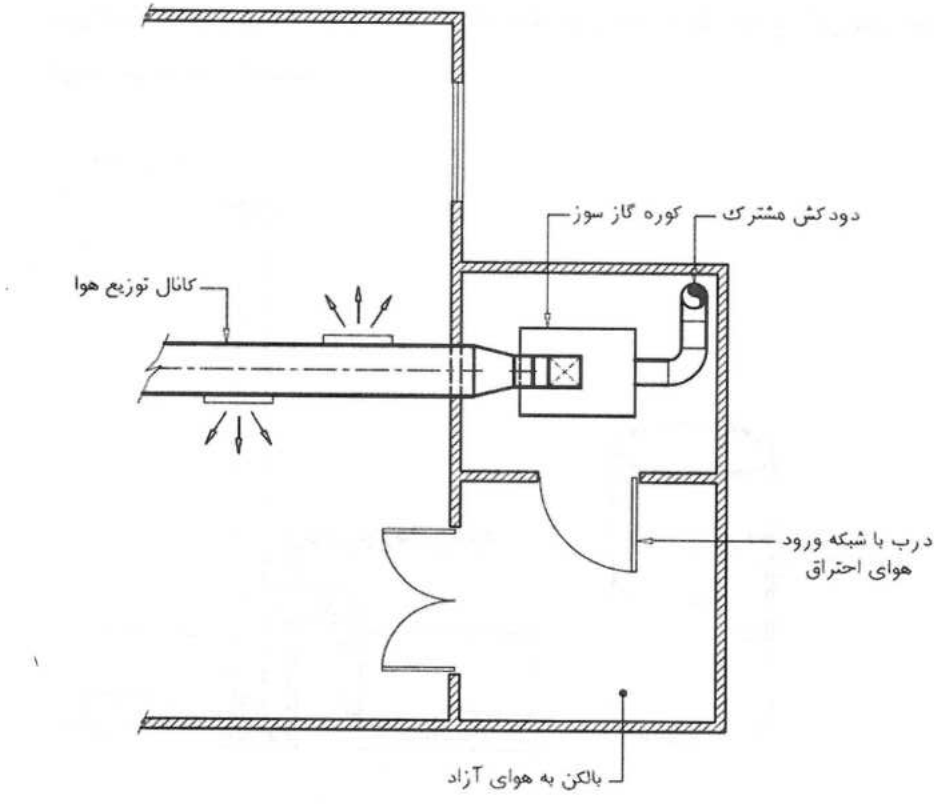
ب) دستگاه‌های گرمایی واقع در طبقات مختلف

دستگاه‌های گرمایی که در طبقات مختلف ساختمان قرار دارند نباید به دودکش مشترک متصل شوند، مگر در شرایط زیر:

(۱) اتاق محل نصب هر یک از این دستگاه‌ها در هر طبقه بطور کلی از ساختمان جدا باشد و فقط از خارج ساختمان دسترسی داشته باشد. در ساختمان‌های چند طبقه این اتاق در بالکن و با درب دسترسی از بالکن پیش‌بینی می‌شود.

(۲) هر دستگاه هوای احتراق مورد نیاز خود را مستقیماً از هوای خارج ساختمان بگیرد.

(۳) مطابق شکل (۱۴-۱۱-۶)، اتاق محل نصب هر یک از دستگاه‌ها در هر طبقه با فضاهای دیگر ساختمان در همان طبقه، ارتباط نداشته باشد.



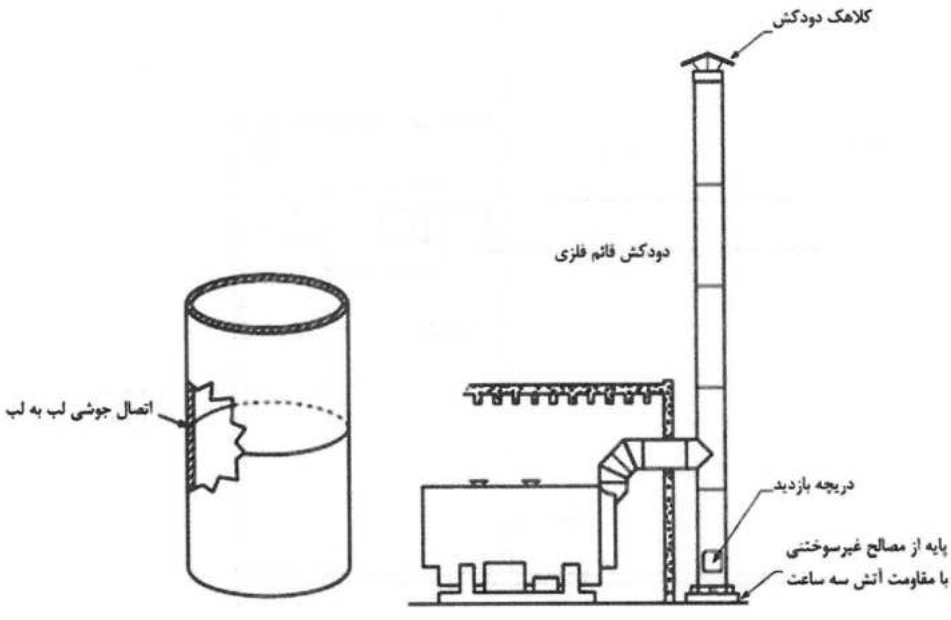
شکل (۱۴-۱۱-۶): لزوم عدم وجود ارتباط بین اتاق محل نصب دستگاه با فضاهای دیگرِ همان طبقه

۱۴-۱۱-۵ دودکش قائم فلزی

الف) کلیات

(۱) دودکش فلزی از ورق فلزی و معمولاً از ورق فولادی در محل کارگاه یا کارخانه ساخته می‌شود. علاوه بر الزامات عمومی، مهندس طرح و اجرا باید به کلیه الزامات بند (۱۴-۱۱-۵-۱) مبحث چهاردهم را نیز رعایت کنند. شکل (۱۴-۱۱-۷) را ببینید.

(۲) دودکش فلزی باید با عایق گرمایی مخصوص دودکش با پوشش توری سیمی مناسب برای دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس و با ضریب هدایت حرارتی ۰/۰۳۴ وات بر متر- درجه‌کلوین و به ضخامت دست کم ۷۵ میلیمتر پوشیده شود. چنان‌چه دودکش به صورت نمایان باشد، عایق‌کاری باید با ورق فولادی به ضخامت یک میلیمتر به‌صورت یکپارچه و با درزهای اتصال هوابند، نیز پوشش داده شود.



شکل (۱۴-۱۱-۷): دودکش قائم فلزی

ب) دودکش با دمای پائین

(۱) دهانهٔ خروجی دودکش

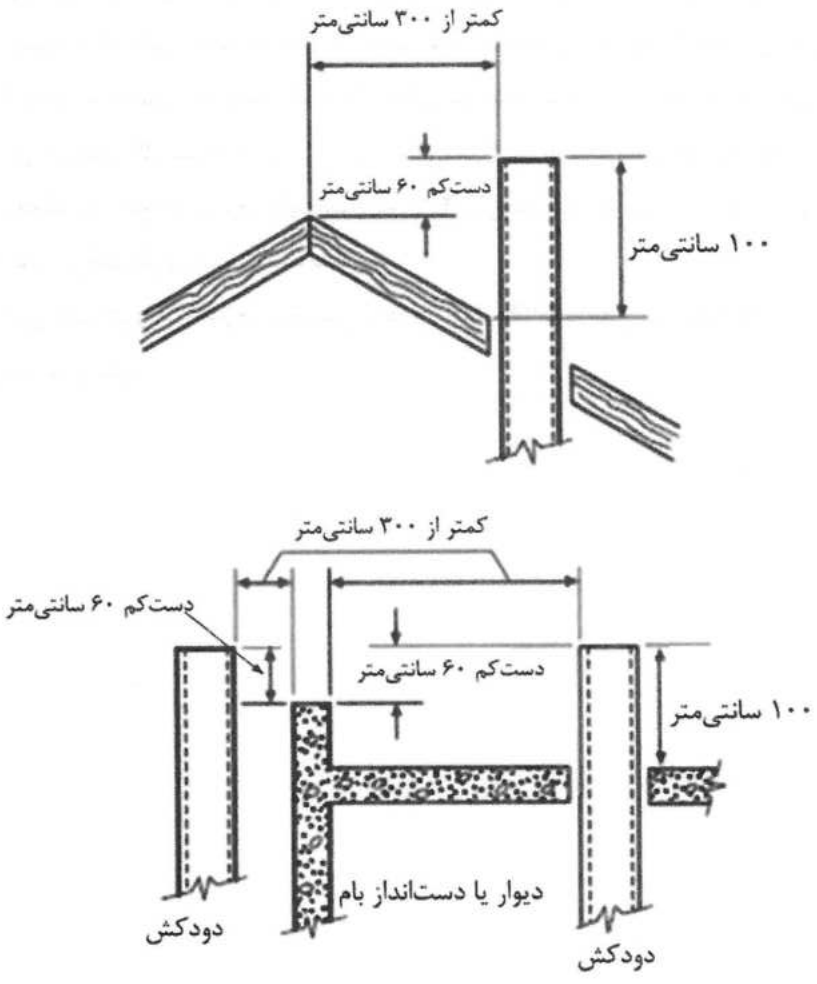
دودکش قائم فلزی و دهانهٔ خروجی دودکش باید با رعایت الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۱-۵-۲) مقررات نصب شود. شکل‌های (۱۴-۱۱-۸) و (۱۴-۱۱-۹) را ملاحظه کنید.

- دهانهٔ خروجی انتهای دودکش آب‌گرم تیپ "C" و دستگاه‌های گرمایی با محفظه احتراق بسته که هوای مورد نیاز احتراق را مستقیماً از خارج دریافت می‌کنند، لازم نیست بر روی بام

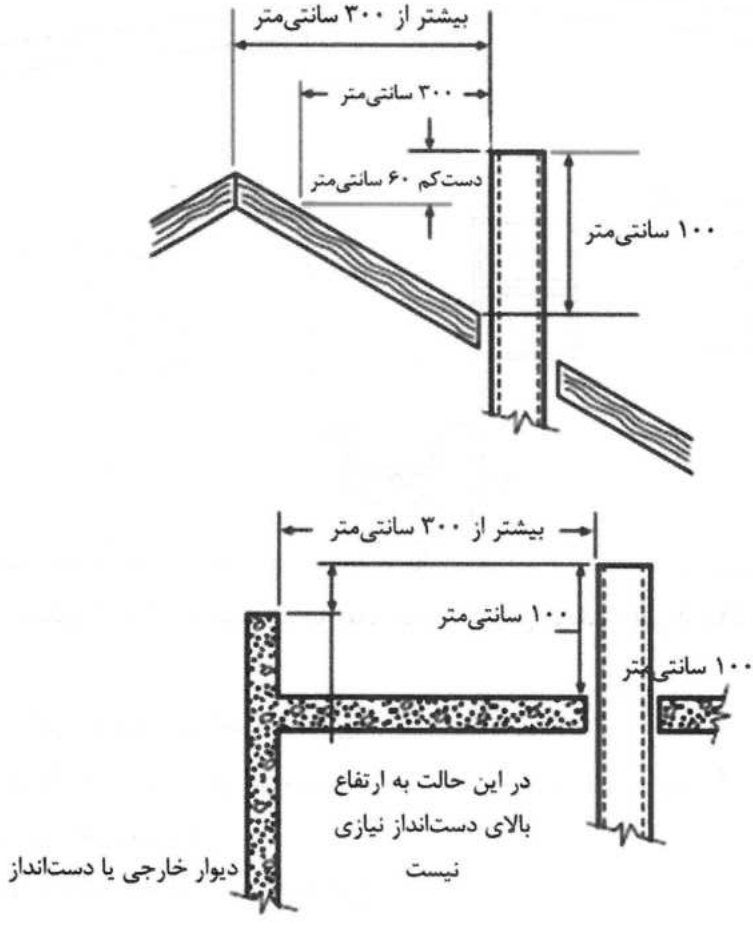
قرارگیرد. دودکش فلزی این دیگ‌ها می‌تواند بصورت افقی از ساختمان خارج شده و تا چند سانتی‌متر (مطابق توصیهٔ سازنده) به سمت خارج ساختمان ادامه یابد. فاصله این خروجی از هر بازشوی ساختمان باید دست کم ۱۲۰۰ میلی‌متر باشد. همچنین فاصله این خروجی از کنتور و رگولاتورهای گاز شهری نباید از ۱۰۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. ارتفاع این نوع دودکش از زمین محوطه یا ارتفاع بارش برف، باید دست‌کم ۳۰۰ میلی‌متر باشد. شکل (۱۴-۱۱-۱۰) را ببینید.

(۲) دودکش قائم فلزی در خارج ساختمان

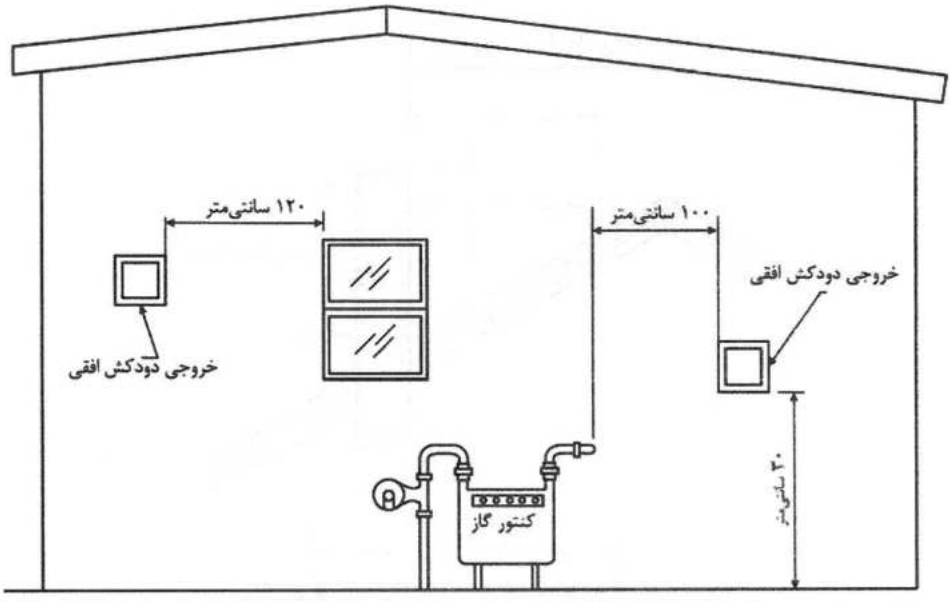
دودکش قائم فلزی در خارج ساختمان باید با رعایت الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۱-۵-۲)"ب" مقررات نصب شود.



شکل (۱۴-۱۱-۸): کمینهٔ فواصل مجاز دودکش و دهانه خروجی آن از نقاط مختلف



شکل (۱۴-۱۱-۹): کمینهٔ فواصل مجاز دودکش و دهانه خروجی آن از نقاط مختلف



شکل (۱۴-۱۱-۱۰): کمینهٔ فواصل مجاز دهانه خروجی دودکش افقی از نقاط مختلف

(۳) دودکش قائم فلزی در داخل ساختمان

دودکش قائم فلزی در داخل ساختمان باید با رعایت الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۱-۵-۲)"پ" مبحث چهاردهم نصب شود.

(۴) عبور دودکش قائم فلزی از بام ساختمان

عبور دودکش قائم فلزی از بام ساختمان با رعایت الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۱-۵-۲)"ت" مقررات باید اجرا شود.

۱۴-۱۱-۶ دودکش قائم با مصالح بنائی

الف) کلیات

دودکش قائم با مصالح بنائی از مصالحی نظیر آجر و سنگ یا با جداره بتون مسلح ساخته می‌شود. این دودکش می‌تواند منحصرا برای یک دستگاه یا چند دستگاه به‌صورت مشترک به‌عنوان مجرای

انتقال دود استفاده شود و یا به‌عنوان پوسته ساختمانی برای استقرار چندین مجرای دودِ متعلق به دستگاه‌های متفاوت طرح و اجرا گردد. شکل (۱۴-۱۱-۱۱) را ببینید.

(۱) روش‌های تعیین قطر دودکش چه بصورت منفرد و یا چندگانه عیناً مانند دودکش‌های فولادی و بر اساس فشار مکش موجود یا مورد نیاز حجم محصولات احتراق و سرعت مجاز عبور دود می‌باشد. تنها نکته مهم در محاسبه افت فشار، توجه به تفاوت زبری پوشش نسوز دودکش ساختمانی منفرد نسبت به معبر دود فولادی است.

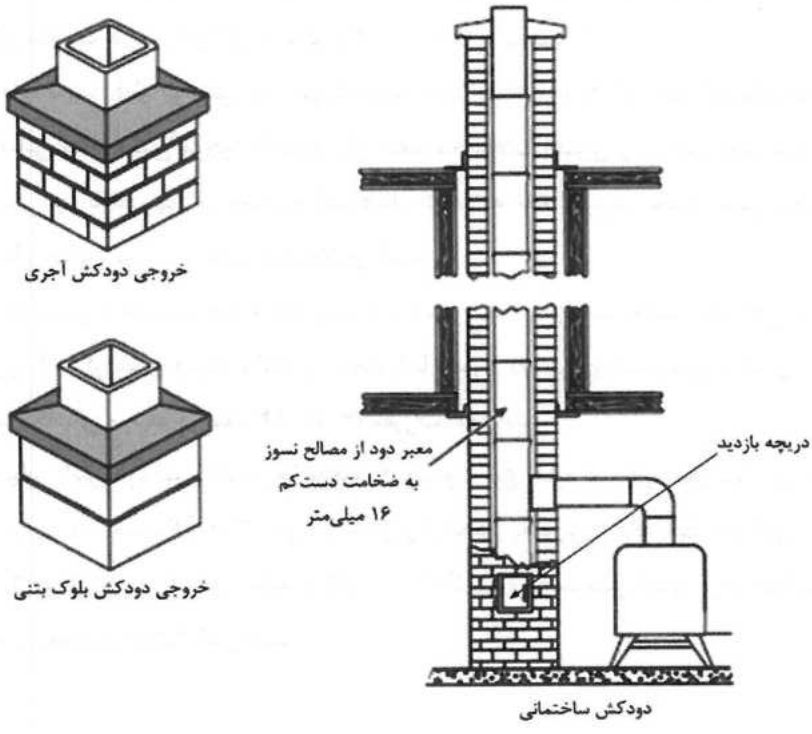
(۲) طراح باید پس از محاسبهٔ قطر و مکان‌یابی دودکش، با اعلام الزامات مکانیکی، طراحی سازه و معماری را به گروه‌های ذیربط واگذار و نتیجه را تا حصول به نیازهای تأسیساتی پیگیری نماید. الزامات مکانیکی مرتبط در بند (۱۴-۱۱-۶) مقررات آمده است.

(۳) در انتهای پایین دودکش باید دریچهٔ بازدید گازبند و از نوع مقاوم در برابر دمای دودکش تعبیه شود. دریچه باید دست‌کم ۳۰۰ میلی‌متر پایین‌تر از اتصال پایین‌ترین لولهٔ رابط دودکش به آن، نصب گردد. پیش‌بینی اتصال تخلیهٔ چگالیده و لوله‌کشی و نصب شیر تخلیه برای دودکش یا هریک از معبرهای دود، الزامی است.

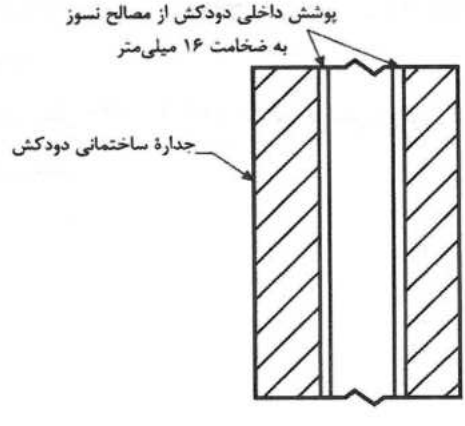
ب) دودکش با مصالح بنائی با دمای پایین

(۱) ساخت دودکش منفرد با مصالح بنائی

- کمینهٔ ضخامت دیوارهای دودکش با مصالح آجری یا بتن و سنگ باید به‌ترتیب ۲۰۰ میلی‌متر و ۳۰۰ میلی‌متر باشد.
- دودکش باید مطابق شکل (۱۴-۱۱-۱۲)، دارای پوشش داخلی از مصالح نسوز و به ضخامت دست‌کم ۱۶ میلیمتر باشد.



شکل (۱۴-۱۱-۱۱): دودکش با مصالح بنائی

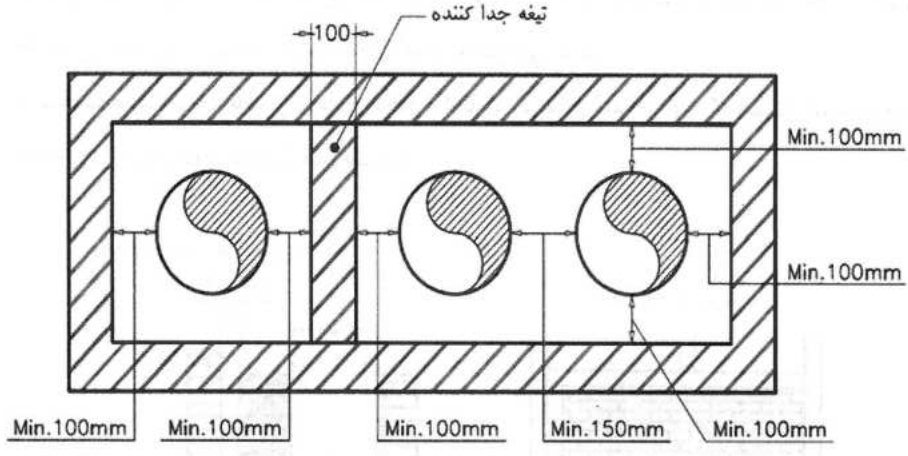


شکل (۱۴-۱۱-۱۲): جزئیات دودکش با مصالح بنائی

(۲) معبر قائم دود (دودکش با مصالح بنائی با معبرهای جداگانه دود)

چنانچه دودکش ساختمانی با چند معبر دود جداگانه و برای تخلیهٔ دود دستگاه‌های متعدد ساخته شود، به پوشش داخلی نسوز نیاز ندارد. شکل (۱۴-۱۱-۱۳) را مشاهده کنید.

- معبر دود به عنوان یک دودکش منفرد می‌تواند از نوع فولادی با مشخصات اختصاصی دودکش فولادی و یا لوله‌ای باشد که از مواد و مصالح نسوختنی مناسب برای دمای دودکش مانند سیمان، آزبست سیمان، سفال و مصالح مشابه، به ضخامت دست‌کم ۱۶ میلیمتر ساخته شده و در داخل دودکش ساختمانی قرارگیرد. مشخصات فنی این نوع دودکش در بند (۱۴-۱۱-۶-۲)"ب" مقررات ارائه شده است.



شکل (۱۴-۱۱-۱۳): دودکش با مصالح بنائی با معبرهای جداگانه دود

۱۴-۱۱-۷ دودکش شومینه

الف) دودکش شومینه باید با رعایت الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۱-۷) مبحث چهاردهم ساخته و نصب شود.

۱۴-۱۱-۸ لولهٔ رابط دودکش

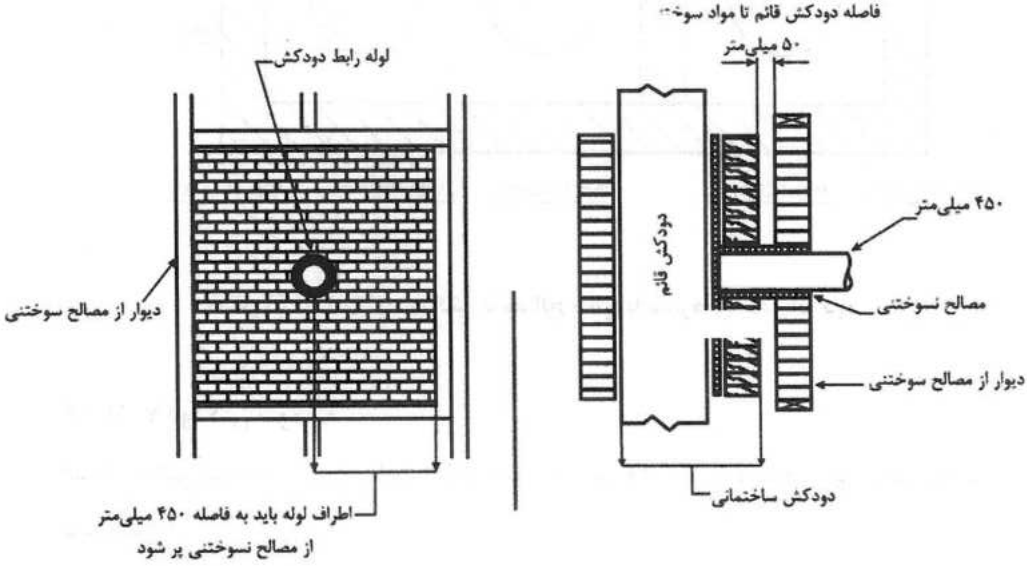
الف) کلیات

لولهٔ رابط دودکش باید با رعایت الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۱-۸) مقررات ساخته و نصب شود. شکل (۱۴-۱۱-۱۴) را ببینید.

(۱) لولهٔ رابط دودکش باید در همان فضایی که دستگاه در آن قرار دارد، نصب شود. پیش‌بینی عایق گرمایی برای جلوگیری از تلفات گرمایی و همچنین چگالش محصولات احتراق، الزامی است.

(۲) لولهٔ رابط باید تا حد ممکن کوتاه و مستقیم باشد. بصورت تجربی طول لوله دودکش نباید از ۷۵ درصد ارتفاع دودکش بیشتر باشد. چنان‌چه به علت محدودیت‌های طراحی رعایت این موضوع امکان پذیر نباشد، طراح باید با محاسبات لازم و براساس مکش موجود یا مکش مکانیکی اجباری، با رعایت سرعت مجاز اقدام به طراحی کند.

- در انتخاب مسیر لولهٔ رابط، از ایجاد زانوهای کوتاه و خم‌های تند در آن، که ممکن است موجب اختلال در جریان دود شود، باید پرهیزکرد.



شکل (۱۴-۱۱-۱۴): لوله رابط دودکش و کمینه فاصله آن از مصالح سوختنی

ب) ساخت لولهٔ رابط دودکش

لولهٔ رابط دودکش باید از ورق فولادی گالوانیزه یا ورق فولادی زنگ ناپذیر و دست‌کم با ضخامت مقرر در جدول (۱۴-۱۱-۱) ساخته شود و برای اتصال قطعات و تقویت آن باید از پروفیل‌های فولادی استفاده کرد.

جدول (۱۴-۱۱-۱): کمینهٔ ضخامت ورق فولادی گالوانیزهٔ لولهٔ رابط دودکش

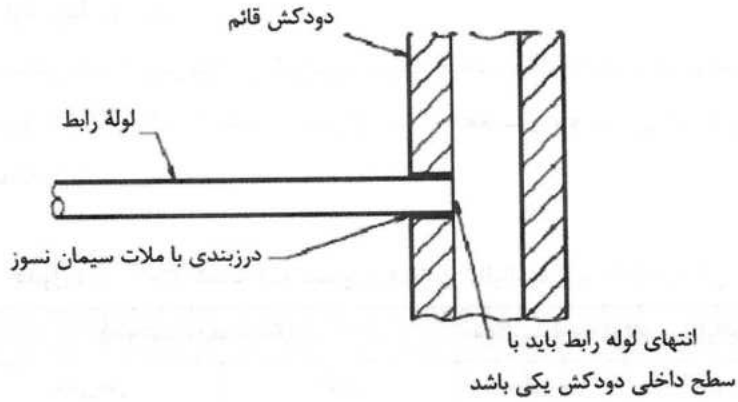
قطر لولهٔ رابط دودکش		ضخامت ورق فولادی گالوانیزه	
میلی‌متر	اینچ	میلی‌متر	اینچ
تا ۱۲۰	تا ۵	۰/۶	۰/۰۲۲
۱۳۰ تا ۲۲۰	۶ تا ۹	۰/۷	۰/۰۲۸
۲۳۰ تا ۴۰۰	۱۰ تا ۱۶	۰/۹	۰/۰۳۴
بزرگتر از ۴۰۰	بزرگتر از ۱۶	۱/۵	۰/۰۶۴

پ) نصب لولهٔ رابط دودکش

لولهٔ رابط دودکش باید با رعایت الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۱--۳۸) مقررات نصب شود. شکل (۱۴-۱۱-۱۴) را ببینید.

(۱) مطابق شکل (۱۴-۱۱-۱۵)، لولهٔ رابط دودکش، در اتصال به دودکش قائم فلزی، باید تا سطح داخلی آن ادامه یابد ولی نباید وارد آن شود. اگر دودکش قائم فلزی پوشش داخلی دیگری (معبر دود) داشته باشد، لولهٔ رابط باید تا سطح داخلی معبر دود ادامه یابد.

- در صورت اتصال لولهٔ رابط به دودکش قائم ساختمانی، لوله باید تا سطح داخلی دودکش ادامه یابد. اگر معبر دود در داخل دودکش قائم ساختمانی قرار دارد، لولهٔ رابط باید تا سطح داخلی معبر دود ادامه یابد. فاصلهٔ اطراف محل اتصال باید با ملات سیمانی یا مصالح نسوختنی پُر شود.



شکل (۱۴-۱۱-۱۵): اتصال لوله رابط دودکش به دودکش قائم

۱۴-۱۲ ذخیره‌سازی و لوله‌کشی سوخت مایع

۱۴-۱۲-۱ کلیات

الف) مقررات این فصل به‌منظور جلوگیری از خطرات آتش سوزی، نشت و سرریز سوخت مایع و جاری شدن آن در ساختمان‌ها و محوطه آن‌ها، در ارتباط با ذخیره سازی سوخت و لوله کشی‌های انتقال سوخت مایع تدوین شده است. کلیه مراحل طراحی، ساخت و نصب مخازن و لوله کشی‌های سوخت تا نقاط مصرف باید براساس این مقررات انجام شود. در تعمیرات و نوسازی این تأسیسات نیز رعایت این مقررات الزامی است.

(۱) انواع سوخت‌های مایع دارای چگالی کمتر از آب و بخارات با چگالی بیش از هوا می‌باشند، به نحوی که در حالت کنترل نشده روی آب شناور شده و بخار آن‌ها روی زمین متمرکز می‌شود و درصورت رسیدن به نسبت ترکیب ۶ تا ۱۵درصد از هوا، در مجاورت جرقه شعله ور می‌گردد. بنابراین، توجه به خطرات حاصل از احتراق و انفجار بخارات اهمیتی ویژه دارد. برای محافظت و پرهیز از این خطرات، در کارهای تعمیرات و جابجایی و برچیدن مخازن برای تغییر نوع سوخت (مثلا گازوئیل به گاز شهری)، توجه به وجود این بخارات و خطر آتش‌سوزی ناشی از آن‌ها ضروری است.

ب) چنان‌چه به هر یک از علل فوق مخزن سوخت مایع بدون استفاده رها شود و یا به محل دیگری برای استفادهٔ مجدد منتقل گردد، کلیه لوله‌کشی‌های مخزن در بالاتر از سطح زمین باید جمع‌آوری و انتهای آشکار لوله‌های مدفون باید درپوش شود. شکل‌های (۱۴-۱۲-۱) و (۱۴-۱۲-۲) را مشاهده کنید.

(۱) استفادهٔ دوبارهٔ از مخازن باید با رعایت مقررات "شرکت ملّی نفت ایران" انجام شود.

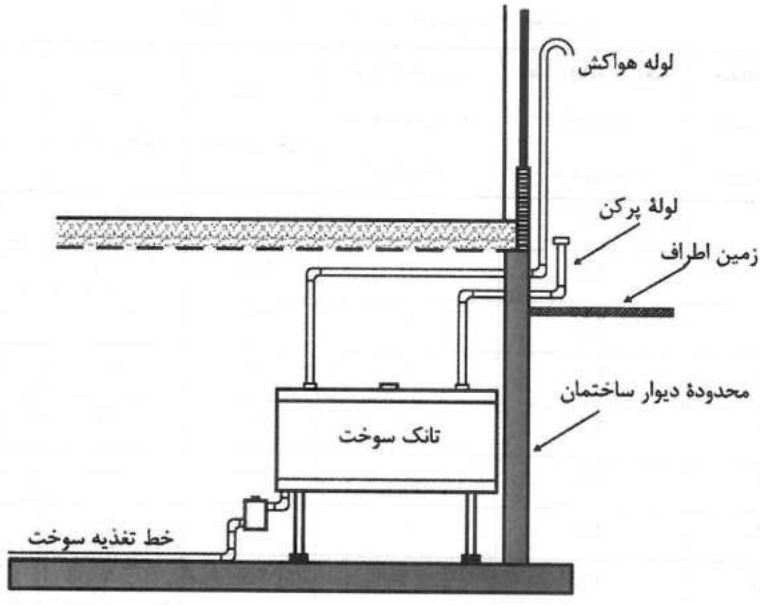
(۲) مواردی از این دست گزارش شده است که پس از برچیدن مخزن و عدم جمع‌آوری لولهٔ پُرکن، مسئول تخلیه سوخت درخواستی از سوی ساختمان مجاور را اشتباها به لوله پُرکن، تخلیه کرده و سوخت به زیرزمین و داخل ساختمان جاری شده است. همچنین در مواردی از جابجائی مخزن نیمه خالی مملو از بخارات سوخت، آتش‌سوزی‌های وسیع در کامیون حامل و خیابان رخ داده است.

۱۴-۱۲-۲ مخزن سوخت مایع

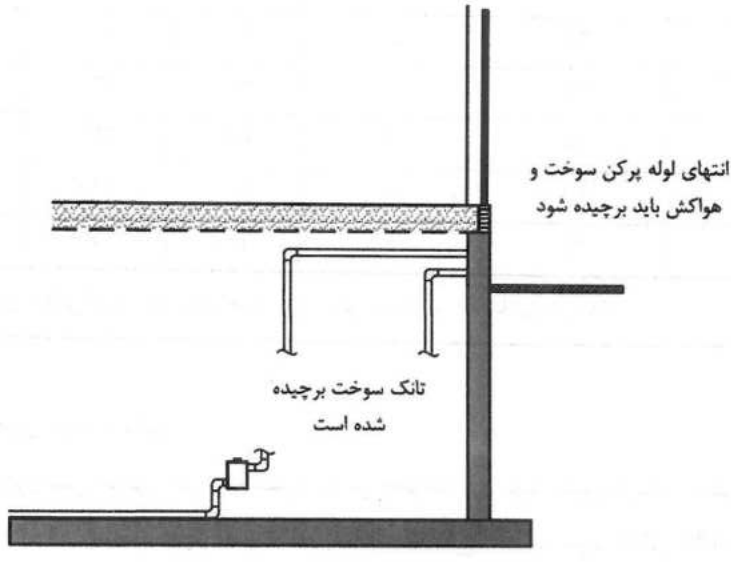
الف) در طرح و محاسبه ظرفیت مخزن سوخت لازم است به محدودیت‌های تأمین سوخت از سوی سازمان فروشنده و ظرفیت تانکرهای متداول حمل سوخت و همچنین فضای موجود برای استقرار مخازن، توجه شود و انتخاب نهایی با ملحوظ داشتن این موارد صورت گیرد. در ساختمانی که تنها منبع انرژی گرمایی آن سوخت مایع است، گنجایش مخزن ذخیرهٔ آن باید دست‌کم معادل ۲۰ درصد مصرف سالانه سوخت باشد.

ب) مخزن ذخیره و تغذیهٔ سوخت مایع، علاوه بر الزامات مندرج در این فصل، باید با رعایت مقررات "سازمان ملّی استاندارد ایران" و "شرکت ملّی نفت ایران" طراحی، ساخته و نصب شود.

پ) ابعاد مخازن سوخت مایع بر اساس استاندارد ملّی ایران به شمارهٔ ۴۳۳، باید مطابق جدول شماره (۱۴-۱۲-۱) باشد.



شکل (۱۴-۱۲-۱): مخزن سوخت مایع نصب شده در زیرزمین



شکل (۱۴-۱۲-۲): نکات ایمنی برچیدن مخزن سوخت مایع

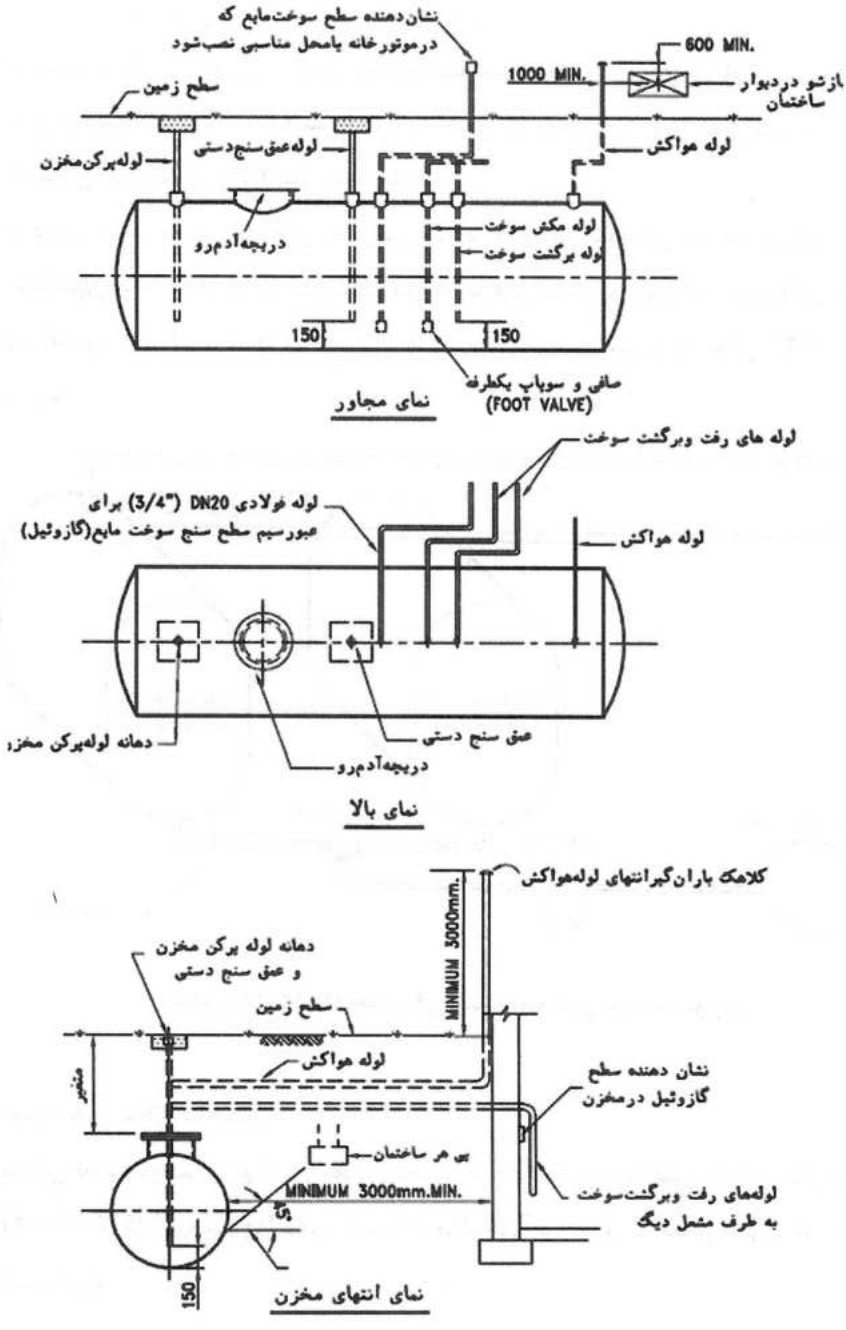
جدول (۱۴-۱۲-۱): ابعاد مخازن سوخت مایع

ظرفیت (لیتر)	قطر (سانتی‌متر)	طول (سانتی‌متر)	ضخامت ورق بدنه و سر و ته (میلی‌متر)	قطر دهانه دریچه آدم رو (سانتی‌متر)	حداقل مقدار کاسی سر و ته (سانتی‌متر)
۱۰۰۰	۹۰	۱۵۰	۲	۴۵	۷
۲۰۰۰	۱۱۵	۲۰۰	۳	۴۵	۸
۳۰۰۰	۱۳۰	۲۳۰	۳	۴۵	۱۰
۴۰۰۰	۱۴۰	۲۶۰	۳	۴۵	۱۰
۵۰۰۰	۱۴۶	۳۰۰	۳	۴۵	۱۲
۶۰۰۰	۱۶۰	۳۰۰	۳	۴۵	۱۴
۸۰۰۰	۱۹۰	۳۰۰	۳	۴۵	۱۵
۱۰۰۰۰	۱۹۰	۳۵۰	۴	۴۵	۱۵
۱۲۰۰۰	۲۱۰	۴۰۰	۴	۴۵	۱۶
۱۵۰۰۰	۲۱۰	۴۵۰	۴	۴۵	۱۶
۱۸۰۰۰	۲۱۰	۵۲۵	۴	۴۵	۱۶
۲۰۰۰۰	۲۱۰	۶۰۰	۵	۴۵	۱۶
۲۵۰۰۰	۲۳۰	۶۰۰	۵	۴۵	۲۵
۳۰۰۰۰	۲۳۰	۷۵۰	۶	۴۵	۲۵
۴۰۰۰۰	۲۴۰	۹۰۰	۶	۴۵	۲۵
۵۰۰۰۰	۲۷۰	۹۰۰	۶	۴۵	۲۵

* جدول برای حالتی است که ارتفاع خاک روی مخزن بیش از ۶۰ سانتی‌متر نباشد.

ت) نصب مخزن سوخت دفنی

(۱) مخزن زیرزمینی مدفون در ساختمان، یا در محوطه آن، باید طبق الزامات مندرج در بند (۱۴-۱۲-۲-۴) "مبحث چهاردهم - تأسیسات مکانیکی" نصب شود. شکل (۱۴-۱۲-۳) را ملاحظه نمائید.

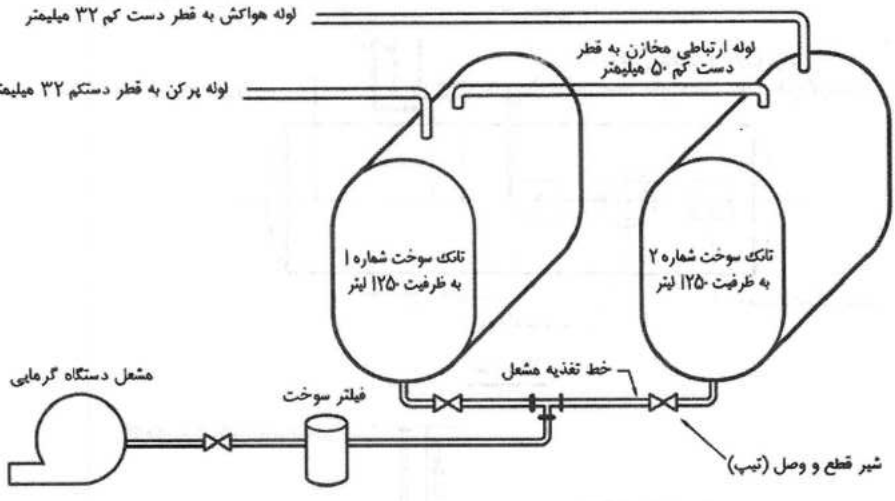


شکل (۱۴-۱۲-۳): چگونگی نصب مخزن سوخت دفنی

ث) نصب مخزن در خارج از ساختمان و بر روی زمین

(۱) در نصب مخازن بر روی زمین و در محوطهٔ اختصاصی ساختمان و یا روی بام آن، باید الزامات مندرج در بند (۱۴-۱۲-۲-۵) مقررات رعایت شود. اگر مخزن بر روی زمین نصب می‌شود، گنجایش آن نباید از ۲۵۰۰ لیتر بیشتر باشد.

(۲) درصورت نصب موازی دو مخزن به ترتیبی که در (۱) مقرر شده، این دو مخزن باید روی یک فونداسیون مشترک نصب و با قطعات فولادی به هم مهار شوند، به طوری‌که سطح بالای دو مخزن در یک تراز قرار گیرد. فاصلهٔ دو مخزن نباید از ۹۰۰ میلی‌متر کمتر باشد. شکل (۱۴-۱۲-۴) را ببینید.



شکل (۱۴-۱۲-۴): چگونگی نصب دو مخزن سوخت موازی

ج) نصب مخزن داخل ساختمان

(۱) مخازن تغذیهٔ سوخت مایع اعم از مخازن محصور یا غیرمحصور، باید طبق الزامات مندرج در بند (۱۴-۱۲-۲-۶) "مبحث چهاردهم-تأسیسات مکانیکی" در داخل ساختمان (روی کف طبقات) نصب شوند.

۱۴-۱۲-۳ لوله‌کشی سوخت مایع

الف) کلیات

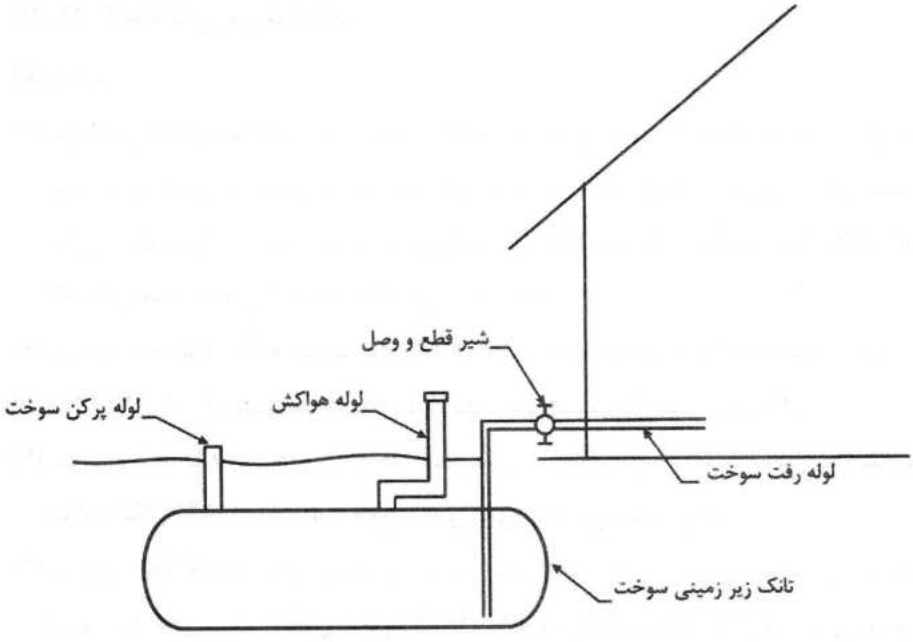
(۱) لوله‌کشی انتقال سوخت مایع از مخزن ذخیره یا مخزن تغذیه تا مشعل دستگاه و در صورت لزوم پمپ کردن و گرم‌کردن سوخت مایع، باید با رعایت الزامات مندرج در این قسمت از مقررات اجرا شود. سیستم سوخت‌رسانی باید برای حداکثر مصرف سوخت و نیز حداکثر فشاری که برای تغذیهٔ مشعل لازم است، طراحی و اجرا شود.

(۲) بر روی خط لولهٔ تغذیهٔ سوخت مایع به هر مشعل، در نقطه‌ای نزدیک به مشعل، باید مطابق شکل (۱۴-۱۲-۴)، شیر قطع و وصل قابل دسترسی نصب شود (شیر شماره ۲).

(۳) بر روی خط لوله از مخزن به داخل ساختمان، در نقطهٔ ورود لوله به داخل ساختمان، باید مطابق شکل (۱۴-۱۲-۵)، شیر قطع و وصل قابل دسترسی نصب گردد.

(۴) بر روی خط لولهٔ خروجی از مخزن ذخیرهٔ روی زمینِ داخل یا خارج ساختمان، در نقطه‌ای نزدیک به مخزن، باید مطابق شکل (۱۴-۱۲-۴)، شیر قطع و وصل قابل دسترسی نصب شود (شیر شماره ۱).

(۵) چنان‌چه مشعل دستگاه در داخل ساختمان در سطحی قرار داشته باشد که در زمان خاموش بودن مشعل، امکان سیفوناژ سوخت وجود داشته باشد، باید مطابق شکل (۱۴-۱۲-۶)، وسیله جلوگیری از سیفوناژ در بالاترین قسمت لوله‌کشی نصب شود.

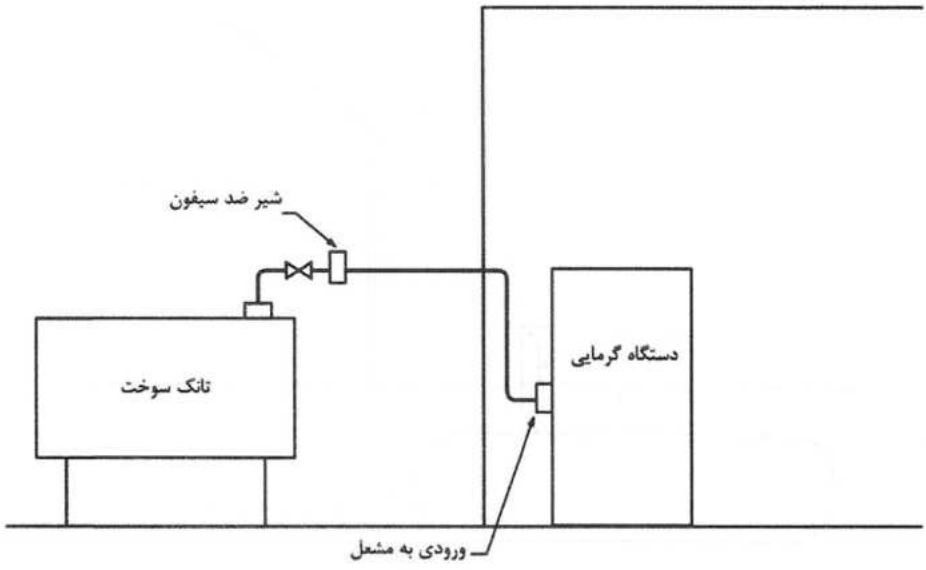


شکل (۱۴-۱۲-۵): جزئیات لوله‌کشی و شیرآلات مخزن سوخت دفنی

ب) لولهٔ هواکش مخزن

(۱) لولهٔ هواکش مخزن سوخت باید طبق الزامات مندرج در بند (۱۴-۱۲-۳-۲) مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان، ساخته و نصب شود.

(۲) دهانهٔ انتهای لولهٔ هواکش مخزن که در فضای خارج از ساختمان واقع شود باید دست‌کم ۳ متر با هر بازشو ساختمان فاصلهٔ افقی داشته باشد، مگر آنکه انتهای آن دست‌کم یک متر بالاتر از هر دهانهٔ باز قرارگیرد. اگر دهانهٔ انتهای لوله از دیوار ساختمان خارج می‌شود، محل قرارگرفتن آن باید مطابق شکل (۱۴-۱۲-۳)، دست‌کم ۳ متر از تراز زمین محوطهٔ اطراف ساختمان یا هر معبر دیگر، بالاتر باشد.

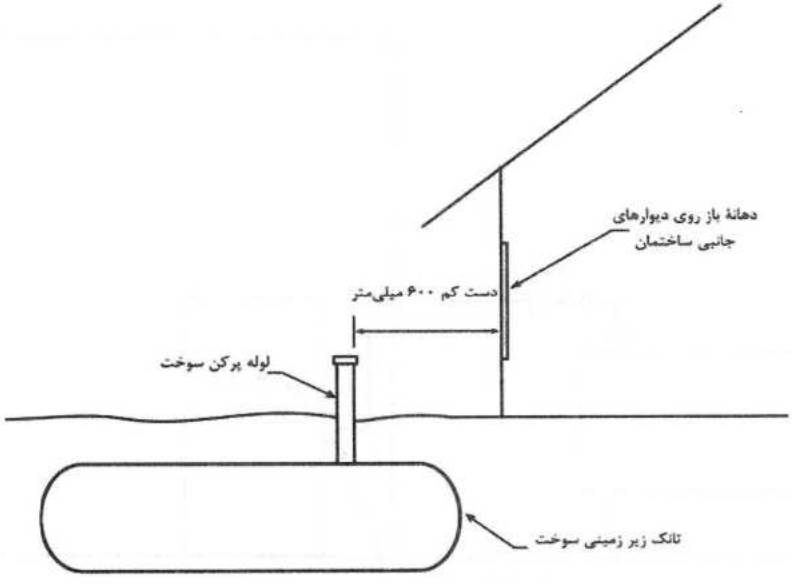


شکل (۱۴-۱۲-۶): جزئیات لوله‌کشی و شیرآلات مخزن سوخت رویِ زمین

پ) لولهٔ پُرکن مخزن

(۱) لولهٔ پُرکن مخزن سوخت مایع باید طبق الزامات مندرج در بند (۱۴-۱۲-۳-۳) مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان، ساخته و نصب شود. این لوله که به سمت مخزن شیب دارد، باید از بالاترین قسمت مخزن وارد آن شود و تا ۱۰۰ میلی‌متر بالاتر از کف مخزن ادامه یابد.

(۲) دهانهٔ انتهای لولهٔ پُرکن مخزن باید در فضای خارج از ساختمان و با فاصلهٔ دست‌کم ۶۰۰ میلی‌متر از هر بازشو ساختمان قرار گیرد. این دهانه باید در جایی واقع شود که پُرکردن مخزن به آسانی امکان‌پذیر باشد. شکل (۱۴-۱۲-۷) را مشاهده کنید.



شکل (۱۴-۱۲-۷): جزئیات استقرار لوله پُرکن مخزن سوخت

ت) لولهٔ رفت و برگشت

(۱) لولهٔ رفت، که سوخت مایع را از مخزن به مشعل دستگاه می‌رساند و لولهٔ برگشت که سوخت را از مشعل دستگاه یا پمپ به مخزن بر می‌گرداند، باید طبق الزامات مندرج در بند (۱۴-۱۲-۳-۴) مبحث چهاردهم-تأسیسات مکانیکی، طراحی، ساخته و نصب شود.

ث) سطح نمای مخزن

(۱) مخزن سوخت باید مجهز به وسیله‌ای برای اندازه‌گیری تراز سطح مایع باشدکه طبق الزامات مندرج در بند (۱۴-۱۲-۳-۵) مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان، ساخته و نصب می‌شود.

ج) انتخاب مصالح

(۱) لوله، وصاله، اتصال، شیر و دیگر اجزای لوله‌کشی سوخت مایع باید مطابق الزامات مندرج در بند (۱۴-۱۲-۳-۶) از مقررات، انتخاب شوند. همچنین الزامات مندرج در «(۱۴-۱۰) لوله‌کشی» نیز تا جایی که با این بخش از مقررات تناقض نداشته باشد، باید مراعات شود.

(۲) لوله و دیگر اجزاء لوله‌کشی برای دمای کار و فشار کار طراحی سیستم انتقال سوخت مایع و همچنین نوع سوخت مورد استفاده، مناسب باشند.

(۳) انتخاب لوله و وصاله

- شیلنگ و اتصالات قابل انعطاف باید براساس استاندارد UL ۵۳۶ انتخاب شود. استاندارد، این نوع اتصال را برای قطر اسمی حداکثر ۴ اینچ (۱۰۰میلی‌متر) با فشار کار ۵۰۰ پوند بر اینچ مربع (۳/۴۵ مگاپاسکال) و دمای ۴۰- تا ۴۵۰ درجه فارنهایت (۴۰- تا ۲۳۲ درجه سلسیوس) مشخص کرده است.
- در لوله کشی سوخت مایع کاربرد هیچیک از انواع لوله‌های پلاستیکی مجاز نیست.

(۴) اتصال

- اتصال لوله به لوله، لوله به وصاله و وصاله به وصاله باید برای شرایط کار طراحی سیستم مناسب و آب‌بند، و نیز برای کار با نوع سوخت مایع مورد استفاده متناسب باشد. اتصال باید طبق الزامات مندرج در بند (۱۴-۱۲-۳-۶)"ت" مبحث چهاردهم-تأسیسات مکانیکی، باشد.

(۵) انتخاب شیر

- شیرهایی که در لوله‌کشی سوخت مایع به کار می‌رود باید از جنس برنجی، برنزی یا فولادی باشد. در لوله‌کشی سوخت مایع، استفاده از شیرهای چدنی مجاز نیست. شیرهای کشویی و کف فلزی باید از نوع درجا چرخ باشند. شیرهای مورد استفاده در لوله‌کشی سوخت مایع باید بر اساس الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۲-۳-۶)"ث" مقررات، انتخاب و به‌کار گرفته شوند.

۱۴-۱۲-۴ آزمایش

الف) کلیات

(۱) مخازن ذخیره و تغذیه و نیز لوله‌کشی سوخت مایع، پس از نصب و پیش از بهره‌برداری، باید طبق الزامات مقرر در بند (۱۴-۱۲-۴) مبحث چهاردهمِ مقررات ملّی ساختمان، مورد آزمون قرار گیرند.

ب) آزمایش مخزن

(۱) مخزن سوخت مایع باید با هوا و یا هر گاز دیگر خنثی، با فشار حداقل ۲۱ کیلوپاسکال و حداکثر ۳۴ کیلوپاسکال و به مدت دست‌کم یک ساعت، آزمایش شود.

(۲) در آزمایش باید از فشارسنج نوع صفحه دایره‌ای، به قطر دست‌کم ۷۶ میلی‌متر و با درجه‌بندی از صفر تا ۱۰۳ کیلوپاسکال، استفاده شود.

پ) آزمایش لوله‌کشی

(۱) لوله‌کشی سوخت مایع باید با آب یا هوا یا هر گاز دیگر خنثی، با فشار دست‌کم ۱/۵ برابر فشار کار طراحی سیستم و حداقل برابر ۳۴ کیلوپاسکال در بالاترین نقطهٔ لوله‌کشی، آزمایش شود. مدت آزمایش باید دست‌کم ۳۰ دقیقه باشد.

- لوله‌های مکش باید با فشار خلأ ۵۰۰ میلی‌متر جیوه (۶۸ کیلوپاسکال) آزمایش شوند.
- فشارسنج مورد استفاده در آزمایش، باید از نوع صفحه دایره‌ای و به قطر دست‌کم ۷۶ میلی‌متر و با درجه‌بندی از صفر تا ۱۰۳ کیلوپاسکال باشد.
- چنان‌چه فشار آزمایش بیش از ۳۴ کیلوپاسکال باشد، فشارسنج باید از صفر تا سه برابر فشار آزمایش، مدرج شده باشد.

۱۴-۱۳ تبرید

۱۴-۱۳-۱ کلیات

الف) مقدمه

هدف این فصل بیان الزامات کاربرد مبرّدها و محافظت سامانه‌های تبرید، اموال و محیط زیست از خطرات مرتبط با مبرّدها و تجهیزات مربوط به آن‌ها می‌باشد. این خطرات شامل ضایعات ناشی از صدمات فیزیکی و همچنین آثار بد زیست محیطی ناشی از سمی بودن، اشتعال و تجزیه مبردها می‌باشد ولی تنها محدود به این خطرات نمی‌گردد.

از آن جائی‌که مبردها تحت فشار در یک سامانه مکانیکی تبدیل به مایع شده و بخار بسیاری از آن‌ها دیده نمی‌شوند و مزه و بویی ندارند، بنابراین درصورت بروز خطرات ناشی از عدم کاربری و کارکرد صحیح مبردها و تأسیسات مربوط، هیچ نوع نشانه یا هشدار مشهودی برای پیشگیری وجود نخواهد داشت. مبرّدها و سامانه‌های تبریدی که به‌درستی نصب و نگهداری نشده و مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، ممکن است با آزاد کردن مبرّد پرفشار، سبب آسیب فیزیکی به افراد، خسارت به ساختمان و تأثیر بر روی محیط زیست شوند. آسیب‌های فیزیکی مواردی که می‌تواند سبب سرمازدگی و خفگی شود را دربرگرفته ولی محدود به آن‌ها نمی‌شود. خسارت به ساختمان شامل آتش‌سوزی، انفجار و نابودی اموال بوده ولی محدود به آن‌ها نمی‌گردد. اثرات بر محیط زیست شامل پتانسیل تخریب لایه اوزن، گرم شدن کره زمین و افزایش در معرض اشعه ماوراء بنفش قرارگرفتن است ولی محدود به آن‌ها نمی‌شود. شکل (۱۴-۱۳-۱) را ملاحظه کنید.

بطور معمول مبرّدهایی که در سامانه‌های مکانیکی استفاده می‌شوند و توسط مبحث چهاردهم کنترل می‌شوند، پیش از آن‌که برای استفاده توزیع شوند، با تکمیل "برگه داده‌های ایمنی مواد" (MSDS) تحت آزمون میزان سمّی بودن قرار می‌گیرند. این آزمایش شامل طیف وسیعی از سطوح قرارگرفتن در معرض مبرّد می‌باشد که نشان می‌دهد یک فرد چه مدت می‌تواند بطورمنظم در معرض مبرّد خاصی قرارگیرد بدون این‌که اثر نامطلوبی بر او داشته باشد.

بعضی از مبرّدها (سوختنی) با اکسیژن می‌سوزند، اما این اتفاق تنها در فشارها و دماهای بالا رخ می‌دهد و نه در هوای با شرایط اتمسفریک. برخی از مبرّدها (قابل اشتعال) هنگامی‌که با هوا در فشار جو مخلوط می‌شوند، آتش گرفته و سبب ایجاد شعله و احتمالاً انفجار خواهند شد.

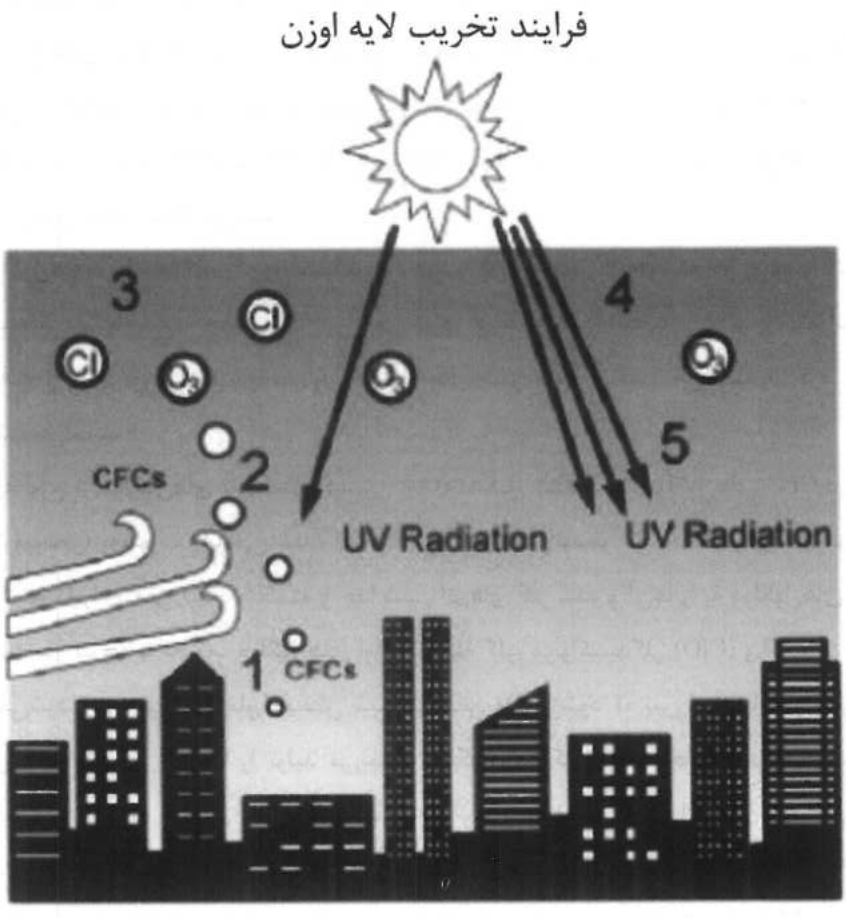
علاوه بر نگرانی‌های مربوط به ایمنی تجهیزات تبرید و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مبرّدها، نگرانی جدی دیگری در رابطه با اثرات مبرّدهای کلروفلوئوروکربنی (CFCs) بر تخریب لایه اوزن موجود در جوّ زمین وجود دارد. این موضوع منجر به تغییرات سریع در صنعت تبرید، برای توسعه و تولید مبرّدهای جایگزین مبرّدهای CFC شده است. پروتکل مونترال و مقررات زیست محیطی ، از عوامل عمده تهیه و تنظیم مقررات مواد شیمیایی که به‌عنوان مبرّد استفاده می‌شوند و همچنین طراحی و استفاده از سامانه‌های تبرید مناسب بوده‌اند. به‌عنوان مثال، مبرّدهای جایگزین جدیدی در بازار عرضه می‌شوند که دارای مزایای جدیدی منطبق بر قوانین طبقه بندی ایمن کاربری مبردها، می‌باشند. بنابراین سامانه‌های تبرید به منظور استفاده از این مبرّدها همواره در حال پیشرفت هستند. از این‌رو کسانی که از این مبحث استفاده می‌کنند، با عناصر جدیدی مواجه خواهند شد و می‌بایست شاهد این باشند که فهرست این مبرّدها به مرور زمان افزایش خواهد یافت.

شایان ذکر است که پروتکل مونترال و مقررات محیط زیست بر روی مبرّدهای هیدروفلوروکربنی (HFCs) و هیدروکلرو فلوروکربنی (HCFCs) متمرکز شده‌اند. در این ترکیبات اتم‌های هیدروژن با اتم‌های هالوژن (فلوئور، کلر، برم، آستتین و ید) جایگزین می‌شوند. مبرّدهای HFC از آن‌جائی‌که بدون کلر می‌باشند به عنوان "دوست‌دار لایه اوزن" به حساب می‌آیند (زیرا کلری وجود ندارد که در استراتوسفر رها شود). به نظر می‌رسد که این ترکیبات بهترین مبرّدهای جایگزینی هستند که تا به امروز شناخته شده‌اند. مبرّد R-۱۳۴ از نوع HFC می‌باشد که از قبل مورد استفاده بوده و توسط مبحث چهاردهم نیز مجاز شناخته شده است. مبرّدهای HCFC ترکیباتی هستند که خیلی کمتر از

CFC ها سبب تخریب لایه اوزن می‌شوند. این نوع مبرّدها در حال حاضر موقتی بوده و به تدریج در حال خارج شدن می‌باشند. مبرّدهای جایگزین پیوسته در حال افزایش می‌باشند. مبرّدهای HCFC تا زمانی که جایگزین دائمی مطمئنی عرضه شود، به عنوان پلی برای این فضای خالی در صنعت خواهند بود. مبرّدهای R-۲۲ و R-۱۲۳ از مبرّدهای HCFC می‌باشند که کاربرد آن‌ها در حال حاضر و به‌طور موقت مجاز می‌باشد.

مولکول‌های CFC هنگامی‌که به استراتوسفر، دومین لایه از چهار لایه‌ای که جوّ زمین را تشکیل می‌دهند، می‌رسند سبب تخریب لایه اوزن می‌شوند. لایه اوزن در موقعیتی بالاتر از استراتوسفر قرارگرفته و از طریق سد کردن بسیاری از اشعه‌های مضر ماوراء بنفش خورشید، از کره زمین محافظت می‌نماید.

لایهٔ اوزن از مولکول‌های سه اتمی اکسیژن (O_3) تشکیل شده است. مولکول‌های CFC در لایه اول (تروپوسفر) به‌صورت پایا می‌باشند، اما هنگامی‌که به استراتوسفر می‌رسند، انرژی خورشید به شکل اشعه ماوراء بنفش سبب شکسته و جدا شدن اتم‌های کلر شده و آن‌ها را به مولکول‌های اوزن می‌رساند. در نتیجه با تخریب مولکول‌های اوزن بوسیلهٔ کلر، مونواکسیدکلر (ClO) و اکسیژن (O_2) تولید می‌شود. همچنین اشعه ماوراء بنفش سبب شکستن O_2 می‌شود که پس از آن با مونواکسیدکلر واکنش انجام داده و O_2+Cl را تولید می‌نماید. مولکول‌های کلری که مجدداً آزاد شده‌اند، آزاد هستند که خود را به مولکول اوزن دیگر برسانند. برآورد شده است که هر اتم کلر می‌تواند سبب تخریب ۱۰۰،۰۰۰ مولکول اوزن شود. بنابراین، حتی اگر ممنوعیت استفاده از مبرّدهای CFC از همین امروز به‌طور کامل اجرا شود، اثرات مخرب لایه اوزن آن‌ها همچنان تا سال‌ها ادامه خواهد داشت. شکل شماره (۱۴-۱۳-۱) را ملاحظه فرمایید.



۱) آزاد شدن CFC_s

۲) بالا رفتن CFC_s تا لایهٔ اوزن

۳) جدا شدن کلر از CFC_s بوسیله اشعهٔ ماوراء بنفش

۴) تخریب لایه اوزن بوسیله کلر

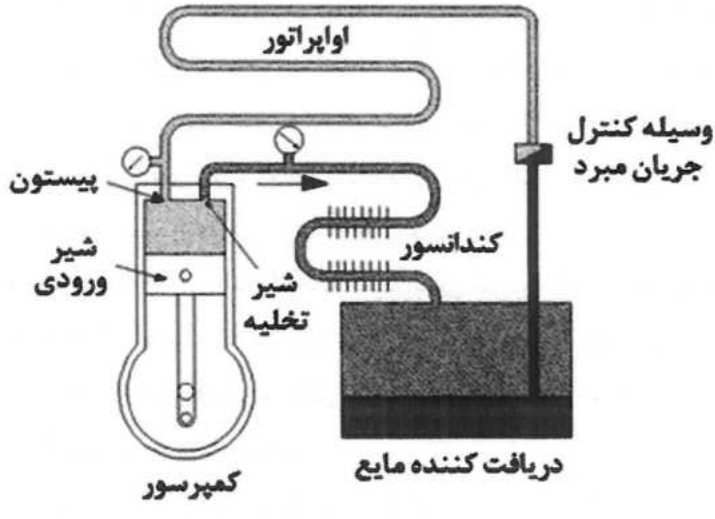
۵) تخریب لایه اوزن ⟵ رسیدن اشعه ماوراء بنفش بیشتر به زمین

۶) اشعه ماوراء بنفش بیشتر ⟵ سرطان پوست بیشتر

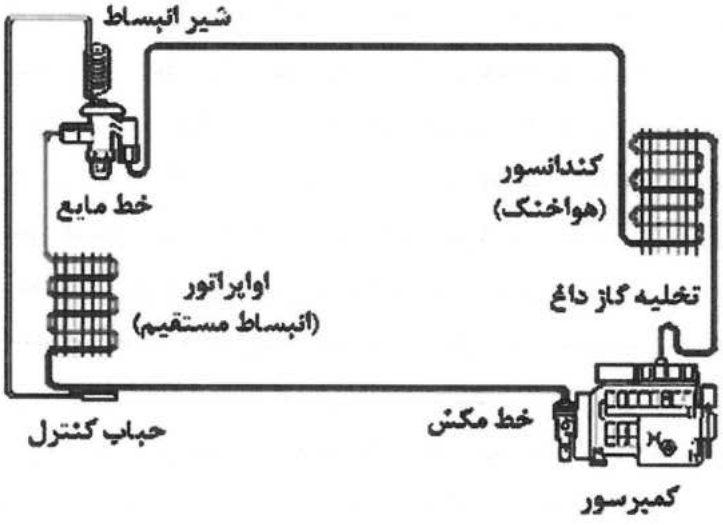
شکل(۱۴-۱۳-۱): فرایند تخریب لایه اوزن

بعضی از عواقب ناشی از تخریب لایه اوزن عبارتند از: افزایش سرطان پوست، افزایش آب مروارید (چشم)، تأثیر بر تولید غذای جهان به سبب اثرات بالقوه اشعه ماوراء بنفش در ممانعت از انجام فتوسنتز گیاهی و تشکیل پروتئین. همانگونه که مبرّدهای جدید در حال توسعه بوده و مبرّدهایی که سبب تخریب لایه اوزن می‌شوند در حال کنار گذاشتن می‌باشند، تغییرات مناسب این فصل به منظور همگام شدن با صنعت اجتناب ناپذیر می‌باشد. به‌عنوان مثال، گروه‌بندی ایمنی گذشته مبرّدها، برای گروه‌بندی ایمنی مبرّدهایی که در حال توسعه هستند، کافی نیست. گروه‌بندی ایمنی مبرّدها با هدف پوشش مناسب مبرّدهای فعلی و مبرّدهائی که درحال توسعه می‌باشند، در استاندارد ASHRAE ۳۴ افزایش داده شده است.

سامانه تبرید ترکیبی از اجزاء و لوله‌کشی‌های به‌هم پیوسته‌ای است که یک مدار بسته را تشکیل می‌دهد که مبرّد در آن جریان دارد. عملکرد سامانه شامل جذب گرما از یک فضا یا جسم و دفع آن به فضا یا جسم دیگر است. واژهٔ "پمپ گرمایی" توصیف مناسبی از یک سامانه تبرید می‌باشد. گرما شکلی از انرژی است که قابل اندازه‌گیری می‌باشد، اما سرما این گونه نیست. از واژه‌های سرد (cold) و خنک (cool) به‌منظور توصیف مقدار نسبیِ گرما در یک ماده یا فضا استفاده می‌شود. شکل‌های شمارهٔ (۱۴-۱۳-۲) و (۱۴-۱۳-۳) را ببینید.



شکل(۱۴-۱۳-۲): چرخهٔ تبرید تراکمی بخار



شکل(۱۴-۱۳-۳): نمونه‌ای از سامانه تبرید

ب) دامنه کاربرد

(۱) در حالی‌که مقررات بین‌المللی برای ایجاد محیطی امن‌تر، بسیاری از مقررات این فصل را تحت تأثیر قرار داده است، خطرات مرتبط با استفاده از مبرّدها کماکان شامل سرمازدگی، آتش‌سوزی، خطرات تنفسی، سوختگی شیمیایی، مشکلات سلامتی طولانی‌مدت و مرگ بوده ولی تنها محدود به این موارد نمی‌شود. فصل سیزدهم بر آن است تا از طریق الزامی نمودن طراحی، ساخت و نصب سامانه‌های تبرید مطابق با مقررات این فصل، خطراتی که برای کاربران ساختمان و محیط زیست وجود دارد را به حداقل ممکن برساند.

(۲) دستگاه‌های تبرید ساخته شده در کارخانه: دستگاه‌های تبرید مکانیکی یک‌پارچهٔ ساخته‌شده در کارخانه، تجهیزاتی هستند که در قالب یک یا چند بخش در کارخانه ساخته شده و مورد آزمون قرار گرفته‌اند و بخش‌هایی که شامل مبرّد می‌باشند، در محل استفاده، تنها با استفاده از شیرهای جداکننده، به‌هم متصل می‌گردند.

این تجهیزات باید دارای پلاک از یک مؤسسه مورد تأیید باشند. این پلاک که در کارخانه بر روی دستگاه نصب می‌شود، نشان‌دهندهٔ آن است که دستگاه مطابق استانداردهای معینی و توسط

مؤسسه گواهی‌کننده مورد آزمون و ارزیابی قرارگرفته‌اند. چنانچه استانداردهای دیگری برای آزمایش تجهیزات ساخته شده در کارخانه وجود داشته باشد، این مبحث بطور خاص الزام می‌نماید که دستگاه‌های سیستم تبرید، که به‌طور یک‌پارچه در کارخانه ساخته و سرِهم شده‌اند، باید با رعایت الزامات مندرج در استانداردهای ملّی ۶۹۸۵-۱،۲،۳،۴ یا UL ۲۰۷, ۳۰۳, ۴۱۲, ۱۹۹۵ ,۴۷۱ و یا BS EN ۱۲۶۹۳، آزمایش شده باشند. شایان ذکر است که استاندارد UL۲۰۷ برای اجزاء و وسایل جانبی غیرالکتریکی حاوی مبرّد، استاندارد UL۴۱۲ برای واحدهای کولر، استاندارد UL۴۷۱ برای یخچال‌های تجاری و کولرها، و استاندارد UL۱۹۹۵ برای تجهیزات سرمایشی و گرمایشی، مورد استفاده قرار می‌گیرند. اطلاعاتی که بر روی پلاک دستگاه ثبت شده و همچنین استانداردهایی که دستگاه بر مبنای آن مورد ارزیابی و آزمون قرار گرفته است، دفتر مقررات ملّی ساختمان را قادر می‌سازد تا مطابقت آن را با الزامات این مبحث بررسی نماید.

(۳) محافظت: فرورفتگی‌ها، خراشیدگی‌ها، زنگ‌زدگی‌ها، قرارگرفتن در معرض گرمای بیش از حد یا دیگر استفاده‌های نادرست فیزیکی، می‌تواند سبب کاهش مقاومت مصالح سامانهٔ تبرید گردد. مصالح آسیب دیده یا تضعیف شده ممکن است بر اثر فشار مبرّدی کمتر از آن‌چه براساس آن طراحی و ساخته شده‌اند، از بین بروند. بعضی از مصالح سامانه تبرید با محفظه‌ای طراحی شده‌اند که محافظت فیزیکی آنها را تضمین می‌نماید. مصالح دیگر سامانه مانند لوله‌کشی مبرّد و سیلندرها می‌بایست از آسیب مصون بمانند. باید بررسی شود که در چه مکان و زمانی محافظت فیزیکی به‌منظور جلوگیری از آسیب ناشی از وسایل نقلیه، فعالیت کاربران و سایر موارد مشابه، نیاز خواهد بود. به همین شکل بر روی تعیین نوع محافظتی که می‌تواند مورد اتکا قرارگیرد نیز باید مطالعه شود.

(۴) اتصال آب و فاضلاب: بعضی از انواع تجهیزات تبرید از آب آشامیدنی به‌عنوان سیال خنک‌کن استفاده می‌نمایند و از این‌رو به سیستم توزیع آب آشامیدنی و همچنین سیستم تخلیه فاضلاب به منظور دفع آب خارج شده از دستگاه، وصل می‌باشند. چیلرهای آبی، برج‌های خنک‌کن و سیستم‌های ذخیرهٔ گرما ممکن است دارای اتصالات آب آشامیدنی به منظور جبران آب مصرفی باشند. دستگاه‌های یخ‌ساز علاوه بر اتصال آب آشامیدنی، ممکن است اتصال سیستم تخلیه فاضلاب نیز داشته‌باشند. تمامی لوله‌کشی‌ها و اتصالات آب و فاضلاب مذکور باید با رعایت الزامات مندرج در «مبحث ۱۶ - تأسیسات بهداشتی» اجرا شود.

(۵) اتصال سوخت گاز: توان لازم برای به حرکت در آوردن بسیاری از ماشین‌های تبرید از طریق موتورهای احتراق داخلی یا انرژی گرمایی ناشی از احتراق سوخت تأمین می‌شود. سامانه تبرید جذبی و واحدهای تقطیری که با موتورِ گازسوز کار می‌کنند از آن جمله‌اند. همانند دیگر دستگاه‌ها و تجهیزات گازسوز، الزامات مندرج در «مبحث هفدهم - لوله‌کشی گاز طبیعی» در رابطه با طراحی و اجرای لوله‌کشی گاز سوخت و اجزا و متعلقات آن در سامانه تبرید نیز باید رعایت شود.

(۶) تعمیر و نگه‌داری: تعمیر و نگه‌داری دوره‌ای برای عملکرد مناسب تجهیزات تبرید ضروری است. بطور معمول، بازرسی‌های نگه‌داری متداول هنگام اجرای آزمایش‌های دوره‌ای مطابق بخش (۱۴-۱۳-۸)"ج" انجام می‌شود. با این وجود هر زمان که در سامانه تبرید تضعیف عملکرد یا آسیبی مشاهده شود، تعمیر و نگه‌داری می‌بایست انجام پذیرد. سامانه‌های تبرید آسیب دیده نمی‌توانند قابل اتکا باشند زیرا تجهیزات مکانیکی که به درستی نگهداری نمی‌شوند در نقطه‌ای پایین‌تر از ماکزیمم بازدهی خود کار می‌کنند، باعث اتلاف انرژی شده و سرانجام بطور ناگهانی از کار افتاده و هزینه‌های غیرضروری را بر صاحب آن تحمیل می‌نمایند. تشکیل لایه‌های روغن، گرد و خاک و خوردگی می‌تواند بر عملکرد تبادل گرما در مبدل حرارتی اثر نامطلوب داشته باشد. همچنین می‌تواند به آسیب موتور کمک کرده و سبب افزایش بیش از اندازه دما در قطعات آن گردد. سامانه تبرید باید مطابق با توصیه‌های شرکت سازنده تمیز نگه داشته شود و هر جزء آسیب دیده یا تضعیف شدهٔ آن باید تعمیر یا تعویض شود. در اصل اگر مبرّد در داخل سامانه تبرید محصور باقی بماند، خطرات ناشی از آن برای کاربران و محیط‌زیست بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. خطرات هنگامی افزایش می‌یابد که مبرّد از سامانه خارج شده و در معرض قرارگیرد، که این عمل معمولاً به صورت غیر منتظره و سریع اتفاق می‌افتد.

۱۴-۱۳-۲ مبرّدها

الف) کلیات

(۱) تجهیزات تبرید بر اساس کار با یک یا چند نوع مبرّد خاص طراحی می‌شوند. استفاده از مبرّد دیگری غیر از مبرّد مورد نظر یا استفاده از مبرّد آلوده می‌تواند سبب آسیب به دستگاه یا کاهش بازدهی آن گردد. انواع مبرّدها براساس نوع واکنش آن‌ها نسبت به روغن‌کاری، آب‌بندها، واشرها

و دیگر اجزای سیستم، متفاوت می‌باشند. ممکن است در مواردی لازم باشد که مبرّد سامانه موجود تغییر داده شود یا از مبرّد بازیافتی همان سامانه یا سامانهٔ دیگری استفاده گردد؛ اما شارژ سامانه‌های جدید با مبرّدی غیر از مبرّد تعیین شده توسط شرکت سازنده، خطر غیرضروری را به سامانه تحمیل می‌کند.

(۲) استفاده از مبرّدهایی که در جدول (۱۴-۱۳-۲) مبحث چهاردهم نیامده است ممنوع می‌باشد مگر این که مورد تأیید قرار گیرند. با توجه به فن‌آوری‌های نوین و تحقیقات پایان‌ناپذیری که برای دست‌یابی به مبرّدهای بهتر و ایمن‌تر، به‌طور پیوسته در حال انجام است، احتمالاً مبرّدهای جدید به تدریج وارد بازار خواهند شد. در حالی‌که این نوع محصولات جدید مطابق استاندارد ASHRAE ۳۴ طبقه‌بندی می‌شوند، دفتر مقررات ملّی ساختمان می‌تواند آن‌ها را بر مبنای خواص‌شان و در مقایسه با مبرّدهایی که در جدول (۱۴-۱۳-۲) مبحث چهاردهم آمده‌اند، مورد ارزیابی قرار داده و در کاربری انها اظهار نظر کند.

(۳) مخلوط کردن مبرّدها

مبرّدهای با مشخصات متفاوت نباید در یک سامانه با یکدیگر مخلوط شوند زیرا ترکیب شیمیایی آن‌ها ممکن است دارای خواص متفاوت، غیرقابل پیش‌بینی یا احتمالاً خطرناکی باشد. مخلوط کردن مبرّدها ممکن است سبب آسیب به دستگاه و یا از دست رفتن کارایی سامانه گردد. همچنین الزامات (۱۴-۱۳-۴)"ب" که برای هر یک از مبرّدهای شرکت‌کننده در مخلوط کاربرد دارد، در مورد ترکیب آن‌ها نیز باید رعایت گردد. مشکل بزرگ دیگری که در مورد مبرّدهای مخلوط وجود دارد این است که بازیافت و احیای آن‌ها دشوار یا غیرممکن است. هیچ نوع فرایند عملی برای جدا کردن مخلوط مبرّد به اجزاء آن ممکن است وجود نداشته باشد. در بعضی از موارد از بین بردن مخلوط مبرّد، تنها راه عملی برای رسیدگی به وضعیت مبرّدهای مخلوط آلوده می‌باشد.

(۴) درجهٔ خلوص مبرّد

مبرّدهای مورد استفاده در سیستم تبرید باید تازه، بازیافتی یا احیاء شده و با درجهٔ خلوص مقرر در این فصل باشد. روغن، واکس، رطوبت، اسید و دیگر مواد باقی ماندهٔ موجود در مبرّدهائی که از ماشین‌های تبرید سوخته یا مستعمل گرفته می‌شوند، می‌تواند سبب آسیب به

آب‌بندها و اجزاء موتور تجهیزات تبرید جدید گردد. مبرّدهایی که دارای اینگونه ناخالصی‌ها می‌باشند، می‌توانند باعث خراب شدن سامانه تبرید یا عملکرد ضعیف آن شده و یا منجر به ایجاد نشتی در آن گردند. تجهیزاتی که دچار نشتی می‌شوند، می‌توانند سلامتی کاربران را به خطر انداخته و با توجه به مقدار مبرّدی که به اتمسفر تخلیه می‌کنند، سبب مشکلات زیست محیطی گردند.

از آن‌جائی‌که مبرّد آلوده به راحتی قابل تشخیص نمی‌باشد، تأییدیه ناظر مسئول تا حدی اطمینان می‌دهد که یک مبرّد پاک، چه بازیافتی (برداشت موقت از سامانهٔ تبرید با هدف کاربرد مجدد آن) و چه احیاءشده (بازتولید شده برای استفاده در سامانهٔ تبرید)، مورد استفاده قرارگرفته است. سرویس‌کاران و نصابان غیرمجاز ممکن است برای رسیدن به سود بیشتر از فیلترکردن مبرّدهای بازیافتی و بازتولید مبرّدهای احیاءشده مطابق با ARI ۷۰۰ اجتناب نمایند (که در بخش (۱۴-۱۳-۲)"الف"(۷) به آن اشاره شده است). با توجه به اینکه مبرّد آلوده ممکن است برای مدتی غیرقابل تشخیص باشد، تأییدیه ناظر مسئول در واقع تضمینی است که سبب می‌شود چنانچه دستگاه به سبب آلوده بودن مبرّد از کار بیافتد، نصاب دستگاه مسئول آن می‌باشد.

(۵) مبرّدهای جدید

مبرّدها باید دارای درجه خلوصی باشند که توسط شرکت سازنده سامانه تبرید مشخص کرده است. بعید است که مبرّدهای تازه تولیدشده مشخصات درجهٔ خلوص شرکت سازنده را برآورده نکنند؛ اما ممکن است که مبرّدهای بازیافتی یا احیاءشده، استانداردهای درجهٔ خلوص را دارا نباشند. همچنین مهم است دقت شود که همان مبرّدی که توسط شرکت سازنده مشخص شده است، در دستگاه استفاده گردد. به عبارت دیگر، احتمال این‌که مبرّد اشتباه در دستگاه استفاده شود بیشتر از آن است که مبرّد تازه استانداردهای درجهٔ خلوص را برآورده نسازد.

(۶) مبرّدهای بازیافتی

مبرّدهای بازیافتی از سامانه‌های موجود که در حال تعمیر و یا مستعمل هستند، بیرون کشیده می‌شوند. بازیابی مبرّد از فرار مبرّد به آتمسفر جلوگیری کرده و اجازه می‌دهد که آن مبرّد مجدداً در چرخهٔ تبرید قرارگیرد. این موضوع از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی مطلوب بوده و ضروری می‌باشد.

انتقال مبرّد به تجهیزات دیگر ممکن است سبب آلودگی سامانه شود، همان‌گونه که انتقال خون یک فرد به فرد دیگری می‌تواند سبب ایجاد بیماری شود، این بخش استفاده از مبرّد بازیافتی را در سامانه‌هایی به غیر از سامانه‌ای که مبرّد از آن خارج شده است را ممنوع می‌کند، مگر آن‌که مطابق الزاماتی که برای مبرّدهای احیا شده بیان شده است، این مبرّد نیز مجدداً احیا شود. در تمامی حالات، مبرّدهای بازیافتی نباید قبل از اینکه فیلترشده و رطوبت‌گیری شوند، مورد استفاده مجدد قرارگیرند. چنان‌چه مبرّد بازیافتی مشکوک به آلوده بودن باشد (مانند حالتی که موتور کمپرسور سوخته است)، این مبرّد باید به میزان لازم فرآوری شود تا استانداردهای درجهٔ خلوص مقرر را برآورده نماید. آزمونه‌هایی وجود دارند که به منظور آزمایش آلودگی‌هایی مانند اسید و رطوبت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

(۷) مبرّدهای احیا شده

مبرّدهای خارج از رده و بی کیفیت نبایست مجدداً در دستگاه دیگری مورد استفاده قرارگیرند مگر این‌که مورد آزمایش قرارگرفته و مشخص شود که الزامات درجهٔ خلوص موردنظر را برآورده می‌نمایند. این بخش آزمایش مبرّدها را پیش از آن‌که در تجهیزات دیگر مورد استفاده قرارگیرند، الزامی می‌داند. با توجه به این‌که بسیاری از مبرّدها الزامات درجهٔ خلوص استاندارد ARI ۷۰۰ را برآورده می‌نمایند، گاهی اوقات مبرّدهای آلوده مورد استفاده مجدد قرار گرفته و به‌عنوان مبرّد نو به بازار عرضه می‌شوند. استفاده مجدد از مبرّدهای آلوده سبب خرابی دستگاه شده و متعاقب آن منجر به تخلیهٔ مبرّدهای سمی، سوختنی، فاسد و تخریب کننده لایه اوزن به اتمسفر خواهد شد. چنان‌چه آزمایش نشان دهد که مبرّد استاندارد درجهٔ خلوص ARI ۷۰۰ را برآورده نمی‌کند، لازم است این مبرّد قبل از استفاده مجدد، مطابق همین استاندارد احیا شود. توجه داشته باشید که خالص‌سازی که مد نظر استاندارد ARI ۷۰۰ می‌باشد ممکن است شامل فرایندهای خیلی بیشتری از فیلترکردن و رطوبت‌زدایی ساده‌ای که در بخش (۱۴-۱۳-۲)"الف"(۶) مد نظر است، باشد. مبرّدهای آلوده نبایست در هیچ نوع دستگاهی مورد استفاده قرار گیرند.

(۸) تغییر در نوع مبرّد

نوع مبرّد دستگاه تبرید در صورتی که بیش از ۱۰۰ کیلوگرم از گروه A۱، یا بیش از ۱۳/۶ کیلوگرم از هر نوع دیگری باشد، نباید پیش از دریافت تأیید کتبی تطابق مشخصات با مبرّد جدید از

ازمایشگاه مورد تایید سازمان ملّی استاندارد و دفتر مقررات ملّی ساختمان، مورد استفاده قرارگیرد. هدف از این بخش آن است که سازمان آتش‌نشانی محلی را در مورد وضعیت سامانه‌های تبرید بزرگ و سامانه‌هایی که دارای مبرّد سمی و قابل اشتعال می‌باشند، به‌روز نگه‌دارد.

(۹) تخلیه مبرّد

تخلیهٔ مبرّد باید با رعایت مقررات فصل ۲۳ استاندارد NFPA -۱ و همچنین استاندارد NFPA-۳۰ انجام گردد. هشدارهای لازم برای تخلیه مبرّد می‌بایست تعبیه شوند. هر موقع، چه تصادفی و چه برنامه‌ریزی شده، تخلیهٔ مبرّد از مدار سامانه تبریدی که دارای بیش از ۱۰۰ کیلوگرم مبرّد از گروه A۱ یا ۱۳/۶ کیلوگرم مبرّد از گروه‌های دیگر است، اتفاق بیفتد، اطلاع رسانی به آتش‌نشانی الزامی است. مواردی استثناء هم برای تخلیه اندک مبرّد که مربوط به شیرهای اطمینان فشار خودکار، عملیات سرویس پس از خاموش شدن سیستم و عملکرد سامانه در فشارهای کمتر از فشار اتمسفر محیط که شامل سیستم هواگیری خودکار می‌باشد، وجود دارند.

ب) گروه‌بندی مبرّدها

گروه‌بندی مبرّدها از نظر پتانسیل خطرزائی آن‌ها براساس ASHRAE ۳۴، در جدول (۱۴-۱۳-۱) مبحث چهاردهم ارائه شده است. هر مبرّدی در یک گروه ایمنی قرار می‌گیرد که بر مبنای دو عامل شدت سمی‌بودن و شدت آتش‌گیری دسته‌بندی شده است. گروه ایمنی که یک مبرّد در آن قرار گرفته است بر مبنای خطر احتمالی که برای کاربران ساختمان می‌تواند ایجاد نماید، می‌باشد و یکی از عواملی است که برای تعیین حداکثر مقدار مجاز مبرّد در فضا، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ج) طبقه‌بندی مبرّدها

از آن‌جائی‌که طبقه‌بندی سامانه‌های تبرید گامی اساسی در بکارگیری الزامات ویژهٔ مرتبط با هرکدام از سامانه‌های تبرید می‌باشد، این مبحث خطرات متوجه کاربران ساختمانی از طرف سامانه‌های تبرید را با در نظر گرفتن سه موضوع، ارائه می‌دهد: نوع ماده مبرّد، نوع سامانه تبرید و نوع کاربری ساختمان. سامانه‌های خاص از نظر قرار گرفتن در معرض مبرّدهای فرار خطرناک‌تر می‌باشند. کاربری‌های خاص از نظر تعداد نفراتی که می‌توانند به دلایل مختلف در معرض خطر قرار گیرند، بویژه افرادی که به‌علت ناتوانی، زندانی‌بودن یا معلولیت مستعد صدمه‌دیدن هستند، خطرناک‌تر می‌باشند.

گروه‌بندی مبرّدها از نظر پتانسیل خطرزائی آن‌ها در جدول (۱۴-۱۳-۱) مبحث چهاردهم ارائه شده است. مبرّدها براساس ASHRAE ۳۴، مطابق جدول (۱۴-۱۳-۲) مبحث چهاردهم طبقه‌بندی می‌گردند. در مبحث چهاردهم مبرّدها با شماره خودشان شناخته می‌شوند که بعد از حرف "R" می‌آید، مانند R-۲۲. نام‌های تجاری سازندگان همچون فرئون در این مبحث بکار برده نمی‌شوند. شماره، نام و فرمول شیمیایی مبرّدهای مختلف در جدول (۱۴-۱۳-۲) آمده است.

لازم است که گروه‌بندی ایمنی جدیدی خاص مبرّدهایی که به تازگی توسعه یافته‌اند و مبرّدهایی که "دوست‌دار لایه اوزن" می‌باشند، ارائه گردد. چرا که مبرّدهایی مانند R-۱۱ و R-۱۲ که جزء مبرّدهای تخریب کننده لایه اوزن هستند می‌بایست با مبرّدهای "دوستدار لایه اوزن" جایگزین شوند. باید توجه شود که استفاده از مبرّدهایی که در جدول (۱۴-۱۳-۲) به عنوان "مواد مخرب لایه اوزن کلاس I" نامگذاری شده‌اند، در سامانه‌های جدید ممنوع است.

(۱) توضیح جدول (۱۴-۱۳-۲):

در جدول مذکور، حد بالای میزان مبرّد در محیط کار (TLV-TWA)، بیان‌گر مقدار مبرّدی است که یک شخص می‌تواند به مدت ۸ ساعت در شبانه‌روز یا ۴۰ ساعت در هفته در معرض آن باشد بدون این‌که اثر نامطلوبی بر روی او بگذارد، مگر این‌که سقف دیگری با علامت "C" برای آن مشخص شده باشد (بیشینهٔ مقدار مبرّد بدون محدودیت زمان). مقدار سقفِ C سطح در معرض بودن (به‌عنوان TLV-C) می‌باشد که نباید در هیچ بخشی از شبانه روز، از آن تجاوز شود و به میزان ۱۵ دقیقه TWA تعیین شده است، مگر این‌که مقدار دیگری مشخص شده باشد. باید توجه شود که جدول (۱۴-۱۳-۲) بر مبنای مقدار بیشینهٔ ۱۰۰۰ قسمت در میلیون (ppm) برای هر نوع مبرّد شیمیایی بنا نهاده شده است.

علاوه بر موارد مذکور، شاخص دیگری به نام سطح تماس کوتاه مدت (STEL) در صنایع تبرید استفاده می‌شود. STEL بر مبنای قرارگرفتن در معرض مبرّد به مدت ۱۵ دقیقه در روز بیشتر از مقداری که خطر مرگ یا آسیب جبران‌ناپذیر بر سلامت انسان (IDLH) را به دنبال دارد، می‌باشد. IDLH در توضیحات C از جدول (۱۴-۱۳-۲) مورد اشاره قرارگرفته و برای راهنمائی در مورد الزامات موتورخانهٔ تبرید در بخش‌های بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. IDLH بیشینهٔ غلظت آلاینده‌های منتقل شده از راه هوا است که انسان می‌تواند در عرض ۳۰ دقیقه بدون ماسک محافظ

تنفسی و بدون ایجاد مشکل برای فرار (مانند سوزش شدید چشم) و یا اثرات غیرقابل بازگشت بر سلامتی وی، از آن فرارکند.

مبرّدهایی که در ASHRAE ۳۴ طبقه‌بندی نشده‌اند می‌بایست توسط عرضه‌کنندگان آن‌ها مورد بررسی قرار بگیرند تا اطمینان حاصل شود که مشخصات سمی بودن آن‌ها به قدر کافی شناخته شده است. بعضی مخلوط‌ها ممکن است طبقه‌بندی نشده باشند ولی شامل مبرّدهایی باشند که هر یک طبقه‌بندی شده‌اند.

در مواردی که به جای مقدار مبرّد در جدول (۱۴-۱۳-۲) خط تیره آمده است، اطلاعات آن در زمان چاپ این راهنما نامشخص بوده است.

۱۴-۱۳-۳ طبقه‌بندی سامانه‌های تبرید

الف) سامانه‌های تبرید، از نظر درجهٔ احتمال نشت ناشی از اتصالات معیوب و گازبندی‌های نامطمئن، طبق شکل‌های جدول (۱۴-۱۳-۳) طبقه‌بندی شوند. تفاوت موجود بر مبنای طراحی پایه یا محل قرارگیری اجزاء می‌باشد.

روش سرمایش یا گرمایش تعیین‌کنندهٔ میزان احتمال نشت مبرّد به فضای کاربری می‌باشد. در سامانه‌های مستقیم، مبرّد اولیه داخل کویلی است که در داخل فضا قراردارد و هوای اطاق از روی آن عبور می‌کند. وجود یک نشتی در مبدل حرارتی می‌تواند سبب انتقال مستقیم مبرّد به فضای اطاق شود. این نوع سامانه‌ها از نوع سامانه‌های با احتمال نشت بالا می‌باشند. سامانه‌های دیگر، سیال واسطی را خنک می‌کنند که به قسمت‌های مختلف ساختمان لوله‌کشی شده است. وجود نشتی در مبدل حرارتی سبب نشت مبرّد به سیال واسط شود، ولی مبرّد به فضای اطاق راه پیدا نمی‌کند. این نوع سامانه‌ها در بیشتر اوقات جزء سامانه‌های کم خطر محسوب می‌شوند.

دو نوع اصلی از سامانه‌های تبرید وجود دارند: سامانه‌های مستقیم و غیرمستقیم. در سامانه‌های مستقیم هوایی که به فضای موردنظر تغذیه می‌شود از روی اواپراتور یا کندانسوری عبور می‌کند که حاوی مبرّد می‌باشد. در سامانه غیرمستقیم یک سیال ثانویه مانند آب‌نمک یا آب با استفاده از سامانه تبرید گرم یا سرد شده و این آب‌نمک یا آب سرد یا گرم شده در یک مبدل حرارتی دیگر گردش یافته و سبب گرم یا سرد شدن هوای فضا می‌گردد. از این‌رو در سامانه غیرمستقیم، سامانه

تبرید مستقیماً گرما را از داخل فضای تهویه شونده خارج نکرده و یا به آن وارد نمی‌کند؛ در حالی‌که سامانه مستقیم، گرما را مستقیماً از داخل فضا خارج می‌نماید و یا به آن وارد می‌کند. یک مشخصهٔ سامانه مستقیم که نشان دهنده پتانسیل خطر بالای این نوع سامانه نسبت به سامانه‌های غیرمستقیم می‌باشد این است که در صورت وجود نشتی، مبرّد در سرتاسر فضای تحت پوشش این نوع سامانه پراکنده خواهد شد.

سامانه‌های تبرید اگر چه در وهله اول به عنوان سامانه‌های خنک‌کننده و یا انجماد تصور می‌شوند ولی می‌توانند برای گرمایش فضا یا مواد نیز مورد استفاده قرار بگیرند. در بسیاری از سامانه‌ها، به‌منظور خنک‌کاری گرما از یک فضا جذب می‌شود و گرمای جذب‌شده برای گرم کردن در جای دیگری مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه، در فروشگاه‌های مواد غذایی چنین سامانه‌ای می‌تواند به منظور سرد کردن مواد غذایی توام با گرمایش ساختمان بکار گرفته شود. پمپ گرمائی حرارت را از قسمت‌هایی که نیاز به سرمایش دارند گرفته و به قسمت‌هایی که نیاز به گرمایش دارند منتقل می‌کند.

ب) سامانه‌های با احتمال نشت پایین

سامانه‌های غیرمستقیم پاششی باز دو مرحله‌ای، سامانه‌های غیرمستقیم بسته و سامانه غیرمستقیم بستهٔ مربوط به هوای آزاد، از سامانه‌های با احتمال نشت پایین می‌باشند، مشروط به این‌که اگر مقدار مبرّد از آن‌چه در جدول (۱۴-۱۳-۲) مبحث چهاردهم آمده است بیشتر شود، تمام لوله‌ها و وصاله‌های دارای مبرّد ایزوله شوند.

ماهیت سامانه‌های با احتمال نشت پایین، نشت مبرّد به فضاهای کاربری را نامحتمل می‌سازد. در یک سامانه غیرمستقیم، اجزای حاوی مبرّد مانند اواپراتورها، لوله‌کشی‌ها و مبدل‌های حرارتی از فضاهای کاربری ساختمان جدا شده‌اند و تنها یک سیال ثانویه که معمولاً "آب" یا "آب نمک" می‌باشد در داخل فضاها به گردش در می‌آید. جدول (۱۴-۱۳-۳) مبحث چهاردهم را ملاحظه کنید.

چنان‌چه مقدار مبرّد سامانه از محدودهٔ ذکرشده در جدول (۱۴-۱۳-۲) تجاوز کند، اجزای حاوی مبرّد سامانه باید در موتورخانهٔ تبرید نصب شوند. در مواردی که مقدار مبرّد داخل سامانه در

محدودهٔ جدول (۱۴-۱۳-۲) باشد، می‌توان آن‌را بطور کامل در داخل فضای کاربری ساختمان قرارداد و در این مورد تمایز بین سامانه‌های با احتمال نشت بالا و سامانه‌های با احتمال نشت پایین بی‌معنی خواهد بود. به عبارت دیگر، سامانهٔ با احتمال نشت پایین تنها در حالتی وجود دارد که قسمت‌های حاوی مبرّد همهٔ سامانه از تمام قسمت‌های ساختمان به‌جز موتورخانه تبرید، جدا شده باشند.

پ) سامانه‌های با احتمال نشت بالا

سامانه‌های مستقیم و سامانه‌های غیرمستقیم پاششی باز، از سامانه‌های با احتمال نشت بالا می‌باشند. طبقه‌بندی بر مبنای احتمال نشت در واقع به‌منظور ارزیابی میزان خطر احتمالی ناشی از سامانه‌های تبرید می‌باشد. در سامانه‌های با احتمال نشت بالا، احتمال این‌که کاربران ساختمان در معرض مبرّد ناشی از نشت سامانه قرار بگیرند زیاد است. تعریف "سامانه تبرید مستقیم"، "سامانه تبرید غیرمستقیم" و "سامانه‌های با احتمال نشت بالا" را ببینید. پمپ گرمائی نوع اسپلیت، کویل DX در یک هوارسان، کوره هوای گرم، کولرگازی نوع اسپلیت، پکیج‌ها و واحدهای تهویه مطبوع پنجره‌ای، همگی از سامانه‌های با احتمال نشت بالا می‌باشند. در این واحدها، هوای اتاق مستقیماً از روی کویلی که حاوی مبرّد می‌باشد، عبور می‌کند.

(۱) استثناء: در سامانه غیرمستقیم پاششی باز، چنان‌چه فشار سیال ثانویه همواره (هم در حال کارکردن سامانه و هم در خاموشی آن) بیشتر از فشار مبرّد باشد، الزامی برای قرار گرفتن این نوع سامانه در طبقهٔ سامانه‌های با احتمال نشت بالا وجود ندارد. درواقع در این حالت احتمال نشت مبرّد به فضای کاربری کاهش می‌یابد.

۱۴-۱۳-۴ کاربرد سیستم‌های تبرید در ساختمان‌های مختلف

الف) طبقه‌بندی ساختمان‌ها با کاربری‌های مختلف:

تعاریف کاربری که در طبقه‌بندی کاربری ساختمان‌های مندرج در بند (۱۴-۱۳-۴-۱)"ب" مبحث چهاردهم آمده است، مختص همین مبحث بوده و ممکن است متفاوت با سایر تعاریف کاربری باشد. طبقه‌بندی کاربری ساختمان یکی از سه عامل تعیین‌کننده در محدودیت‌های کاربردی و مقدار

مبرّدها می‌باشد. اگر دستگاه تبرید که در بیرون از ساختمان قراردارد در فاصلهٔ ۶ متری از در، پنجره، دریچه هوا و دیگر بازشوهایی که از طریق آن‌ها ورود مبرّد به داخل ساختمان امکان‌پذیر است، قرار داشته باشد، همانند آن است که این دستگاه در داخل ساختمان نصب شده باشد. این بخش تجهیزاتی را که در خارج از ساختمان نصب شده‌اند دارای ایمنی ذاتی دانسته و آن‌ها را از اعمال محدودیت‌ها معاف می‌دارد، اما دستگاه‌هایی که در فاصلهٔ ۶ متری از بازشو ساختمان قراردارند شامل این معافیت نمی‌شوند. باید توجه شود که ASHRAE ۱۵ بازشوهایی از ساختمان را که در ارتباط با موتورخانه می‌باشند مستثنی می‌کند.

ب) الزامات کاربرد سامانه‌های تبرید

(۱) موتورخانه

هنگامی‌که مقدار مبرّد در سامانه از مقدار تعیین شده در جدول (۱۴-۱۳-۲) بیشتر باشد، وجود موتورخانه برای سامانه تبرید الزامی است. بخش‌های (۱۴-۱۳-۵) و (۱۴-۱۳-۶) شامل الزامات ساخت موتورخانه‌ها می‌باشند. موتورخانهٔ تبرید، حائلی بین ساکنان ساختمان و سامانه ایجاد می‌نماید به طوری‌که اگر مشکلی بروز نماید، برای فضاهای تحت اشغال خطری ایجاد نخواهد شد. بخش (۱۴-۱۳-۵) بازشوهای محافظ، آشکارساز مبرّد و تهویه هوای خاص را برای موتورخانه الزامی می‌داند.

- استثناء: هنگامی‌که سامانه تنها ۳ کیلوگرم مبرّد داشته باشد، الزامی به نصب سامانه تبرید در موتورخانه نیست. علت این است که مقدار مبرّد ناچیز بوده و دستگاه آزمایش و پلاک‌گذاری شده است. همچنین لوله‌کشی‌های اتصال‌دهندهٔ اجزاء داخل موتورخانه به اجزاء موجود در بخش بیرونی ساختمان را می‌توان از فضاهایی که الزامات موتورخانه را برآورده نمی‌سازند، عبور داد.

(۲) ساختمان‌های با کاربری درمانی و مراقبتی:

- بدلیل امکان خطر برای افرادی که ممکن است قادر به محافظت از خود نباشند، برای فضاهای ساختمان‌های درمانی و مراقبتی، مقادیر مبرّد مجاز جدول (۱۴-۱۳-۲) باید به نصف کاهش یابد. در آشپزخانه، آزمایشگاه و فضای نگهداری و تشریح جسد این ساختمان‌ها که افراد سالم کار می‌کنند، نیازی به کاهش میزان مبرّد نیست.

- مجموع مقدار مبرّدهای خطرناک‌تر که شامل مبرّدهای گروه A۲، B۲، A۳ و B۳ می‌باشند، در فضاهای این ساختمان‌ها، از جمله موتورخانه، به ۲۵۰ کیلوگرم محدود شده است. سامانه‌هایی که به مقادیر بیشتری مبرّد نسبت به مقدار مجاز در این بخش نیاز دارند، باید در فضای بیرون ساختمان نصب شوند.

(۳) در سیستم‌های تهویه مطبوع:

- استفاده از مبرّدهای B۱، B۲ و B۳ در سیستم‌های تهویه مطبوع مخصوص ایجاد شرایط مناسب برای آسایش افراد (غیر از ساختمان‌های صنعتی)، تحت هیچ عنوان مجاز نمی‌باشد. دلیل این محدودیت، سمی بودن شدید این مبرّدها و احتمال بیشتر در معرض مبرّد قرارگرفتن در سامانه‌های با احتمال نشت بالا می‌باشد. در واقع عدم استفاده از مبرّدهای گروه‌های B۱, B۲ و B۳ در تهویه مطبوع به‌منظور ایجاد شرایط ایمن و مطمئن برای آسایش افراد می‌باشد. نظر به این‌که کاربری‌های صنعتی عموماً دارای بار اشغال کمتری بوده و توسط کارکنانی که با محیط کاری خود آشنا می‌باشند اشغال می‌شود، اعمال محدودیت مذکور در تهویه مطبوع ساختمان‌های صنعتی الزامی نیست.

(۴) در ساختمان‌های غیرصنعتی:

- برای همه کاربری‌ها به‌جز کاربری‌های صنعتی، مقادیر مبرّدهای A۲ و B۲ در سامانه‌های با احتمال نشت بالا، بدلیل خواص این مبرّدها و احتمال زیاد آزادشدن آن‌ها، در جدول (۱۴-۱۳-۴) مبحث چهاردهم محدود شده است. مبرّدهای گروه A۳ و B۳ بالاترین قابلیت اشتعال را دارند، از این‌رو تنها در کاربری‌های صنعتی و در موارد تأیید شده توسط مقامات مجاز مسئول، می‌توانند مورد استفاده قرارگیرند. آزمایشگاه‌ها بدلیل نوع فعالیت تخصصی و روش‌های ایمنی که عموماً در آن‌ها اجرا می‌گردد، مشروط به این‌که سطح زیربنای آن‌ها برای هر نفر از کارکنان دست‌کم ۹ مترمربع باشد، از این امر مستثنی شده‌اند.
- عبارت راهروی خروجی که در جدول (۱۴-۱۳-۴) مبحث چهاردهم بکار گرفته شده است به معنی هر ناحیه‌ای است که ساکنین در طی مسیرشان برای رسیدن به یک خروجی، باید از آن عبور کنند. اگر موقعیت اطاقی که در آن تجهیزات وجود دارد به نحوی باشد که به ساکنین اجازه دهد بجای این‌که مجبور باشند از کنار تجهیزات رد شوند، با فاصله از آن‌ها حرکت نموده به سمت خروجی‌ها بروند، تجهیزات به‌عنوان این‌که در راهروی خروجی قرار گرفته‌اند، در نظر گرفته نخواهند شد.

(۵) در فضاهای با کاربری‌های مختلف (انواع کاربری‌ها)

- در صورتی‌که مقدار مبرّدهای گروه‌های A۳, B۲, A۲ و B۳ از ۵۰۰ کیلوگرم تجاوز نماید، خطر قابل توجهی ساکنین را تهدید خواهد نمود. بنابراین، این محدودیت برای همه کاربری‌ها و همهٔ انواع سامانه‌های تبرید باید اجرا شود. سیستم‌های حاوی آمونیاک از این محدودیت مستثنی شده‌اند زیرا گاز آمونیاک به سختی مشتعل می‌شود، بسیار پایدار است، به‌دلیل بوی تندی که دارد نشت آن به آسانی قابل تشخیص است و سبک‌تر از هوا می‌باشد بنابراین در اکثر موارد تهویه معمولی از تجمع آن جلوگیری می‌کند.

(۶) حفاظت از تجزیهٔ مبرّد:

بسیاری از مبرّدها هنگامی‌که در معرض دمای بالا قرار می‌گیرند، دچار شکست شیمیایی شده و امکان دارد محصولات جانبی سمی و یا خورنده را تشکیل دهند. برخی از این محصولات جانبی شیمیایی بسیار سمی بوده و برای انسان خطرناک می‌باشند و می‌توانند باعث مشکلات جدی در لوازم سوخت‌سوز گردند. بنابراین وقتی وسیله‌ای با شعلهٔ باز و یا سطح داغی با دمای بیش از ۴۲۶ درجهٔ سلسیوس در اتاقی نصب شود که در آن سیستم تبریدی با دست‌کم ۳ کیلوگرم مبرّد در یک مدار مستقل نصب شده است، باید هود و سیستم تخلیهٔ به‌منظور به دام انداختن و تخلیه هر گونه مواد شیمیایی خطرناک در نظر گرفته شود.

- موارد استثنا: چنان‌چه مادهٔ مبرّد R-۷۱۷، R-۷۱۸ و یا R-۷۴۴ باشد که از نوعِ پایهٔ هالوژن نمی‌باشند و یا پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از تماس مبرّد با شعله‌های آتش و یا سطوح داغ انجام گیرد، امکان خطر کاهش می‌یابد. از اینرو، در این موارد نصب هواکش ضرورت ندارد.

(۷) محاسبهٔ حجم فضاهای ساختمان:

برای اعمال الزامات مبرّد بر واحد حجم در جدول (۱۴-۱۳-۲) مبحث چهاردهم، روش تعیین حجم فضای کاربری باید مشخص باشد. مقدار مبرّد در فضای کاربری برای سامانه‌های با احتمال نشت بالا در نظر گرفته شده است. در این حالت، در صورت نشتی مدار مبرّد، کاربران می‌توانند بطور مستقیم در معرض مبرّد قرارگیرند. مقادیر داده شده (پوند در هزار فوت‌مکعب و یا گرم در مترمکعب)، بیشینهٔ مقادیر مجاز در بزرگترین مدار موجود در فضا می‌باشد، با این فرض که در یک زمان معین فقط احتمال نشت مبرّد از یک مدار وجود دارد.

- فضاهای غیرمرتبط: فضای غیرمرتبط فضایی است که از طریق بازشوهای دائمی با دیگر فضاها در ارتباط نمی‌باشد. مبرّد نشت‌یافته در فضایی که نشتی در آن روی داده است باقی می‌ماند، زیرا بازشوهای دائمی که امکان انتشار مبرّد را فراهم آوردند، وجود ندارند. بنابراین، در صورت قرارگرفتن بخش‌های دارای مبرّد یک سیستم تبرید در یک یا چند فضای ساختمان که بین آن‌ها بازشو دائمی قرار ندارد، برای تعیین حداکثر مقدار مجاز مبرّد، باید حجم کوچکترین فضای اشغال شدهٔ افراد در محاسبه منظور شود. این بخش برای سامانه‌های مستقیم و هر سامانه دیگری با اجزای واقع در فضاهای اشغال‌شده، اعمال می‌گردد.

هدف تعیین بدترین شرایطی است که در صورت وقوع نشتی مبرّد در کوچکترین فضای محصوری که در آن اجزای حاوی مبرّد یک سامانه وجود دارد، می‌تواند اتفاق بیفتد. مورتورخانه تبرید فضایی در محدودهٔ مورد نظر این بخش می‌باشد، زیرا در مورد ماشین‌های یکپارچه‌ای مانند چیلر تنها حجم اتاقی که باید در نظر گرفته شود، حجم فضایی است که ماشین را در بر گرفته است. بنابراین، محدودیت‌های مقدار مبرّد و الزامات موتورخانه براساس حجم اتاقی است که چیلرها را در بر می‌گیرد.

- فضاهای مرتبط: در سیستم‌های مستقیمی (با احتمال نشت بالا) که اواپراتور یا کندانسور سامانهٔ تبرید در کانال هوای یک سیستم هوارسان قرار گرفته است که چند فضا را هوارسانی می‌کند، برای تعیین حداکثر مقدار مجاز مبرّد، باید حجم کوچکترین فضایی که با آن سیستم هوارسانی می‌شود را در نظر گرفت. اصطلاح "مرتبط" به این معنی است که فضاها از طریق سیستم کانال‌کشی HVAC به یکدیگر متصل می‌باشند و سیستم هوارسانی قادر به انتشار مبرّد نشت یافته در همهٔ فضاهایی است که بوسیلهٔ سیستم تغذیه می‌شوند. کویل DX موجود در یک دستگاه هوارسان که متصل به سیستم توزیع هوای کانالی می‌باشد، نمونه‌ای است که در این بخش به آن پرداخته می‌شود.
- مورد استثنا: اگر سیستم هوارسانی به گونه‌ای باشد که در هر صورت مقدار هوای دریافتی هر کدام از فضاها تا کمتر از یک‌چهارم مقدار حداکثر هوارسانی کاهش نیابد، کل حجم فضاهایی که با این سیستم هوارسانی می‌شود می‌تواند برای تعیین حداکثر مقدار مجاز مبرّد به‌کار رود. این مورد این اجازه را می‌دهد که اگر این فضاها را نتوان از سیستم توزیع هوا جدا نمود، بتوان حجم

فضاهای محصوری که تحت پوشش سیستم توزیع هوا می‌باشند را با یکدیگر جمع کرد. منطق این استثناء این است که مبرّد نشت یافته به‌جای این‌که در یک فضای محصور انباشته شود، در همهٔ فضاهایی که تحت پوشش سیستم هوارسان می‌باشند، پخش خواهد شد. در سیستم‌های توزیع هوا با دمپرهای چندگانه، حجم به قابلیت جداسازی دمپرها بستگی دارد. در شکل (۱۴-۱۳-۴) چنین سامانه‌ای نمایش داده شده است. هدف، تعیین بدترین حالت ممکن از توزیع مبرّد در جریان هوا در صورت وقوع نشتی می‌باشد.

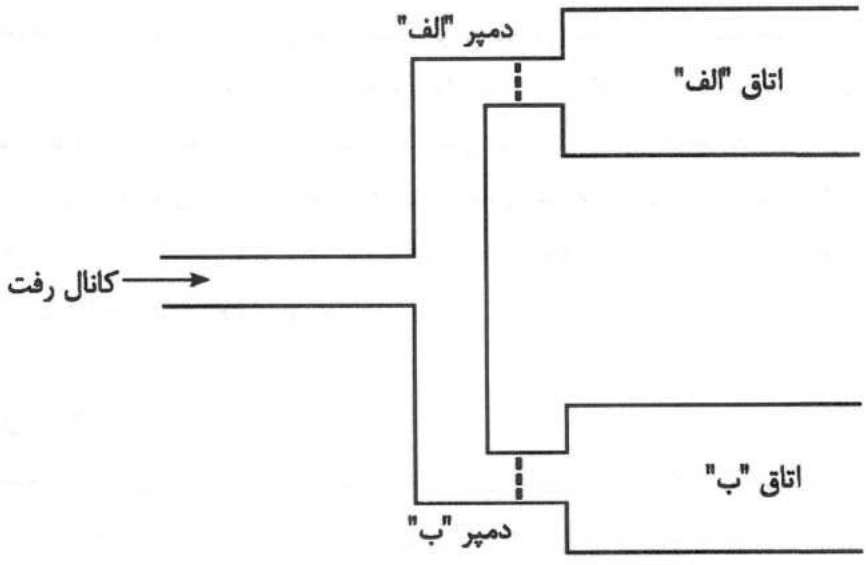
مثال۱: شکل (۱۴-۱۳-۴) را ببینید.

پرسش۱: در صورتی‌که هر دو دمپر دارای استاپ‌های مکانیکی باشند تا از کاهش جریان هوا به کمتر از یک چهارم حداکثر مقدار آن جلوگیری نمایند، چه حجمی بکار گرفته می‌شود؟

پاسخ۱: کل فضای اتاق A به اضافه اتاق B می‌تواند برای تعیین مقدار ماکزیمم مبرّد بکار رود.

پرسش۲: در صورتی‌که یکی از دمپرها (A یا B) بتواند بطور کامل بسته شود، چه حجمی بکار گرفته می‌شود؟

پاسخ۲: حجم باید تنها براساس فضای کوچکتر تعیین گردد، زیرا در صورت بروز نشتی یکی از دمپرها می‌تواند بسته شده و همهٔ مبرّد را در فضای دیگر متراکم نماید.



شکل(۱۴-۱۳-۴): محاسبه حجم با دمپرهای منطقه‌ای(zone damprs)

دمپرهای مربوطه جزء دمپرهای عملگر و فعال در سیستم بوده و تنها به منظور عمل‌کردن در یک موقعیت اضطراری که نیاز به تخلیه ساختمان باشد، نمی‌باشند. بنابراین، دمپرهای دود و آتش از این تحلیل مستثنی می‌گردند.

مثال۲:

پرسش: برای یک سیستم اسپلیت کانالی که تنها یک واحد مسکونی یک خانوار را تحت پوشش قرار می‌دهد، چه حجمی بکار گرفته می‌شود؟

پاسخ: حجم فضای تهویه‌شده در کل منزل بکار گرفته می‌شود، با این فرض که دریچه‌های خروجی هوا در انتهای کانال نمی‌توانند برای کاهش جریان تا زیر ۲۵ درصد حداکثر مقدار آن، تنظیم گردند.

هنگامی‌که فضای در نظر گرفته شده بوسیله یک سیستم توزیع هوا تهویه می‌شود، اواپراتور سیستم مستقیم معمولاً در سیستم هوای رفت به فضا قرار داده می‌شود. اگر جریان هوای رفت به

کوچکترین فضای محصور نتواند به کمتر از یک چهارم حداکثر جریان هوای طراحی برای آن فضا کاهش داده شود و همان سیستم هم برای یک فضا یا چندین فضای دیگر که در آن‌ها نیز جریان هوای رفت را نتوان به کمتر از یک چهارم حداکثر جریان هوای طراحی برای آن فضاها کاهش داد بکار رفته باشد، حجم کل همهٔ فضاهایی که سیستم هوای رفت در آن‌ها استفاده شده است برای تعیین حداکثر مقدار مجاز مبرّد در سیستم بکار گرفته می‌شود. به دلیل این‌که فضاهای محصور توسط یک سیستم توزیع هوا به هم پیوسته می‌باشند و جریان هوا را نمی‌توان بطور کامل قطع نمود، مجموع فضاهایی که سیستم هوای رفت در آن‌ها به کار گرفته شده است را می‌توان به‌عنوان یک فضای مرتبط، به منظور اعمال این بخش، در نظر گرفت.

در صورت بروز نشتی، مبرّد در همهٔ فضاهایی که از سیستم هوای رفت استفاده می‌کنند، پخش خواهد شد. بنابراین، حجم مجموع کل فضاها اجازه رقیق شدن مبرّد به منظور حداقل نمودن خطر برای ساکنین را می‌دهد. به‌عنوان مثال، در یک فضا با کاربری تجاری که هم دارای سطح با فضای باز و هم دفاتر محصور می‌باشد، هنگامی‌که جریان هوای رفت به دفاتر محصور و ناحیه سطح با فضای باز نمی‌تواند به کمتر از یک چهارم حداکثر جریان هوای طراحی کاهش داده شود و همهٔ فضاها نیز از یک سیستم هوای رفت مشترک استفاده می‌کنند، از مجموع کل حجم فضاها می‌توان استفاده کرد. به‌علاوه، حجم پلنوم هوای پیوستهٔ موجود در بالای سقف کاذب که به‌منظور برگشت هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد را نیز می‌توان در حجم فضای محصور لحاظ نمود.

در مواردی که در فضا از سیستم توزیع هوا استفاده نمی‌شود، حجم کوچکترین فضای محصور اشغال شده‌ای که اجزای حاوی مبرّد در آن واقع می‌باشند، به‌منظور تعیین مقدار مجاز مبرّد در نظرگرفته می‌شود.

- پلنوم: در مواردی که فضای بالای سقف کاذب به‌صورت پیوسته بوده و بخشی از سیستم هوای رفت یا سیستم پلنوم هوای برگشتی باشد، این فضا نیز باید در محاسبه حجم فضای محصور در نظر گرفته شود. این بخش به پلنوم‌ها می‌پردازد و مشمول شدن پلنوم‌ها در حجمی که در بخش قبل تحت عنوان "فضاهای مرتبط" ارائه گردید، را مجاز می‌داند.

۱۴-۱۳-۵ الزامات عمومی در موتورخانهٔ سیستم تبرید

الف) ساختمان موتورخانه

موتورخانه تبرید می‌بایست مطابق این بخش طراحی و ساخته شود. بخش (۱۴-۱۳-۴)"ب"(۱) مشخص می‌نماید که چه هنگامی وجود موتورخانه الزامی می‌باشد. الزامات این بخش برای همهٔ موتورخانه‌ها اعمال می‌گردد، در حالی‌که الزامات بخش (۱۴-۱۳-۶) تنها در مورد موتورخانه‌های خاصی بکار گرفته می‌شود. موتورخانه در مواردی الزامی می‌گردد که مقدار مبرّد از محدودهٔ ذکر شده در جدول (۱۴-۱۳-۲) تجاوز نماید. موتورخانه، همهٔ اجزای سیستم حاوی مبرّد، جز لوله‌ها و اجزای واقع در فضای باز، را در برگرفته و برای محافظت از ساکنین ساختمان در برابر قرار گرفتن در معرض مبرّد بکار گرفته می‌شود.

(۱) بازشوها: کانال‌های هوای برگشت و دریچه‌های ورودی هوا به دستگاه هوارسان معمولاً در فشاری کمتر از فشار محیط، کار می‌کنند. بنابراین، درصورت نصب کانال هوا یا دستگاه هوارسان در موتورخانهٔ تبرید، آن‌ها باید کاملاً هوابند باشند؛ وگرنه مبرّد نشت‌یافتهٔ احتمالی می‌تواند وارد سیستم کانال‌کشی شده و در سراسر ساختمان پخش گردد. از طرفی درزبندی کانال‌ها به‌منظور صرفه‌جوئی در مصرف انرژی نیز ضروری است.

ب) آشکارساز مبرّد

(۱) ACGIH سه سطح برای قرارگرفتن در معرض مبرّد تعریف می‌کند: سطح اول، AEL که سطحی است که در آن فرد می‌تواند به مدت ۸ ساعت در هر روز و برای ۴۰ ساعت در هفته، بدون داشتن هیچ اثر زیان‌آوری بر سلامتی وی، در معرض آن قرار گیرد. سطح دوم، STEL می‌باشد که به میزان سه برابر AEL تعریف می‌گردد. در این سطح فرد نبایست بیش از ۳۰ دقیقه در هر مرتبه، در معرض مبرّد قرارگیرد. افرادی که در موتورخانه‌ای با این غلظت مبرّد کار می‌کنند، باید مجهز به وسایل محافظت تنفسی باشند. سطح سوم، حد اضطراری در معرض قرارگیری (EEL) می‌باشد. در این سطح فرد نباید به هیچ وجه بدون دستگاه تنفسی کامل در فضا باشد.

(۲) لزوم نصب آشکارساز مبرد: به دلیل این‌که اغلب موتورخانه‌ها برای مدت طولانی خالی و فاقد افراد می‌باشند، ممکن است نشتی مبرّد تشخیص داده نشده و امکان تجمع مبرّد فراهم گردد که می‌تواند تهدیدی برای ساکنان ساختمان و پرسنل نگه‌داری که باید وارد موتورخانه شوند، باشد. همچنین ممکن است مبرّد بسته به خاصیت شیمیایی و غلظت مبرّد در هوا با حواس بویایی، بینایی و چشایی قابل تشخیص باشد یا نباشد. بطور خاص هنگامی‌که مبرّد سمی در سامانه تبرید مورد استفاده قرار گیرد، این موضوع می‌تواند بحرانی باشد. بنابراین موتورخانهٔ تبرید باید مجهز به آشکارسازِ مخصوص مبرّد برای تشخیص نشت، هشدار زود هنگام و راه‌اندازی سیستم تخلیهٔ اضطراری مورد نیاز می‌باشد.

(۳) مکان نصب آشکارساز: محل نصب آشکارساز مبرّد باید با دقت انتخاب شود. بسته به چگالی مبرّد، مبرّد نشت یافته ممکن است در نزدیکی کف یا نزدیک به سقف جمع شده و یا بطور مساوی در سراسر فضا پراکنده گردد. اکثر مبرّدها سنگین‌تر از هوا می‌باشند، از این‌رو فرورفتگی‌های کف و چاله‌ها را به نواحی طبیعی برای انباشته شدن مبرّد تبدیل می‌نمایند. به‌دلیل تنوع زیاد طراحی‌های موتورخانه، این مبحث محل آشکارسازها (سنسورها) را مشخص نمی‌کند. نکته کلیدی در تعیین محل مناسب آشکارساز در موتورخانه این است که به یاد داشته باشیم که امنیت کاربران هدف اصلی بوده و خطر استشمام مبرّد است.

قرار دادن سنسور در فاصلهٔ پایین‌تر از ارتفاع معمول تنفس ۱/۵ متری، منجر به حاشیهٔ ایمنی اضافی می‌گردد، چرا که همهٔ مبرّدهای هالوکربنی که بطور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند، سه تا پنج بار سنگین‌تر از هوا می‌باشند. مبرّد نشت یافته، هنگامی‌که توسط جریان هوا پخش نشود، به دنبال پایین‌ترین سطوح است. بنابراین به سمت کف جریان یافته و فضا را از قسمت پایینی آن پُر خواهد نمود. از آنجائی‌که احتمالاً ابتدا چاله‌ها، پلکان‌ها و شیارها پُر می‌شوند، آشکارسازها می‌بایست در هر یک از این نواحی که ممکن است اشغال شوند، نصب گردند. دستورالعمل شرکت سازندهٔ آشکارساز، راهنمایی‌های لازم را در ارتباط با موقعیت آشکارسازها و تعداد مورد نیاز آن‌ها بسته به اندازهٔ فضا، ارائه می‌دهد.

تشخیص زود هنگام نشتی مبرّد به موقعیت آشکارسازهای مبرّد بستگی دارد. در صورتی‌که محل آن‌ها به‌طور صحیح تعیین نشده باشد، ممکن است نشتی مبرّد برای مدت زمان زیادی

تشخیص داده نشود و مقدار قابل توجهی مبرّد نشت نماید. مواردی که باید هنگام تعیین موقعیت آشکارسازها درنظر گرفته شوند عبارتند از: الگوی جریان هوا در فضا، چگالی مبرّد و این واقعیت که خطر اصلی برای ساکنان استنشاق مبرّد می‌باشد. موقعیت آشکارسازها باید به گونه‌ای تعیین شود که از تداخل سیستم تهویه معمول با سیستم آشکارساز جلوگیری شود. قرار دادن آشکارسازها بین سامانهٔ تبرید و ورودی‌های بادزن تخلیهٔ هوا کمک می‌کند تا اطمینان حاصل شود که وجود مبرّد تشخیص داده خواهد شد.

(۴) تعداد آشکارساز مبرد: بسته به اندازه موتورخانه و تعداد و نوع سامانهٔ تبرید، ممکن است به بیش از یک آشکارساز نیاز باشد. هنگام انتخاب مکان و تعداد سنسورها برای کاربرد در یک موتورخانه، دستورالعمل نصب شرکت سازندهٔ آشکارساز مبرّد باید دنبال گردد. به‌عنوان مثال، در صورت تجاوز میزان مبرّد از غلظت یا سطحِ از پیش تنظیم‌شده در اثر یک نشتی، بسیاری از سیستم‌های آشکارساز مبرّد قادر به فعال نمودن سیستم هشدار با یک چراغ خطر، زنگ یا وسیلهٔ هشدار دهندهٔ مشابه هستند. این سیستم‌ها معمولاً دارای قابلیت دادنِ هشدار به افراد درون و بیرون از موتورخانه می‌باشند. به این ترتیب موقعیت نشتی می‌تواند به سرعت تشخیص و تعمیر گردد.

(۵) اعلام خطر آشکارساز: آستانهٔ تحریک سیستم اعلام خطر حد بالای میزان مبرّد در محل کار (TLV-TWA) است که در ستون آخرِ جدول (۱۴-۱۳-۲) مبحث چهاردهم داده شده است. اعلام خطر آشکارساز باید پیش از تجاوز غلظت مبرّدِ نشت یافته از حدِ مذکور به‌کار بیفتد.

(۶) آزمون دوره‌ای: آزمون دوره‌ای برای اطمینان از درستی عملکرد سیستم‌های آشکارساز مبّرد، سیستم‌های هشدار دهندهٔ شنیداری و دیداری، و تعویض هوای مکانیکی موتورخانه باید به‌طور مرتب انجام گیرد. سازندگان آشکارسازها فاصله زمانی آزمون را برای پایش شرایط، حساسیت و عملکرد آشکارسازها مشخص می‌سازند. سیستم‌های هشدار دهندهٔ شنیداری و دیداری نیز باید به‌صورت دوره‌ای مورد آزمون قرار گیرند. آشکارساز همچنین وظیفه راه‌اندازی سیستم تعویض هوای اضطراری را به عهده دارد، که می‌بایست عملکرد مناسب آن مورد آزمون قرارگیرد.

پ) دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز

(۱) ممنوعیت نصب در موتورخانه: وجود احتمالی مبرّد در موتورخانه می‌تواند سبب آلوده شدن هوای احتراق دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز شود. مبرّدها، به ویژه مبرّدهای هالوژن‌دار، هنگامی‌که در معرض دماهای بالای ناشی از احتراق سوخت قرار می‌گیرند، به ترکیبات بسیار خورنده و سمی شکسته می‌شوند. مواد شیمیایی خورنده می‌توانند سبب تخریب شدید دستگاه‌ها و دودکش‌های افقی و قائم گردند که منجر به ایجاد شرایطی پر خطر می‌شود. همچنین محصولات جانبی سمی که ممکن است تولید شود، سلامت کاربران و پرسنل آتش‌نشانی را در معرض خطر قرار خواهد داد. بنابراین، دستگاه‌های با سوخت مایع یا گاز که دارای شعلهٔ باز می‌باشند و هوای احتراق را از موتورخانه می‌گیرند، نباید در موتورخانه نصب شوند.

(۲) استثناء: در موارد زیر نصب دستگاه‌های با سوخت مایع یا گازِ با شعلهٔ باز که هوای احتراق را از فضای موتورخانه می‌گیرند، در داخل موتورخانهٔ تبرید مجاز است:

- کبریت یا فندکِ آشکارسازِ نشت یاب و لوازم مشابه؛
- مبرّد آب یا گاز کربنیک باشد. علت این است که بخار آب و گاز کربنیک (CO_2) همواره در هوای احتراق وجود دارند؛
- در صورتی‌که هوای احتراق از خارج از موتورخانه و از طریق کانال تأمین شود و کانال به گونه‌ای درزبندی شده باشد که از ورود مبرّد نشت یافته به محفظه احتراق جلوگیری کند؛
- در مواردی‌که آشکارساز نشت مبرّد به منظور توقف خودکار فرایند احتراق (در صورت وقوع نشتی) بکار گرفته شده باشد.

ت) تعویض هوا

(۱) تعویض هوای مکانیکی موتورخانه

تعویض مکانیکی هوای موتورخانه به فضای آزاد الزامی بوده و در دو سطح مشخص می‌باشد. پایین‌ترین سطح (تعویض هوای عادی) در زمان اشغال موتورخانه الزامی است. بالاترین سطح (تعویض هوای اضطراری) هنگامی الزامی می‌شود که غلظت مبرّد به سطح هشدار (TLV-TWA) برسد. تعیین نحوه توزیع تعویض هوای مکانیکیِ درون موتورخانه نیاز به توجه خاصی

دارد تا از ایجاد نواحی که امکان تجمع مبرّد در آن‌ها وجود دارد، جلوگیری شود. موقعیت هوای رفت و تخلیه می‌بایست با توجه به این نکته که اغلب مبرّدها سنگین‌تر از هوا می‌باشند، تعیین گردد.

سیستم تعویض هوا می‌بایست هر زمانی که سامانه تبرید در حال استفاده می‌باشد، از جمله بازه‌های زمانی که تجهیزات در سیکل "خاموشی" هستند، عمل کند. این بدین معنی است که سیستم تعویض هوا می‌بایست بطور پیوسته کار کند، مگر هنگامی‌که سامانه تبرید برای انجام سرویس خاموش باشد و یا در بازه زمانی که کلاً سامانه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

باید تقریباً به میزان هوایی که به فضای خارج تخلیه می‌گردد، هوای تازه وارد اتاق شود. سیستم‌های تعویض هوا معمولاً به نحوی طراحی می‌گردند که یک فشار منفی ناچیز در اتاق حفظ گردد، تا بدین ترتیب از حرکت هوای درون اتاق به نواحی مجاور از طریق شکاف‌ها و بازشوهای موجود در محوطه اتاق، جلوگیری شود. سیستم تعویض هوای موتورخانه می‌بایست از دیگر سیستم‌های تعویض هوای ساختمان مستقل باشد تا از آلوده شدن نواحی مجاور ساختمان جلوگیری شود.

- بطور معمول سیستم تعویض هوا از یک یا چند هواکش تخلیه که هوا را از درون موتورخانه به بیرون می‌کشند، تشکیل شده است، به نحوی که اثر کاملی در سرتاسر سامانه تبرید ایجاد می‌نماید. دهانه‌های هوای جبرانی می‌بایست به گونه‌ای قرار گیرند که جریان متقاطعی را ایجاد نمایند که سرتاسر موتورخانه را پاکسازی نماید.
- استثناء: تعویض هوای طبیعی (گرانشی) در صورتی‌که موتورخانه به‌صورت چهارطاقی یا اسکلت بازِ به هوای آزاد باشد و فاصله‌اش با هر گونه دهانه بازشو ساختمان که مبرّد بتواند وارد آن شود، در هر جهت دست‌کم ۶ متر باشد، مجاز می‌باشد. این موتورخانه می‌تواند ساختمان مجزایی باشد یا ممکن است به ساختمانی که در آن بکار گرفته شده متصل، یا بر روی بام آن قرار داشته باشد. ولیکن نبایست توسط درگاه/ راهرو، کانال لوله‌کشی، دریچه‌های انتقال هوا، مجاری عبور سیم‌های برق، کانال‌ها یا دیگر دهانه‌های بازشوی مشابه به ساختمان‌های در اشغال متصل باشد.

فرمول ارائه شده برای محاسبهٔ کمینهٔ سطح مفید دهانهٔ خروجی هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی چگونگی توزیع سطح را مشخص نمی‌نماید. مشابه همهٔ فضاهای تحت تعویض هوای طبیعی،

موقعیت و توزیع دهانه‌های بازشو در ایجاد جریان هوای درون فضای مورد تعویض هوا از اهمیت به‌سزائی برخوردار است. تعداد و موقعیت دهانه‌های بازشو باید به‌نحوی انتخاب شوند که یک جریان هوای یکنواخت درون اتاق ایجاد نمایند، به‌گونه‌ای که هوا در کل ناحیه جریان داشته و از نقاط راکد و بی حرکت اجتناب شود.

(۲) تخلیهٔ هوا

به‌منظور جلوگیری از ورود مجددِ هوای آلوده به ساختمان، تخلیه هوای موتورخانه باید مطابق شرایط تعیین شده در «فصل پنجم مبحث چهاردهم– تخلیهٔ هوا» انجام گیرد. رعایت فاصلهٔ دست‌کم ۶ متر از مرزِ ملک یا بازشو ساختمان‌ها برای موقعیت دهانهٔ تخلیهٔ مکانیکی هوای موتورخانه به خارج، الزامی است.

(۳) هوای ورودی از بیرون

هیچ سیستم تخلیه‌ای نمی‌تواند بدون هوای تازه کار کند. برای دستیابی به نرخ تخلیه مورد نیاز، باید به مقدار تقریباً برابر میزان هوای تخلیه، هوای تازه از طریق بازشوهای مرتبط به هوای خارج، کانال تغذیهٔ هوای رفت، هوای نفوذی و یا ترکیبی از موارد ذکر شده، تأمین گردد. از آنجایی‌که موتورخانه‌ها می‌بایست از همهٔ دیگر فضا مجزا و درزبند باشند، نمی‌توان از دریچه‌های انتقال هوا برای تأمین هوای تازه آن‌ها از دیگر فضاها استفاده نمود. به منظور جلوگیری از ورود احتمالی مبرّد به دیگر فضاها، سیستم‌های تخلیه و تغذیه هوای تازهٔ موتورخانه می‌بایست بطور کامل مستقل بوده و خاص بکارگیری در موتورخانه باشند.

(۴) مقدار تعویض هوا در شرایط کار عادی

تعویض هوای عادی تنها زمانی الزامی می‌باشد که موتورخانه در اشغال باشد. در صورتی‌که موتورخانه فاقد کاربر است، سیستم تعویض هوا باید با روشنایی اتاق مرتبط باشد، به‌نحوی که با روشن و خاموش شدن چراغ موتورخانه، سیستم تخلیه نیز قطع و وصل شود. چنان‌چه موتورخانه بطور مداوم اشغال باشد، تعویض هوای عادی می‌بایست بطور پیوسته انجام گیرد.

براساس بند (۱۴-۱۳-۵-۴) "ت"(۱) مبحث چهاردهم، دبی جریان هوا در سه مورد مختلف محاسبه شده و بیشینهٔ مقادیر بدست‌آمده به عنوان مقدار (دبی) تخلیهٔ هوای مکانیکی در نظر گرفته شود. باید توجه داشت که مورد اول که براساس"۰/۰۰۲۵ مترمکعب در ثانیه برای هر

مترمربع از سطح موتورخانه" می‌باشد، مقدار تخمینی برای بار ناشی از کاربرانِ موتورخانه‌ها که در مورد دوم "۰/۰۰۹ مترمکعب در ثانیه برای هر نفر" تعیین گردیده، را مشخص نمی‌نماید. محاسبه نرخ تخلیه بر مبنای تعداد کاربران ممکن است موجب تخلیهٔ ناکافی گردد. به عنوان مثال، برای موتورخانه‌ای با مساحت ۱۰۰ مترمربع، ممکن است فرض شود که تنها دارای یک کاربر وجود دارد. در این صورت براساس کاربری دبی هوای تخلیهٔ ۰/۰۰۹ مترمکعب در ثانیه نیاز دارد، اما براساس سطح زیربنا ۰/۲۵۰ مترمکعب در ثانیه مورد نیاز خواهد بود. بدیهی است، استفاده از بارهای ناشی از کاربران در تعیین مقدار نرخ تخلیه مورد نیاز می‌بایست با دقت زیادی انجام گردد. تعیین مورد دوم پیش از ساخت موتورخانه بسیار دشوار خواهد بود و ممکن است ناگزیر به محاسبهٔ آن پس از ساخت موتورخانه شویم. تعویض هوای پیوسته (با اشغال یا بدون اشغال) بالاترین سطح حفاظت از پرسنل را ارائه کرده و وابسته کردن سیستم تخلیه به روشنایی اتاق کمترین سطح حفاظت از پرسنل را تأمین می‌نماید.

(۵) مقدار تعویض هوا در شرایط اضطراری

در بند (۱۴-۱۳-۵-۴) "ث"(۱) مبحث چهاردهم، نرخ تخلیه اضطراری هوا که به محض تشخیص مبرّد بوسیلهٔ آشکارساز فعال می‌شود، مشخص شده است. نرخ تخلیه اضطراری به منظور حفظ شرایط داخل موتورخانه به‌گونه‌ای است که پرسنل سرویس‌کار اجازه فرار و انجام اقدامات اضطراری برای کنترل نشتی را داشته باشند. نرخ تخلیه بر مبنای بیشترین مقدار شارژ مبرّد در هر سیستم می‌باشد. سیستم اضطراری می‌تواند یک سیستم جداگانه بوده و یا یک حالت عملیاتی از سیستم عادی باشد.

ث) لولهٔ تخلیهٔ شیر اطمینان

تمام خروجی‌های سیستم و تجهیزاتی که قادر به تخلیه مبرّد به اتمسفر می‌باشند، می‌بایست برای جلوگیری از تحت تأثیر قراردادن ساکنان ساختمان و افراد خارج از ساختمان، مهار شوند. لوله‌های تخلیه می‌بایست به نحوی قرارگیرند که بی‌جهت هیچ خطری برای افرادی که در خارج از ساختمان و یا در ساختمان‌های مجاور می‌باشند، ایجاد ننمایند. برای محافظت از افراد در خارج از ساختمان، انتهای لوله تخلیه می‌بایست حداقل ۴/۶ متر بالاتر از سطح زمین مجاور قرار داشته باشد. به‌منظور حفاظت از ساکنان ساختمان، تخلیه می‌بایست دست‌کم ۶ متر در همهٔ جهات از هر پنجره، دریچه

تعویض هوا یا خروجی هر ساختمانی که در محدودهٔ خروجی لوله تخلیه قرار دارد، فاصله داشته باشد. الزام حداقل ۶ متر فاصله به منظور فراهم کردن امکان پراکنده شدن و رقیق‌شدن کافی مبرّد در جو است و مربوط به همهٔ بازشوهای ساختمان، از جمله بازشو ساختمان‌هائی که در محدودهٔ مرز ملک و نواحی مجاور آن قرار گرفته‌اند، می‌باشد.

مصالح بکار رفته در لوله‌کشی تخلیه می‌بایست با مبرّد بکار رفته در سیستم سازگار باشد. لوله‌کشی تخلیه که متصل به یک فیوز یا وسیلهٔ ایمنی با عضو گسسته شونده می‌باشد، می‌بایست به نحوی طراحی گردد که از مسدود شدن لوله‌کشی و در نتیجه از بین رفتن ظرفیت اطمینان آن، جلوگیری شود. فیوز وسیله‌ای حساس به دما می‌باشد که در آن عضو مسدود کننده اوریفیس به‌گونه‌ای طراحی شده است که در یک دمای مشخص ذوب گردد. تجهیزات ایمنی دارای عضو گسسته شونده، وسیله‌ای است که در آن عضو مسدود کنندهٔ اوریفیس یک درزبند نوع دیافراگمی است که در فشار مشخصی می‌ترکد. در فرایند عملکرد و آزاد شدن فشار، عضو مسدودکننده با فشار مبرّدِ درون لوله تخلیه به سمت بیرون رانده می‌شود. لوله‌کشی تخلیه می‌بایست به گونه‌ای طراحی شود که درصورت بازشدن شیر اطمینان، عضو مسدودکننده به‌راحتی تخلیه گردد و مزاحمتی در تخلیهٔ مبرّد ایجاد نکند.

اندازه لوله تخلیه نباید از اندازه خروجی شیر اطمینان فشار کمتر باشد. اگر چه در این مبحث به آن پرداخته نشده است، ولی حداکثر طول لوله‌کشی تخلیهٔ شیراطمینان با توجه به تلفات ناشی از اصطکاک در لوله‌کشی، دارای محدودیت است. هنگامی‌که در یک سیستم چندین وسیلهٔ اطمینان وجود دارد و این وسایل به یک کلکتور یا منیفولد مشترک تخلیه می‌گردند، لوله‌کشی تخلیه مشترک می‌بایست برای تخلیه همزمان همهٔ وسایل اطمینان طراحی شده و اندازهٔ آن به گونه‌ای تعیین گردد که بتواند کل ظرفیت تخلیه همه تجهیزات اطمینان متصل شده را در کمترین فشار تنظیم برای هر یک از وسایل، انتقال دهد. هنگامی‌که یک یا چندین وسیلهٔ اطمینان به یک لوله‌کشی مشترک تخلیه می‌گردند، در اندازه‌گذاری سیستم لوله‌کشی تخلیه، فشار معکوسی که ممکن است ایجاد شود باید در نظر گرفته شود. هدف از وضع این شروط، جلوگیری از کاهش ظرفیت مورد نیاز وسایل اطمینان در اثر فشارمعکوس و تلفات ناشی از اصطکاک می‌باشد. اندازه لوله‌کشی تخلیه باید به گونه‌ای انتخاب گردد که همهٔ وسایل اطمینان متصل به آن، قادر به تخلیه مبرّد در ظرفیت طراحی خود باشند.

در طراحی همچنین باید این واقعیت را در نظر گرفت که تخلیهٔ هر یک از وسایل اطمینان به لوله تخلیه مشترک، فشار معکوسی را ایجاد خواهد نمود که بر فشار باز شدن بقیهٔ وسایل اطمینان متصل به لولهٔ مشترک تأثیر می‌گذارد. در برخی موارد، این‌که دو یا چند سیستم بطور همزمان تخلیه شوند ممکن است معقول و منطقی باشد. به عنوان مثال، دو یا چند سیستم که در محدوده نزدیک به یکدیگر واقع شده‌اند، ممکن است در صورت قرارگرفتن در معرض آتش‌سوزی بطور همزمان تخلیه گردند. در این مثال، طراح می‌بایست اندازهٔ لوله تخلیه مشترک را به گونه‌ای محاسبه نماید که ظرفیت تخلیه همزمان همهٔ سیستم‌هایی که در مجاورت یکدیگر قرار گرفته‌اند را داشته باشد.

به‌منظور اجتناب از واکنش‌های شیمیایی خطرناک احتمالی بین مبرّدهای مختلف، تنها سامانه‌های تبریدی که از مبرّدهایی با گروه طبقه‌بندی مشابه استفاده می‌نمایند، می‌توانند به یکدیگر متصل شوند.

استاندارد ASHRAE ۱۵ حاوی اطلاعاتی در ارتباط با تعیین ظرفیت مورد نیاز وسایل اطمینان و تعیین بیشینهٔ طول لوله‌کشی تخلیه می‌باشد.

۱۴-۱۳-۶ الزامات ویژه در موتورخانهٔ سیستم تبرید

الف) در موتورخانه‌ای که از مبرّدهای با خطر بالاتر از انواع B2, A3, A2 و B3 استفاده می‌شود، می‌بایست علاوه بر الزامات مقرر در (۱۴-۱۳-۵)، الزامات این قسمت نیز در مورد آن رعایت گردد.

ب) دمای بالا

در مواردی که مبرّدها قابل اشتعال باشند، حضور هر نوع شعلهٔ باز یا سطح داغ در موتورخانه می‌تواند خطر آتش‌سوزی یا انفجار را ایجاد نماید. همچنین همان‌طورکه در بخش (۱۴-۱۳-۵)"پ"(۱) بحث شد، قرارگرفتن مبرّد در معرض دمای بالا می‌تواند موجب تولید مواد شیمیایی خطرناک سمی و خورنده شود. بنابراین، دستگاهِ با شعلهٔ باز یا سطح داغی که به طور پیوسته دمایی بالاتر از ۴۲۷ درجهٔ سلسیوس دارد، را نباید بطور دائم در موتورخانه نصب کرد.

پ) تعویض هوای موتورخانه با مبرد آمونیاک

از آنجایی‌که آمونیاک (R-۷۱۷) سمی بوده و تحت شرایط ویژه اشتعال‌پذیر نیز می‌باشد، در گروه B۲ طبقه‌بندی می‌گردد که در این حالت تعویض هوای پیوسته موتورخانه برای کاهش خطر تجمع آمونیاک الزامی می‌باشد. این مبحث، تعویض هوای پیوسته در نرخ اضطراری تعویض هوای مطابق بخش (۱۴-۱۳-۵)"ت"(۵) را الزامی می‌داند. بخش (۱۴-۱۳-۵)"ت"(۵) روش واقعی تعیین نرخ تعویض هوا را مشخص می‌نماید. استاندارد ۱۵ ASHRAE الزام می‌نماید که در صورت وجود هر گونه نقص در سیستم تعویض هوا نیز سیستم اعلام خطر فعال شود. در طراحی سیستم تعویض هوا باید درنظر داشت که آمونیاک با چگالی نسبی ۰/۵۹۶۳ از هوا سبک‌تر می‌باشد. بنابراین سیستم تعویض هوای موتورخانه‌ای که مبرّد آن آمونیاک است می‌بایست بطور پیوسته با نرخ تعویض هوای اضطراری که در بخش (۱۴-۱۳-۵)"ت"(۵) مشخص شده است، عمل نماید، مگر در مورد زیر:

(۱) موتورخانه مجهز به یک آشکارساز مبّرد باشد که بطور خودکار سیستم تعویض هوا را با نرخ تعویض هوای اضطراریِ تعیین‌شده در بخش (۱۴-۱۳-۵)"ت"(۵) بکار انداخته، و در صورت رسیدن مقدار گاز آمونیاک نشت‌یافته به PPM ۵۰۰، سیستم اعلام خطر را فعال‌کند. این مورد، مقررات امکان وجود یک جایگزین برای تعویض هوای پیوسته را مجاز دانسته و نرخ تخلیه برای هنگامی‌که سطح آمونیاک به سطح اضطراری PPM ۵۰۰ می‌رسد را تعیین می‌نماید. مقصود این است که سیستم تخلیه که در PPM ۵۰۰ تحریک می‌شود، با در نظر گرفتن این نکته که آستانهٔ هشدار PPM ۵۰۰ برای آمونیاک ۲۰ برابر حدّ مجاز این مبرد در محیط کار (TLV-TWA) می‌باشد، می‌بایست با نرخ اضطراری تعویض هوای الزام شده در بخش (۱۴-۱۳-۵)"ت"(۵) عمل نماید.

ت) کنترل از راه دور

(۱) کنترل از راه دور تجهیزات مکانیکی و لوازم واقع در موتورخانه تبرید بدین‌منظور می‌باشد که پرسنل بتوانند بدون حضور در فضایی که می‌تواندخطرناک باشد، اقدامات اضطراری را انجام دهند.

- کلید اضطراریِ قطع دستگاه‌های برقی: یک کلید اضطراریِ در معرض دید درون محفظه‌ای با شیشهٔ شکستنی، برای قطع همهٔ دستگاه‌هایی که با انرژی الکتریکی تغذیه می‌شوند، در محل کنترل از دور (خارج از موتورخانه) باید نصب شود. این اقدام اضطراری، علاوه بر نصب آشکارسازهای نشت مبرّد و همچنین سیستم تعویض هوای موتورخانه می‌باشد. در واقع به‌منظور جلوگیری از بدتر شدن وضعیت خطرناک و همچنین فراهم شدن امکان کاربری فضا، ممکن است لازم شود که کمپرسورها و تجهیزات تبرید مربوطه خاموش شوند. کلید قطع اضطراری باید از نوعی مقاوم مشابه تجهیزات ضربه‌ای هشداردهندهٔ آتش باشد، که برای بکار انداختن آن نیاز به بیش از یک اقدام می‌باشد. به‌منظور جلوگیری از راه‌اندازی تصادفی، کلید باید قادر باشد که تنها تجهیزات کنترلی را متوقف نماید. کلید می‌بایست بر عملکرد سیستم‌های ایمنی مانند آشکارسازها و تجهیزات تخلیه تأثیری نگذارد و روشنایی اتاق و خروجی‌ها را تحت تأثیر قرار ندهد.

کنترل‌های خاموش نمودن اضطراری که در خارج از فضای موتورخانه قراردارند، این امکان را فراهم می‌آورند که بدون آن‌که نیاز باشد شخص به موتورخانه وارد شود و در معرض مبرّد و آتش قرار بگیرد، بتواند کمپرسورها و تجهیزات مربوطه را خاموش کند. همچنین این آرایش اجازه می‌دهد که تجهیزات توسط پرسنل آتش‌نشانی خاموش گردند، بدون آن‌که خطر گسترش آتش به داخل یا خارج از فضای بستهٔ مقاوم در برابر آتش وجود داشته باشد. کنترل‌ها می‌بایست در نزدیکی درب ورودی به موتورخانه نصب شوند تا موقعیت آن‌ها آشکار و مشهود باشد. کنترل‌ها باید دارای پلاک و کد رنگی باشند تا هدفشان واضح و روشن باشد. چنین کنترل‌هایی بطور معمول به رنگ قرمز می‌باشند تا به‌راحتی به‌عنوان تجهیزات اضطراری قابل شناسایی باشند.

- کلید اضطراریِ سیستم تعویض هوای موتورخانه: به دلایل مشابهی که در بخش قبل ذکر شد، کلید اضطراریِ کنترل از راه دور برای به‌کار انداختن بادزن تعویض هوای موتورخانه نیز الزامی است و نباید قادر به توقف سیستم تخلیه هوا باشد. گرچه بطور خاص بیان نشده است، ولی هدف منطقی این است که کلید کنترل از راه دور حالت اضطراری عملکرد را فعال نماید. به منظور حداکثر نمودن قابلیت اطمینان سیستم‌های تخلیه، ۱۵ ASHRAE تأمین انرژی چنین سیستم‌هایی را از طریق انشعاب اختصاصی و مستقل برق الزامی می‌داند.

۱۴-۱۳-۷ لوله‌کشی سیستم تبرید

الف) کلیات

(۱) انتخاب، نصب، آزمایش و راه‌اندازی لوله‌کشی‌های سامانهٔ تبرید می‌بایست مطابق الزامات این فصل باشد.

ب) لوله‌های فولادی

(۱) برای خطوط انتقال دهندهٔ مایع مبرّد از گروه‌های پُرخطر باید از لوله‌های سنگین‌تر استفاده شود. هر چه لوله کوچکتر باشد در برابر آسیب فیزیکی حساس‌تر خواهد بود. بر این اساس: برای خطوط مایع مبرّدهای گروه A۲، A۳، B۲ و B۳، در قطرهای اسمی ۴۰ میلی‌متر (۱/۵ اینچ) و کوچکتر، باید از لوله فولاد کربنی با ضخامت دست‌کم از رده ۸۰ استفاده شود. برای خطوط مایع مبرّدهای گروه A۱ و B۱، در قطرهای اسمی ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ) و کوچکتر و همچنین برای خطوط مایع مبرّدهای گروه A۲، A۳، B۲ و B۳، در قطرهای اسمی ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) تا ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ)، و لوله‌های مکش و تخلیه، در قطرهای اسمی ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ) و کوچکتر، می‌بایست از لوله‌های فولاد کربنی با ضخامت دست‌کم از رده ۴۰ استفاده شود.

پ) لوله‌های مسی و برنجی

(۱) لوله‌های مسی و برنجی با اندازه‌های استاندارد، که مقدار مس آن‌ها در آلیاژ کمتر از ۸۰ درصد نباشد، باید مطابق استاندارد ASTM B۴۲ و ASTM B۴۳ باشند. این لوله‌ها به دلیل گران بودن به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین با آمونیاک نیز سازگار نمی‌باشند. توجه داشته باشید که استاندارد ۱۵ ASHRAE استفاده از مس و آلیاژهای آن را در سامانه‌های با مبرّد آمونیاک منع می‌کند.

(۲) لوله‌های مسی که در سیستم تبرید به‌کار می‌روند باید از نوع بی‌درز، ردهٔ K، L یا M، کشیده شده یا آنیل شده و مطابق استاندارد ASTM B۸۸ باشند. هر چه قطر لوله نرم (آنیل شده) بزرگتر باشد، کارکردن با آن، شکل‌دهی و اتصال دادن آن دشوارتر می‌شود. همچنین اندازه‌های بزرگتر تمایل بیشتری به خارج شدن از حالت دایره‌ای داشته و ایجاد یک اتصال مکانیکی

درزبند را دشوار می‌سازند. بنابراین، استفاده از لوله‌های مسی آنیل شده در قطرهای اسمی بزرگتر از ۵۰ میلی‌متر (۲ اینچ) مجاز نمی‌باشد.

(۳) بدلیل خطر بیشتری که در ارتباط با مبرّدهای گروه B۲, A۳, A۲ یا B۳ وجود دارد، در لوله‌کشی سیستم تبریدی که از این نوع مبردها استفاده می‌شود، تنها نوع اتصال مسی مجاز لحیمی موئینگی سخت می‌باشد.

- از آن‌جائی‌که اتصال لحیمی موئینگی نرمی که بطور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند در دمایی کمتر از ۲۶۰ درجهٔ سلسیوس ذوب می‌شوند، این نوع اتصالات در صورت وقوع آتش‌سوزی به سرعت تخریب شده و با انتشار مبرّد در ساختمان، کاربران و آتش‌نشانان را در معرض خطر قرار می‌دهند. بنابراین در این لوله‌کشی‌ها نباید از اتصال لحیمی موئینگی نرم استفاده کرد.
- استفاده از اتصالات مکانیکی در لوله‌کشی مسی در قطرهای خارجی بزرگتر از ۲۲ میلی‌متر ($\frac{۷}{۸}$ اینچ)، مجاز نمی‌باشد.

ت) اجرای لوله‌کشی

(۱) حفاظتِ لوله‌ها: لوله‌های مسی که در سیستم‌های تبریدِ با مبرّدهای غیر از A۱ و B۱ به کار می‌روند و از نوع نرم آنیل شده هستند، باید در داخل لوله یا کانال سخت و یا قابل انعطاف قرارگیرند. هدف این بخش حفاظت لوله‌های حاوی مبرّد از آسیب‌های فیزیکی که می‌تواند منجر به نشتی و شرایط خطرناک شوند، می‌باشد. این محافظت برای لوله‌کشی مسی نرم که به‌صورت کویل در آمده (خم شده) و انتقال دهندهٔ مبرّدهای گروه B۲, A۳, A۲ و B۳ می‌باشد، الزامی است. از آن‌جائی‌که این نوع از لوله‌ها بیشتر مستعدِ آسیب دیدگی بوده و این گروه از مبرّدها نیز اشتعال‌پذیر و/ یا سمّی می‌باشند، نیاز به حفاظت بیشتری از این لوله‌ها می‌باشد.

- لوله‌های با طول کمتر از ۱۸۰۰ میلی‌متر که به واحدهای تقطیر متصل می‌باشند، از این امر مستثنی هستند زیرا لوله‌کشی و واحدها معمولاً در فضای باز یا در موتورخانه قرار دارند.

(۲) چگالش بخار آب بر روی سطح لوله‌ها: لوله‌کشی سیستم تبریدی که دمای سطوح خارجی آن در شرایط کار عادی، کمتر از نقطهٔ شبنم هوای مجاور است و در نقاطی نصب می‌شود که

چگالش بخار آب موجود در هوا موجب خطر و آسیب رساندن به افراد یا دستگاه‌های برقی یا هر تجهیزاتِ دیگر می‌شود، باید با روش‌های مورد تأیید حفاظت شوند تا از زیان‌های آن جلوگیری شود.

به‌عنوان مثال، در اکثر محیط‌ها بر روی لوله‌های خطوط مکش مبرّد و لوله‌کشی آب خنک، چگالش بخار آب رخ می‌دهد. چگالش سبب آسیب دیدن برخی لوله‌ها و مواد بکار رفته در عایق‌کاری آن‌ها خواهد شد و همچنین می‌تواند سبب وارد آمدن آسیب جدی ناشی از رطوبت به دیگر بخش‌های ساختمان گردد. ترکیبی از عایق‌کاری و حائل‌های بخار برای به تعویق انداختن چگالش بر روی لوله‌ها، بکار گرفته می‌شود. همچنین به‌منظور افزایش بازده سیستم و فراهم نمودن امکان سرد شدن کمپرسور، خطوط مکش واحدهای تقطیر عایق می‌شوند تا از مافوق گرم شدن بیش از اندازه مبرّد بعد از اواپراتور جلوگیری گردد.

(۳) در معرض دید بودن اتصالات لولهٔ مبرّد: اتصالات لوله‌های سامانهٔ تبریدی که در محلِ نصب بنا شده‌اند، قبل از پوشانده یا محصور شدن باید برای بازرسی چشمی در معرض دید باشند. به عبارت دیگر، مشابه همهٔ لوله‌کشی‌های دیگر، لوله‌کشی‌های مبرّد نیز می‌بایست قبل از پوشانده شدن مورد بازدید و بازرسی قرار گیرند.

ث) شیرهای قطع کامل

(۱) در سامانه‌های تبرید با کمپرسور ضربه‌ای که مقدار مبرّد سیستم بیش از ۳ کیلوگرم است، نصب شیر قطع کامل در ورود و خروج هر کمپرسور و هر واحد تقطیر و همچنین در خروج هر دریافت‌کنندهٔ مایع، الزامی است.

کمپرسور قلب سامانه تبرید مکانیکی است و در چرخهٔ تبرید تراکمی بخار به منظور افزایش فشار و آنتالپی مبرّد به حالت بخار مافوق گرم که در آن حالت وارد کندانسور شده و انرژی گرمایی را به محیط سردتر انتقال می‌دهد، بکار گرفته می‌شود. کمپرسورها به دو دستهٔ کلی کمپرسورهای با جابجایی مثبت و کمپرسورهای دینامیکی تقسیم‌بندی می‌شوند. در کمپرسورهای با جابجایی مثبت نظیر کمپرسورهای ضربه‌ای، پیچی و دوّار، افزایش فشار بخار مبرّد با کاهش حجم محفظهٔ کمپرسور صورت می‌گیرد. در کمپرسورهای دینامیکی همچون

کمپرسور سانتریفیوژ، افزایش فشار بخار مبرّد از طریق انتقال پیوستهٔ ممنتوم زاویه‌ای از عضو دوّار به بخار انجام می‌شود.

شیرهای قطع کامل از شیرهای قطع گازبندی می‌باشند که برای ایزوله و مجزا کردن بخش‌هائی از مدار سامانهٔ تبرید بکار می‌روند. نصب شیرهای قطع کامل در ورودی و خروجی کمپرسور و واحدهای تقطیر، امکان مجزا شدن اجزاء و بخش‌های لوله‌کشی به منظور تعمیر و جایگزینی اجزاء را فراهم می‌آورد. مجزا نمودن احتمال تخلیهٔ تصادفی مبرد به محیط را کاهش می‌دهد. همچنین مقدار مبرّدی که باید جبران گردد و حجمی از سامانه که باید تخلیه گردد را کم می‌کند. این بخش برای سامانه‌های کوچک (کمتر از kg ۳) بکار نمی‌رود زیرا مقدار محدود مبرّد براحتی قابل جبران می‌باشد. همچنین برای سامانه‌هایی که در آن‌ها در حالت خاموشی فشار در سراسر کمپرسور یکنواخت می‌شود نیز اعمال نمی‌گردد.

(۲) استثناء: نصب شیر قطع کامل در موارد زیر لازم نیست:

- در سامانه‌هایی که امکان مجزا نمودن مبرّد شارژ شده با تخلیه کامل و ذخیره آن وجود دارد. این مورد شامل سامانه‌ای است که سیستم تخلیهٔ مبرّد دارد و می‌تواند تمام مبرّد را در یک دریافت‌کننده یا مبدل گرمایی، ذخیره کند و همچنین سامانه‌ای که دارای ملحقات دایمی یا قابل حمل تخلیهٔ مبرّد می‌باشد.
- در سامانه‌های تبرید یکپارچه از قبیل تجهیزات یکپارچه‌ای که در کارخانه ساخته شده‌اند و هیچ لوله‌کشی به اجزای خارجی حاوی مبرّد ندارند.

(۳) دریافت‌کنندهٔ مایع: در سامانه‌های با کمپرسور پیستونی ضربه‌ای که مقدار مبرّد سیستم بیش از ۴۵ کیلوگرم است، علاوه بر نقاطی که در ردیف (۱۴-۱۳-۷)"ث"(۱) آمده، در ورودی هر دریافت‌کنندهٔ مایع نیز باید شیر قطع کامل نصب شود. نصب این شیر بر روی لولهٔ ورودی به دریافت‌کنندهٔ یک واحد تقطیر یا در ورودی دریافت‌کننده‌ای که جزئی از کندانسور است، الزامی نیست. دریافت‌کنندهٔ مایع مخزن تحت فشاری است که به منظور دریافت و ذخیرهٔ مایع مبرّد در پایین‌دست کندانسور طراحی شده است. در سامانه‌های بزرگ، جداسازی کامل دریافت‌کنندهٔ مایع (با شیرهای قطع کامل ورودی و خروجی) این امکان را فراهم می‌نماید که به منظور انجام تعمیرات، قسمت عمدهٔ مبرّد شارژ شده به داخل دریافت‌کنندهٔ مایع پمپ شده و در آن نگه‌داری شود.

(۴) لوله‌کشی مسی: نیروهائی که برای چرخاندن دستهٔ شیر قطع کامل به‌کار می‌رود به لوله‌ای که به شیر متصل است منتقل شده و در لوله‌های با قطر کوچک احتمال ایجاد حرکت و در نهایت شکست آن‌ها را در پی خواهدداشت. در لوله‌های با قطر بزرگتر، استحکام مصالح می‌تواند برای مقاومت در برابر نیروهای اعمال شده به شیرها کافی باشد. شیرهای دارای تکیه‌گاه و نگه‌دارندهٔ مستقل منجر به ایجاد تنش در لوله نمی‌گردند. بنابراین شیر قطع کامل، بر روی لوله‌کشی مسی سیستم تبریدِ از نوع نرم و قابل انعطاف و با قطر خارجی کمتر از ۲۲ میلی‌متر ($\frac{۷}{۸}$ اینچ)، باید مجهز به بست و تکیه‌گاه نگه‌دار جداگانه و مستقل از لوله‌ها باشد.

(۵) شناسایی: عملکرد مورد نظر شیرها، به جز در مواردی که کارکرد آن‌ها به روشنی معلوم می‌باشد، باید به طریقی مشخص گردد. نظر به این‌که شیرها در شرایط اضطراری و در طول دوره تعمیر و نگه‌داری بکار گرفته می‌شوند، عملکرد آن‌ها می‌بایست برای کاربر کاملاً شناخته شده باشد. بنابراین، در نقاطی از لوله‌کشی که مشخصه و کارکرد شیر قطع کامل به روشنی معلوم نیست، عملکرد مورد نظر شیر باید با نصب پلاک بر روی آن مشخص گردد. این موضوع نباید با شماره‌گذاری به صورت چسباندن برچسب بر روی بدنهٔ آن صورت‌گیرد، مگر آنکه توضیحات و راهنمای شماره گذاری در محلی نزدیک به شیر نصب گردد.

۱۴-۱۳-۸ آزمایش در کارگاه

الف) کلیات: سامانه‌های تبرید که در کارگاه ساخته می‌شوند می‌بایست مورد آزمون فشار قرارگیرند. هر قسمتِ حاوی مبرّد از سیستم تبرید، جز اجزائی که در کارخانه آزمایش شده‌اند، باید پس از اجرای کامل عملیات نصب و پیش از راه‌اندازی، برای اطمینان از گازبند بودن آن‌ها، در کارگاه آزمایش نشت شود. آزمایش باید شامل فشار طرف بالا و فشار طرف پایین باشد و در فشاری دست‌کم برابر فشار طراحی یا نقطهٔ تنظیم شیراطمینان انجام‌گیرد. اجزائی که در کارخانه ساخته و سَرِهم شده و مورد آزمون قرار گرفته‌اند، می‌توانند از این الزام مستثنی شوند. دستگاه‌های یکپارچه‌ای که در کارخانه ساخته شده و دارای پلاک از یک مؤسسه گواهی‌کنندهٔ معتبر می‌باشند ملزم به انجام آزمایش در کارگاه نمی‌باشند، زیرا اطلاعات درج شده بر روی پلاک آن‌ها تعیین می‌نماید که این تجهیزات در کارخانه مورد آزمایش قرارگرفته‌اند.

پس از سَرِهم کردن یک سامانه تبرید، انجام آزمایش فشار با استفاده از هوا یا یک گاز خنثی الزامی می‌باشد تا وضعیت سامانه از نظر نشتی مشخص گردد. برای انجام آزمایش نمی‌توان از مبرّد استفاده نمود زیرا هدف از انجام آزمایش پیداکردن و تعمیر هرگونه نشتی پیش از شارژ مبرّد در سامانه می‌باشد تا از قرارگرفتن در معرض مبرّدِ افراد جلوگیری شود. همچنین آزمایش با مبرّد خطر غیرضروری وارد آمدن آسیب محیطی در اثر آزاد شدن مبرّد به آتمسفر را به دنبال دارد.

ازت خشک و گاز کربنیک برای آزمایش تجهیزات تبرید مناسب می‌باشد. گازهایی مانند ازت و گاز کربنیک به آسانی در دسترس بوده، نسبتاً کم هزینه، غیرِخورنده و غیرِسمی بوده و به آسانی می‌توان آن‌ها را از سامانه خارج نمود. اگرچه هوا نیز برای آزمایش قابل قبول می‌باشد، ولی معمولاً از آن استفاده نمی‌گردد زیرا رطوبت هوا می‌تواند سامانه را آلوده نماید. گازهای خنثی نیز اگر چه قابل قبول می‌باشند، ولی گران بودن اغلب آن‌ها استفاده از آن‌ها را غیر عملی می‌کند.

بخش۹ از ۱۵ ASHRAE فشار طراحی مورد نیاز برای همهٔ سامانه‌های تبرید را مشخص می‌نماید. فشار طراحی برای تجهیزاتی مانند واحدهای تقطیر بر روی پلاک آن‌ها می‌آید. فشار طراحی بدین‌منظور در نظرگرفته شده است که شرایط سامانه‌ها را در بدترین حالت در وضعیت‌های در حال کار، خاموشی و یا جابجایی‌هایِ پیش از نصب، نشان دهد.

این بخش آزمایش در کارگاه را برای اجزایی که در کارخانه ساخته شده‌اند، الزامی نمی‌داند. اجزایی که در کارخانه آزمایش می‌شوند بطور معمول شامل مخازن تحت‌فشار، کویل‌ها، واحدهای تقطیر و وسایل کنترلی می‌باشند. تنها لوله‌کشی‌هایی که در کارگاه اجرا می‌شوند باید در کارگاه آزمایش شوند. بدیهی است احتمال وجود نقص در این لوله‌کشی‌ها در مقایسه با اجزایی که در کارخانه مونتاژ شده‌اند، به‌مراتب بیشتر است. در سامانه‌هایی که دارای کمپرسور با جابجایی مثبت می‌باشند، سمت کم فشار و پر فشار سامانه معمولاً برای فشارهای مختلف طراحی می‌شوند.

ب) آزمایش در کارگاه در موارد دیگر

(۱) مخازن ذخیره مبرّد که به‌طور دائم به سیستم تبرید متصل نمی‌باشند، لازم نیست در کارگاه آزمایش شوند، زیرا جزئی از سامانه تبرید محسوب نمی‌شوند.

(۲) سامانه‌های تبرید با شارژ محدود که در کارگاه سَرِهم شده و مجهز به شیر اطمینان می‌باشند، باید با فشاری معادل ۱/۵ برابر نقطهٔ تنظیم شیراطمینان در کارگاه آزمایش شوند. اگر این سیستم‌ها در کارخانه با فشاری معادل ۱/۵ برابر فشار طراحی آزمایش شده باشند، پس از نصب در کارگاه کافی است که با فشار طراحی آزمایش شوند. این مورد در واقع برای خود یک الزام مجزا می‌باشد. درمقابل، در بخش (۱۴-۱۳-۸)"الف" آزمایش در فشار طراحی یا نقطهٔ تنظیم شیراطمینان (هر کدام کمتر است) مجاز گردیده است. شارژ مبرّد در این نوع از سامانه‌ها به اندازه‌ای کم است که برای تبخیر شدن کل مبرّد در سامانه (بسته به دمای محیط) کافی باشد و فشار سامانه نباید از فشار طراحی تجاوز نماید.

(۳) در سامانه‌هایی که در کارگاه آزمایش می‌شوند و در آن‌ها از کمپرسورهای گریز از مرکز یا دیگر انواع کمپرسورهای با جابجایی غیرِ مثبت استفاده می‌گردد، به‌منظور آزمایش فشارِ در کارگاه کل سامانه می‌بایست به عنوان سمت پُر فشار در نظر گرفته شود.

پ) گاز مورد استفاده در آزمایش:

آزمایش در کارگاه باید با گازهای خنثی و خشک مانند ازت و یا گاز کربنیک، انجام شود. ازت خشک رایج‌ترین ماده‌ای است که به منظور آزمایش مورد استفاده قرار می‌گیرد. در آزمایش سامانه‌های تبرید از مبّرد نباید استفاده شود. چنان‌چه نقصی در سامانه وجود داشته باشد، مبرّد از سامانه خارج شده و می‌بایست مبرّد مورد نیاز جایگزین گردد. سامانه را باید با یک گاز بی اثر شستشو داد تا آماده رفع نقص گردد. گازهای آزمایش می‌بایست خشک باشند تا از وارد شدن رطوبت مضر به سامانه جلوگیری شود. اکسیژن، هوا، گازهای سمی و اشتعال‌پذیر می‌توانند خطر انفجار، آتش‌سوزی یا تهدیدِ سلامتی را به همراه داشته باشند. ترکیب مبرّدهای اشتعال‌پذیر با اکسیژن یا هوا می‌تواند مخلوط منفجر شونده یا اشتعال‌پذیری را تولید نماید.

ت) وسیلهٔ آزمایش

روش اعمال فشار آزمایش به سامانه باید به گونه‌ای کنترل شود که از افزایش بیش از اندازهٔ فشار که می‌تواند به سامانه آسیب وارد نماید، جلوگیری گردد. فشارسنج‌ها امکان پایش فشار را فراهم

آورده و وسیلهٔ محدودکننده یا کاهندهٔ فشار به عنوان پشتیبان برای کنترلِ دستی عمل می‌کنند. مخازن (سیلندرهای) گازهای آزمایش نظیر ازت معمولاً دارای فشاری خیلی بیشتر از فشار آزمایش می‌باشند، بنابراین احتمال وارد آمدن آسیب به سامانهٔ در حالِ آزمایش وجود دارد.

ث) گواهی آزمایش

برای سیستم‌های تبریدِ حاوی ۲۵ کیلوگرم مبّرد یا بیشتر، باید گواهی آزمایش به امضای نصب‌کننده که در آن نام مبرّد و فشار آزمایشِ طرف پایین و طرف بالا درج شده است، صادر شود. گواهی آزمایش می‌تواند در هر فرم و قالبی که مورد تأیید دفتر مقرراتِ ملّی ساختمان است، باشد. این مستندات باید با سوابق مربوط به مجوز و بازرسی‌ها بایگانی شوند.

ج) آزمایش ادواری

دستگاه‌ها و سیستم‌هائی که در فصل چهاردهم فهرست شده‌اند، عناصر با اهمیت از منظر ایمنی و محافظتِ در برابر آتش می‌باشند. از این‌رو ضروری است که به‌منظور ارزیابی شرایط و قابلیت اطمینان‌شان، بطور دوره‌ای مورد آزمایش قرار بگیرند. نقص سیستم‌های ایمنی می‌تواند نتایج مرگ‌باری برای ساکنان ساختمان و پرسنل آتش‌نشانی که در موقعیت اضطراری وارد ساختمان می‌شوند، به‌دنبال داشته باشد.

۱۴-۱۴ کاهش فاصلهٔ مجاز

۱۴-۱۴-۱ دامنهٔ کاربرد

الف) این فصل از مقررات شرایطی را که در صورت احراز آن‌ها، می‌توان کمینهٔ فاصله‌های مجاز مقرر شده بین مواد سوختنی و اجزای تأسیسات مکانیکی را کاهش داد، تبیین می‌نماید. اجزای تأسیسات مکانیکی مورد نظر شامل: دودکش، لولهٔ رابط دودکش، سیستم تعویض هوا، هودهای آشپزخانه، دستگاه‌های با سوخت جامد، مایع و گاز، و جزاین‌ها می‌باشندکه در فصول مختلف مبحث چهاردهم مقررات ملّی ساختمان- تأسیسات مکانیکی، مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند.

(۱) اگر سازنده حداقل فاصلهٔ مجاز در دستگاه‌های با سوخت جامد را ۳۰۰ میلی‌متر یا کمتر تعیین کرده باشد، الزامات این فصل در مورد کاهش فاصلهٔ مجاز نباید در بارهٔ آن عمل شود. اگر سازنده حداقل فاصلهٔ مجاز در دستگاه‌های با سوخت جامد را بیش از ۳۰۰ میلی‌متر تعیین کرده است، الزامات این فصل نباید این فاصله را به کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر کاهش دهد.

(۲) الزامات این فصل نباید برای کاهش فاصله‌های مجاز مقرر شده برای دودکش‌های قائم با مصالح بنائی، شومینه‌های با مصالح بنائی و کانال‌های تخلیهٔ هوای آشپزخانه که در یک شافت بسته قرار دارد، منظور شود.

۱۴-۱۴-۲ کلیات

الف) برای کاهش فاصلهٔ مجاز بین مواد سوختنی و سطوح گرم دستگاه‌ها و اجزای تأسیسات گرمایی، می‌توان از قطعات محافظِ ساخته شده از مواد غیرسوختنی، استفاده کرد. در این‌صورت، پایه‌ها و تکیه‌گاه‌هایِ قطعات محافظ نیز باید از مواد غیرسوختنی باشند.

ب) حایل‌هایی که، برای ایجاد فاصلهٔ هوایی بین قطعات محافظ و مواد سوختنی قرار می‌گیرند، باید از مواد غیرسوختنی باشند.

(۱) فاصلهٔ حایل‌ها و قطعات محافظ با سطوح گرم دستگاه‌ها و اجزای تأسیسات گرمایی، در هر صورت نباید از ۲۵ میلی‌متر کمتر باشد.

(۲) در صورت وجود فضای خالی و فاصلهٔ هوایی میان قطعات محافظ و سطوح سوختنی حفاظت شده، در اطراف و لبه‌های قطعات محافظ و حایل‌های آن نیز باید چنین فضایی پیش‌بینی شود، به‌طوری که هوا به صورت وزش در این فضا جریان یابد.

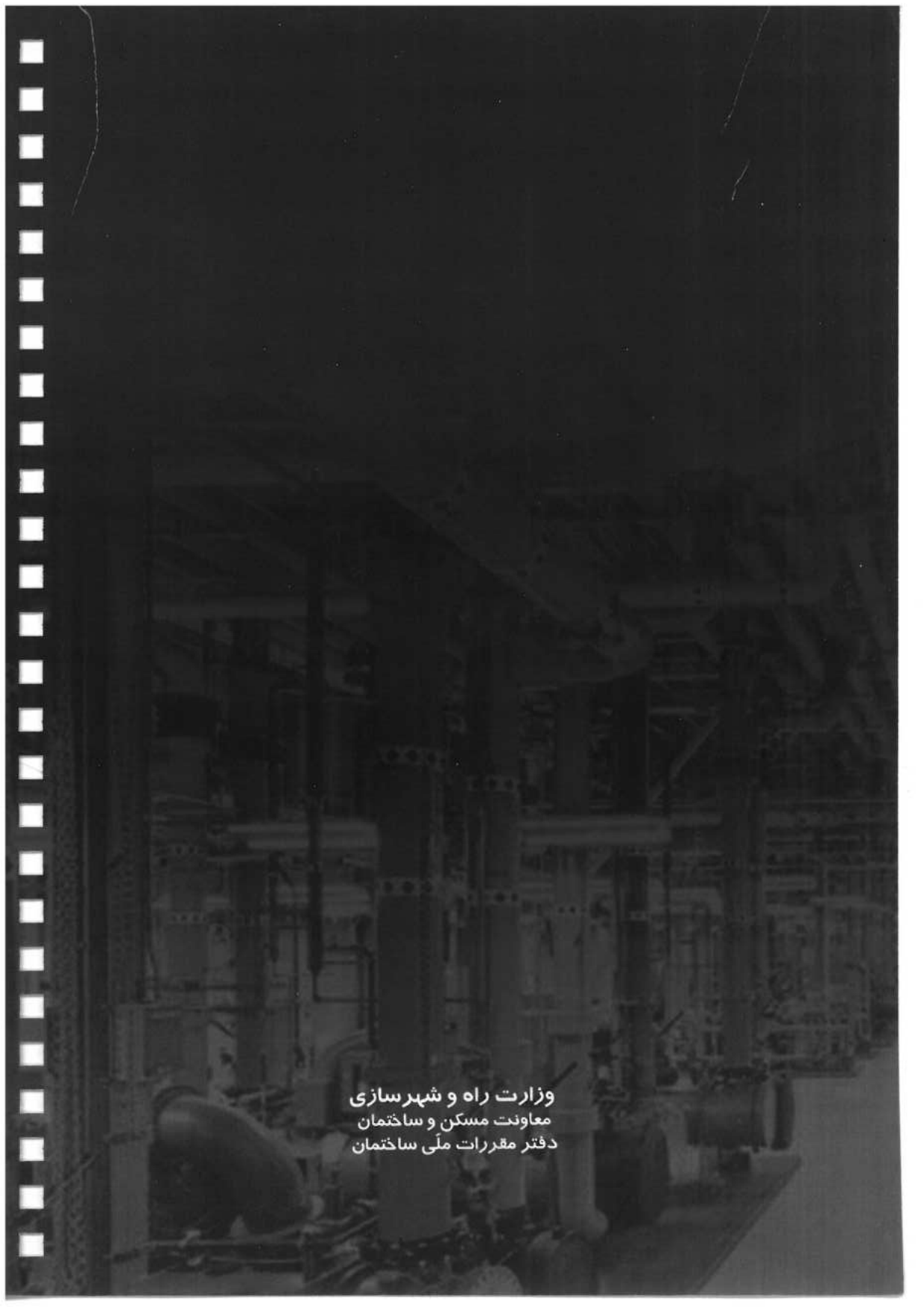
۱۴-۱۴-۳ جدول کاهش فاصلهٔ مجاز

الف) روش‌های کاهش فاصله‌های مجاز بین سطوح گرم دستگاه‌ها و اجزای تأسیسات گرمایی با مواد و مصالح سوختنی، در جدول (۱۴-۱۴-۱) ارائه شده است.

- عایق پشم سنگ به صورت پتویی یا تخته‌ای که در جدول آمده است، با وزن مخصوص ۱۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب و دمای ذوب ۸۱۶ درجهٔ سلسیوس است؛
- عایق پشم شیشه که در جدول آمده است، با ضریب هدایت گرمائی ۰/۰۳۶ وات بر متر- درجه کلوین یا کمتر است؛
- عایق تخته‌ای که در ساختار محافظ به کار می‌رود باید از جنس غیرسوختنی باشد.

جدول (۱۴-۱۴-۱) روش‌های کاهش فاصلهٔ مجاز

انواع قطعات محافظ	کمینهٔ فاصلهٔ مجاز کاهش یافته با قطعات محافظ (میلی‌متر)							
	سطوح افقی از مواد و مصالح سوختنی در بالای سطوح گرم				سطوح افقی از مواد و مصالح سوختنی در زیر سطوح گرم یا سطوح قائم در مجاورت سطوح گرم			
	فاصلهٔ مجاز بدون قطعات محافظ				فاصلهٔ مجاز بدون قطعات محافظ			
	۹۰۰	۴۵۰	۲۳۰	۱۵۰	۹۰۰	۴۵۰	۲۳۰	۱۵۰
ورق فولادی گالوانیزه به ضخامت اسمی حداقل ۰/۶ میلی‌متر که روی عایق پشم شیشه یا پشم سنگ به ضخامت ۲۵ میلی‌متر قرارگیرد و به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از مواد و مصالح سوختنی نصب شود.	۴۵۰	۲۳۰	۱۲۰	۸۰	۳۰۰	۱۵۰	۸۰	۸۰
ورق فولادی گالوانیزه به ضخامت اسمی حداقل ۰/۶ میلی‌متر که به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از مواد و مصالح سوختنی نصب شود.	۴۵۰	۲۳۰	۱۲۰	۸۰	۳۰۰	۱۵۰	۸۰	۵۰
دولایه از ورق فولادی گالوانیزه به ضخامت اسمی حداقل ۰/۶ میلی‌متر که با فاصلهٔ هوایی ۲۵ میلی‌متر قرارگیرد و به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از مواد و مصالح سوختنی نصب شوند.	۴۵۰	۲۳۰	۱۲۰	۸۰	۳۰۰	۱۵۰	۸۰	۸۰
دولایه از ورق فولادی گالوانیزه به ضخامت اسمی حداقل ۰/۶ میلی‌متر که بین آن‌ها عایق پشم شیشه به ضخامت ۲۵ میلی‌متر قرارگیرد و به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از مواد و مصالح سوختنی نصب شوند.	۴۵۰	۲۳۰	۱۲۰	۸۰	۳۰۰	۱۵۰	۸۰	۸۰
عایق تخته‌ای به ضخامت ۱۲ میلی‌متر که روی عایق پشم شیشه یا پشم سنگ به ضخامت ۲۵ میلی‌متر قرارگیرد و بلافاصله بعد از مواد و مصالح سوختنی نصب شود.	۶۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۱۰۰	۴۵۰	۲۳۰	۱۲۰	۸۰
تیغهٔ آجری به ضخامت ۹۰ میلی‌متر که به فاصلهٔ ۲۵ میلی‌متر از دیواری با مواد و مصالح سوختنی نصب شود.	–	–	–	–	۳۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
تیغه‌ی آجری به ضخامت ۹۰ میلی‌متر که بلافاصله بعد از دیواری با مواد و مصالح سوختنی نصب شود.	–	–	–	–	۶۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۱۲۰



وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان
دفتر مقررات ملّی ساختمان