

بسمه تعالی



فروشگاه مهام مارکت

مرجع تولید و تامین انواع تجهیزات تاسیسات مکانیکی، سیستم های تهویه و مطبوع تجهیزات
گازرسانی، آتش نشانی با بهترین کیفیت و مناسب ترین قیمت

در مهام مارکت، اصل بودن کالا، قیمت های رقابتی و ارسال سریع از اولویت های اصلی ماست.

<https://mahammarket.com/>

سایت مهام مارکت

info@mahammarket.com

ایمیل

maham_market

اینستاگرام

۰۲۱۵۵۹۶۲۳۷۹-۰۲۱۵۵۹۶۲۵۵۳

تلفن

۰۹۳۸۶۱۷۳۴۸۱

شماره تماس

کانال در کنترل دود و گازهای سمی

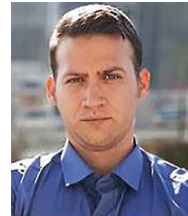
در این مطلب به نکات مهم کمتر پرداخته شده در خصوص کانال‌های مورد استفاده در سیستم‌های کنترل دود (فشار مثبت پلکان، تهویه پارکینگ، آتریوم و...) و همچنین گازهای سمی (دودکش‌ها و...) طبق انواع استانداردهای بین‌المللی (شامل موارد آمریکایی و اروپایی) با ذکر بند و نام استاندارد مربوط و موارد اجرایی و کاربردی (در قالب هفت سؤال چالشی و پاسخ به آن‌ها) پرداخته می‌شود.



کلاهک H



دودکش ژاپنی



دکتر داریوش فرجی
طراح، مدرس و مؤلف تأسیسات مکانیکی

به‌طور کلی دودکش ژاپنی برای وسایل غیر گازسوز (به علت اینکه در وزش باد شدید از برگشت هوا جلوگیری و مانع ورود آب باران و برف یا پرند و... به کانال می‌شود) برای (۱) اگزاست آشپزخانه‌ها - که بخار آب و چربی کم داشته باشند -، (۲) اگزاست پارکینگ (عمدتاً گازهای CO و CO₂)، اگزاست سرویس بهداشتی (به‌ویژه ساختمان‌های بلند که بحث اثر استاک یا دودکشی وجود دارد) اهمیت ویژه‌ای می‌یابد.

در ادامه به برخی بندهای مهم استانداردها در این خصوص می‌پردازیم:

- طبق بند ۷،۱۲ (Installation of Appliances in Confined Spaces) از استاندارد NFPA۵۴، دودکش و کانال‌های تهویه وسایل گازی می‌بایست به‌درستی نصب و نگهداری شوند تا از گازگرفتگی جلوگیری شود.

- طبق بند ۴،۳ (Ventilation) از NFPA۵۴ و همین‌طور بند ۵،۴،۴ (Natural Ventilation) از NFPA۹۲ روش passive (تهویه طبیعی) به‌منظور جلوگیری از تجمع گاز در فضاهای داخلی می‌بایست پیش‌بینی شود.

- طبق بند ۷،۱۲ (Installation of Appliances in Confined Spaces) از NFPA۵۴ تأمین هوای احتراق مناسب می‌بایست برای وسایل گازسوز تأمین شود (طبق فصل ۹ مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان).

- طبق بند ۶،۳ (Exhaust Venting) از NFPA۹۲ تهویه مکانیکی (active) برای محیط‌هایی که ممکن است در معرض نشت گاز قرار گیرند، می‌بایست پیش‌بینی شود.

- طبق بند ۷،۱۲ (Flue Gas Exhausting) از استاندارد NFPA۵۴ اگر کانال‌های ماسونی برای خروج گازهای احتراق استفاده شوند، باید از ساینزینگ کانال‌ها مطمئن باشیم و همچنین کانال می‌بایست عاری از هرگونه انسداد و نشتی باشد - که به

یکی از دلایل استفاده از کانال‌ها در سیستم‌های کنترل دود ایجاد فضای امن توسط فشار مثبت است تا دود در آن فضا وارد نشود. برای مثال طبق استاندارد BS۱۲۱۰۱، فشار مثبت لابی به‌صورت کلی به کلاس‌های مختلفی تقسیم‌بندی می‌شود که هر کدام ویژگی‌ها و شرایط خاص خود را دارند:

- کلاس A (مسکونی): فشار حدود ۵۰ Pa (۰،۲ inwg) و دبی حدود ۴۰۰ CFM به ازای هر مترمربع از مساحت لابی.
- کلاس B (اداری و تجاری): فشار حدود ۷۵ Pa (۰،۳ inwg) و دبی حدود ۸۰۰ CFM به ازای هر مترمربع از مساحت لابی.
- کلاس C (عمومی: مراکز خرید/ بیمارستان): فشار حدود ۱۰۰ Pa و دبی حدود ۲۰۰۰ CFM به ازای هر مترمربع از مساحت لابی.

روش محاسبه دبی‌ها بر اساس فرمول نشستی هدا از دیواره‌ها و تعداد درب‌های باز با فرض سرعت عبوری هوای ۱ تا ۱،۵ m/s محاسبه شده است. جزئیات بیشتر فرمول‌ها و جداول در کتاب فشار مثبت ساختمان و تهویه پارکینگ انتشارات یزدا موجود است و همچنین در شماره‌های قبلی مجله مهندسی ایمنی در سال‌های قبل، مبسوط به آن‌ها (روش درب‌های باز و نشستی) پرداخته شده است.

به‌طور کلی کانال‌ها علاوه بر ایجاد فشار مثبت که مانع از ورود دود به فضاهای امن می‌شود، جهت خروج دود و گازهای سمی (محصولات حریق) از داخل فضای محروقه یا وسایل گازسوز به بیرون به روش طبیعی (نیروی شناوری در اثر اختلاف چگالی حاصل از اختلاف دما) و یا مکانیکی (فن‌ها) به کار می‌رود. یکی از این کانال‌ها، دودکش‌ها هستند که در وسایل گازسوز، محصولات حریق را به فضای اتمسفر هدایت می‌کنند.

■ سؤال اول: آیا استفاده از دودکش‌های ژاپنی برای سیستم‌های گرمایشی مجاز است؟

خیر، طبق استاندارد NFPA۵۴، دودکش‌های وسایل گرمایشی گازسوز می‌بایست به نحوی باشند که از تهویه مناسب اطمینان حاصل شود و از جریان طبیعی دود و بازگردش آن جلوگیری شود.





شکل ۳- نمونه کانال‌های تهویه پارکینگ در یک کشور خارجی که انشعاب مستقیم گرفته شده و اصولی نیست! اگرچه تیک‌آف و انشعاب نرم اصولی است، در برخی منابع و موارد انشعاب مستقیم ۴۵ درجه پیشنهاد می‌شود (در این عکس زانویی‌ها نیز تند هستند و افت فشار بالایی ایجاد می‌کنند).

■ **سؤال سوم: موارد استاندارد در پاسخ به سؤال قبل بیان شد، پس چرا در اکثر کشورهای آمریکایی و اروپایی به جای تیک‌آف از تودلی برای کانال‌های اگزاست استفاده می‌کنند؟**

همان‌گونه که عرض شد، انشعاب مستقیم با زاویه ۴۵ درجه (degree ۴۵ spigot with) با وجود اینکه افت فشار بیشتری نسبت به تیک‌آف دارد؛ اما جریان را بهتر کنترل می‌کند و در سیستم‌های تهویه پارکینگ و کنترل دود، انشعاب مستقیم با زاویه ۴۵ درجه می‌تواند باعث هدایت بهتر جریان و عدم محدودیت تخلیه در مسیر دود بشود. همچنین دلایل (سوی بحث استفاده از جفت‌فن‌ها) زیر نیز وجود دارند:

- کاهش افت فشار (در موارد کوچک)
- کاهش هزینه‌ها (و اجرای سریع و راحت‌تر)
- بهینه‌سازی مصرف انرژی فن‌ها

در نتیجه در پارکینگ‌های کوچک تا متوسط، انشعاب مستقیم به جای تیک‌آف می‌تواند باعث بهبود راندمان تهویه و کاهش هزینه‌های نصب و نگهداری بشود که البته انشعاب اصولی، همچنان تیک‌آف است.

در طراحی بسیاری از پارکینگ‌های آمریکا، اگزاست مستقیماً از طریق نقاط ورودی کانال‌های اصلی انجام می‌شود و به دلیل حرکت طبیعی دود و هوای گرم به سمت بالا، تیک‌آف نمی‌گیرند که گاهی می‌تواند باعث بهبود عملکرد تهویه در شرایط عادی و همچنین آتش‌سوزی شوند.

انواع انشعاب‌گیری کانال طبق استاندارد ۱۴۴/DW (استاندارد انگلیسی برای ساخت و نصب کانال‌های تهویه):

- Branch Take-off: هر نوع انشعاب‌گیری از کانال اصلی.
- Shoe Tap: انشعاب‌گیری با یک قطعه منحنی شکل.
- Square to Round Take-off: انشعاب از یک کانال مستطیلی به یک کانال گرد.
- Angle Take off: انشعاب‌گیری با زاویه مشخص از کانال اصلی.

نظر اینجانب برای بومی‌سازی در کشورهای زلزله‌خیز هر پیش و پس‌لرزه کوچک می‌تواند باعث ترک‌های ریز و نشستی در دودکش شود- در نتیجه می‌بایست الزامات مربوط به استاندارد NFPA ۲۱۱ (طراحی اصولی، بازدید منظم از این کانال‌ها و...) رعایت شود.

- طبق استاندارد NFPA۲۲ نصب دتکتور نشست گاز (Gas Detection Systems) در مکان‌های خطرناک الزامی است.

یادمان باشد گاز طبیعی سبک‌تر از هوا است و معمولاً به سمت بالا حرکت می‌کند (اثر شناوری)؛ بنابراین ایجاد تهویه مناسب در قسمت‌های بالای اتاق‌ها اهمیت ویژه‌تری می‌یابد.

علاوه بر دودکش‌ها، کانال‌های اگزاست نیز برای فضاهای دیگر مانند پارکینگ، آتریوم و فضای خود موتورخانه (سویای دودکش دیگر یا بویلرها) استفاده می‌شود.

■ **سؤال دوم: برای کانال‌های اگزاست پارکینگ، انشعاب‌گیری مستقیم (تودلی) مناسب‌تر است یا تیک‌آف؟**

طبق استاندارد SMACNA، طراحی سیستم‌های تهویه و اگزاست پارکینگ باید با کمترین افت فشار و بیشترین کارایی انجام شود. انتخاب بین تیک‌آف و انشعاب مستقیم به نوع جریان هوا، مساحت پارکینگ، و نحوه توزیع اگزاست بستگی دارد.

نکته اول: در مسیرهای طولانی و نیاز به جمع‌آوری هوای آلوده از چند نقطه، تیک‌آف توصیه می‌شود.

نکته دوم: در مسیرهای کوتاه یا با سطح مقطع یکنواخت، انشعاب‌گیری مستقیم (تودلی) ممکن است کارآمدتر باشد.

طبق استاندارد NFPA ۹۰A فصل ۴ (General Requirements)، طراحی سیستم اگزاست باید دود را به‌طور مؤثر از پارکینگ خارج کند. این استاندارد نوع کانال کشی (تیک‌آف یا تودلی) را مستقیماً مشخص نمی‌کند؛ اما توصیه می‌کند که طراحی سیستم از تجمع دود در مناطق خاص جلوگیری کند.

طبق استاندارد BS ۷۳۴۶-۱، مدیریت دود در پارکینگ‌ها نیازمند محاسبه دقیق CFM اگزاست است. این استاندارد نیز به‌طور مستقیم استفاده از تیک‌آف یا تودلی را تعیین نمی‌کند؛ اما بر یکنواختی جریان هوا و حذف نقاط مرده (dead corner) تأکید دارد.

در مورد سیستم ساپلای (هوای تازه)، بسته به طراحی، تیک‌آف‌ها معمولاً استفاده می‌شوند تا جریان هوا به‌طور یکنواخت به تمام نقاط پارکینگ برسد.

در ایران، حساسیت ویژه‌ای روی استفاده از تیک‌آف در هر دو نوع کانال (اگزاست و ساپلای) وجود دارد که اتفاقاً طبق استانداردهای اروپایی و آمریکایی این روش درست و اصولی است که متأسفانه در همان کشورها در بسیاری از پروژه‌ها اجرا نمی‌شود. اگرچه در برخی موارد و منابع، انشعاب مستقیم با زاویه ۴۵ درجه با وجود اینکه افت فشار بیشتری نسبت به تیک‌آف دارد؛ اما می‌تواند جریان را در مسیر تخلیه بهتر کنترل کند و در سیستم‌های تهویه پارکینگ، انشعاب مستقیم با زاویه ۴۵ درجه با وجود داشتن معایبی نسبت به تیک‌آف و انشعاب نرم، گاهی می‌تواند باعث هدایت بهتر جریان و کنترل مسیر دود بشود (محدودیت کمتر مسیر).



Spigot Take-off: انشعاب مستقیم (تودلی).
در SMACNA (استاندارد آمریکایی در خصوص تهویه و کانال‌های هوا)، دسته‌بندی‌های اضافی دیگری مانند Tee Take-off یا Side Tap وجود دارد.

■ سؤال چهارم: آیا در کانال‌های کنترل دود استفاده از عایق مجاز است یا خیر؟

خیر، در کانال‌های کنترل دود، استفاده از عایق عموماً توصیه نمی‌شود یا به علت کمک به گسترش حریق، می‌تواند شامل الزامات سخت‌گیرانه باشد. البته در استانداردهای مختلف موارد مختلفی ذکر شده است:

NFPA ۹۲ (استاندارد کنترل دود آمریکا): کانال‌های کنترل دود می‌بایست در برابر حریق مقاوم باشند و دمای بالا را بدون کمک به گسترش حریق تحمل کنند. در صورت استفاده از عایق، مواد آن باید غیرقابل اشتعال بوده و الزامات مقاومت در برابر حریق را رعایت کند.

NFPA ۹۰A (استاندارد تهویه مطبوع آمریکا): کلیه کانال‌های مورد استفاده در سیستم‌های کنترل دود باید به‌گونه‌ای ساخته شوند که از گسترش حریق (آتش) جلوگیری کنند. در صورتی که از عایق استفاده شود، باید در برابر حریق مقاوم بوده، غیرقابل اشتعال و دارای خاصیت تولید دود کم (شاخص انتشار دود کم) باشد.

EN ۱۳۶۶۸-۱ و **EN ۱۳۶۶۸-۲** (استاندارد اروپایی تخلیه کانال‌های دود): کانال‌های کنترل دود می‌بایست یکپارچگی در برابر آتش را برای مدت‌زمان مشخصی (مانند EI ۳۰، EI ۶۰، EI ۱۲۰) حفظ کنند.

در اصل EI یک درجه‌بندی مقاومت در برابر حریق است که در استانداردهای اروپایی (مانند EN ۱۳۶۶۸ و EN ۱۳۵۰۱-۲) برای کانال‌های کنترل و مدیریت دود استفاده می‌شود. این درجه‌بندی مدت‌زمان مقاومت یک سازه با یک سیستم را در برابر حریق نشان می‌دهد که شامل دو مؤلفه اصلی است:

- **Integrity (E)** یا یکپارچگی: نشان می‌دهد که یک سازه (مثلاً کانال کنترل دود) تا چه مدت از نفوذ شعله و دود جلوگیری می‌کند.

- **Insulation (I)** یا عایق بودن: نشان می‌دهد که سازه تا چه مدت انتقال حرارت را به نحوی محدود می‌کند که باعث اشتعال مواد اطرافش نشود.

مثال: شاخص EI ۳۰ یعنی این سیستم (مثلاً کانال‌های کنترل دود):

حداقل ۳۰ دقیقه یکپارچگی (E) خود را حفظ و از عبور شعله و دود جلوگیری می‌کند. همچنین حداقل ۳۰ دقیقه عایق حرارتی (I) خود را حفظ می‌کند و دمای سطح خارجی آن از حد مجاز بیشتر نمی‌شود (معمولاً افزایش دما نباید بیش از ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد باشد).

در نتیجه طبق این استاندارد، اگر از عایق برای کانال کنترل دود استفاده می‌شود، می‌بایست به‌عنوان بخشی از سیستم در برابر حریق آزمایش و تأیید شود.

IBC- و UL ۱۸۱: عایق روی کانال‌های کنترل دود باید مقاوم در برابر حریق و تأیید شده برای کاربرد کنترل دود باشد. در نتیجه طبق استانداردهای فوق، اکثر استانداردها استفاده از عایق روی کانال‌های کنترل دود (شامل کانال‌های اگزاست) را ممنوع می‌کنند، مگر اینکه به‌عنوان بخشی از سیستم مقاوم در برابر حریق آزمایش شده باشند. البته کلاً برای طراحی پارکینگ، ریزرهای و کانال‌هایی که در فضای غیر پارکینگ باشند می‌بایست با مصالح مقاوم حریق پوشیده شوند ولی دمپر و عملکرد آن (موتورش) می‌بایست بیرون و قابل دیدن و دسترسی باشند.



عایق‌های فایبر گلاس برای کانال

شکل ۴- عایق‌های فایبرگلاس برای کانال

■ سؤال پنجم: آیا استفاده از کانال‌های تخت پشم‌شیشه‌ای مجاز است؟

خیر مجاز نیست. کانال ساخته‌شده از پشم‌شیشه فشرده یا تخته‌ای برای کانال اگزاست می‌بایست الزامات NFPA ۹۰ و UL ۱۸۱ را رعایت کند در نتیجه برای کانال‌های کنترل دود (فشار مثبت راه‌پله، پارکینگ و...) مجاز نیست و فقط برای کانال‌های رفت‌و برگشت معمولی مجاز است؛ زیرا کانال‌های فشار مثبت نیاز به مقاومت به فشار بالا و همچنین نشتی هوای صفر دارند که کانال‌های پشم‌شیشه در فشار بالا می‌توانند تغییر شکل دهند یا باعث نشتی هوا شوند. طبق IMC (کد بین‌المللی مکانیکی) و NFPA ۱۰۱ (کد ایمنی زندگی)، کانال کنترل دود می‌بایست قابلیت نفوذناپذیری دود و تحمل دمای بالا را داشته باشد.

کلاً (سوی بحث کنترل دود) در شرایط خاص نیز، اگر کانال نیاز به تحمل فشار بالا، رطوبت یا ضربه داشته باشد، استفاده از کانال‌های فلزی با عایق خارجی می‌تواند گزینه بهتری باشد. کانال پشم‌شیشه فشرده می‌بایست با الزامات ASHRAE ۶۲.۱ برای کیفیت هوای داخل ساختمان (IAQ) تطابق داشته باشد (مثلاً تأیید شود که ذرات پشم‌شیشه وارد جریان هوا نمی‌شوند) یا مباحث ایمنی آن بر اساس UL ۱۸۱ برای ایمنی مواد (نشت دود و هوا و حریق) باشد.



■ سؤال ششم: آیا استفاده از عایق پشم‌شیشه برای کانال‌های کنترل دود مجاز است؟

مجدداً جواب منفی است؛ زیرا این نوع عایق مقاومت لازم در برابر دود و حریق را ندارد. طبق NFPA ۹۰ بخش ۴.۳.۱.۱، عایق‌های کانال باید دارای گواهی‌نامه UL ۱۸۱ باشند که این عایق برای سیستم‌های فشار مثبت و کنترل دود کافی نیست. همچنین طبق NFPA ۹۲ و UL ۵۵۵S (استاندارد دمپرهای دود) عایق می‌بایست در برابر دمای بالا و نفوذ دود مقاوم باشد که پشم‌شیشه در دماهای بالا ممکن است ساختار خود را از دست داده و دود یا ذرات ریز منتشر کند. همچنین اگر عایق پشم‌شیشه به صورت عایق داخلی باشد نیز ممکن است تحت فشار بالا تغییر شکل داده و به داخل جریان هوا نفوذ کند که باعث کاهش کارایی سیستم می‌شود. همچنین طبق IMC (کد مکانیکی بین‌المللی) و NFPA ۱۰۱ (کد ایمنی زندگی)، عایق کانال‌های کنترل دود و فشار مثبت باید دارای استانداردهای مقاومت در برابر حریق باشند.

همچنین طبق کدهای اروپایی که در سؤال‌های قبل نیز در خصوص عایق‌ها ذکر شد؛ یعنی استاندارد EN ۱۳۶۶-۱ (برای مقاومت در برابر حریق کانال‌های تهویه) و EN ۱۳۵۰۱-۱ (برای طبقه‌بندی مواد از نظر واکنش در برابر حریق) نشان می‌دهد که پشم‌شیشه بدون روکش‌های مناسب، در برابر حریق مقاومت کافی را ندارد.

در نتیجه می‌توان از مصالح مقاوم حریق مثل عایق‌های معدنی (پشم سنگ) با روکش ضد حریق و دارای تأییدیه‌های UL یا FM برای سیستم‌های دود و فشار مثبت استفاده کرد یا عایق‌های فایبرگلاس مخصوص با روکش مقاوم در برابر حریق (در صورت داشتن تأییدیه NFPA و UL) و یا عایق‌های سرامیکی مقاوم در برابر دمای بالا برای شرایط بحرانی پیشنهاد می‌شوند.

منبع:

کتاب فشار مثبت پلکان و تهویه پارکینگ، داریوش فرجی، انتشارات یزدا

شکل ۵ - عدم استفاده از مواد (نما) با شاخص اشتعال پذیری و دود بالا در ساختمان‌های بلند (عکس حادثه برج گرنفیل با نمای پنل آلومینیومی با هسته پلی‌اتیلنی)

