ماهنامه‌ی اختصاصی
۱۰۹
دود و حریق
ISSN: 2251 - 6778
مهندسی سیستم‌ها و تجهیزات نظارت تصویری، اعلام و اطفا، اعلام و ضد سرقت، کنترل و بازرسی
شماره صد و نهم - آبان ۱۴۰۲ - ۱۰۰۰۰۰ تومان

خدمات ایمنی و آتش نشانی نیکنام

فروشگاه ایمنی و آتش نشانی نیکنام

فروش و خدمات پس از فروش: انواع کپسول‌های آتش خاموش‌کن، جعبه F آتش‌نشانی
تهیه، تولید و توزیع لوازم ایمنی: تولید لباس کار، کفش ایمنی، بادگیر، دستکش صنعتی و...

تلفن: ۴۲ ۶۳۶ ۳۲۷ (۰۴۴) فکس: ۳۷ ۶۱ ۲۷۷ (۰۴۴)
موبایل: ۰۹۱۴۱۴۱۹۳۷۴-۰۹۱۴۱۴۱۷۲۳۷ آیدی تلگرام: @Niknami125
آدرس: ارومیه، خیابان مدنی ۱، رو بروی ساختمان شهرداری، نبش کوچه ۱۴

۱۰۹
دود و حریق

ماهنامه بین‌المللی فنی، مهندسی
خبری- تحلیلی- اطلاع‌رسانی
آموزشی- پژوهشی

شماره استاندارد بین‌المللی: ۹۴۳۱-۱۷۲۶
شماره صد و نهم
آبان ۱۴۰۲

صاحب امتیاز:
موسسه مطالعات آینده‌نگر پارسیان

مدیر مسوول: مهندس محمدحسین دهقان

سردبیر:
مهندس تینا پورشاهید

همکاران تحریریه:
مهندس حسن عبداللهی، دکتر منصور عرفانیان، مهندس پریسا کریمی، مهندس شیوا قبادی، دکتر اسدالله رحمانی، محمدتقی نظرزاده، رکسانا دلفانی، اعظم‌السادات موسوی خورمیزی، دکتر حسام شریعت‌پناه، عبدالله طهماسبی اصل، دکتر مهدی بابایی

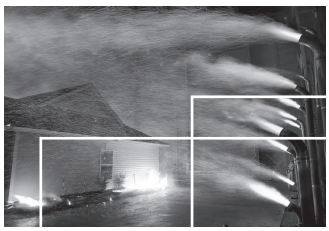
لیتوگرافی، چاپ و صحافی: یزدا
(کیلومتر ۱۱ جاده قدیم کرج، ابتدای جاده شهریار، شهرک صنعتی کلگون، خیابان پنجم جنوبی، پلاک ۳۵ تلفن: ۶۵۶۱۱۸۰۹)

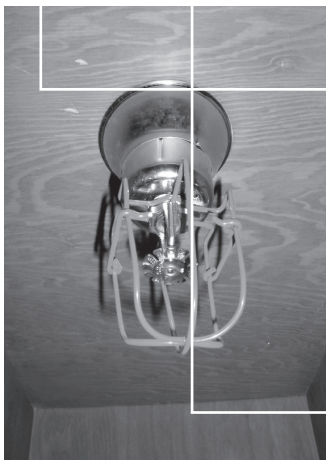
دفتر نشریه:
تهران، سیدخندان، خیابان ارسباران، کوچه‌ی ستاری، شماره‌ی ۲۲، ساختمان یزدا
تلفن دفتر نشریه: ۲۲۸۸۵۶۴۷ -۰۲۱
امور مشترکین: ۲۲۸۸۵۶۴۹ -۰۲۱
دورنگار: ۲۲۸۸۵۶۵۱ -۰۲۱

■ صحت و سقم مقالات از نظر فنی بر عهده مولف و مترجم می‌باشد.
■ درج آگهی‌ها به‌معنای تایید یا عدم تایید مطالب آن و اطلاعات ارائه شده توسط ماهنامه دود و حریق نیست.
■ بازنشر مطالب ماهنامه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.

پیامک: ۱۰۰۰۹۱۲۴۴۸۰۴۱۶

WWW.YAZDAMARKET.COM
//www.instagram.com/yazdamarket/
خرید آنلاین کتاب و اشتراک نشریات





استانداردهای سیستم اعلام حریق ۲
جریان‌های آب و کف ۱۷
سیستم‌های ثابت سیال آتش‌نشانی ۳۵
سازمان‌های آتش‌نشانی و آتش‌سوزی ۴۵
تهویه در آتش‌نشانی ۵۷

ماهنامه‌ای مستقل با هدف ارتقای استانداردهای آسایش انسان

استانداردهای سیستم اعلام حریق

سیستم‌های اعلام خطر حریق در نواحی حفاظت شده و ایستگاه سرپرستی و نظارت

لایه‌ای شدن دود

پتانسیل لایه‌ای شدن دود یکی از نگرانی‌های طراحی و تحلیل واکنش آشکارسازهاست. این موضوع در شناسایی حریق‌های کم‌انرژی و حریق‌های فضاهایی با سقف‌های بلند اهمیت خاصی دارد.

حرکت رو به بـــالای دود در مخروط حریق به شـــناوری دود در هوای محیطی بستگی دارد. لایه‌ای شدن دود زمانی رخ می‌دهد که دود یا گازهای داغ حریق نتوانند به سمت آشکارسازهای دودی سقفی در بالای حریق حرکت کنند؛ زیرا آن‌ها با افت شناوری روبرو می‌شـــوند. این پدیده به‌واسطه ورود دایم هوای سردتر به داخل مخروط حریق و سرد شدن دود و گازهای مخروط حریق است. سرد شـــدن مخروط حریق به کاهش شناوری منجر می‌شود. سرانجام، مخروط حریق تا نقطه‌ای سرد می‌شود که دمایش با دمای هوای محیطی برابر شود و شناوری آن تا صفر کاهش یابد. در این زمان، حرکت رو به بالای دود متوقف می‌شود و دود یک لایه را تشکیل می‌دهد که ارتفاع خود را صرف‌نظر از ارتفاع سقف در بالای حریق حفظ می‌کند؛ مگر این‌که انرژی

حرارتی اضافی کافی از جانب حریق برای حرکت رو به بالای دود فراهم شود. حداکثر ارتفاع دود مخروط حریق، به‌ویژه در مراحل اولیه گسترش حریق، به مقدار گرمای آزاد شده همرفتی حریق و دمای محیطی فضا بستگی دارد.

چون هوای گرم بالا می‌رود، معمولا یک گرادیان دما در این فضا وجود دارد. یک مکان با دمای بیشتر در بخش فوقانی خود نسبت به بخش تحتانی، قبل از احتراق مورد توجه خاص است. این وضعیت به‌واسطه بار خورشیدی سقف‌ها شیشه‌ای است. روش‌های محاسبه‌ای برای ارزیابی پتانسیل لایه‌ای شدن هوا برای دو مورد زیر ارایه شده است (شکل 1(a))

مورد شماره 1: دمای محیط تا یک ارتفاع ثابت است که یک لایه هوای گرم یکنواخت در بالای آن وجود دارد. این موقعیت زمانی رخ می‌دهد که بخش فوقانی اتاق میانی یا دیگر فضای بزرگ اشغال نشده باشد و تهویه هوا وجود نداشته باشد.

مورد شماره 2: هوای محیط داخلی یک گرادیان ثابت و یکنواخت دما (تغییر دما در واحد ارتفاع) از کف تا سقف دارد. معمولا این مورد در مکان‌های صنعتی و انبارهای اشغال نشده رخ می‌دهد.

تحلیل لایه‌ای شدن هوا در شکل 1(b) ارایه شده است. دماهای محور مخروط حریق‌های 1000kw و 2000kw، بر اساس برآوردهای روابط ارایه شده در این بخش است. در مورد 1، یک تغییر 30°C/m در بالای کف زمین، به‌واسطه تهویه نشدن بخش فوقانی اتاق میانی با ارتفاع 20m برای تابع پله‌ای فرض شده است.

افزایش پله‌ای گرادیان دما

اگر دمای هوای داخلی یک تغییر متمایز (افزایش پله‌ای) در ارتفاعی بالاتر از کف زمین داشته باشد، پتانسیل لایه‌ای شدن هوا بر اساس دمای محور مخروط حریق ارزیابی می‌شود (شکل 1(b)). اگر دمای محور مخروط حریق برابر با دمای محیط باشد، مخروط حریق به حالت شناور نمی‌باشد، حرکت رو به بالای خود را از دست می‌دهد و در آن ارتفاع به حالت لایه‌ای درمی‌آید. دمای محور مخروط حریق چنین محاسبه می‌شود:

$$T_C = 316 Q_C^{2/3} Z^{-5/3} + 70^\circ F \qquad (23)$$

$$T_C = 25 Q_C^{2/3} Z^{-5/3} + 20^\circ F$$

یا

T_C=(°F یا °C) دمای محور مخروط حریق

Q_C=(Btu/sec یا kw) بخش همرفتی گرمای آزاد شده

Z=(ft یا m) ارتفاع بالای بسته سوخت

افزایش خطی گرادیان دما

برای تعیین لایه‌ای شدن یا لایه‌ای نشدن دود یا گرمای مخروط حریق در زیر آشکارسازها، معادله زیر در جایی به‌کار می‌رود که دمای محیطی متناسب با افزایش ارتفاع، به‌طور خطی افزایش یابد:

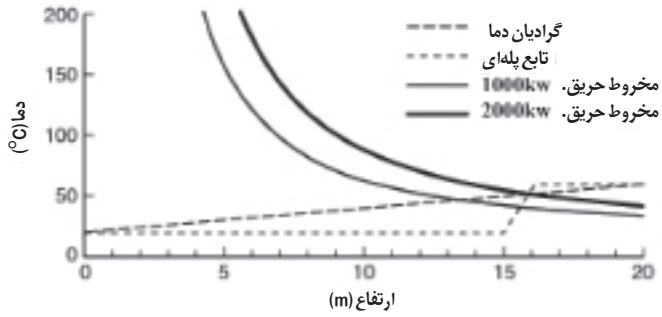
$$T_c = 316 Q_c^{2/3} z^{-5/3} + 70\ (^\circ F) \qquad (24)$$

یا

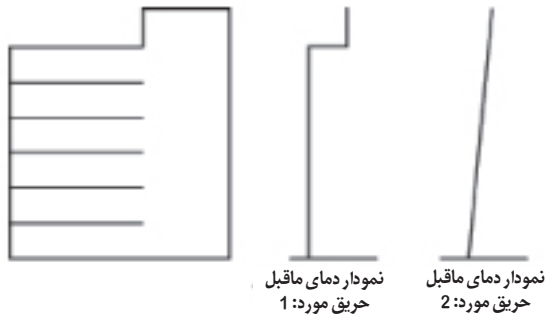
$$T_c = 25 Q_c^{2/3} z^{-5/3} + 20\ (^\circ C)$$

که: Z_m=(ft یا m) حداکثر ارتفاع دود در بالای سطح حریق

اختلاف بین دمای محیط در مکان آشکارسازها و دمای محیط در سطح



شکل(b)1 نمودار دماهای داخلی و مخروط حریق یا پتانسیل لایه‌ای شدن هوا



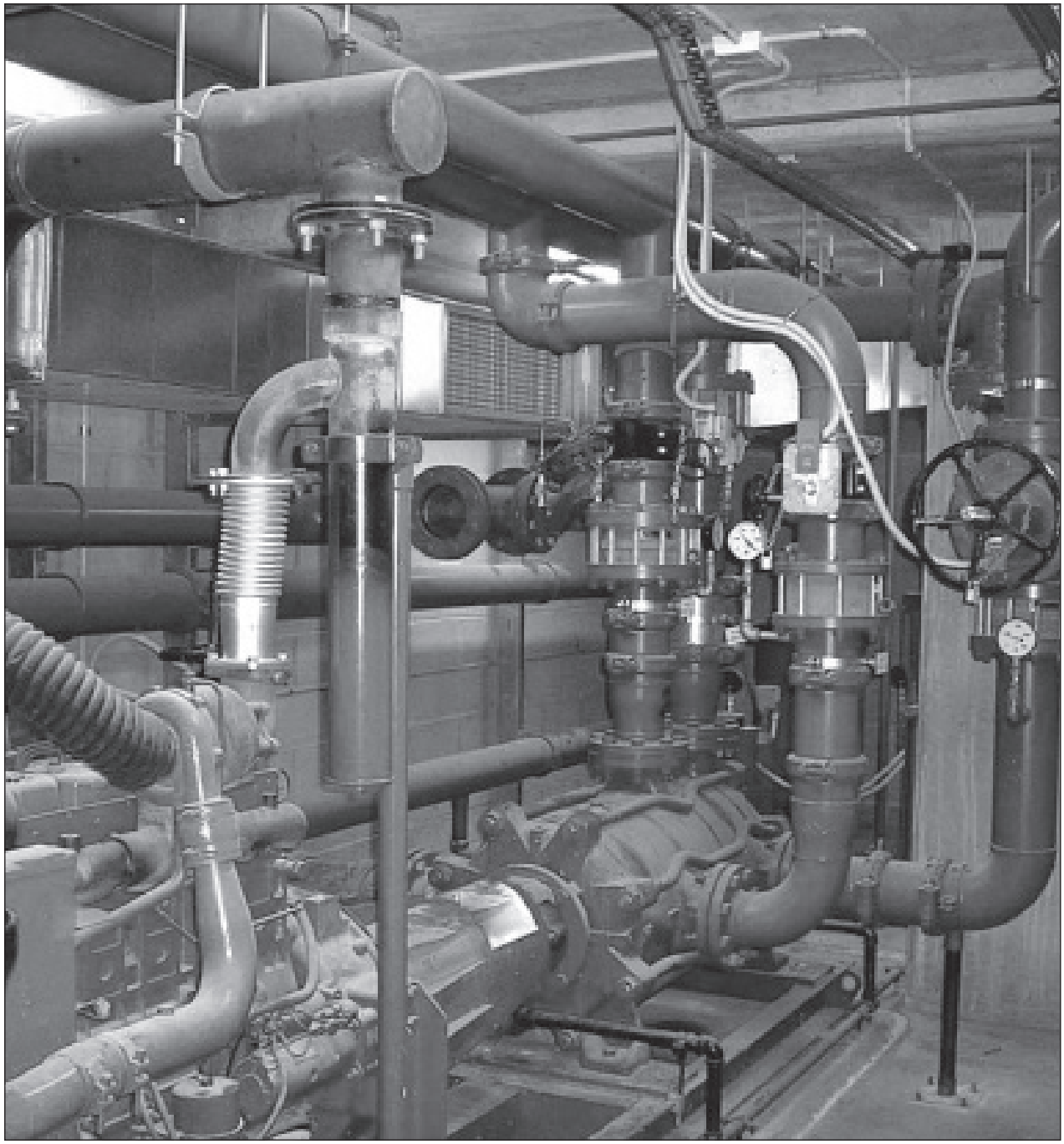
شکل(a)1 دماهای ماقبل حریق

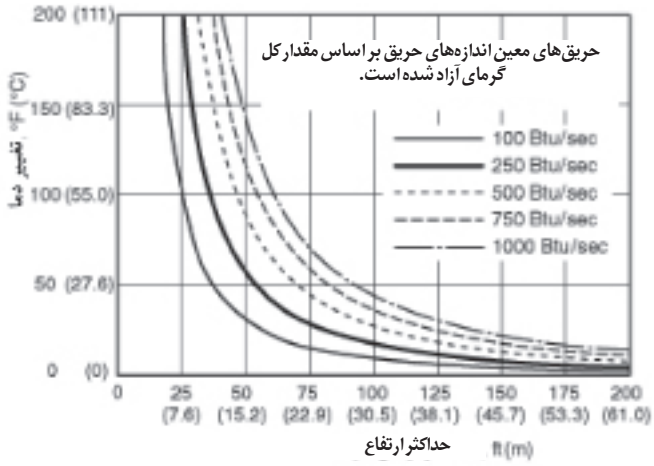
حریق $\Delta To=(^{\circ}C$ یا $^{\circ}F)$

بخش همرفتی مقدار گرمای آزاد شده $Q_c=(Btu/sec$ یا $kw)$

بخش همرفتی مقدار گرمای آزاد شـــده (Q_c) برابر بـــا 70 درصد مقدار گرمای آزاد شده است.

شـــکل (2) به عنوان یک جایگزین برای ارزیابی مستقیم حداکثر ارتفاع دود یا گرمـــا و تعیین Z_m حریق به‌کار می‌رود. وقتی Z_m با محاســـبه گرافیکی بیشتر از ارتفاع نصب آشکارسازها باشد، دود یا گرمای مخروط حریق در زمان رسیدن به آشکارسازها پیش‌بینی شود. وقتی مقادیر Z_m و ارتفاع آشکارسازها





شکل (2) تغییر دما و حداکثر ارتفاع دود

قابل مقایسه باشند، پیش‌بینی رسیدن دود یا گرما به آشکارسازها یک انتظار قابل اطمینان نیست.

با فرض تغییر خطی دمای محیطی نسبت به ارتفاع، حداقل Q_C مورد نیاز برای غلبه بر اختلاف دما و هدایت دود به سمت سقف (Z_m=H) چنین محاسبه می‌شود:

$$T_0^{3/2}(Btu/sec)\Delta Q_C=2.39\times10^{-5}H^{5/2} \quad (25)$$

$$T_0^{3/2}(kw)\Delta Q_C=0.0018H^{5/2}$$

توجه کنید که این متغیرها در بخش 7-B ارایه شده‌اند.

مبنای تئوریکی محاسبه لایه‌ای شدن جریان هوا و دود بر اساس تحقیقات مورتون، تیلو و تورنر [15] و هسکستاد [9] است. برای اطلاعات بیشتر در خصوص انحراف از Z_m، به کتاب کلوت و میلک [13] تحت عنوان دستورالعمل سیستم‌های مدیریت دود در فضاهای بزرگ از قبیل اتاق‌های میانی خانه NFPA 92B مراجعه شود.

مشخصه‌های آشکارساز

مقدمه

وقتی دود به آشکارساز منتقل شود، عوامل اضافی برای تعیین احتمال

واکنش مهم می‌باشند که شامل مشـــخصه‌های آیرودینامیک آشکارساز و نوع حس‌گر آشکارساز اســـت. آیرودینامیک آشکارســـاز به چگونگی عبور دود از آن و ورود دود به محفظه حس‌گر مربوط می‌شـــود. به‌علاوه، مکان ورودی حس‌گر با توجه به سرعت جریان هوای سقف یک عامل مهم است. ســـرانجام، روش‌های مختلف حس‌گر (از قبیل یونیزاسیون یا فتوالکتریک) به‌طور مختلف عمل می‌کنند که به مشـــخصه‌های دود (رنگ، اندازه ذره، چگالی نور و غیره) بستگی دارد. در گروه وسایل فتوالکتریک، تنوعاتی وجود دارد که به طول موج‌های نور و زوایای پراکندگی آن‌ها بســـتگی دارد. بحث بعدی به بررسی بعضی از مسایل و روش‌های متنوع محاسبه می‌پردازد.

مقاومت در برابر ورود دود

تمام آشکارسازهای دودی نقطه‌ای به ورود دود به محفظه حس‌گر خود نیاز دارند تا حس شـــود این وضعیت به عوامل اضافـــی برای برآورد واکنش آشکارساز دودی و تاثیرات توری‌های حشـــرات، ترکیب محفظه حس‌گر و مکان آشکارساز سقفی نیاز دارد.

هسکستاد[32] ایده تاخیر آشکارساز دودی را برای تشریح تفاوت چگالی نور بیرونی (D_{ur}) و چگالی نور داخلی (D_{uc}) آشکارســـاز در زمان فعال‌ســـازی آشکارساز به‌کار می‌برد. این تفاوت توســـط استفاده از ضریب تصحیح D_{uc} و رابطه زیر تشریح می‌شود:

$$D_{uc} = \frac{L\frac{d(D_u)}{dt}}{V}$$

که:

طول مشخصه یک آشکارساز معین برای ورود آسان دود به محفظه حس‌گر آن = L

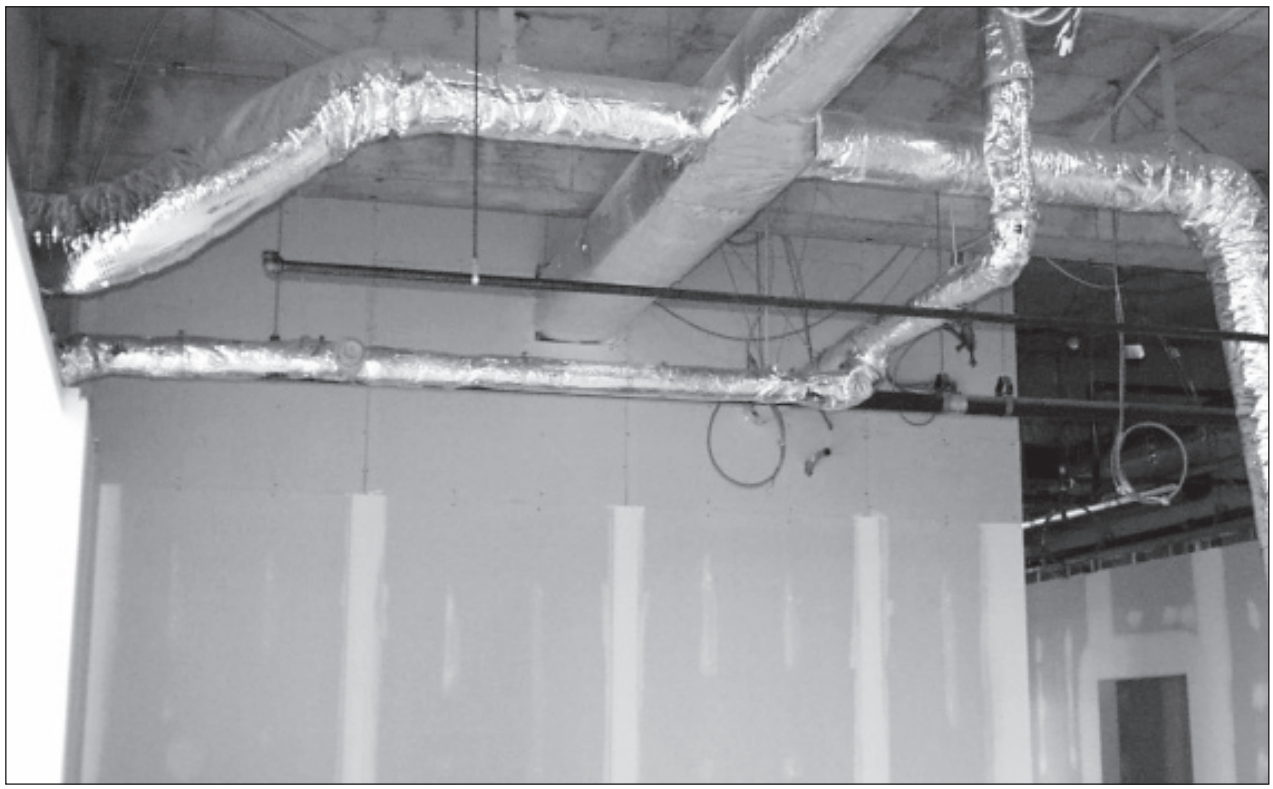
مقدار افزایش چگالی نور بیرون از آشکارساز = $d(D_u)/dt$

سرعت دود آشکارساز = V

بررســـی‌های متنوع این رابطه یک دیدگاه اضافـــی را برای ورود دود و تاخیرات مربوطه فراهم می‌کند[34، 33]. با وجود این، دشـــواری تعیین L برای آشکارسازهای مختلف، الزامات فاصله‌گذاری و سرعت بحرانی (u_c) در نظر گرفته شود[21].

سرعت بحرانی

سرعت بحرانی آشکارســـاز دودی را حداقل سرعت ضروری دود برای ورود به حس‌گر آشکارســـاز و وضعیت اعلام خطر نامند. جریان آشکارســـاز باعث یک اختلاف فشار بین جریان‌های بالادستی و پایین‌دستی آشکارساز می‌شود. این اختلاف فشـــار همان نیروی اصلی برای ورود دود به محفظه حس‌گر است. تحقیقات آزمایشی نشان داده اســـت که این حداقل سرعت



آشکارساز برابر با 0.15m/sec است[21]. وقتی سرعت کمتر از این مقدار شود، تمرکز دود در بیرون آشکارساز و قبل از وضعیت اعلام خطر به‌وجود می‌آید. این موضوع در زمان بیشتر بون سرعت دود نسبت به سرعت بحرانی آن نیز صادق است. برآورد سرعت بحرانی برای طراحی و تحلیل مفید است. توجه شود که سرعت بحرانی (0.15m/sec) بر اساس حساسیت آشکارساز دودی UL به سرعت آشکارساز دودی معمولی نزدیک است[35]. مکان جریان سقف تحت این سرعت برای یک حریق معین با ارتفاع سقف معین و تعیین مکان آشکارسازها در نظر گرفته شود.

واکنش به رنگ دود

آشکارسازهای دودی از یک وسیله نوری برای آشکارسازی دود با رنگ‌های مختلف استفاده می‌کنند.

تولیدکنندگان در حال حاضر اطلاعات محدودی را درباره واکنش آشکارسازهای دودی خود ارایه می‌کنند. این اطلاعات نشان می‌دهد که مقادیر اسمی واکنش به دود خاکستری با یک حدود (رنج) واکنش همراه هستند. این حدود بر اساس استاندارد ایمنی آشکارسازهای دودی در سیستم‌های سیگنال حفاظتی حریق UL 268 است.

حدود واکنش مجاز UL برای مقایسه دودهای خاکستری و سیاه در جدول B-4.1.2.4.9 ارایه شده است.

بر اساس جدول B-4.1.2.4.9، مقادیر واکنش برای دودهای خاکستری و سیاه متفاوت است. دلیلش این است که آشکارسازها با چگالی نوری متفاوت به سوخت‌ها و دودهای متفاوت از خود واکنش نشان می‌دهند. مثال‌های هسکستاد و دلیچوتسیوس[10] در جدول B-4.1.2.4.10 ارایه شده است. مهم است که طراح در زمان طراحی و تحلیل سیستم آشکارساز از واکنش آشکارساز به انواع دود آگاه باشد.

توجه کنید که تغییر (واریاسیون) زیاد واکنش به‌واسطه موادی با تولید دود نسبتا یکسان و همچنین دود با رنگ‌های مختلف است.

جدول UL 268 9.4.1.2.4-B معیارهای پذیرش تست آشکارساز دودی برای دود رنگی متفاوت[35]

حداکثر: حداقل	حدود قابل قبول واکنش		رنگ دود
	ft/٪	m/٪	
7:8	4.0–0.5	1.6–12.5	خاکستری
18:25	0.5–10.0	29.2–1.6	سیاه

جدول 10.4.1.2.4-B مقادیر چگالی نور در زمان واکنش آشکارساز (فقط برای حریق‌های شعله‌ور)[18]

رنگ دود	پراکندگی	یونیزاسیون	ماده
روشن	1.5	0.5	چوب
روشن	0.8	0.05	کتان
تیره	5.0	5.0	پلی‌اورتان
تیره	10.0	10.0	PVC
	12.5:1	200:1	تغییر

جدول(1) نسبت افزایش چگالی نور به دما برای سوخت‌های متنوع[18]

ماده	10^2D_u (ft°F)(T/1)	حدود مقادیر	حداکثر: حداقل
چوب	0.02	0.055–0.015	3:6
کتان	0.02/0.01	0.03–0.005	6:0
کاغذ پلی‌اورتان	0.03 0.4	اطلاعات وجود ندارد 0.55–0.2	– 2:8
پلی‌استر PVC	0.3 1.0/0.5	اطلاعات وجود ندارد 1.0–0.1	– 10
PU لاستیک فومی متوسط	1.3 0.4	اطلاعات وجود ندارد 1.3–0.005	– 260

جدول(2) افزایش دما برای واکنش آشکارساز[18]

ماده	افزایش دما ($^{\circ}F$) یونیزاسیون	پراکندگی
چوب	25	75
کتان	3	50
پلی‌اورتان	13	13
PVC	13	13
متوسط	14	38

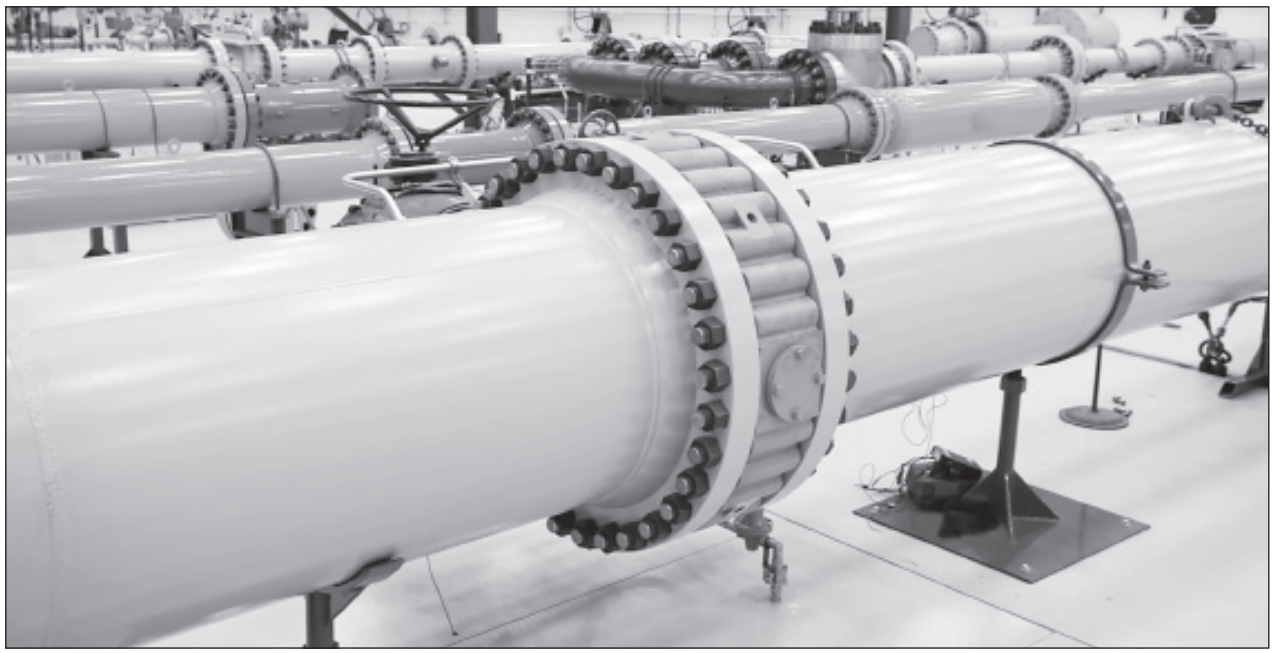
چگالی نور و دما

واکنش آشکارساز دودی در زمان حریق شعله‌ور تحت تاثیر ارتفاع سقف، اندازه حریق و مقدار گسترش حریق است. این واکنش همانند واکنش آشکارساز حرارتی است. انرژی حرارتی حریق شعله‌ور می‌تواند ذرات دود را به محفظه حس‌گر آشکارساز منتقل کند. هرچند رابطه بین مقدار دود و مقدار گرمای تولید شده توسط یک حریق مستقل از سوخت و نحوه سوخت آن است، تحقیقات نشان داده است که رابطه بین دما و چگالی نور دود در مخروط حریق و در سقف مجاور آن نسبتا ثابت است.

این نتایج بر اساس تحقیقات هسکستاد و دلیچوتسیوس است[10] که در جدول B–4.1.2.4.12 ارایه شده‌اند. توجه کنید که برای یک سوخت معین، نسبت افزایش چگالی نور به دما بین حداقل و حداکثر برابر با 10 یا کمتر از آن است.

در موقعیت‌هایی که چگالی نور در زمان واکنش آشکارساز مشخص و مستقل از توزیع اندازه ذره است، واکنش آشکارساز تابع مقدار گرمای آزاد شده سوخت حریق، مقدار گسترش حریق، ارتفاع سقف و وجود تمام ارتباطات فوق‌الذکر است.

وقتی ضمیمه C استاندارد NFPA72E برای اولین بار در سال 1984 منتشر شد، از افزایش دما 20°F(13°C) برای نشان دادن واکنش آشکارساز استفاده می‌شد. شیفیلیتی و پوسی[8] بعضی از اطلاعات هسکستاد و دلیچوتسیوس را برای تولید جدول B–4.1.2.4.14 ترکیب کرده‌اند تا افزایش دما را در زمان



واکنش آشکارساز نشـــان دهند. توجه کنید که افزایش دمای مورد نیاز برای واکنش آشکارساز تا حد زیادی به نوع آشکارساز و سوخت بستگی دارد.

روش‌های پیش‌بینی واکنش آشکارساز دودی

روش-1 مقایسه چگالی نور و دما

مشخص شود که آیا یک سیستم آشکارساز حریق می‌تواند در زمان کافی حریق لباس‌های ذخیره شده در یک انبار را شناسایی کند یا خیر. مساحت مورد نظر یک سقف مســـطح و بزرگ به ارتفاع 16.5ft(5m) دارد. دمای محیطی آن 68°F(20°C) اســـت، سیستم آبپاشـــی وجود ندارد و فاصله آشکارسازها 20ft(6.1m) است. هدف طرح این اســـت که حداکثر مقدار گرمای آزاد شده (Q_{DO}) کمتر از 2MW باشـــد تا اطمینان حاصل شـــود که احتراق تشعشـــعی لباس‌های ذخیره شده در راهروی مجاور رخ نخواهد داد. یک نیروی بریگاد آتش‌نشانی می‌تواند باعث تخلیه آب در مدت 90 ثانیه بر روی آتش شود. این زمان از آغاز دریافت ســـیگنال اعلام خطر آغاز می‌شـــود. تصور می‌شود که تاخیرات دیگری بین زمان آســـتانه واکنش آشکارساز و زمان هشدار نیروی بریگاد آتش‌نشانی وجود نداشته باشد. بر اساس موارد فوق‌الذکر، آیا سیستم فعلی کافی است؟

فرضیات

فرضیات مثال عبارتند از:

$a=0.047$

$RTI=25m^{1/2}sec^{1/2}$

افزایش دما در زمان واکنش = 14°C(25°F)

برای افزایش دما در زمان واکنش یک آشکارساز دودی یونی برای حریق چوب، به جدول B–4.1.2.4.14 مراجعه کنید.

با اســـتفاده از معادله قانون توان، زمان واکنش طرح چنین محاســـبه می‌شود:

$$Q_{DO}=at^2_{DO} \quad (27)$$

$2000kw=0.047t^2_{DO}$

$t_{DO}=210sec$ ثانیه

ســـپس، زمان واکنش بریگاد حریق را کم کنید تا زمان احتراق مشخص شود. توجه کنید که ضریب ایمنی 30 ثانیه به زمان واکنش بریگاد حریق اضافه

شده است:

t_{CR}=210sec−120sec=90sec ثانیه (28)

سپس، مقدار گرمای آزاد شده بحرانی را محاسبه کنید شناسایی در آن رخ می‌دهد:

$Q_{CR}=at^2_{CR}$ (29)

$Q_{CR}=0.047(90)^2=380kw$

با استفاده از اعداد برگه طراحی و تحلیل آشکارسازی حریق در 90 ثانیه و مقدار گرمای آزاد شده 380kw، افزایش دمای آشکارساز 17°C است. بنابر این، آن یک زمان معقول برای واکنش آشکارساز است.

روش-2 چگالی جرمی نور

اطلاعات مشخصه‌های دود سوخت‌های معین به عنوان یک روش دیگر برای ارزیابی واکنش آشکارساز به‌کار می‌رود.

مثال

هدف طرح شناسایی دود یک صندلی پلی‌اورتان 400g(1.0-Lb) در مدت کمتر از 2 دقیقه است. این صندلی در یک فضا به مساحت $40m^2(431ft^2)$ قرار دارد. ارتفاع سقف 3.0m(10ft) و سرعت سوخت 50g/min است.

افت جرم کل حاصل از احتراق در مدت 2 دقیقه برابر 100g است. بنابر این، چگالی نور اتاق (فضا) حاصل از احتراق بر اساس معادله زیر محاسبه می‌شود[5]:

$$D=\frac{D_m M}{V_c} \quad (30)$$

که:

$D_m=(m^2/g)$[26] چگالی جرمی نور

M= جرم

V_c= حجم اتاق/ فضا

$D=[(0.22m^2/g)(100g)]/(40m^2)(3m)=0.183m^{-1}$

اگر فرض شود که واکنش آشکارساز در حد فوقانی حساسیت UL به میزان $0.14m^{-1}$ برای دود سیاه باشد، می‌توان فرض کرد که آشکارساز ظرف 2 دقیقه پاسخ دهد.

باید توجه شود که این یک روش ساده است، دود به یک اتاق محدود می‌شود، به سقف می‌رسد و داخل آشکارساز می‌شود.

جدول(3) حدود طول موج

تعامل فوتونیکی	طول موج
تبدیلات مولکولی ناخالص	λ <50 micron
متغیرهای مولکولی و چرخش‌ها	μ< λ< 1.0 μ50
متغیرهای باندالکتروو الانس	1.0μ<λ<0.05μ
تخلیه و ترکیب الکترونی	0.3< λ<0.05 μ

شناسایی انرژی تشعشعی

مقدمه

تشعشع الکترومغناطیسی یک طیف وسیع در مدت فرآیند احتراق است. بخشی از طیف که آشکارسازهای حساس به انرژی تشعشعی در ان عمل می‌کنند، به سه باند تقسیم می‌شود: ماورا بنفش(UV)، مریی یا مادون قرمز (IR). این طول موج‌ها چنین تعریف می‌شوند:

(1) ماورا بنفش: میکرون0.35–0.1

(2) مریی: میکرون0.75–0.35

(3) مادون قرمز: میکرون220–0.75

این حدود طول موج با تعامل مکانیکی – کوانتومی بین ماده و انرژی مطابق است. تعاملات فوتونیکی ماده بر اساس طول موج‌های جدول B–5.1.2 است:

وقتی مولکول یک سوخت در فرآیند احتراق اکسید شود، باید مولکول احتراق انرژی از دست بدهد تا به یک مولکول پایدار تبدیل شود. این انرژی به‌صورت فوتون با یک طول موج معین آزاد می‌شود:

$$e = \frac{hc}{\lambda} \qquad (31)$$

e=(j) انرژی

h=(6.63E–23j/sec) ثابت پلانک

c=(m/sec) سرعت نور

λ=(micron) طول موج

(λ برحسب میکرون است)[1.0j=5.0345E+18(λ)]

انتخاب نوع آشکارساز حساس به انرژی تشعشعی بر اساس نوع تشعشع حریق است.

سوخت‌ها یک شعله تولید می‌کنند و یک جریان گاز قابل احتراق یا قابل اشتعال در واکنش احتراق با اکسیدکننده گازی ایجاد می‌شود. حاصل آن چیزی جز تشعشع کوانتومی است. این سوخت‌ها شامل گازهای قابل اشتعال، مایعات قابل اشتعال، مایعات قابل احتراق و جامدات با سوخت شعله‌زا است.

سوخت‌هایی که در فاز جامد اکسید می‌شوند، به‌واسطه دمای داخلی آن‌هاست. این سوخت‌ها شامل سوخت‌های کربونیکی از قبیل زغال، چوب و الیاف سلولزی بدون شعله در زمان سوختن و فلزات گرم شونده توسط ضربات مکانیکی و اصطکاک است.

تقریبا تمام احتراق‌ها تشعشعات پلانکی دارند که از انرژی حرارتی جرم سوخت حاصل می‌شوند. بنابر این، آشکارسازهای جرقه/ اخگر برای سوخت‌های خاص طراحی نمی‌شوند. تشعشعات کوانتومی حاصل

از تغییرات ساختار مولکولی و انرژی فازگازی است. این تشعشعات به ساختارهای مولکولی خاص مربوط می‌شوند که برای آشکارساز شعله با سوخت خاص به‌کار می‌روند.

تاثیرات محیط

انتخاب آشکارساز حس‌گر انرژی تشعشعی تحت تاثیر شرایط محیطی محدود می‌شود. باید جذب انرژی تشعشعی محیط، حضور منابع تشعشع غیر حریق، انرژی الکترومغناطیس جرقه، اخگر یا حریق، فاصله منبع حریق تا حس‌گر آشکارساز و مشخصه‌های آن در نظر گرفته شود.

تشعشع‌کننده‌های غیر حریق محیط

بیشتر محیط‌ها شامل تشعشع‌کننده‌های غیرحریق هستند که می‌توانند طول موج‌های آشکارسازهای حس‌گر انرژی تشعشعی را منتشر کنند. باید طراح یک ارزیابی کامل از محیط برای شناسایی تشعشع‌کننده‌ها با پتانسیل تولید واکنش اعلام خطر ناخواسته این آشکارسازها داشته باشد. چون آن‌ها از اجزای الکترونیکی به عنوان آنتن استفاده می‌کنند، باید ارزیابی شامل منابع ماورا بنفش، مریی، مادون قرمز، مایکروویو و باند رادیویی است.

جذب تشعشع محیطی

محیط عبور انرژی تشعشعی از منبع حریق تا آشکارساز یک قابلیت انتقال محدود دارد. معمولا این قابلیت انتقال (ترانسمیتانس) بر اساس جذب متقابل محیط است که طول موج‌های مختلف دارد. ذرات محیط می‌توانند انرژی تشعشعی را منتقل، منعکس یا جذب کنند. این جذب بر حسب متقابل بودن قابلیت تشعشع خود (ε) بیان می‌شود.

آلودگی سطح نوری

انرژی تشعشعی توسط مواد آلوده‌کننده سطوح نوری آشکارسازهای حس‌گر انرژی تشعشعی جذب یا منعکس می‌شود. باید طراح پتانسیل آلودگی سطوح و تمهیدات تمیز کردن سطوح را در نظر بگیرد. استفاده از پنجره‌های جایگزین با احتیاط کامل باشد. شیشه، آکریلیک و دیگر مواد شیشه‌ای در طول موج‌های بیشتر آشکارسازهای شعله و بعضی از آشکارسازهای جرقه/ اخگر به حالت مات هستند. وجود یک پنجره بین آشکارساز و ناحیه خطر که بر اساس دستورالعمل‌های آزمایشگاه ملی تست نیست، به یک سیستم غیرقابل قبول منجر می‌شود.

این عوامل به چند دلیل مهم هستند. اول، حس‌گر تشعشعی یک وسیله

است که باید منبع حریق را ببیند. اگر منابع تشعشع دیگری در یک ناحیه وجود داشته باشد یا اگر شرایط محیطی برای جذب تشعشعات وجود داشته باشد، آنگاه نوع، مکان و فاصله‌گذاری حس‌گر تحت تاثیر قرار می‌گیرند. به‌علاوه، حس‌گر به طول موج‌های معین پاسخ می‌دهند و باید سوخت تشعشعی را در عرض باند حس‌گر منتشر کند. برای مثال، یک آشکارساز مادون قرمز با یک حس‌گر تنظیم شـــده 4.3 میکرون (حداکثر انتشار CO_2) نمی‌تواند یک حریق غیرکربنی را شناســـایی کند. به‌علاوه، باید حس‌گر بتواند در زمان لازم برای فعال‌سازی سیســـتم اطفای حریق مواد انفجاری، سیستم کنترل یا سیستم اطفای حریق واکنش سریع از خود عکس‌العمل نشان دهد.

واکنش آشکارساز حس‌گر انرژی تشعشعی

واکنش آشکارسازهای حس‌گر انرژی تشعشعی با رابطه زیر مدل‌سازی می‌شود[5]:

$$S = \frac{kPe^{-\zeta d}}{d^2} \qquad (32)$$

که:

توان تشعشعی آشکارساز (w) برای واکنش اعلام خطر = s

ثابت نسبیت آشکارساز = k

توان تشعشعی حریق (w) = p

ضریب تمام شدن هوا در طول موج‌های هنگام کار آشکارساز = ζ

فاصله بین حریق و آشکارساز = d

این رابطه حریق را به‌صورت یک منبع تشعشع‌کننده نقطه‌ای با تشعشع یکنواخت در فاصله (d) از آشکارســـاز مدل‌سازی می‌کند. همچنین آن تاثیر جذب هوای بین حریق و آشکارساز را مدل‌سازی می‌کند. باید طراح تایید کند که این فرضیات مدل‌سازی برای کاربرد مورد نظر معتبر است.

طراحی سیستم‌های آشکارساز شعله

حساسیت آشکارساز

حساسیت آشکارساز شعله به‌طور سنتی به‌صورت فاصله شناسایی یک حریق معین تعبیر می‌شود. معمولا آزمایشـــگاه ملی تست آمریکای شمالی از یک حریق ($10ft^2$ ($0.9m^2$)) با بنزین بدون ســـرب استفاده می‌کند. بعضی از آشکارسازها با حریق (6.0in (0.015m)) ایزوپروپانول ارزیابی می‌شوند.

تعیین حساســـیت بهترین مدل را به‌صورت یک تشعشع‌کننده با تراکم

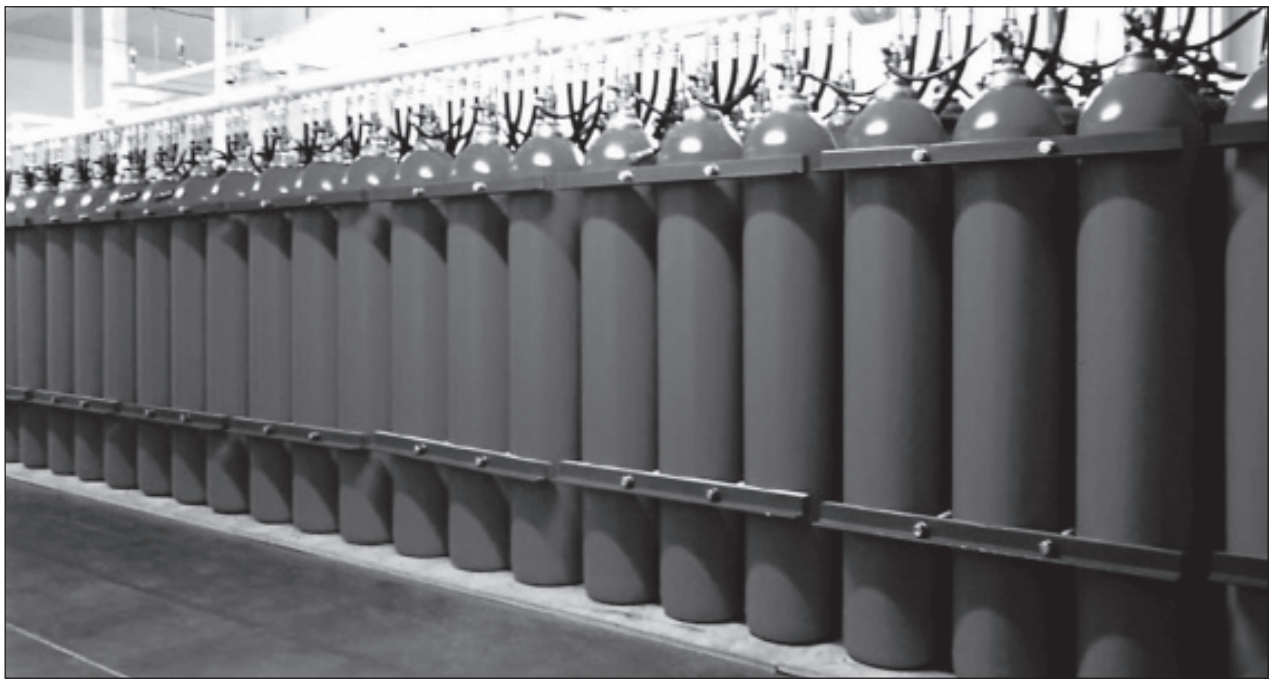
نوری در نظر نمی‌گیرد که در آن تشعشـــعات شـــعله برای آشکارساز، مجددا جذب شعله شـــوند. متعاقبا، توان تشعشع شـــعله با مساحت شعله متناسب نیست و فقط با محیط مرئی شعله و ارتفاع و عرض حریق متناسب است.

چون آشکارسازهای شعله تشعشعات شعله و محصولات آن را شناسایی می‌کنند، شـــدت تشعشـــع شـــعله در یک طول موج معین با غلظت نسبی محصولات شـــعله و مقدار گرمای آزاد شده حریق متناسب است. بنابر این، واکنش آشکارســـاز با ســـوخت‌های مختلف و محصولات حریق در شرایط مساحت مساوی و عرض شعله متفاوت متناسب است.

بسیاری از آشکارســـازهای شعله برای شناســـایی محصولات خاص از قبیـــل آب (2.5 میکرون) و CO_2 (4.35 میکرون) طراحی می‌شـــوند. این آشکارسازها نمی‌توانند برای حریق‌هایی به‌کار بروند که فاقد این محصولات احتراق هستند.

جریان‌های آب و کف

ترجمه و تألیف: مهندس یونس امیری



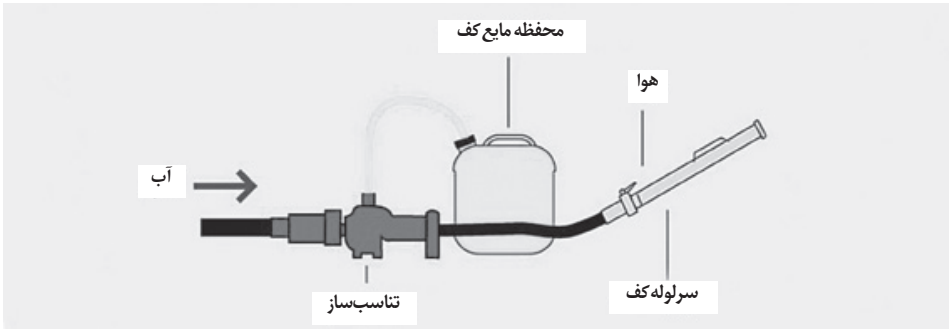
نحوه تولید کف

کف‌هایی که امروزه در آتش‌نشانی مورد استفاده قرار می‌گیرند از انواع مکانیکی بوده و باید قبل از استفاده، با آب و هوا مخلوط شوند. جهت تولید کف کیفیت بالا به عناصری شامل مایع کف، آب، هوا و یک محرک مکانیکی[1] مانند سرلوله کف نیاز است. وجود تمامی این اجزا الزامی است و از طرفی مواد لازم کف‌سازی باید با نسبت‌های مناسب با یکدیگر آمیخته شوند (شکل1).

هوادهی به محلول کف جهت تولید مقادیر مناسب حباب‌های کف به‌منظور ایجاد لایه‌ای موثر روی سوخت انجام می‌شود. هوادهی مناسب سبب ایجاد حباب‌های یکنواخت جهت ایجاد لایه ماندگار، مناسب و یکنواخت کف روی سطح مواد سوختی کلاس‌های A و B می‌شود تا حتی در صورت از بین رفتن حباب‌ها، همچنان لایه کف سطح مواد را بپوشاند.

انبساط/توسعه کف

انبساط کف مربوط به افزایش حجم محلول کف در زمان هوادهی به آن است. این عامل یک مشخصه کلیدی در انتخاب نوع و کاربرد کف است. روش‌هایی که جهت هوادهی به محلول کف مورد استفاده قرار می‌گیرند



شکل(1): نحوه تولید کف آتش‌نشانی.

سبب به‌وجود آمدن کف‌هایی با درجات توسعه مختلف می‌شوند.

میزان توسعه انواع کف‌ها به عوامل ذیل بستگی دارد:

- نوع محلول کف
- میزان تناسب‌بندی مایع کف در محلول کف
- کیفیت مایع کف
- روش هوادهی.

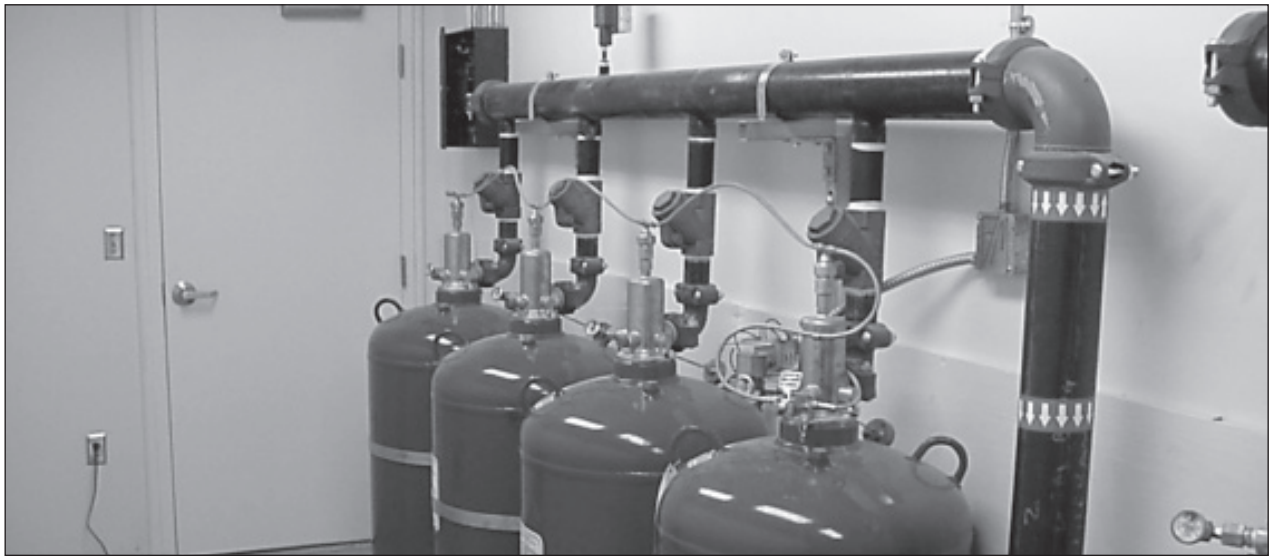
با توجه به درجات مختلف توسعه کف‌ها می‌توان سه دسته‌بندی ذیل را تعریف کرد:

1- کف کم‌توسعه[2]. در این نوع نسبت ترکیب محلول کف به هوا حداکثر تا 1:20 است بدین معنی که به ازای هر یک واحد محلول کف حداکثر تا 20 واحد هوا با آن ترکیب می‌شود.

2- کف میان‌توسعه[3]. در این نوع نسبت ترکیب محلول کف با هوا از 1:20 تا حداکثر 1:200 است.

3- کف پرتوسعه[4]. در این نوع نیز نسبت ترکیب محلول کف با هوا از 1:200 تا 1:1000 است

نسبت‌های مذکور برای انواع کف‌ها بر اساس استاندارد NFPA-11 که مربوط به کف‌های کم‌توسعه، میان‌توسعه و پرتوسعه است تعریف شده‌اند. با این حال ترکیب انواع کف‌ها با یکدیگر منجر به ایجاد انواع غیر استاندارد کف می‌شود.



مایع کف

نوع مایع کف مورد استفاده جهت ایجاد کف نهایی اطفاء حریق باید با نوع مواد سوختی حریق مطابقت داشته باشد تا به‌طور موثری سبب اطفاء حریق شود زیرا در غیر این صورت استفاده از کف بی‌اثر خواهد بود. برای نمونه کف کلاس A جهت اطفاء حریق‌های کلاس B مناسب نیست و برخی انواع کف کلاس B تنها جهت اطفاء حریق‌های هیدروکربنی مناسب بوده و بر روی حریق‌های شامل حلال‌های قطبی موثر نیست درحالی‌که بیشتر کف‌های موثر در حریق‌های شامل حلال‌های قطبی ممکن است برای اطفاء حریق مواد هیدروکربنی نیز مورد استفاده قرار گیرند. با این حال هر نوع کف باید تنها جهت کاربرد تعریف شده خود مورد استفاده قرار گیرد بنابراین قبل از استفاده از کف، ابتدا باید نوع مواد سوختی حریق شناسایی شود.

در پیوست 1 آخر کتاب انواع مایعات کف و تکنیک‌های استفاده از آنها بیان شده است.

کف کلاس A

کف کلاس A برای حریق‌های کلاس A مورد استفاده قرار می‌گیرد به‌طوری که عمده‌ترین کاربرد آن در آتش‌نشانی شهری و مراتع و جنگل‌ها است (شکل 2). کف کلاس A در حقیقت فرمول خاصی از سورفکتانت‌های هیدروکربن[5] است. این نوع سورفکتانت‌ها کشش سطحی آب مورد استفاده در محلول کف را کاهش داده و سبب نفوذ بهتر آب در مواد سوختی و در نتیجه اثربخشی بیشتر کف می‌شوند.

کف کلاس A را می‌توان به‌وسیله انواع سرلوله‌های مه‌پاش، سرلوله‌های هوادهی کف[6]، دستگاه‌های تولید کف میان توسعه و پرتوسعه و سیستم کف هوای فشرده[7] مورد استفاده قرار داد.

مایع کف کلاس A دارای مشخصات حلالیت و تا حدی خورندگی است بنابراین باید تجهیزات پس از هر بار استفاده، تخلیه شده و مورد شست‌وشو قرار گیرند.

کف کلاس B

کف کلاس B جهت اطفاء حریق مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق و جلوگیری از اشتعال مجدد آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد از این کف برای جلوگیری از احتراق و پوشاندن سطح مایعاتی که هنوز مشتعل نشده‌اند نیز استفاده می‌شود (شکل 3). انواع مختلفی از کف کلاس B وجود دارد که هر کدام مزایا و معایب خود را دارند.

به‌طور کلی مایع کف کلاس B به دو نوع پروتئینی و مصنوعی تقسیم می‌شود، کف‌های پایه پروتئینی از پروتئین‌های حیوانی و کف‌های مصنوعی از ترکیبات فلورو سورفکتانت‌ها[8] ساخته می‌شوند البته برخی دیگر از انواع کف‌ها نیز وجود دارد که ترکیبی از کف‌های پروتئینی و مصنوعی است.

کف‌هایی از قبیل AFFF و FFFP[9] را می‌توان با سرلوله‌های مه‌پاش استاندارد یا سرلوله‌های هوادهی کف اعمال کرد. عبارت FFFP به معنی غشای تشکیل‌دهنده کف فلورو پروتئین است که در حقیقت مایع آن ترکیبی از مقادیری کف فلورو پروتئین و کف AFFF است.

کف کلاس B را همانند کف کلاس A می‌توان با سیستم ثابت، سیستم نصب شده روی خودروی اطفاء حریق یا تجهیزات قابل حمل تناسب‌ساز کف اعمال کرد. برخی انواع کف‌ها را می‌توان با هر دو نوع سرلوله‌های استاندارد مه‌پاش و سرلوله‌های هوادهی کف استفاده کرد.

میزان استفاده از کف به عواملی مانند نوع سوخت (هیدروکربنی یا حلال قطبی)، میزان نشت سوخت، سوخت موجود در مخزن و نوع تجهیز مورد استفاده جهت اعمال کف بستگی دارد.

اگر سوخت مشتعل نشده روی زمین یا سطح خاصی ریخته شده باشد به کف کمتری جهت پوشاندن آن نیاز است زیرا در این حالت شعله، حرارت تشعشعی و سایر محصولات حریق وجود ندارند در نتیجه به میزان کمتری کف جهت پوشاندن سطح مواد سوختی نیاز است. ضخامت لایه کف جهت اثربخشی بیشتر باید حدود 100 میلی‌متر باشد.

کف باید به‌صورت پیوسته استفاده شود بدین معنی که باید به‌حدی کف روی مواد سوختی ریخته شود تا حریق به‌صورت کامل اطفاء شود. در صورت استفاده از مقادیر ناکافی کف، استفاده از آن بی‌نتیجه خواهد بود. توقف روند پوشاندن سطح حریق با کف سبب ناکارآمدی آن و عدم اطفاء حریق می‌شود.

به‌دلیل اینکه میل ترکیب شدن با آب در انواع حلال‌های قطبی متفاوت است بنابراین باید میزان کف، انواع و خصوصیات مختلف آنها شناسایی شود. جهت کسب اطلاع بیشتر در مورد میزان کاربرد کف می‌توان به NFPA-11 مراجعه کرد. انواع بیشماری از کف‌هایی که برای کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند وجود دارد برخی انواع آنها غلیظ و چسبنده بوده و سبب ایجاد لایه‌ای مقاوم و قابل اطمینان بر روی سطح مایعات در حال سوختن می‌شوند و برخی انواع دیگر نازک‌تر بوده و سریع‌تر توسعه می‌یابند.

تناسب‌سازی کف

عبارت تناسب‌سازی به مفهوم آمیختن مایع کف و آب جهت ایجاد محلول کف است. بیشتر انواع کف‌ها را می‌توان با آب شور یا آشامیدنی ترکیب کرد البته برای داشتن یک محلول بهتر کف باید درصد ترکیب آب و مایع کف درست و دقیق باشد تنظیم این درصد به نوع ماده سوختی بستگی داشته و میزان آن جزء اطلاعات همراه کف است. عدم رعایت درست این درصد مانند استفاده از مایع کف 3 درصد به‌جای 6 درصد سبب کاهش کیفیت کف و عدم کارکرد مناسب آن می‌شود.

شکل (2): کف کلاس A را می‌توان با انواع سرلوله‌ها مورد استفاده قرار داد.

شکل (3) : کف کلاس B جهت کنترل حریق مایعات قابل اشتعال ساخته شده است.

معمولا مایعات کف طوری طراحی شده‌اند که با 94 تا 99/9 درصد آب مخلوط شوند. برای نمونه اگر درصد ترکیب مایع کفی 3 درصد باشد به معنی استفاده از 3 واحد مایع کف به ازای 97 واحد آب است.

کف کلاس A استثناء محسوب می‌شود زیرا درصد تناسب آن با توجه به موارد استفاده قابل تنظیم است. جهت تولید یک کف غلیظ و خشک به‌منظور حفاظت از اماکن در معرض حریق و غلبه بر حریق درصد بیشتری از مایع کف با آب ترکیب می‌شود و جهت داشتن یک کف رقیق و مرطوب به‌منظور نفوذ سریع به داخل سطح مواد سوختی درصد کمتری از مایع کف با آب ترکیب می‌شود.

مایع کف کلاس B به‌صورت 1 تا 6 درصد با آب مخلوط می‌شود. برخی کف‌های کلاس B چند منظوره هستند و برای استفاده در هر دو نوع سوخت‌های هیدروکربنی و حلال‌های قطبی در درصدهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولا مایع کف 3 درصدی جهت سوخت‌های هیدروکربنی و 6 درصدی جهت حلال‌های قطبی مورد استفاده قرار می‌گیرد البته برخی کف‌های چند منظوره جدیدتر با درصد ترکیب 3 درصد برای تمامی سوخت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌طور نمونه کف‌های میان‌توسعه کلاس B در نسبت‌های 1 تا 3 درصد برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تجهیزات تناسب‌سازی کف بسیار متنوع هستند از لحاظ کاربردی نیز برخی انواع آنها روی خودروهای اطفاء حریق نصب شده و برخی دیگر در سیستم‌های ثابت حفاظتی حریق به‌کار گرفته می‌شوند. انتخاب یک تناسب‌ساز مناسب به میزان جریان کف مورد نیاز، فشار آب، هزینه، نوع کاربرد (قابل حمل، ثابت و ...) و نوع کف بستگی دارد. دستگاه‌های تناسب‌ساز شامل سرلوله‌های کف، کف‌سازها و سایر ملزومات باید متناسب با سایر اجزای این سیستم طراحی شده باشند به‌عنوان نمونه استفاده از یک تناسب‌ساز کف که با دستگاه تحویل کف نهایی مطابقت نداشته باشد ممکن است سبب تولید کف نامرغوب شود.

چهار روش اصلی برای تناسب‌سازی کف عبارتند از:

- القایی[10]
- تزریقی[11]
- ترکیب دسته‌ای[12]
- پیش‌آمیختن[13].

روش القایی

در این روش از فشار جریان آب جهت مکش مایع کف از مخزن آن استفاده می‌شود. این حالت با عبور جریان آب از داخل یک القاکننده که لوله‌ای با اثر ونتوری[14] است، ایجاد می‌شود. در امتداد لوله القاکننده یا اصطلاحا لوله ونتوری یک سوراخ وجود دارد که با شیلنگ به محفظه حاوی مایع کف وصل شده است. اختلاف فشاری که با عبور جریان آب از داخل لوله ونتوری ایجاد می‌شود سبب مکش مایع کف از محفظه آن به داخل جریان آب می‌شود. القاکننده‌های داخل- خطی تناسب سازهایی هستند که با این روش کار می‌کنند. (شکل 4).

روش تزریقی

در این روش از یک پمپ خارجی یا فشار ناشی از ارتفاع جهت انتقال مایع کف به‌منظور ورود به جریان آب با درصد تنظیم شده، استفاده می‌شود. از این

نوع سیستم‌ها اغلب در خودروهای اطفاء حریق یا سیستم‌های ثابت اطفاء استفاده می‌شود.

روش ترکیب دسته‌ای

این روش ساده‌ترین و دقیق‌ترین روش آمیختن مایع کف و آب است. جهت استفاده از این روش اغلب از مخزن آب خودروی آتش‌نشانی یا یک مخزن قابل حمل استفاده می‌شود. این روش ترکیب بیشتر در مورد کف‌های کلاس A استفاده می‌شود ولی در مورد کف‌های کلاس B نیز قابل استفاده است.

استفاده از این روش ترکیب‌سازی در حوادث بزرگ کاربردی نیست زیرا زمانی که مخزن خالی شود استفاده از کف نیز متوقف شده و در نتیجه حمله به حریق دچار وقفه می‌شود زیرا تا زمانی که مقادیر مناسب آب و مایع کف به‌طور کامل در مخزن پر نشود نمی‌توان مجدد از خروجی آن استفاده کرد. عیب دیگر این روش این است که مایع کف کلاس B و آب مخزن باید در مدت زمان معینی مخلوط شده و سپس استفاده شوند. زمان مورد نیاز جهت ترکیب شدن به عواملی از قبیل چسبندگی و حلالیت مایع کف بستگی دارد. پس از اتمام کار باید مخزن کاملا مورد شست و شو قرار گیرد زیرا کف باقیمانده خاصیت خورندگی دارد.

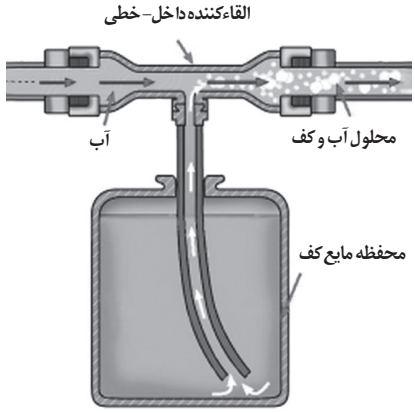
روش پیش‌آمیختن

این روش نیز یکی از متداول‌ترین روش‌های تناسب‌سازی است. در این روش مقادیر مناسب آب و مایع کف از قبل اندازه‌گیری شده و ترکیب آنها در یک مخزن نگهداری می‌شود. استفاده از این روش در مورد خاموش‌کننده‌های دستی، خاموش‌کننده‌های چرخ‌دار، سیستم‌های کف نصب شده روی خودرو و واحد دوقلوی اطفاء حریق[15] امکان‌پذیر است (شکل 5).

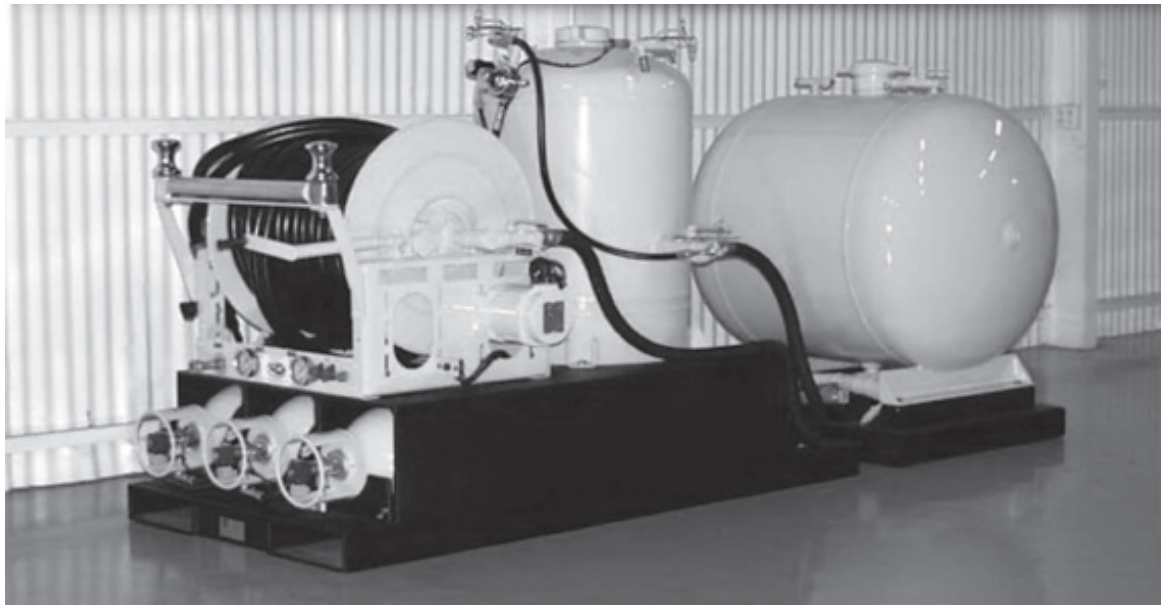
در اغلب موارد محلول پیش‌آمیخته شده از داخل یک مخزن تحت فشار که در آن از هوای فشرده یا یک گاز بی‌اثر به‌عنوان عامل فشار استفاده می‌شود تخلیه می‌گردد. روش جایگزین دیگر، استفاده از یک پمپ و مخزن اتمسفریک است طوری که محلول کف توسط فشار پمپ از طریق لوله یا شیلنگ دستگاه به سرلوله تحویل نهایی کف هدایت می‌شود. سیستم‌های پیش‌آمیخته پس از هر بار استفاده باید کاملا تخلیه شده و مجدد برای استفاده بعدی پر شوند.

تناسب‌سازها، ابزارهای تحویل و سیستم‌های تولید کف

علاوه بر پمپ‌هایی که جهت تأمین آب و انتقال آن از طریق شیلنگ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند دو نوع دیگر از تجهیزات ضروری ایجاد کف وجود دارد که عبارتند از:



شکل(4): مایع کف با آب ترکیب شده تا محلول کف ایجاد گردد.



شکل(5): تناسب‌سازی محلول کف در واحد دوقلوی اطفاء حریق با روش پیش‌آمیختن انجام می‌شود.

- تناسب‌سازکف
- ابزارتحویل کف(سرلوله، سیستم تولید).

تناسب‌سازکف

انواع تناسب‌ســازهای کف به‌صورت قابل حمل و نصب شــده بر روی خودروهای اطفاء حریق مورداستفاده قرار می‌گیرند. به‌طورکلی دستگاه‌های تناسب‌ساز با یکی از دو اصل ذیل کار می‌کنند:

- فشارآبی که وارد قسمت لوله تناسب‌سازی شده و از سوراخ ایجاد شده در امتداد آن عبور می‌کند سبب ایجاد اثر ونتوری می‌شود در نتیجه این اثر سبب کشیده شدن و مکش مایع کف به داخل جریان آب می‌شود.
- ابزار تحت فشار تناسب‌ســاز، مایع کف را از داخل محفظه آن با فشاری بیشتر از فشار آب و میزانی مشخص به داخل جریان آب تزریق می‌کند.

تناسب‌سازهای کف قابل حمل

این نوع تناسب‌سازها از ســاده‌ترین و رایج‌ترین انواع تناسب‌سازهایی هستندکه امروزه مورداستفاده قرار می‌گیرند. دو نوع اصلی این تناسب‌سازها عبارتنداز:

القاکننده کف داخل خطی[16]. این نوع یکی از متداول‌ترین تناسب‌سازهایی است که در آتش‌نشانی مورد اســتفاده قرار می‌گیرد. این تناسب‌ساز طوری طراحی شده تا به‌طور مســتقیم به خروجی پمپ وصل شود یا در میان راه به شــیلنگ‌هایی که تا محل حریق کشیده شده‌اند وصل گردد(شکل 14-32). از جمله نکات مهم در رابطه با این نوع تناسب‌سازها، فشار ورودی و حداکثر طول شــیلنگ بین القاکننده و سرلوله تناسب‌ساز اســت. در القاکننده‌های داخل- خطی از اصل ونتوری برای مکش مایع کف به جریان آب اســتفاده می‌شود بدین صورت که عبور جریان آب پرفشار از یک ورودی باریک سبب ایجاد یک ناحیه کم فشار در ســمت خروجی القاکننده می‌شود این ناحیه کم فشار به‌دلیل اثر ونتوری ســبب مکش مایع کف شده و بدین طریق مایع کف از طریق لوله یا شیلنگی که به داخل مخزن مایع کف وارد شده است به داخل جریان آب مکیده می‌شود. مخزن مایع کف نباید بیشتر از 2 متر پایین‌تر از محل

القاکننده قرار داشته باشد زیرا در این صورت مقدار کمی مایع کف به داخل لوله القاکننده وارد شده یا اصلا مایع کفی وارد نمی‌شود (شکل 14-33).

اصل ونتوری یک قانون فیزیکی است که بر اساس آن اگر یک سیال مانند آب یا هوا با فشار وارد یک سوراخ باریک شود آنگاه یک افزایش در سرعت سیال و یک کاهش متناظر در فشار اعمال شده در سطوح اطراف سوراخ ایجاد می‌شود. به‌دلیل اینکه سیال ثانویه دیگر تحت فشار اتمسفریک بیشتری قرار دارد در نتیجه این فشار بیشتر سبب وارد شدن سیال ثانویه به ناحیه کم فشارتر می‌شود. این اثر با نام اثر ونتوری شناخته می‌شود.

القاکننده سرلوله کف[17]. عملکرد این نوع تناسب‌ساز نیز مانند القاکننده‌های داخل- خطی از قانون مشابهی پیروی می‌کند. به هر حال این

القاکننده در داخل سرلوله قرار داده شده در نتیجه لازم است که مایع کف در محل سرلوله و نزدیک آن باشد و در صورت جابجایی سرلوله، ظرف مایع کف نیز باید جابجا شود (شکل 14-34) که البته جابجایی مداوم مقادیر زیاد مایع کف خود سبب مشکلات تدارکاتی و عملیاتی مضاعف می‌شود. استفاده از یک القاکننده سرلوله کف برای آتش‌نشانان مشکلات ایمنی ایجاد می‌کند زیرا در این صورت آتش‌نشانان در شرایط مختلف قادر به جابجایی سریع نیستند.

تناسب‌سازهای نصب شده روی خودرو

سیستم‌های تناسب‌ساز کف معمولا روی انواع خودروهای آتش‌نشانی مانند خودروهای اطفاء حریق شهری، صنعتی و خودروی نجات و آتش‌نشانی هواپیمایی[18] نصب می‌شوند (شکل 14-35). حتی ممکن است روی قایق‌های مخصوص اطفاء حریق نیز مورد استفاده قرار گیرند.

سه نوع اصلی سیستم‌های تناسب‌سازی کف قابل نصب روی خودروهای اطفاء حریق عبارتند از:

- القاکننده‌های داخل- خطی نصب شده[19]
- تناسب‌سازهای مجاور پمپ[20]
- تناسب‌ساز فشار متعادل[21].

سیستم‌های کف هوای فشرده

بسیاری از خودروهای مدرن اطفاء حریق به سیستم کف هوای فشرده یا CAFS مجهز شده‌اند. در این سیستم‌ها یک پمپ استاندارد گریز از مرکز وظیفه تأمین آب را بر عهده دارد و یک سیستم تناسب‌سازی کف تزریق- مستقیم، محلول کف را با جریان آبی که از خروجی پمپ می‌آید مخلوط کرده و در نهایت هوا توسط یک کمپرسور به محلول اضافه شده تا کف نهایی به‌دست آید. در سیستم کف هوای فشرده برخلاف سایر سیستم‌ها، کف نهایی داخل شیلنگ‌ها قرار می‌گیرد. مزایای این سیستم عبارتند از:

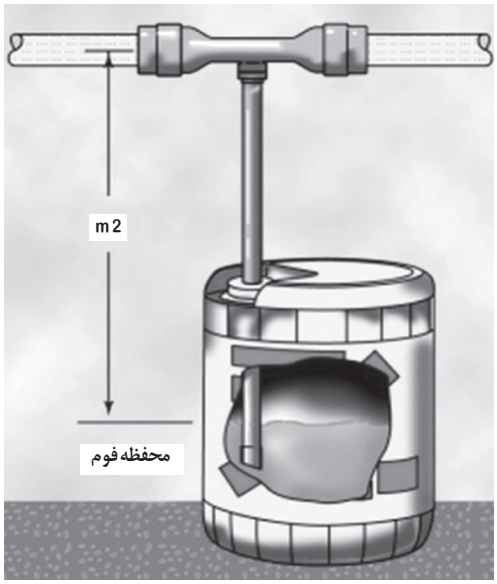
- برد جریان کف تولید شده به‌طور قابل توجهی بیشتر از سیستم‌های دیگر است.
- شیلنگ‌های محتوی کف نهایی از انواع دیگری که در آنها شیلنگ‌ها، محتوی آب یا محلول کف هستند سبک‌تر است.
- کف تولید شده بسیار پایدارتر است.
- کف تولید شده بر روی سطوح عمودی چسبندگی خوبی دارد.
- برخی معایب این سیستم عبارتند از:
- سیستم CAFS سبب افزایش هزینه خرید و نگهداری خودرو می‌شود.

- ممکن است نیروی عکس‌العمل شیلنگ‌ها زیاد باشد.
- استفاده از این سیستم نیازمند آموزش‌های بیشتر به آتش‌نشانان است.

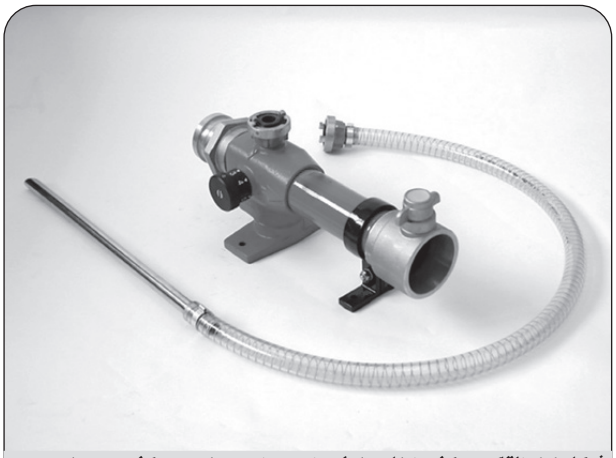
ابزارهای تحویل کف (سرلوله‌ها، سیستم‌های تولید)

پس از آمیخته شدن محلول کف با هوا، کف نهایی باید روی سطح مواد سوختی ریخته شود. برای این کار از سرلوله‌ها و دیگر ابزارهای تحویل کف استفاده می‌شود. این تجهیزات گاهی با عنوان کف‌ساز[22] نامیده می‌شوند. ابزارهای زیادی برای این منظور وجود دارند که از جمله آنها می‌توان به سرلوله‌های استاندارد آب اشاره کرد. در این بخش برخی از متداول‌ترین این ابزارها مورد بررسی قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که القاکننده‌های سرلوله کف نیز جزء این ابزارها هستند که پیش از این مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

سرلوله‌های دستی



شکل (7): القاکننده نباید بیشتر از 2 متر بالاتر از سطح مایع کف قرار داشته باشد.



شکل (6): القاکننده کف داخل- خطی را می‌توان به خروجی کف پمپ خودروی آتش‌نشانی وصل کرد.

شکل(8): القاکننده سرلوله کف.

شکل(9): اغلب خودروهای آتش‌نشانی و نجات هواپیمایی به سیستم‌های کف مجهز هستند.

هر سرلوله‌ای که توسط یک تا سه نفر به‌طور ایمن قابل حمل و استفاده باشـــد و میزان جریان آن کمتر از 1400 لیتر در دقیقه باشـــد به‌عنوان سرلوله دستی شناخته می‌شود البته میزان جریان اغلب سرلوله‌های دستی کف کمتر از این مقدار است. در ادامه انواع متداول سرلوله‌های دستی مورد بررسی قرار می‌گیرند

سرلوله صلب[23]. کاربرد این نوع سرلوله‌ها تنها به انواع کف‌های کلاس A محدود می‌شود (شکل 10). این نوع سرلوله‌های صلب با ایجاد یک جریان موثر با حداکثر برد ممکن مورد اســـتفاده قرار می‌گیرند. سرلوله‌های صلب معمولا در سیستم کف هوای فشرده استفاده می‌شوند.

سرلوله مه‌پاش[24]. از ســـرلوله‌های جریان ثابت و سرلوله‌های مه‌پاش خودکار جهت ایجاد کف کم‌توســـعه با ماندگاری کم اســـتفاده می‌شود. این ســـرلوله‌ها محلول کف را به قطرات ریز تقســـیم کرده و با عبور دادن آنها از هوا، کف تولید می‌کنند. بهترین کاربرد این نوع سرلوله زمانی است که جهت تولید کف‌های کلاس A و AFFF مورد اســـتفاده قرار گیرند. از این سرلوله‌ها نمی‌توان برای تولید کف‌های پروتئینی و فلورو پروتئینی اســـتفاده کرد بلکه از ســـرلوله‌های مه‌پاش جهت اعمـــال کف AFFF مقـــاوم در برابر الکل در حریق‌های هیدروکربنی استفاده می‌شود ولی نباید در حریق‌های حلال‌های قطبی استفاده شـــوند علت آن نیز این است که در حریق حلال‌های قطبی با استفاده از این نوع سرلوله‌ها هوادهی ناکافی رخ می‌دهد. برخی شرکت‌های سازنده سرلوله آتش‌نشـــانی قسمت مجزایی تحت عنوان متعلقات هوادهی کف تولید می‌کنند که به انتهای سرلوله وصل شده و سبب افزایش هوادهی محلول کف می‌شود.

ســـرلوله هوادهی کف. این نوع ســـرلوله‌ها موثرترین ابزار جهت تولید کف کم‌توسعه است. این ســـرلوله با اثر ونتوری هوا را به داخل محلول کف کم‌توسعه وارد می‌کند (شکل 11). ســـرلوله‌های هوادهی کف به‌ویژه برای فراهم آوردن هوای مـــورد نیاز جهت ایجاد کف بـــا بالاترین کیفیت ممکن طراحی شده‌اند. این نوع سرلوله برای کاربرد کف پروتئینی و فلورو پروتئینی مورد استفاده قرار می‌گیرد همچنین از آن می‌توان برای اعمال کف کلاس A در اطفاء حریق جنگل‌ها و مراتع نیز استفاده کرد. این سرلوله‌ها حداکثر توسعه کف را فراهم می‌کند ولی برد جریان کمتری به نســـبت سرلوله‌های مه‌پاش استاندارد دارد.

ابزارهای تولید کف میان توسعه

به‌وسیله ابزارهای تولید کف میان‌توسعه و پرتوسعه یک کف نیمه‌پایدار محتوی مقادیر زیادی هوا تولید می‌شود. کف میان‌توسعه محتوی 20 قسمت

هوا در مقابل یک قسمت محلول کف است در این نوع کف نسبت مذکور بین 1:20 تا 1:200 است. در کف پرتوسعه این نسبت 1:200 تا 1:1000 است. به‌طور کلی دو نوع ابزار تولید کف میان‌توسعه و پرتوسعه وجود دارد که عبارتند از:

- نوع هوادهی آب[25]
- دمنده مکانیکی[26].

هوادهی آب. این نوع سرلوله بسیار مشابه سایر سرلوله‌های کف بوده و تنها کمی بزرگ‌تر و بلندتر است. سمت پشت سرلوله باز است تا هوا به راحتی جریان یابد. محلول کف به‌صورت افشانه‌های ریز به داخل سرلوله پمپ شده و با آب ترکیب می‌شود تا کف میان‌توسعه ایجاد شود. انتهای سرلوله

شکل (10): از سرلوله جریان صلب می‌توان برای اعمال کف هوای فشرده استفاده کرد.

شکل (11): عملکرد سرلوله هوادهی کف.

دارای یک صفحه یا ردیفی از صفحات است که کف را شکسته و با هوا ترکیب می‌کند. به‌طور کلی کف تولیدی این سرلوله در مقایسه با تولیدکننده دمنده مکانیکی حجم هوای کمتری دارد (شکل 12).

تولیدکننده‌های دمنده مکانیکی. یک تولیدکننده دمنده مکانیکی از لحاظ ظاهری مشابه دمنده دود است و عملکرد آن محدود به تولید کف پرتوسعه است. اصول کارکرد دمنده مکانیکی مشابه سرلوله‌های هوادهی آب است با این تفاوت که هوا به‌جای اینکه با جریان آب به داخل سرلوله کشیده شود به‌وسیله یک پنکه به داخل افشانه کف وارد می‌شود. کف تولیدی این دستگاه محتوی مقادیر زیادی هوا است (شکل 13).

جهت ایجاد جریان کف آتش‌نشانی فرد مسئول خودرو باید قادر به سرهم‌بندی اجزای سیستم و عیب‌یابی آن باشد. دلایل زیادی وجود دارد که سبب عدم ایجاد جریان کف یا پایین بودن کیفیت لایه کف ایجاد شده می‌شوند. مهمترین دلایل عدم موفقیت در این زمینه عبارتند از:

- جریان سرلوله و القاکننده مطابقت ندارند بنابراین مایع کف وارد جریان

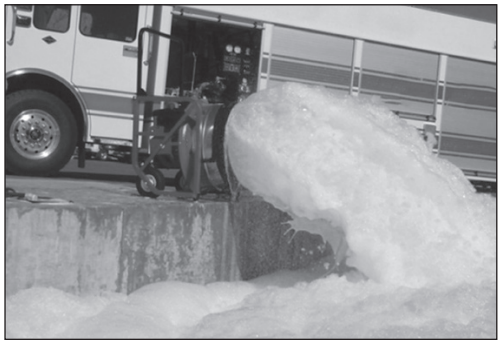
آب نمی‌شود.

- عدم نظافت تجهیزات تناسب‌ساز سبب کلوخه شدن کف در مسیر تخلیه می‌شود.
- نشـــت هوا در محل اتصالات شیلنگ‌ها ســـبب کاهش قدرت مکش می‌شود.
- سرلوله کاملا باز نشود و جریان آب محدود شده باشد.
- شـــیلنگ مربوط به خروج کف از القاکننده بیش از حد بلند بوده و سبب ایجاد فشار برگشتی مضاعف و همچنین کاهش میزان مکش القاکننده شود.
- شیلنگ تاب خورده و جریان متوقف شود.
- اگر فاصه سرلوله از القاکننده خیلی زیاد باشد این امر سبب فشار مضاعف می‌شود که البته مقدار آن زیاد نیست.
- ترکیب انواع مختلف مایع کف در یک مخزن ســـبب چســـبندگی زیاد فرآورده جهت عبور از القاکننده می‌شود.

تکنیک‌های اعمال کف

جهت اســـتفاده از کف به‌منظور اطفاء حریق از ســـه روش ذیل استفاده می‌شود:

شکل (12): از ســـرلوله هوادهی آب جهت اعمال کف میان- توسعه استفاده می‌شود.



شـــکل (13): از دســـتگاه دمنده مکانیکی جهت تولید کف پرتوسعه استفاده می‌شود.

روش غلتی[27]. در این روش جریان کف به‌طور مستقیم بر روی لبه جلویی مایعات ریخته می‌شود ســـپس کف به‌صورت غلتی روی سطح ماده سوختی را می‌پوشـــاند(شـــکل 14). این کار تا زمانی که کل ســـطح سوخت پوشانده شود، ادامه می‌یابد. در اســـتفاده از این روش ممکن است لازم باشد کف از نقاط مختلف روی مواد ســـوختی اعمال شـــود. این روش تنها در فضاهای باز، حوضچه‌ها یا استخرهای مایعات سوختی مشتعل شده و مشتعل نشده استفاده می‌شود.

روش مانعی[28]. از این روش زمانی اســـتفاده می‌شـــود که یک مانع بلند نزدیک یا داخل ناحیه مواد سوختی در حال اشتعال یا مشتعل نشده قرار داشته

باشـــد مانع می‌تواند یک دیوار، حفاظ یا ســـازه عمودی باشد. در این روش جریان کف به‌طور مســـتقیم روی مانع گرفته شده تا کف برگشتی روی سطح مایع را کاملا بپوشاند (شکل 15). در کنار این روش می‌توان از روش غلتی نیز استفاده کرد تا تمامی نقاط باقیمانده با کف پوشانده شوند. این روش بیشتر در حریق سدبند[29] که محدوده محصور اطراف مخازن مایعات قابل اشتعال است و مواردی شامل نشت مواد ســـوختی مایع در اطراف خودروهای تصادفی یا واژگون شده حامل این نوع مواد، استفاده می‌شود.

روش بارانی[30]. از این روش زمانی اســـتفاده می‌شود که انجام دو روش قبلی ممکن نباشـــد برای نمونه می‌توان به شرایطی اشـــاره کرد که در آنها محدوده نشت مواد مشتعل شـــده یا مشتعل نشده گســـترده بوده و امکان استفاده از روش غلتی و مانعی وجود ندارد. این روش همچنین روش اصلی اعمال کف در اطفاء حریق مخازن بدون سقف است (شکل 16).

در روش بارانی، جریان کف ایجاد شده به‌طور مستقیم وارد هوای بالای ناحیه حریق شـــده و کف به‌صورت شـــناور و به‌آرامی بر روی سطح سوخت فرود می‌آید. در حریق‌های کوچک باید سرلوله را بر روی سطح ماده سوختی به‌صورت جاروبی به سمت چپ و راست جابجا کرده تا سطح مورد نظر کاملا بپوشانده شود. در حریق‌های بزرگ بهتر است جریان کف به‌صورت مستقیم در یک نقطه مشخص مورد استفاده قرار گیرد تا کف در یک نقطه تجمع یافته و سپس از آن محل جاری شود.

خطرات بهداشتی کف

مایع کف حتی در غلیظ‌ترین حالت نیز کمترین خطرات بهداشتی را برای آتش‌نشـــانان به‌همراه دارد. در هر صورت تماس با مایع کف تا حدی ســـبب سوزش و تحریک چشم و پوست می‌شود. ناحیه‌ای که در آن از کف استفاده شده اســـت باید با آب شسته شـــود تا اثرات کف روی زمین و سایر اشیا باقی نماند. برخی انواع این مایعات و بخارات آنها در صورتی که قورت داده شده یا استنشاق شوند خطرات بهداشتی به‌همراه دارند. برای اطلاعات بیشتر باید به برگه اطلاعات ایمنی انواع کف‌ها مراجعه شود.

اغلب مایعات کف کلاس A و B تا حدی خورنده هستند اگر چه مایع کف در درصدهای خیلی کم و ترکیب با آب مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی هر سازمان آتش‌نشـــانی باید دارای یک رویه عملیاتی استاندارد جهت تخلیه و پاکسازی کف از تجهیزات مختلف باشد.

قابلیت تجزیه بیولوژیکی کف بـــه باکتری‌های موجود در محیط جهت تجزیه کف بســـتگی دارد. فرآیند تجزیه، نتیجه مصرف اکســـیژن توســـط باکتری‌های فعال است. اثرات زیســـت- محیطی کف به انواع مختلف آن بستگی دارد ولی به هر حال توصیه می‌شـــود از کف‌هایی استفاده شود که با محیط زیست ســـازگار بوده و اثرات زیست- محیطی کمتری به‌همراه داشته باشـــند. خصوصیات شـــیمیایی انواع کف‌های اطفاء حریق به نوع مایع کف وکارخانه‌های سازنده این کف‌ها بستگی دارد ولی به‌طور کلی می‌توان گفت که کف‌های پروتئینی در مقایسه با ســـایر انواع کف‌ها، سازگاری بیشتری با

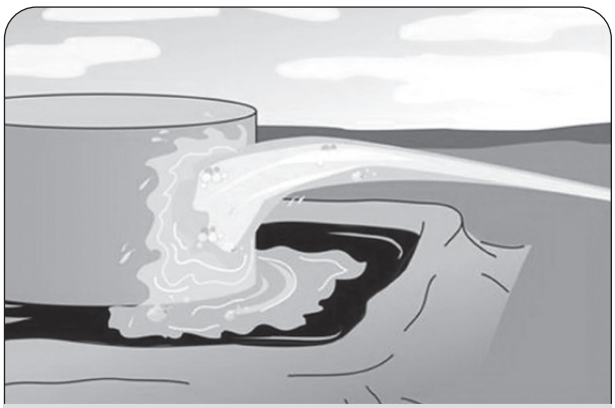
محیط زیست دارند.

پی‌نوشت:

1. Mechanical Agitation
2. Low Expanding
3. Medium Expanding
4. High Expanding
5. Hydrocarbom Surfactants
6. Aspirating
7. CAFS–Compressed Air Foam System
8. Fluorosurfactant
9. Film Forming Fluoroprotein Foam
10. Induction–Eduction
11. Injection
12. Batch Mixing
13. Premixing
14. Venturi Effect
15. Twin Agent Unit
16. In line Eductor
17. Foam Nozzle Eductor
18. ARFF Vehicle – Aircraft Rescue and Fire Fighting Vehicle
19. Installed In line Eductor
20. Arround the Pump Proportioner
21. Balanced Pressure Proportioner

شـــکل (16): از روش اعمال بارانی کف اغلب در موارد مربوط به اطفاء حریق حجم زیاد مایعات قابل اشتعال استفاده می‌شود.

شکل (15): از روش غلتی اعمال کف بیشتر در موارد مربوط به نشت و پخش مایعات قابل اشتعال مشتعل شده یا مشتعل نشده استفاده می‌شود.

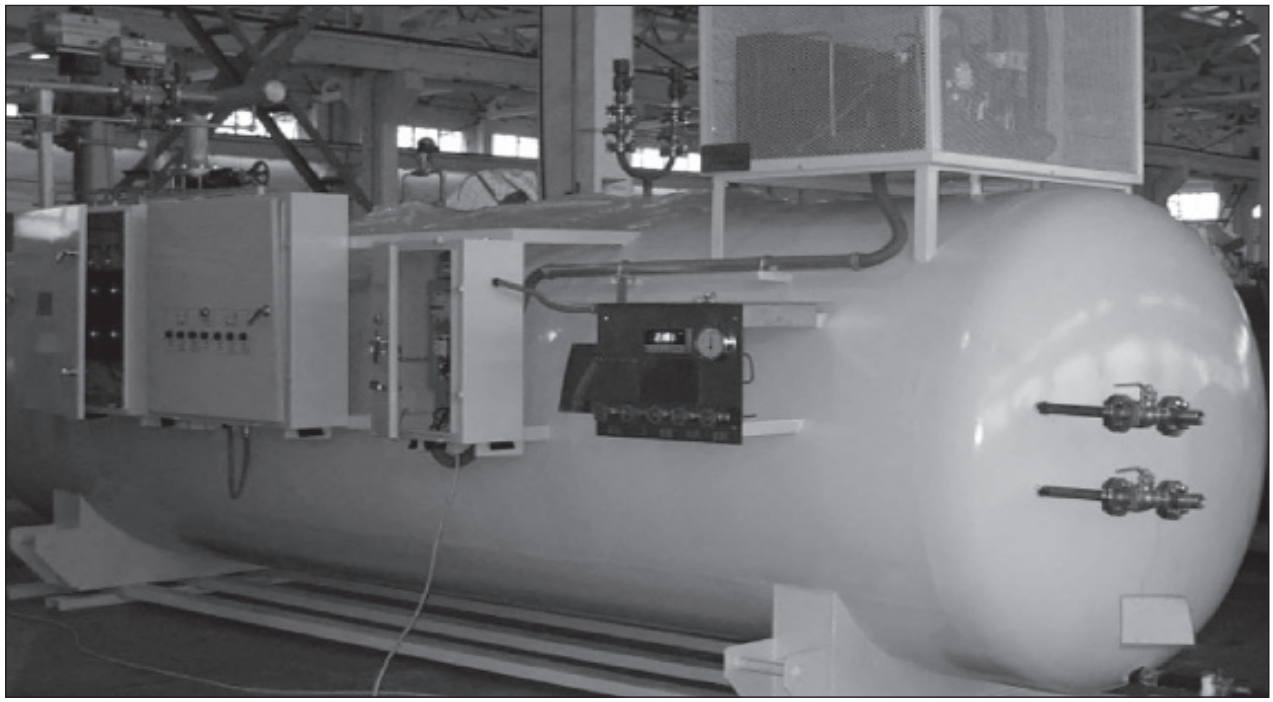


شـــکل (17): در روش مانعی، کف اطفاء حریق ابتدا بر روی سطحی عمودی اعمال شده سپس بر روی سطح مواد سوختی پخش می‌شود.

22. Foam Maker
23. Solid–bore Nozzle
24. Fog Nozzle
25. Water aspirating
26. Mechanical Blower
27. Roll on
28. Bank down
29. Dike Fire
30. Rain down

سیستم‌های ثابت سیال آتش‌نشانی

نوشته: وی. کی. جین
ترجمه: بیژن شادپی



سیستم‌های هواکش اجباری (نسبت به انواع آتش) به محض تخلیه مواد خاموش شوند و مواد اضافی تامین شود.

الزامات هالون 1211 برای آتش گازها و مایعات در قسمت‌های بعدی ارائه می‌شود.

غلظت‌های نمونه

جدول (1) حداقل غلظت لازم را برای خاموش کردن آتش گازها و مایعات ارائه می‌کند.

الزامات هالون 1211 برای آتش مواد جامد

الف) آتش سطحی مواد جامد: تقریبا تمام جامدات قابل اشتعال در سطح می‌سوزند. در بسیاری از مواد از قبیل پلاستیک‌های پرنشده (بدون مواد پرکننده)، احتراق سطحی رخ می‌دهد که با هالون 1211 کم‌غلظت (مثلا 5 درصد) به سرعت خاموش می‌شود. هرچند مواد نیم‌سوز هم‌چنان پس از خاموش کردن شعله‌ها وجود دارد می‌توان آن‌ها را در مدت کوتاهی (مثلا 10 دقیقه) خاموش کرد. که به این زمان «زمان نفوذ» می‌گویند.

جدول (1): غلظت‌های هالون 1211 برای خاموش کردن شعله‌های آتش (در دمای 25°C و فشار هوای یک اتمسفر)

سوخت	حداقل غلظت درصد حجمی
آستون	5.0
بنزن	5.0
اتانول	5.0
اتیلن	8.6
متان	5.0
هپتان	5.0
پروپان	5.8

ب) آتش عمیق: هالون 1211 همانند سایر هیدروکربن‌های هالوژن‌دار به‌طور شـــیمیایی مانع گسترش شعله‌های آتش می‌شـــود و به میزان زیادی سوختن را کاهش می‌دهد ولی ارزیابی مقدار هالون مورد نیاز دشوار است که به ماهیت سوخت، ارتباط و توزیع آن در یک مکان محصور، زمان سوختن، نسبت سطح ســـوختن به حجم مکان محصور و چگونگی و مقدار هواکش بستگی دارد. حفظ غلظت این هالون در یک زمان کافی برای خاموش کردن کامل آتش عمیق دشوار یا غیرعملی است.

مقدار هالون 1211 در سیستم سیلابی

مقدار هالون مورد نیاز با غلظت کافی طبق فرمول زیر به‌دست می‌آید:

$$W = V/S \{C (100 — C)\} \quad (3)$$

W= وزن هالون 1211 برحسب کیلوگرم
S= حجم هالون 1211 بسیار گرم شده برحسب مترمکعب برکیلوگرم
C= درصد حجمی غلظت هالون 1211
V= حجم خطر برحسب مترمکعب

این محاسبه شـــامل یک اختلاف برای نشتی معمولی یک مکان کاملا محصور نسبت به انبساط هالون اســـت. چون مقدار گاز و غلظت یک وزن معین از هالون 1211 تحت تاثیر شدید دما قرار دارد، باید حداقل دمای محیط در سیستم سیلابی هالون 1211 به‌کار رود. جدول (2) حجم خطر مورد نیاز را برای تولید غلظت هالون در دماهای مختلف ارائه می‌کند. مقدار این هالون باید با مقادیر جبران نشتی و ارتفاعات بیش از 1000 متر بالا یا پایین‌تر از سطح دریا و فشار اضافی تعدیل تنظیم شود.

کم کردن فشار مکان محصور

نشـــتی‌ها و منفذهای اطراف درها، پنجره‌ها و دمپرها به‌آسانی دیده یا محاسبه نمی‌شوند و منجر به نشـــتی کافی هالون 1211 در سیستم سیلابی می‌شـــوند ولی نیاز به تخلیه اضافی ندارند. اتاق نگه‌داری اسناد، فضاهای سرد و کانال‌ها نیاز به هواکش اضافی دارند. برای مکان‌های کاملا محصور، مســـاحت مورد نیاز برای هواکش آزاد براساس فرمول زیر محاسبه می‌شود به‌طوری که حجم مخصوص بخـــار هالون 1211 در دمـــای 21°C (0.141 مترمکعب برکیلوگرم) در نظر گرفته می‌شود.

$$x_1 = \frac{2Q_1}{\sqrt{p_1}} \quad (4)$$

x_1=مساحت هواکش آزاد، میلی‌متر مربع
Q_1=سرعت تزریق هالون 1121، کیلوگرم در ثانیه
P_1=مقاومت مجاز مکان محصور، میل گردها

سیستم‌های موضعی

سیستم‌های موضعی هالون 1211 برای مکان‌های محصور معمولی به‌کار می‌روند. از معادله 3.7 برای تعیین غلظت حجمی این هالون استفاده می‌شود که باید کم‌تر از 4 درصد مساحت یک مکان باشد و به‌طور مساوی کل حجم تحت حفاظت را پوشش دهد.

سیستم ثابت اطفای حریق با مواد شیمیایی خشک

مواد شیمیایی خشک به‌صورت پودری است که از ذرات ریز بی‌کربنات سدیم، بی‌کربنات پتاسیم، بی‌کربنات پتاسیم اوره، کلرید پتاسیم یا فسفات منوآمونیاک با مواد افزودنی تشکیل شده‌اند تا مقاومت کافی در برابر رطوبت و فشار داشته باشند و خیلی راحت از مخزن خود خارج شوند.

ویژگی‌های مواد شیمیایی خشک

مواد اطفای حریق پودری کاملا آبگیری شده و قابلیت مایع شدن و تخلیه روان را دارند به‌طوری که می‌توانند از شیلنگ یا لوله تحت فشار گاز خارج شوند که اکنون به توضیح آن‌ها می‌پردازیم:

1. مواد شیمیایی خشک- بی‌کربنات سدیم ($NaHCO_3^-$)

این ماده از بی‌کربنات سدیم تشکیل شده و برای خاموش کردن گازها و مایعات مشتعل (کلاس B) و آتش تجهیزات الکتریکی (کلاس C) مناسب است. تاثیر آن بر آتش مواد نفتی و چربی‌ها خوب است و یک نوع صابون را تشکیل می‌دهد که بر سطح مایع شناور می‌شود و از آتش‌گرفتن مجدد جلوگیری می‌کند. استفاده از این ماده برای خاموش کردن آتش کلاس A توصیه نمی‌شود هر چند به‌طور موقت بر شعله‌های سطحی مواد کلاس A تاثیرگذار است.

2. مواد شیمیایی خشک- نمک‌های پتاسیم

این مواد اساسا به‌صورت بی‌کربنات پتاسیم، کلرید پتاسیم و بی‌کربنات پتاسیم اوره عرضه می‌شوند. هر سه ماده فوق برای آتش گازها و مایعات مشتعل (کلاس B) و آتش تجهیزات الکتریکی (کلاس C) مناسب‌اند.

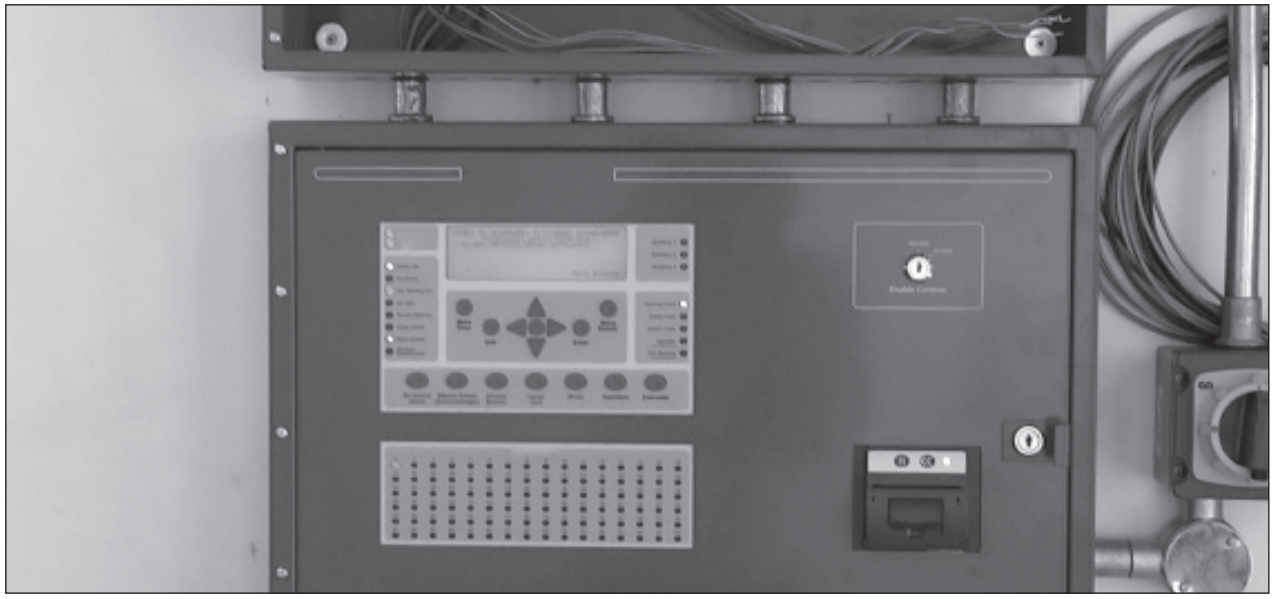
گفته می‌شود که نمک‌های پتاسیم از نظر مکانیسم شیمیایی جهت خاموش کردن آتش کارآیی بیش‌تری دارند (آتش کلاس B ولی شامل آتش تجهیزات آشپزخانه‌ای نمی‌شود). مواد شیمیایی خشک مبتنی بر نمک‌های پتاسیم، برای خاموش کردن آتش کلاس A مناسب نیستند ولی یک تاثیر موقت بر شعله‌های سطحی مواد کلاس A دارند.

3. مواد شیمیایی خشک چندکاره- فسفات منوآمونیاک

این ماده از فسفات منوآمونیاک تشکیل شده و تاثیر آن بر آتش کلاس B و C همانند سایر مواد شیمیایی خشک است ولی هیچ‌گونه ماده صابونی تشکیل نمی‌دهد و نباید برای خاموش کردن آتش تجهیزات آشپزخانه‌ای به‌کار رود. تاثیر آن بر آتش کلاس A چشمگیر است. وقتی این ماده گرم می‌شود به یک رسوب مذاب تبدیل می‌شود که به سطوح گرم می‌چسبد. فسفات منوآمونیاک، اکسیژن لازم برای گسترش آتش مواد کلاس A را از بین می‌برد.

4. مواد شیمیایی خشک- فوم سازگار

سیستم‌های مواد شیمیایی خشک فومی برای حفاظت از خطر به‌کار



می‌روند و باید سازگاری آن‌ها مشخص شود.

کاربردها و محدودیت‌ها

خطرات و تجهیزات تحت حفاظت سیستم‌های مواد شیمیایی خشک عبارتند از:

الف) مایعات قابل احتراق یا قابل اشتعال و گازهای قابل احتراق.

ب) جامدات قابل احتراق از قبیل نفتالین و قیر که در آتش ذوب می‌شوند.

پ) خطرات الکتریکی از قبیل ترانسفورماتورها و فیوزها.

ت) منسوجات با آتش سطحی. وقتی از مواد شیمیایی خشک استفاده شود، آب می‌تواند آتش‌های عمیق یا آرام‌سوز را خاموش کند.

ث) مواد قابل احتراق معمولی از قبیل چوب، کاغذ یا پارچه با فسفات منوآمونیاک به شرطی که به تمام سطوح آتش برسد.

ج) هودها، کانال‌ها و تجهیزات آشپزخانه‌ای.

چ) بعضی پلاستیک‌ها که بستگی به نوع ماده و ترکیب خطر آن دارد.

یک سیستم مواد شیمیایی خشک سیلابی در شکل (1) ارائه شده است.

محدودیت‌ها

سیستم‌های مواد شیمیایی خشک برای حفاظت از موارد زیر مناسب نیستند:

الف) مواد شیمیایی اکسیژن‌دار از قبیل نیترات سلولز.

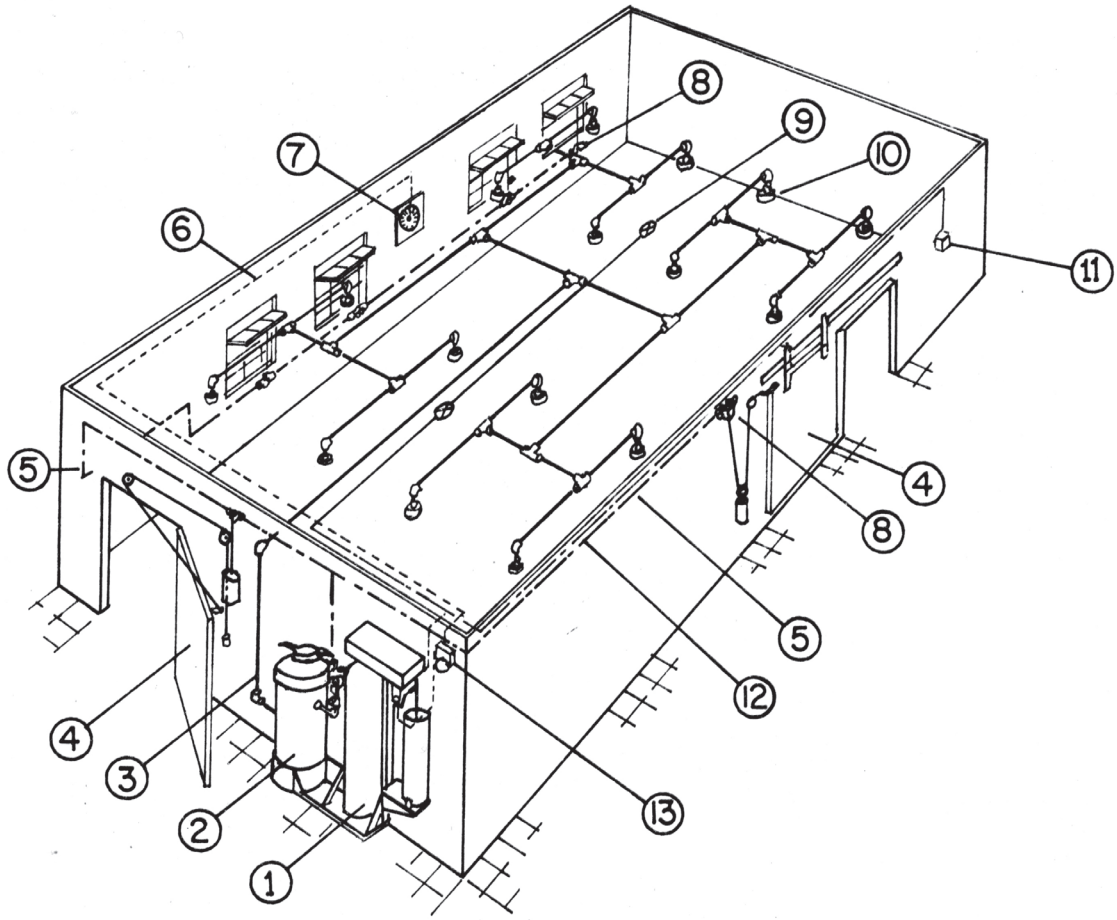
ب) فلزات قابل احتراق از قبیل سدیم، پتاسیم، منیزیم، تیتانیوم و زیرکونیوم.

پ) آتش‌های عمیق و نقبی مواد قابل احتراق معمولی در زمانی که مواد شیمیایی خشک نمی‌توانند به نقطه احتراق برسند.

1. قبل از بررسی حفاظت تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی باید اثر رسوبات مواد شیمیایی خشک بر عملکرد این تجهیزات بررسی شود.
2. نباید مواد شیمیایی چندکاره برای خاموش کردن تجهیزات الکتریکی به‌کار روند زیرا در دمای بالاتر از 12°C درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی بیش‌تر از 50 درصد باعث تشکیل رسوبات خورنده و هادی الکتریسیته می‌شود که پاک کردن آن دشوار است.
3. مواد شیمیایی خشک پس از تخلیه بر روی تمام سطوح می‌نشینند، پاک کردن فوری باعث ایجاد حداقل لکه و خوردگی در حضور رطوبت می‌شود.

لوله‌های ورودی فوم

در ساختمان‌هایی با تاسیسات گرمایی نفت‌سوز با مخازن نفتی و تجهیزات گرمایشی در زیرزمین، وجود لوله‌های ورودی فوم اجباری است



. سیلندر گاز
2. سیلندر مواد شیمیایی خشک
3. لوله تخلیه مواد شیمیایی خشک
4. در آتش‌بند
5. لوله تخلیه گاز
6. کابل آلارم و تجهیزات الکتریکی
7. هواکش(در زمان فعال شدن سیستم خاموش می‌شود)
8. حس‌گر فشار (در زمان فعال شدن سیستم درها و پنجره‌ها را می‌بندد)
9. حس‌گر دما
10. نازل سیلابی
11. باکس کنترل از راه دور
12. لوله باد
13. زنگ آلارم (اعلام خطر)

شکل(1): سیستم مواد شیمیایی خشک سیلابی.

مقایسه وزن پودرهای شیمیایی	
بی‌کربنات سدیم ($NaHCO_3$)	X
نمک‌های پتاسیم (بی‌کربنات یا سولفات)	0.7 X
بی‌کربنات پتاسیم اوره	0.4 X
هالون BTM	X

توجه: 200 پوند بی‌کربنات سدیم برای سیستم سیلابی 10000 فوت مکعب ضروری است.

که روی دیوارهای خارجی نصب می‌شوند. (BS:3980) و باید از هرگونه در و امثال آن دور باشند تا نیروهای آتش در معرض دود و گرمای زیاد قرار نگیرند.

مقایسه سیستم‌های مختلف

سیستم‌های ثابت مایع متنوع از نظر ویژگی‌ها و تجهیزات آتش‌نشانی با یکدیگر مقایسه می‌شوند که به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

مقایسه سیستم‌های مایع

الف) ایمنی: هالون 1301 برای ساختمان مسکونی مناسب‌تر است

ب) خطرات آتش عمیق: گاز CO_2 برای خاموش کردن آتش بزرگ و طولانی مدت مناسب‌تر است.

پ) خواص خنک‌کنندگی: گاز CO_2 برای اجاق‌ها و کوره‌ها مناسب است ولی گاز هالون از خنک‌کنندگی سریع برخوردار است.

ت) شارژ مکرر: در صورت بروز آتش‌های مکرر باید هزینه‌های شارژ مکرر به حداقل برسد که برای این هدف، گاز CO_2 مناسب‌تر است.

ث) خاموش کردن سریع شعله: مواد شیمیایی خشک مناسب‌تر است ولی نظافت آن به تاخیر می‌افتد.

ج) نشتی مکان محصور: گاز CO_2 و مواد شیمیایی خشک برای مکان‌هایی با نشتی در و پنجره و دریچه مناسب‌ترند.

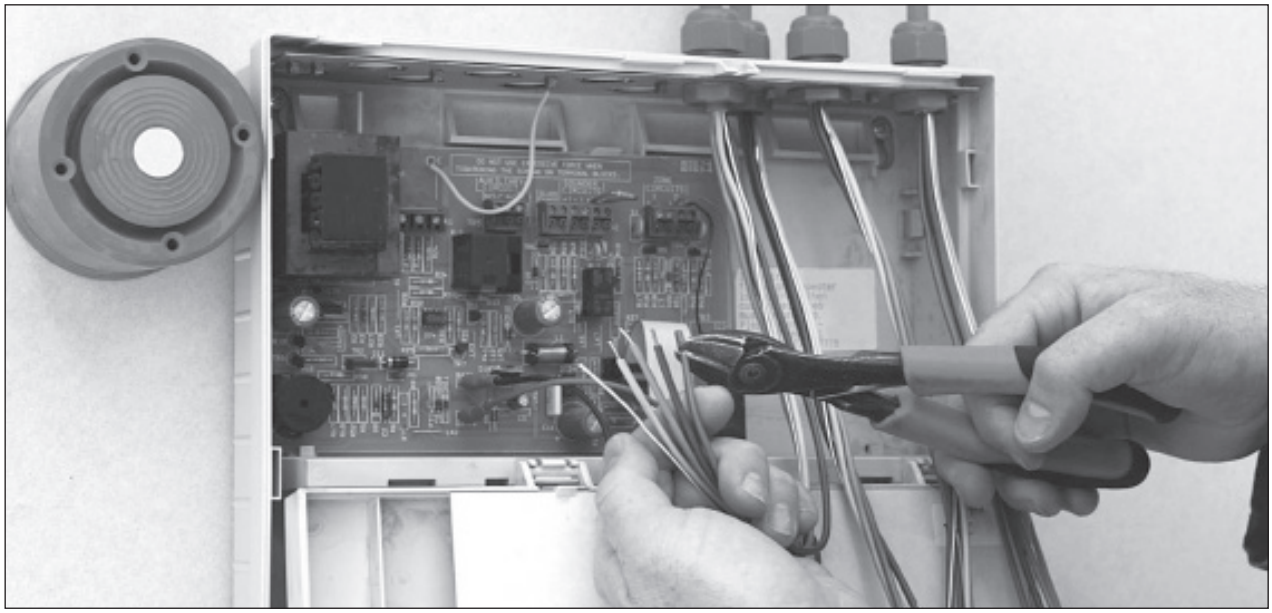
چ) کاربرد موضعی: گاز CO_2 برای حفاظت از خطرات مکان‌های باز مناسب‌تر است.

سیستم‌های فومی

سیستم‌های فومی با سه روش وارد عمل می‌شوند.

فوم توسط وسایل مکانیکی و شیمیایی:

- با جلوگیری از رسیدن هوا به سطح آتش
- با جدا کردن مایعات مشتعل از شعله



- با جداکردن منبع آتش از بخارات گازی آن

چون فوم بـــرای مدتی در موقعیت آتش باقی می‌مانـــد تا خنک کُند، از آتش‌گرفتن مجدد جلوگیری می‌کند. فوم برای اهـــداف حفاظت از آتش از حباب‌های پر از گاز محلول‌های آبی تشـــکیل شـــده و از سبک‌ترین مایعات قابل اشتعال سبک‌تر است. فوم به‌صورت یک پوشش یا پتوی یکپارچه روی ســـطوح آتش قرار می‌گیرد و از تولید بخارات گازی قابل اشـــتعال جلوگیری می‌کند و مانع رسیدن اکســـیژن می‌شود تا شعله خفه شود. محتوای آب فوم باعث خنک شدن سطوح سوخت می‌شود زیرا گرما را جذب می‌کند. فوم این وضعیت را برای مدتی حفظ می‌کند تا از تشـــکیل مجدد بخارات گازی قابل احتراق جلوگیری کند (ســـوختن معکوس). فوم به سطوح می‌چسبد و مانع رسیدن آتش‌های مجاور به منطقه مورد نظر می‌شود.

انواع فوم

انواع فوم: 1. شـــیمیایی 2. مکانیکی (فوم هوا) براســـاس روش تولید تقسیم می‌شـــوند که هر یک به نوبه خود براساس پایداری نسبت به مایعات قابل اشـــتعال به فوم منظـــم و فوم خاص طبقه‌بندی می‌شـــوند. بعضی از مایعات قابل اشتعال باعث شکسته شدن فوم می‌شوند زیرا با آب فوم ترکیب می‌شوند. به‌طور کل، الکل‌ها، استرها، کتون‌ها و اترها (مایعات قطبی یا قابل حل در آب) مایعات قابل اشـــتعالی هستند که ترکیبات هیدروکربنی (ترکیبات هیدروژن و کربن) نیز همین ویژگی را دارند. فوم‌های خاص برای گروه اول و فوم‌های منظم برای گروه دوم مناسب‌اند.

7.12.2 فوم شیمیایی

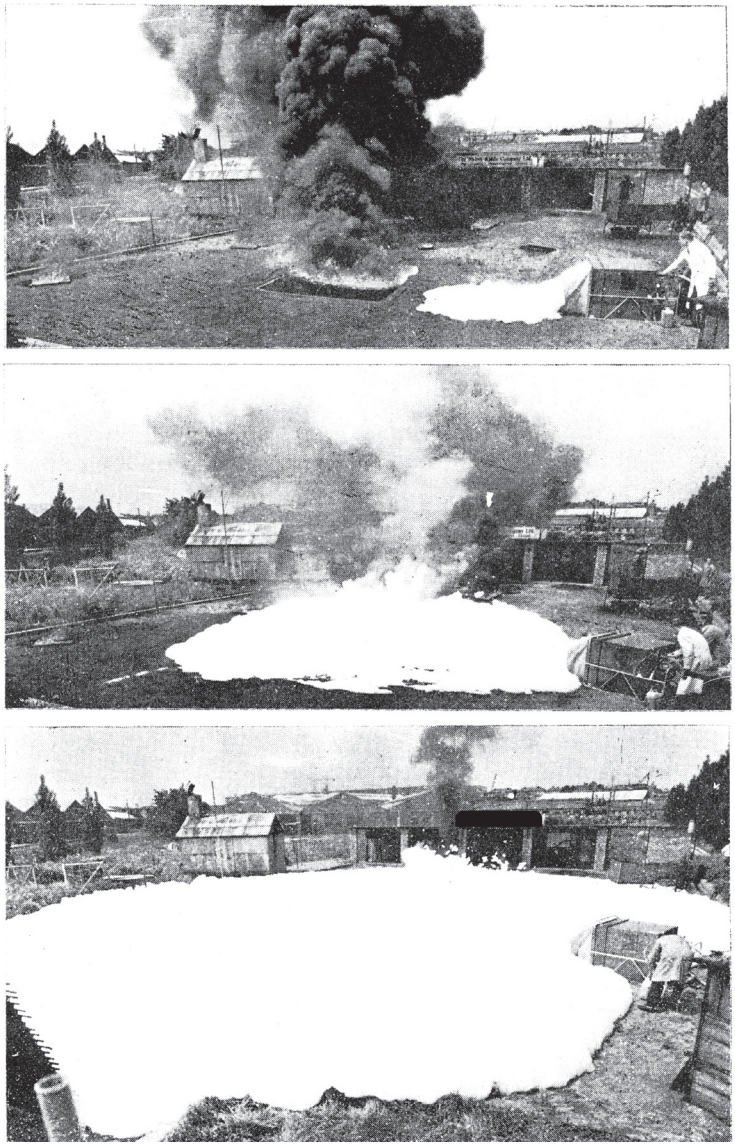
فوم شیمیایی از طریق واکنش شیمیایی سولفات آلومینیوم و بی‌کربنات سدیم در حضور آب و عوامل فوم‌ساز، تولید و منجر به تشکیل حباب‌هایی با محتوای گاز دی‌اکسیدکربن می‌شود. مواد فوم‌ساز شیمیایی عبارتند از:

1. پودرهای مضاعف: پودر A (ســـولفات آلومینیوم) و پودر B (بی‌کربنات سدیم) و عوامل فوم‌ساز.
2. پودرهای تکی: ترکیبی از اجزای فوق.
3. پودرهای محلولی که به‌طور جداگانه در آب حل می‌شوند.

از طرف دیگر فوم مکانیکی کاربرد بیش‌تری دارد و محلول آن در آب از طریق یک وسیله مکانیکی به‌صورت حباب‌های پر از هوا پاشیده می‌شود.

طبقه‌بندی چگالی فوم:

فوم‌ها براساس انبساط حجمی با چگالی حجمی تقسیم‌بندی می‌شوند.



(الف)

(ب)

(ج)

شکل (2): مراحل قابلیت ژنراتور فوم بسیار منبسط‌شونده: الف) فراهم کردن چهار آتش در محیط یک مکان معین ب) رخنه فوم در آتش‌ها ج) پوشش فوم آتش‌ها را می‌پوشاند و خاموش می‌کند.

سازمان‌های آتش‌نشانی و آتش‌سوزی

نوشته: وی. کی. جین
ترجمه: مهندس بیژن شادپی

جزییات سازمان‌های آتش‌نشانی

1. سازمان پیش‌گیری از خسارت آتش‌سوزی

سازمان پیش‌گیری از خسارت آتش‌سوزی یک سازمان غیرانتفاعی است که توسط صنعت بیمه ملی حمایت مالی می‌شود.

هدف اصلی آن ایجاد آگاهی ضروری برای پیش‌گیری از خسارت آتش‌سوزی است. این سازمان با شناخت پتانسیل اصلی خسارت‌ها می‌تواند تخصص لازم را برای بهبود پیش‌گیری از خسارت آتش‌سوزی فراهم کند.

سازمان پیش‌گیری از خسارت آتش‌سوزی دوره‌های آموزش و کارگاهی را برگزار می‌کند، کنفرانس‌ها و سمینارها را سازمان‌دهی می‌کند و خدمات مشورتی را فراهم می‌کند و از طرف دیگر، کتاب، بروشور، اعلامیه، پوستر مجله و روزنامه تخصصی را به‌چاپ می‌رساند و در اختیار عموم می‌گذارد و برنامه‌های سمعی- بصری را برای کودکان و نوجوانان تهیه می‌کند تا

آموزش‌های لازم را ببینند. این سازمان به مصرف‌کنندگان و مدیریت‌های صنعتی کمک می‌کند تا تخصص لازم را برای پیش‌گیری از آتش و کنترل آن به‌دست آورند. خدمات سازمان پیش‌گیری از خسارت آتش‌سوزی:

الف) آموزش پرسنل در سطوح مختلف ایمنی از آتش از قبیل اطفای حریق و نجات.

ب) پیشنهاد اقدامات حفاظتی برای افراد و سازمان‌های مختلف.

پ) ارائه فیلم‌های آموزشی درباره ساختمان‌های بلند.

ت) ارائه کتاب و پوستر و برگزاری نمایشگاه.

ج) ارائه فهرست ایمنی از آتش.

عضویت در سازمان پیش‌گیری از خسارت آتش‌سوزی برای مصرف‌کنندگان و مراکز صنعتی امکان‌پذیر است.

2. سازمان بریگاد آتش‌نشانی

نزدیک به یک‌صد سال است که از تاسیس چنین سازمانی می‌گذرد که تحت پوشش کامل شهرداری قرار دارد و مسئولیت حفاظت از آتش را به‌صورت بیست و چهار ساعته به‌عهده دارد.

اداره مرکزی این سازمان 21 مرکز آتش‌نشانی دارد که در سراسر شهر پخش می‌شوند. پوشش خدمات در سطح یک شهر به نیروهای ورزیده زیادی نیازمند است که باید به پیشرفته‌ترین تجهیزات مجهز باشند.

3. سازمان نجات از آتش‌سوزی

سازمان نجات از آتش‌سوزی از بخش‌های متعددی تشکیل شده و مجهز به پیشرفته‌ترین تجهیزات اطفای حریق می‌باشند. صنعت بیمه ملی این سازمان را مثل سازمان پیش‌گیری از خسارت آتش‌سوزی تحت پوشش کامل خود دارد. نتیجه اقدامات این سازمان چیزی جز نجات اموال و املاک مردم نیست که ارزش مادی آن‌ها به میلیون‌ها دلار در سال می‌رسد. خدمات سازمان نجات به‌صورت تمام وقت می‌باشد و پرسنل ورزیده آن به‌صورت شیفتی انجام وظیفه می‌کنند. سازمان توانسته است امکانات رفاهی کامل را برای پرسنل خود و خانواده‌های آن‌ها فراهم کند. نیروهای بریگاد آتش را خاموش می‌کنند و از طرف دیگر، نیروهای سازمان نجات اموال و املاک مردم را نجات می‌دهند. داشتن تجهیزات پیشرفته رمز موفقیت آن‌ها می‌باشد. مسئولین این سازمان مسئولیت برنامه‌های آموزشی را به‌عهده

دارند تا خسارت آتش‌سوزی را به حداقل برســانند. یکی از مراکز اصلی این سازمان دوره‌های آموزشی منظم ســمعی - بصری را با کلاس‌های عملی برگزار می‌کند.

4. آزمایشگاه بیمه‌گر آمریکا

آزمایشــگاه بیمه‌گر آمریــکا در ســال 1994 به‌عنوان یک ســازمان مســتقل غیرانتفاعی برای ایجاد ایمنی عمومی تاســیس شد. این سازمان آزمایشگاه‌های بررســی و تست مواد و وسایل را در اختیار دارد تا ارتباط آن‌ها را با زندگی مردم، ایمنی از آتش و پیش‌گیری از خطرات مشــخص ســازد. هیات مدیره این ســازمان توسط اعضا انتخاب می‌شود که خدمات بیمه‌ای، آموزشــی و تخصصی را برای عموم فراهم می‌کند، شوراهای مهندسی را برای پیش‌گیری از جرم و جنایت و دزدی به‌وجود آورده است و کتاب‌ها مفید را در زمینه‌های مختلف به چاپ می‌رساند. موضوعات زیر تحت پوشش این سازمان قرار دارد:

مصالح ساختمانی، تجهیزات حفاظت از آتش، مقاومت در برابر آتش، تجهیزات الکتریکی ســاختمانی، تجهیزات الکتریکی پرخطر، تجهیزات دریایی، تجهیزات مقابله با دزدی و تجهیزات گازی و نفتی.

5. سازمان ملی حفاظت از آتش‌سوزی آمریکا (NFPA)

این ســازمان بزرگ‌ترین ســازمان حفاظت از آتش‌ســوزی در کشور آمریکا می‌باشــد که آیین‌نامه‌های ملی حفاظت از آتش‌ســوزی را در 15 جلد و اســتانداردهای ایمنی از آتش را ارائه می‌کند. بسیاری از این استانداردها توسط سازمان‌های دولتی و غیردولتی در ســطح ملی و بین‌المللی پذیرفته شده است. استانداردهای سازمان ملی حفاظت از آتش‌سوزی آمریکا از سال 1970 به‌صورت قانون سلامتی و ایمنی از آتش‌سوزی به اجرا درآمده است.

تمام استانداردهای NFPA در دسترس همگان قرار دارد. عضویت در این سازمان برای افراد، شرکت‌ها، سازمان‌ها و شهرداری‌ها آزاد است و کتاب‌ها، مجلات، بروشورها و بولتن‌های گوناگون در اختیار ایشان می‌گذارد.

فهرست اختصارات (کوته‌نوشت‌ها)

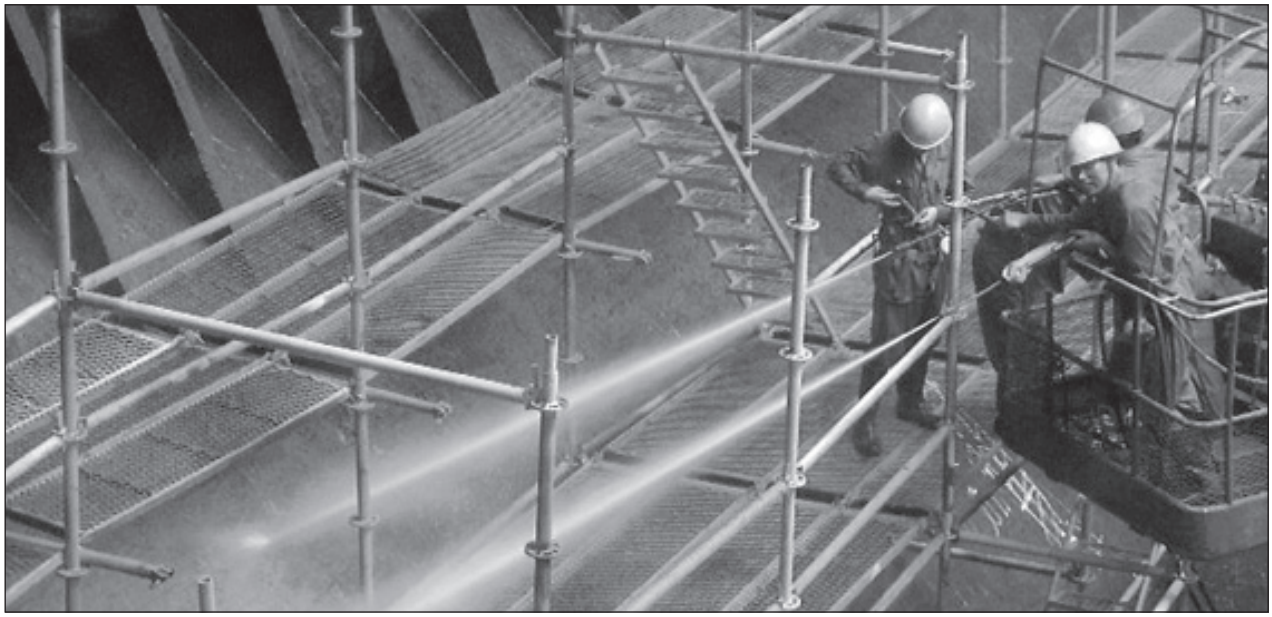
A.F.N.O.R.	سازمان ملی فرانسه
A.N.I.A.	سازمان ملی خدمات آتش‌نشانی (فرانسه)
APSAIRD	جامعه بیمه‌گران آتش‌سوزی و پیش‌گیری از خسارت
B.S.	استاندارد انگلستان
C.E.A.	کمیته بیمه اروپا
D.I.N.	سازمان آتش‌نشانی آلمان
D.S.	استاندارد دانمارک
F.I.R.T.O.	سازمان تست و تحقیق بیمه‌گران آتش‌سوزی
F.M.	(تحقیق) مشترک کارخانه‌ای
I.B.N.	سازمان ملی بلژیک
I.S.O.	سازمان بین‌المللی استاندارد
N.F.P.A.	سازمان ملی حفاظت از آتش
U.L.	آزمایشگاه بیمه‌گر (آمریکا)
SKAFOR	سازمان بیمه‌گران غیرانتفاعی دانمارک
STELF	مرکز آزمایشگاه‌های بیمه‌گران

سازمان‌های مهم آتش‌نشانی در سراسر جهان.

آلمان	VDS	Verband Der Sachversicherer e.v. Postfach 10 20 24, 5000 Köln 1 Tel. (02 21) 77 66 0
بلژیک	ANPI	Association Nationa Pour La Protection Contre L' Incendie. BP 1A, B-1348 Ottignies Lln. Tel. 010 41 87 12
دانمارک		Dansk Brandvaerns Komite Datavej 48, 3460 Birkerod Tel. 02 82 00 99
فرانسه	CNPP	(Centre Natonal De Prevention Et De Protection) 5 Rue Daunou, 75002 - Paris Tel. (1) 261 57 61
ایتالیا		Concordato Italiano Incendio - Rishi Industrial Corso Vittorio Emanuele, 1 20122 - Milano Tel. 861 749 - 875 336
هلند	TBBS	(Technish Bureau Ter Bevordering Van Schaderpreventie) Eemnesserweg 56, 3740 Ab Baarn Postbus 54 Tel. 02 154 - 16 441
انگلستان	FOC	Fire Offices' Committee Aldermary House, Queen Street London EC4N ITT Tel. 01 248 4477

آتش‌سوزی‌های بزرگ جهان - سال 1986

تاریخ	مکان / کشور	علت خسارت	تعداد قربانیان / میزان خسارت (میلیون دلار آمریکا)
1/9	هانوفر / آلمان	آتش‌سوزی تجهیزات الکتریکی	65 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
23/1	دهلی / هندوستان	آتش‌سوزی شهر «سیدهارت»	38 نفر کشته
1/25	ایکویک / شیلی	انفجار در کارخانه اسلحه‌سازی	28 نفر کشته
2/3	هاریسبورگ / آمریکا	آتش‌سوزی کارخانه آلومینیوم‌سازی	50 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
2/10	آتاگاوا / ژاپن	آتش‌سوزی دو هتل	24 نفر کشته
2/13	دویسبورگ / آلمان	آتش‌سوزی کارخانه نئوپان	46 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
2/17	ریودوژانیرو / برزیل	آتش‌سوزی یک ساختمان اداری 13 طبقه	24 نفر کشته
3/15	وارینگتون / انگلستان	انفجار در کارخانه مواد شیمیایی	7 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
3/24	ایسوری / فرانسه	انفجار در کارخانه آلومینیوم سازی	4 نفر کشته و 118.3 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
3/25	نوس / آلمان	آتش‌سوزی فروشگاه‌های قطعات یدکی	42 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
3/28	تولوس / فرانسه	آتش‌سوزی فروشگاه‌های زنجیره‌ای	120 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
4/15	تارار / فرانسه	آتش‌سوزی کارخانه رنگ	70.1 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
4/29	لوس‌آنجلس / آمریکا	آتش‌سوزی کتابخانه	70 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
4/28	بوداپست / مجارستان	آتش‌سوزی کارخانه تولید وسایل الکترونیک	12 بیلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
6/11	وین / فرانسه	آتش‌سوزی کارخانه باطری سازی	50 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
6/13	پویی‌تیر / فرانسه	آتش‌سوزی کارخانه ژنراتورسازی	50.2 میلیون دلار خسارت آتش‌سوزی
6/15 و 14	کویمبرا / پرتغال 6/15	آتش‌سوز جنگل	16 نفر کشته و نابودی 37500 هکتار جنگل و مزرعه



استانداردهای حفاظت و ایمنی از آتش

الف) تجهیزات آتش‌نشانی:

1. ماشین آتش‌نشانی ازنوع فوم شیمیایی با ظرفیت 150 لیتر :-10474 1983
2. سرآب‌پاش‌های اتوماتیک:1981-9972
3. صافی‌های سبدی استوانه‌ای آتش‌نشانی:1984-3582
4. دمندها و اگزوفن‌های آتش‌نشانی، الزامات عملکردی:1977-941
5. لوله برنج آتش‌نشانی:1984-11101
6. لوله برنج یونیورسال آتش‌نشانی:1983-2871
7. لوله برنج با سرآب‌پاش چرخان:1084-906
8. هالون 1211 (برموکلرید فلئورومتان) آتش‌نشانی:1984-11070
9. ماشین آتش‌نشانی از نوع فوم شیمیایی با ظرفیت 50 لیتر:-5507 1979
10. ماشین آتش‌نشانی از نوع سودایی - اسیدی با ظرفیت 50 لیتر:1979-5506

11 ماشین آتش‌نشانی از نوع فوم شیمیایی با ظرفیت 45 لیتر و کاربرد دریایی:1976-8150

12. کلید شیرهای هیدرانت، سرپوش هیدرانت و شیرهیدرانت:1980-910
13. وانت کنترل نیروهای آتش‌نشانی:1967-957
14. کوپلینگ، لوله برنج و قرقره شیلنگ آتش‌نشانی:1976-8090
15. کوپلینگ و نرینگی و مادگی دوبل آتش‌نشانی:1975-901
16. گاز CO_2 و فوم مرکب، الزامات عملکردی:1977-951
17. بریچینگ جمع‌کننده و تقسیم‌کننده آتش‌نشانی:1980-905
18. برجک خدمات آتش‌نشانی، آیین‌نامه اجرایی:1970-5888
19. سیستم اطفای حریق ثابت دی اکسیدکربن:1969-6382
20. بریچینگ تقسیم‌کننده کنترلی آتش‌نشانی:1969-5131
21. پودر خشک خاموش‌کننده آتش فلزات:1984-4861
22. پودر خشک خاموش‌کننده آتش:1982-4309
23. کپسول پودر خشک 2000 کیلوگرمی:1984-10993
24. کپسول پودر خشک با اهداف عمومی:1967-949
25. نردبان‌های تاشو آلومینیومی آتش‌نشانی:1977-4571
26. نردبان‌های تاشو چوبی آتش‌نشانی:1977-930
27. همزن آتش: 1976-8096

28. آژیر آتش‌نشانی: 1984–928
29. پلکان چرخ‌دار آتش‌نشانی: 1973–931
30. چنگک (هوک) آتش‌نشانی: 1981–927
31. کوپلینگ شیلنگ آتش‌نشانی: 1984–903
32. شیر هیدرانت پایه‌دار: 1985–908
33. وسایل اولیه و قابل حمل آتش‌نشانی، آیین‌نامه انتخاب، نصب و نگه‌داری: 1979–2190
34. قرقره شیلنگ آتش‌نشانی: 1985–884
35. فوم شیمیایی: 1984–4989
36. فوم لایه‌ساز آبی 1983–2097
37. برنچ فوم‌ساز 1983–2097
38. نازل مه‌ساز آتش‌نشانی 1969–952
39. کپسول دی‌اکسیدکربن، الزامات عملکردی 1974–954
40. الزامات عملکردی آتش‌نشانی: 1980–955
41. الزامات عملکردی آژیرهای الکتریکی: 1976–1941
42. الزامات عملکردی وسایل نجات فرودگاهی: 1975–956
43. کپسول‌های آتش‌نشانی فرودگاهی: 1968–4862
44. کپسول آتش‌نشانی هالون 1211: 1984–11108
45. کپسول آتش‌نشانی فومی: 1982–10204
46. کپسول آتش‌نشانی آبی (با فشار ثابت هوا): 1971–6234
47. پمپ آتش‌نشانی، الزامات عملکردی 275 لیتر در دقیقه: 1982–942
48. کلاه‌های ایمنی موتورسوران و دوچرخه‌سوران: 1982–4151
49. شیر یک‌طرفه پمپ سانتریفیوژ آتش‌نشانی: 1968–4928
50. چاقوی ضامن‌دار آتش‌نشانی: 1985–5486
51. دستگاه شارژ کپسول‌های آتش‌نشانی و ماشین‌های آتش‌نشانی فومی:
کپسول‌های اسیدی – سودایی: 1977–5490
کپسول‌های فومی: 1977–5490
ماشین‌های اسیدی – سودایی 50 لیتری: 1977–5490
ماشین‌های فومی 50 لیتری: 1977–5490

52. انتخاب، استفاده و نگه‌داری وسایل آتش‌نشانی:
کپسول CO_2 و فوم: 1970–5896
پلکان چرخ‌دار: 1975–5896
نردبان گردان: 1975–5896
53. آژیر دستی: 1985–6026
54. کپسول فوم کوچک: 1983–10460
55. ددکتورهای دود سیستم اعلام حریق الکتریکی: 1985–11360
56. چنگک طناب: 1977–939
57. پمپ هم‌زن تک‌بشکه‌ای: 1977–2298
58. جمع‌کننده مکش آتش‌نشانی: 1983–904
59. کوپلینگ شیلنگ مکش آتش‌نشانی: 1974–902
60. صافی‌های نکش استوانه‌ای و کفشکی آتش‌نشانی: 1984–907
61. شیلنگ لاستیکی مکش خدمات آتش‌نشانی.
62. آچار فرانسه خدمات آتش‌نشانی.
63. الزامات عملکردی پمپ‌های کامیون آتش‌نشانی.
64. آیین‌نامه انتخاب، بهره‌بـــرادری و نگه‌داری پمپ‌های قابل حمل آتش‌نشانی.
65. الزامات عملکردی پمپ‌های آب کامیون‌های آتش‌نشانی با ظرفیت 680 لیتر در دقیقه
66. الزامات عملکردی پمپ‌های آب کامیون‌های آتش‌نشانی با ظرفیت 1800 لیتر در دقیقه
67. شیرهای یک‌طرفه و شیرهای هیدرانت زیرزمینی.
68. شیلنگ کرباسی بدون روکش آتش‌نشانی
69. کلاه ایمنی آتش‌نشانی و کلاه ایمنی پلیس غیرفلزی
70. کلاه ایمنی موتورسوران.
71. واشر اتصالات آتش‌نشانی.
72. الزامات عملکردی مخزن آب نوع A
73. الزامات عملکردی مخزن آب نوع B

74. الزامات عملکردی مخزن آب نوع C
75. تست کلاه ایمنی توسط قالب چوبی.
ب) ایمنی از آتش
1. درهای آتش‌بند: صفحه‌ای، روکش فلزی و رولی.
2. اقدامات احتیاطی ساخت سازه‌های موقت.
3. تست مقاومت در برابر آتش سازه‌ها.
4. ایمنی از آتش کارخانجات چای و ساختمان‌های تابعه.
5. ایمنی از آتش ساختمان: دودکش‌ها، لوله‌های دودکش و آتش‌دان بخاری دیواری.
6. ایمنی از آتش ساختمان: تاسیسات الکتریکی.
7. ایمنی از آتش ساختمان: خطر انتقال سرایت آتش یک ساختمان به ساختمان دیگر.
8. ایمنی از آتش ساختمان‌های صنعتی: کارخانجات کشیدن پنبه تخم پنبه.
9. ایمنی از آتش ساختمان‌های صنعتی: کارخانجات پارچه‌های نخی.
10. ایمنی از آتش ساختمان‌های صنعتی: مراکز تولید و توزیع برق.
11. ایمنی از آتش ساختمان‌های صنعتی: کارخانجات تولید چتایی.
12. ایمنی از آتش ساختمان‌های صنعتی: کارخانجات رنگ و لاک.
13. ایمنی از آتش ساختمان‌های صنعتی: کارخانجات چوب‌بُری
14. ایمنی از آتش ساختمان‌های صنعتی: کارخانجات نخ‌های ابریشمی.
15. اصول کلی و طبقه‌بندی آتش، ایمنی از آتش ساختمان‌ها.
16. واژه‌نامه ایمنی از آتش‌سوزی.
17. ساختمان‌های صنعتی؛ آیین‌نامه اجرایی ایمنی آتش کارخانجات پودر آلومینیوم: 1967–26–42
18. ساختمان‌های صنعتی: آیین‌نامه اجرایی کارخانجات آسیاب زغال سنگ و تجهیزات مربوطه: 1984–3595
19. ساختمان‌های صنعتی: آیین‌نامه ایمنی از آتش ذخیره کالا و ذخیره کالای سردخانه‌ای.: 1975–3148
20. آیین‌نامه اجرایی نصب شیرهای هیدرانت داخلی در ساختمان‌های نسبتا بلند.: 1966–3844
21. مواد و مصالح و جزییات ساخت ایمنی آتش ساختمان‌ها: 1960–1642
22. روش تست عدم احتراق‌پذیری مصالح ساختمانی: 1979–3808
23. آیین‌نامه اجرایی ایمنی آتش خطرات جانی – پرسنلی ساختمان‌ها 1960–1644

مقدار کالری مواد گوناگون (کیلوکالری در کیلوگرم)

ماده	مقدار کالری کیلوکالری در کیلوگرم	ماده	مقدار کالری کیلوکالری در کیلوگرم
آستالدهید	L 6,350	کالولوز	S 4,150
آستانیلید	S 7,500	سلولز آستات	S 4,500
آستن	L 7,500	زغال‌چوب	S 7,150
استیلن	G 12,000	کلروفروم	L 700
اسیدها:		زغال:	
استیک	L 3500	آنتراسیت	S 7,400
بنزوک	S 6500	قیری	S 7,800
کربولیک	L 7800	مشتقات قیری	S 5,550
سیتریک	S 2,500	کک	S 6,950
فورمیک	L 1,400	دکان	L 11,350
لاکتیک	S 3,500	دکستریم	S 4,350
اولئیک	L 9,400	دی‌اتیل اتر	L 9,150
اگزالیگ	S 650	دی‌متیل اتر	G 7,550
پالمتیک	S 9,450	دینامیت	S 1,300
پیکریک	2,700	اتان	S 12,400
استریک	S 9,500	اتیل آستات	L 6,050
تاتاریک	S 1,850	اتیل برومید	L 3,150
آلیل	L 9,000	اتیلن	G 12,050
آمیل	L 7,600	اتیل بدید	L 2,350
بوتیل	L 8,600	الیاف پنبه	S 3,600
ستیل	S 10.350	پنبه	S 4,000
دناچرد.	L 6,500		
اتیل	L 7,150	سیانوژن	G 5,000
متیل-(چوب)	L 5,350		
پروپیل	L 8,050		
آلدول	L 6,200	مواد غذایی:	
آلیلین	G 11,800	گوشت خوک	6300
آمیلاستات	L 8,000	جو	3550
آمیلین	L 11,450	گوشت گاو	2200
آنیلین	L 8,700	نان	2500
آنتراسین	S 9,550	کره	7450
آسفالتوم	S 2,200	پنیر	4550
بگاس (با رطوبت 39 درصد)	S 2,200	ذرت	3550
بنزن (بنزول)	L 10,000	آرد	3550
بنزوین	S 5050	ژلاتین	3650
بیتومن	S 8450	هومنی	3550
بوتان	L 11,900	ماکارونی	3550
بوتیلین	G 11,600	مارگارین	7450
کافیین	S 4,800	آرد جوی دوسر	4000
کامفین	S 10,550	آلوخشک	3650
کامفور	S 9,000	کشمش (مویز)	3450
کربن	S 8,100	برنج	3500
کربن دی‌سولفید	L 5,600	ساردین	3150
کاسیین	L 5,850	آرد سویا	4050

مقدار کالری مواد گوناگون (کیلوکالری در کیلوگرم)

ماده	مقدار کالری کیلوکالری در کیلوگرم	ماده	مقدار کالری کیلوکالری در کیلوگرم
گندم (سبوس)	2800	لیگنیت	S 3600
گندم	3600	منیزیم	S 6050
میوه‌های مغزدار:		متان	L 13350
شاه‌بلوط		نفتالین	S 9600
نارگیل		نیستین	L 8800
بادام‌زمینی	2450	نیتروونزن	L 6050
گردو	6650	نیتروگلیسیرین	L 1900
بادام	5550	اکتان‌ها	S 11450
فندوق	7050	روغن‌ها و موم‌ها:	
مواد گوناگون:	6450	حیوان، گردو	9500
شکلات شیرین	6950	روغن گیاهی	L 8900
شکلات تلخ		کاستر	L 10200
کاکائو	5050	قطران زغال‌سنگ	L 10200
عسل	6100	سوخت	L 10500
مارمالاد	4950	گاز	L 10850
مُلاس، ملاس (شیره خام قند)	3300	روغن‌های معدنی	L 9500
روغن زیتون	3350	موم (اوزوکریت)	S 10950
شکر	3900	پارافین	L 10000 to 11100
شربت	9300	اسپرم	L 10000
فورمالدیید	3900	پیه	S 9500
خز و پوست	2800	واکس	S 9450
گاز:	G 4450	کاغذ	S 3900
زغال‌سنگ	S 4700	پاراتن	S 10350
	4000	زغال‌سنگ نارس	S 5550
طبیعی	5950	پنتان	G 11600
	6300	محصولات نفتی:	
نفت	20,000	نفت سوخت	10550
	4550	نفت خام	11100
تولید	7100	فنل (اسیدکربوکسید)	S 7850
	900	قیر	S 8350
آب	1600	لاستیک	S 9450
	2650	ابریشم	S 5100
گلوکز	5950	نشاسته	S 4150
گلیسیرین	S 3700	استائرین	S 9400
گلیسیرول	S 4300	کاه	S 3350
گرافیت	S 4300	سولفور	S 2500
پنبه	S 7900	تنبارک	S 5300
باروت	S 1050	قیر نفتی	S 3900
موی گاو	S 7500	تولوئن	L 16650
هگزان	S 5300	چوب:	
هیدروژن	L 11350	میانگین چوب نرم و سخت	S 4450
ینل	G 33900	با رطوبت 12 درصد	S 5450
آینولین	S 6950	پشم چوب	S 4950
چرم	S 4150	پشم چوب ساییده شده	L 10200
	S 4450	اکسیلن	

تهویه در آتش‌نشانی

ترجمه و تألیف: مهندس یونس امیری

صداسنجی بام ساختمان[1]

آتش‌نشـــانان باید جهت انجـــام عملیات تهویه عمـــودی از طریق بام ساختمان وارد عمل شوند. در شرایط عملیاتی ممکن است بام ساختمان بر اثر حریق استحکام خود را از دست داده و با قدم نهادن روی آن دچار ریزش شود بنابراین لازم است که اســـتحکام بام قبل از قدم نهادن روی آن مورد بررسی قرار گیرد برای انجام این بررســـی از روش صداسنجی استفاده می‌شود. بر اساس این روش باید قبل از قدم نهادن روی بام یک ساختمان دچار حریق، با انتهای پهن‌تر یکی از ابزارهای همراه مانند تبر یا ابزارآلات مشـــابه دیگر ضربه‌هایی روی بام ساختمان وارد شـــود، صدا و نحوه بازخورد این ضربات معرف قسمت‌های مستحکم‌تر یا سست‌تر ساختمان است بدین صورت که در قســـمت‌های محکم‌تر بام بازخورد ضربه حالت ارتجاعی خواهد داشت در حقیقت ممکن اســـت زیر این قسمت‌های بام ســـتون‌ها و تیرهای سقف ساختمان قرار گرفته باشند. قســـمت‌هایی از بام که بین تیرک‌های سقف و ستون‌ها قرار داشته باشند استحکام کمتری داشته و ممکن است بر اثر حریق

آسیب‌پذیرتر نیز شده باشـــند. ضربه وارده در این قسمت‌ها حالت ارتجاعی کمتری دارد و صدای تولید شده مانند صدای ضربه زدن روی اجسام پوک و توخالی است. کسب مهارت‌های بیشتر در این زمینه نیازمند آموزش و تمرین مداوم است.

انجام صداسنجی همیشه با نتیجه رضایت‌بخش همراه نیست زیرا برخی بام‌ها از مواد جدید ساخته شده و چندلایه هستند در این نوع بام‌ها ممکن است به نظر رسد که بام مستحکم و پایدار است در حالی که قدم نهادن روی آن سبب ریزش بام می‌شود از این رو لازم است آتش‌نشانان نوع بام‌های محدوده تحت پوشش خود را شناسایی کرده و اطلاعات کافی در این زمینه را کسب کنند.

علائم ذیل نشانه‌های ناایمن بودن یک بام است:

- ذوب شدن آسفالت روی بام
- نرم شدن سطح بام به صورتی که نرمی آن زیر پا احساس شود.
- زبانه کشیدن شعله‌های آتش از داخل ساختمان به سمت بیرون
- مشاهده حرکت دود از سمت سقف

علاوه بر ایجاد مصنوعی مجاری انتقـــال هوا در بام جهت ایجاد تهویه عمودی در برخی از ساختمان‌های جدیدتر از قبل ورودی‌هایی تعبیه می‌شود که از آن می‌توان جهت تهویه عمودی استفاده کرد (شکل 1 و 2) البته به‌ندرت پیش می‌آید که این ورودی‌ها در محل مناســـب تعبیه شـــده و جهت تهویه مناسب به حد کافی بزرگ باشند.

برای ایجاد مجاری تهویه در بام یک ساختمان توجه به دو نکته مهم ذیل الزامی است:

1- ایجاد برشی به شکل مربع یا مســـتطیل از طرفی سریعتر انجام شده و از طرف دیگر پس از پایان عملیات تعمیر آن نیز آسان‌تر است.
2- ایجاد یک مجرای تهویه در ابعاد حداقل 1/2 در 1/2 متر بسیار موثرتر از ایجاد چند حفره کوچک‌تر است (شکل 3).

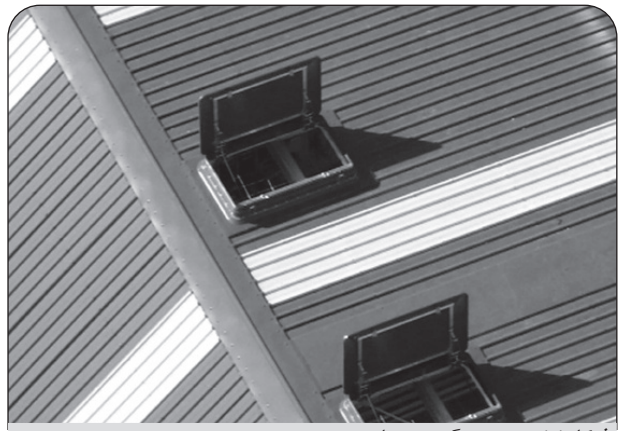
جهت ایجاد مجاری تهویه اســـتفاده از اره مخصوص تهویه در مقایسه با تبر و ابزارآلات مشـــابه دیگر بسیار موثر و کاربردی‌تر است نکته مهم ایمنی در این رابطه اینکه اره‌های برقـــی حین حمل به بالای بام خانه باید خاموش باشـــند. آتش‌نشـــانان جهت انجام تهویه عمودی معمولا برشی مربعی یا مســـتطیلی ایجاد می‌کنند ولی انواع دیگری از برش‌ها برای ایجاد مجاری تهویه نیز وجود دارد. این برش‌ها عبارتند از:

- برش تیغ اره‌ای[2]. این نوع یک برش طولی و باریک با تیغه اره است که به منظور بررسی و تشخیص جهت گسترش حریق ایجاد می‌شود.

شکل (1): وجود دودکش روی بام.

- برش بادگیر[3]. این نوع در بام‌های تخته چندلا و بین تیرک‌های سقف و درحالی‌که بام به تیرک‌ها میخ شده است، ایجاد می‌شود.
- برش بازدید[4]. این حالت یک برش سه ضلعی است و یک مثلث کوچک ایجاد می‌کند. برش در شکل 11-9 نیز نشان داده شده است.

به هر حال بهتر اســـت حفره تهویه تا حد امکان در بالاترین قسمت بام



شکل (2): وجود نورگیر روی بام.

شکل (3): ایجاد یک حفره بزرگ جهت انجام تهویه مؤثرتر از ایجاد چند حفره کوچک است.

ایجاد شود. در بام‌های شیب‌دار این مجرا چند سانتی‌متر پایین‌تر از بالاترین قسمت بام ایجاد می‌شود.

تهویه نواری[5]

این نوع تهویه اندکی با تهویه عمودی معمولی متفاوت است زیرا تهویه عمودی جهت خارج کردن گازها و دودهای فوق‌گرم انجام می‌شود و بهترین حالت آن زمانی است که درست بالای محل اصلی حریق انجام شود ولی تهویه نواری جهت متوقف کردن روند گسترش حریق در یک محوطه عریض انجام می‌شود. این نوع تهویه با ایجاد یک شکاف نواری به عرض حداقل 1/2 متر و طولی برابر حدفاصل دو دیوار مقابل هم، انجام می‌شود (شکل 11-17). این شکاف باید در مسیر گسترش حریق و قبل از رسیدن حریق به آن ایجاد شود.

برای انجام عملیات تهویه در ساختمان‌های بلند و برج‌ها ممکن است دودها و گازهای داغ از طریق برش‌های ایجاد شده جهت تهویه خارج شوند و با انتقال حرارت به اماکن مجاور خود سبب ایجاد آتش‌سوزی‌های دیگر شوند جهت اجتناب از این امر از جریان‌های آب قابل تأمین به‌وسیله خودروهای مخصوص آتش‌نشانی استفاده می‌شود (شکل (5)). با استفاده از این جریان‌ها و خنک‌سازی ستون دود و گازهای داغ خروجی احتمال گسترش حریق به اماکن مجاور کاهش می‌یابد.

تهویه در زیرزمین

تهویه در زیرزمینی که دچار حریق شده باشد از اهمیت زیادی برخوردار است. به‌علت عدم وجود ورودی‌ها و منافذ تهویه در زیرزمین‌ها، محصولات ناشی از احتراق به‌سرعت گسترش یافته و به سمت سطوح و طبقات بالایی جریان می‌یابند. با تهویه مستقیم می‌توان احتمال گسترش حریق در زیرزمین‌ها را کاهش داد. اگر تنها یک مسیر برای خروج دود و دیگر محصولات احتراق وجود داشته باشد تیم حمله نباید از مسیری که دود و دیگر محصولات احتراق از زیرزمین خارج می‌شوند وارد محل شود ولی در صورتی‌که علاوه بر درب ورودی مسیر دیگری نیز برای خروج محصولات ناشی از احتراق از زیرزمین وجود دارد آتش‌نشانان می‌توانند از طریق درب و با استفاده از جریان مه‌پاش آب وارد زیرزمین شده و دود و دیگر محصولات ناشی از احتراق را به سمت خروجی دیگر هدایت کنند.

تهویه در زیرزمین را می‌توان با چندین روش انجام داد:

در صورتی‌که زیرزمین دارای پنجره یا ورودی‌هایی روی دیوارهای

شکل (4): تهویه نواری جهت متوقف کردن روند گسترش حریق در یک محوطه عریض مانند راهرو انجام می‌شود.

شکل(5): با استفاده از خودروهای مخصوص آتش‌نشانی و کاربرد جریان‌های آب در ارتفاع بالاتر از سطح زمین جهت خنک‌کردن ستون دود، احتمال ایجاد حریق‌های ثانویه ناشی از غبار و دودهای حریق کاهش می‌یابد.

جانبی باشد انجام تهویه افقی بسیار موثر است (شکل 6).

در صورتی که زیرزمین دارای پنجره نباشد تهویه عمودی داخلی موثر خواهد بود بدین شکل که با استفاده از راهروها، راه‌پله و دیگر کانال‌های تهویه هوا و استفاده از یک دستگاه مکنده یا دمنده هوا می‌توان تهویه را انجام داد (شکل 7).

به‌عنوان آخرین راه می‌توان با ایجاد یک مجرای تخلیه دود و سایر گازهای ناشی از احتراق در کف طبقه بالایی و قرار دادن یک دستگاه تهویه هوا مانند پنکه، محصولات احتراق را از طریق برش ایجاد شده در طبقه بالایی خارج کرد (شکل 8).

گاهی ممکن است مجرای ایجاد شده در بام ساختمان خود مشکل ایجاد کند به‌نحوی که شعله‌های حریق از طریق همین مجاری با محیط بیرون تماس پیدا کند از این رو در این شرایط برای خنک کردن و کنترل ستون شعله‌های ایجاد شده از آب استفاده می‌شود.

برخی عواملی که سبب کاهش اثربخشی تهویه می‌شوند عبارتند از:

- استفاده نادرست از تهویه مکانیکی
- شکسته شدن ناگهانی پنجره‌ها
- هدایت جریان‌های آبی از طریق مجاری ایجاد شده جهت تهویه
- شکسته شدن نورگیرها و پنجره‌های سقفی
- وقوع انفجار
- مشتعل شدن کامل سقف، دیوارها و کف ساختمان
- وجود مجاری و کانال‌های دیگر تهویه بین تیم حمله و مجاری ایجاد شده در سقف جهت تهویه.

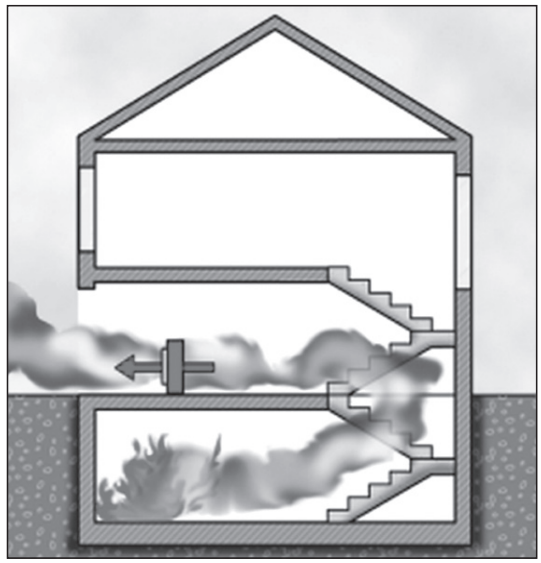
استفاده از تهویه عمودی در تمامی مواردی که لازم است تهویه انجام شود مناسب و نتیجه‌بخش نیست. در این نوع موارد باید از راه حل دیگری به نام تهویه افقی استفاده شود.

تهویه افقی[6]

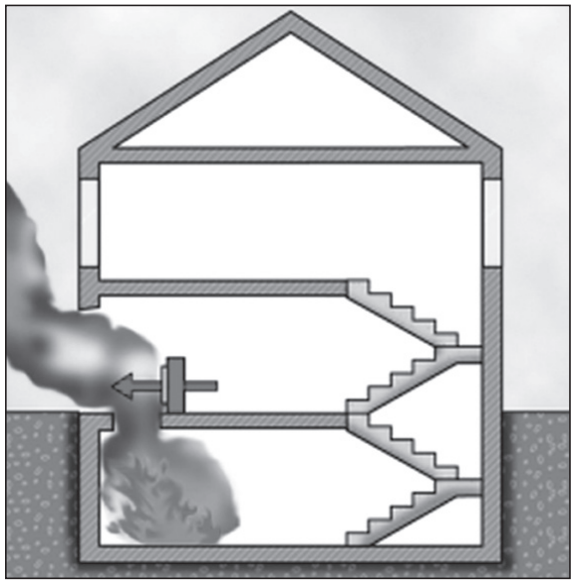
این نوع تهویه عبارت است از هر نوع تکنیکی که با آن گرما، دود و سایر محصولات احتراق به‌صورت افقی از طریق راه‌های خروجی مانند درب‌ها و پنجره‌ها از داخل ساختمان تخلیه شوند. جهت انجام تهویه افقی ابتدا باید درب، پنجره یا یک حفره مخصوص جهت خروج محصولات احتراق ایجاد شود سپس درب یا پنجره‌ای که به‌عنوان ورودی هوا عمل کرده و رو به باد است باز شود زیرا باز کردن ورودی تهویه قبل از باز کردن خروجی آن ممکن است سبب بالا رفتن فشار داخلی ساختمان، افزایش شدت حریق و در نتیجه گسترش آن شود. انواع ساختمان‌هایی که انجام تهویه افقی در آنها بسیار موثر و نتیجه‌بخش است عبارتند از:

- ساختمان‌هایی که در آنها حریق به قسمت‌های زیرین سقف سرایت نکرده است
- طبقات زیرین بالاترین طبقه یک ساختمان
- ساختمان‌هایی که در آنها به‌علت عدم استحکام سقف امکان انجام تهویه عمودی وجود ندارد.
- ساختمان‌های دارای زیرزمین‌های نورگیر
- ساختمان‌هایی که انجام تهویه افقی در آنها نتیجه‌بخش نیست.

شرایط آب و هوایی و جریان‌های هوایی تأثیر زیادی روی تهویه افقی دارند اگر چه باد تنها پدیده تأثیرگذار بر روی تهویه نیست ولی بیشترین تأثیر



شکل(8): تهویه عمودی زیرزمین با استفاده از راه‌پله.



شکل(7): تهویه عمودی زیرزمین با ایجاد برش در سقف زیرزمین.

شکل(6): وجود پنجره روی دیوار جانبی زیرزمین.

شکل(9): تهویه افقی با کمک باد.

را در این نوع تهویه بر جای می‌گذارد. جهت باد ممکن است سبب اثربخشی بیشتر یا کمتر تهویه شود. در بررسی‌های اولیه‌ای که از صحنه حادثه به‌عمل می‌آید باید مشخص شود که ورودی‌های ساختمان در جهت باد یا خلاف جهت باد قرار دارند (شکل 9). اهمیت این بررسی به این دلیل است که تهویه افقی باید به گونه‌ای انجام شود که ورودی تهویه در جهت باد و خروجی تهویه در خلاف جهت باد باشد این حالت سبب حداکثر بهره‌گیری از جهت باد در انجام تهویه می‌شود. در صورتی که مجاری ورودی و خروجی تهویه از قبل در ساختمان وجود داشته باشند به‌علت خاصیت شناوری دودها و گازهای فوق‌گرم احتراق، حتی در صورت عدم وجود باد نیز همچنان تهویه ادامه می‌یابد ولی سرعت آن بسیار کمتر خواهد بود. قبل از انجام تهویه افقی باید مراحل و عواقب انجام کار کاملا بررسی شود از جمله اینکه ممکن است تهویه سبب مسدود شدن راه خروج ساکنان از ساختمان گردد بنابراین قبل از انجام تهویه باید اثر تهویه در عملیات نجات و رهاسازی مورد بررسی قرار گیرد.

تهویه مکانیکی

در ابتدای فصل انواع تهویه طبیعی مورد بررسی قرار گرفت ولی گاهی ممکن است تهویه طبیعی کافی نباشد در این شرایط آتش‌نشانان باید از تهویه

مکانیکی استفاده کنند. تهویه مکانیکی با انواع دستگاه‌های دمنده و مکنده انجام می‌شود(شکل10).

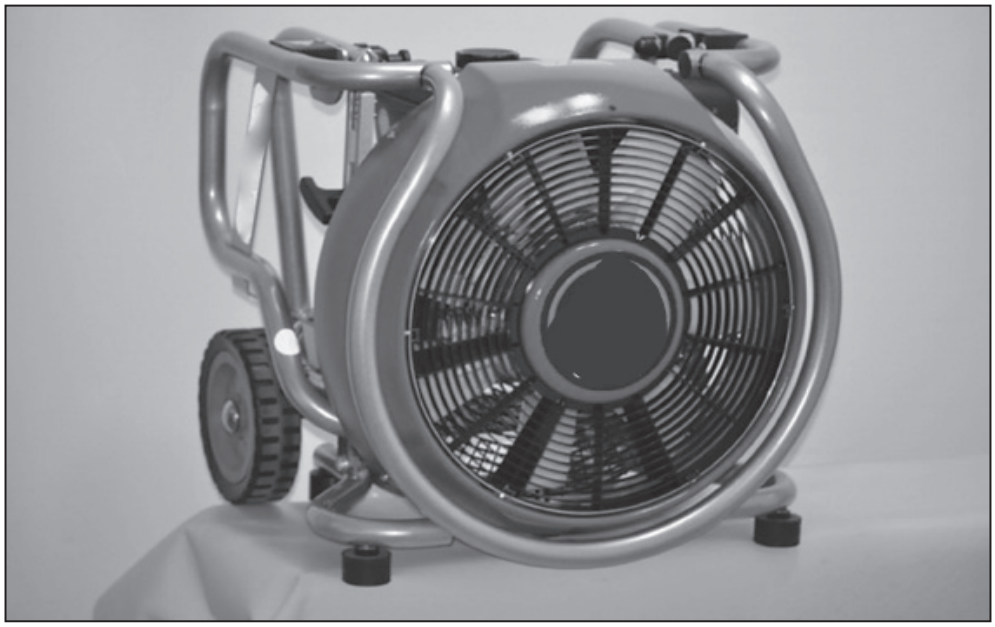
تهویه مکانیکی فشار مثبت[7] با دمیدن هوای تازه به داخل ساختمان انجام می‌شود. تهویه مکانیکی فشـــار منفی[8] نیز با تخلیه دود و دیگر محصولات احتراق از داخل ساختمان به محیط بیرون انجام می‌شود. مطلوب این است که تهویه مکانیکی به همراه تهویه طبیعی انجام شود. در انجام این نوع تهویه از جریان‌هـــای آبی نیز جهت هدایت محصولات احتـــراق به محیط بیرون استفاده می‌شود. عملیات تهویه اغلب با استفاده از حداقل یک یا چند دستگاه تهویه انجام می‌شود با وجود اینکه این دســـتگاه‌ها در انواع هیدرولیکی نیز مورد اســـتفاده قرار می‌گیرند ولی اغلب دستگاه‌های قابل حمل تولید هوا با موتورهای الکتریکی و گازوئیلی کار می‌کنند.

برخی مزایای استفاده از تهویه مکانیکی عبارتند از:

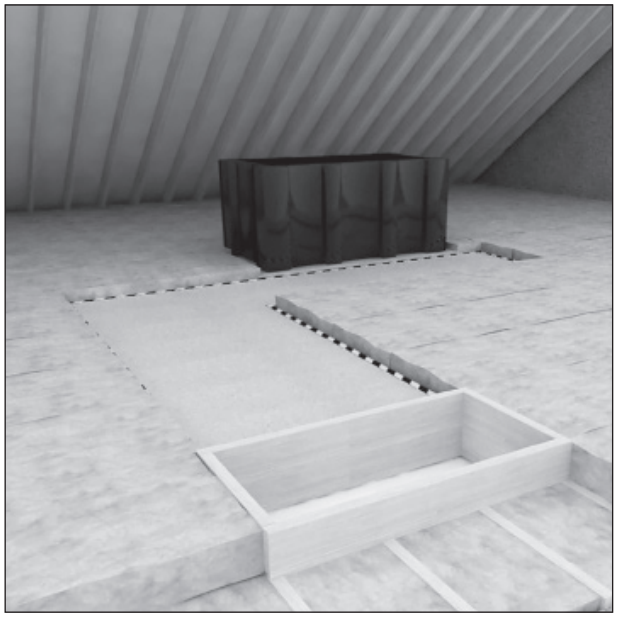
- تهویه مکانیکی ســـبب تقویت تهویه طبیعی شده و به نوعی مکمل آن است.
- کنترل بیشتر جریان حریق
- افزایش سرعت بیرون دادن هوای آلوده
- کاهش صدمات ناشی از دود
- تقویت توانایی برقراری ارتباط بین آتش‌نشانان.
- از طرفی این نوع تهویه نیز دارای معایبی اســـت معایب انجام نادرست و کنترل نشده تهویه مکانیکی عبارتند از:
- ممکن است سبب تقویت و گسترش حریق شود.
- میزان تهویه به توان دستگاه تهویه بستگی دارد.
- انجام تهویه مکانیکی نیازمند تجهیزات و متعلقات مخصوص آن است.

تهویه فشار منفی

اســـتفاده از مکنده‌های دود جهت ایجاد یک چرخه مصنوعی به منظور بیرون‌کشیدن دود و سایر محصولات احتراق از داخل به بیرون ساختمان را تهویه فشار منفی گویند. مکنده‌های دود در ورودی درب‌ها، پنجره‌ها و برخی



شکل(10): دستگاه قابل حمل دمنده هوا جهت انجام تهویه مکانیکی.



مجاری تهویه موجود در بام ساختمان که از قبل وجود دارند و عملکرد آنها به‌گونه‌ای است که حرارت، دود و دیگر گازهای سمی را از داخل ساختمان به محیط اطراف انتقال می‌دهند، قرار داده می‌شوند.

در تهویه فشار منفی دستگاه تهویه باید در خلاف مسیر باد قرار داده شود طوری که دودهای خارج شده از دستگاه در مسیر حرکت باد باشند به این طریق باد هوای تازه را جایگزین هوای آلوده و دودهای ناشی از حریق می‌کند.

اگر جریان هوا جهت تأثیرگذاری روی تهویه مناسب نباشد می‌توان از یک دستگاه دمنده هوا یا پنکه در جهت باد استفاده کرد تا هوای تازه را وارد ساختمان کند در این شرایط همزمان دستگاه مکنده هوا در سمت دیگر دودها و دیگر محصولات حریق را از داخل ساختمان تخلیه می‌کند.

اگر لبه‌های اطراف درب، پنجره یا مجرایی که دستگاه مکنده دود در آن قرار داده شده است باز باشد طوری که امکان جابجایی هوا از کناره‌های اطراف دستگاه باشد، ممکن است دودهای خارج شده از ساختمان دوباره وارد ساختمان شوند این چرخه دود را حرکت چرخه‌ای[9] گویند. جهت جلوگیری از این پدیده لازم است اطراف دستگاه مکنده هوا با پتوهای نسوز

و دیگر مواد عایقی پوشانده شود.

از طرفی تهویه دود و دیگر گازهـــا از طریق خروجی‌ها باید تا حد ممکن به‌صورت مســـتقیم و بدون وجود مانع در پشت دســـتگاه انجام شود در غیر این صورت ممکن اســـت وجود دیوار ســـبب کاهش اثر تهویه شود بنابراین دستگاه‌های تهویه هوا باید تا حد امکان دور از دیوارها و سایر موانع قرار داده شوند.

تهویه فشار مثبت

تهویه یک محیط محصور با اســـتفاده از دمیدن هوای تازه به داخل آن جهت ایجاد یک فشـــار مثبت ملایم و در نتیجه بیـــرون دادن هوای آلوده به‌وسیله یک دستگاه دمنده هوا را تهویه فشار مثبت گویند.

دستگاه دمنده هوا باید در ورودی ساختمان قرار داده شود و در عین حال یک خروجی باید در طرف مقابل برای خارج شـــدن هوای آلوده از قبل ایجاد شده باشد.

طریقه انجام تهویه بدین شـــکل اســـت که پس از آنکه خروجی تهویه ایجاد شد دستگاه دمنده هوا در فاصله 1/2 تا 3 متری بیرون ورودی قرار داده می‌شود به‌طوری‌که هوای خروجی از دستگاه تمامی ورودی را پوشش دهد (شکل 11).

در این شرایط دود از مجرای خروجی تخلیه می‌شود. خروجی تهویه باید هم‌اندازه ورودی یا اندکی کوچک‌تر از آن باشـــد همچنین به منظور کنترل و مثبت نگهداشتن فشار هوا نباید هیچ درب یا پنجره‌ای باز باشد.

جهت انجام تهویه فشار مثبت در ساختمان‌های چند طبقه بهترین روش این اســـت که دمنده هوا در ورودی پایین‌ترین طبقه قرار داده شود و هوای آلوده از خروجی‌های بالاترین طبقات خارج شـــود اگر استقرار یک دستگاه دمنده کافی نباشد از تعداد بیشتری از آنها استفاده می‌شود.

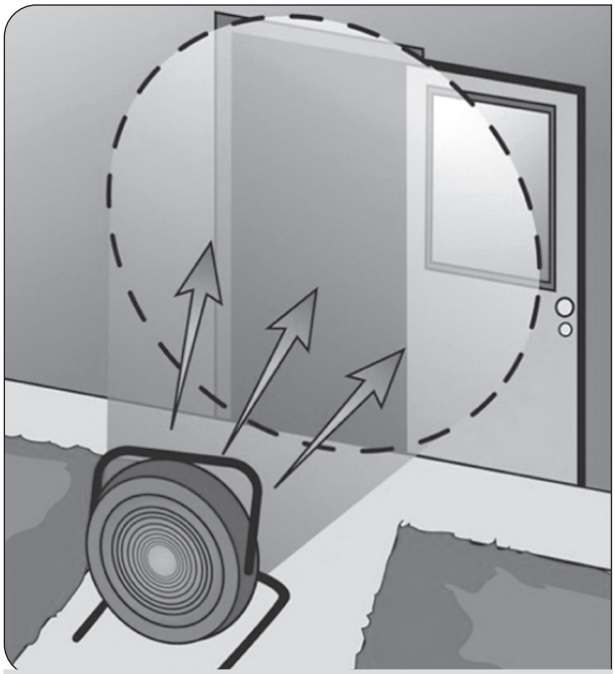
در برخی سازمان‌های آتش‌نشانی علاوه بر دســـتگاه‌های دمنده قابل حمل از واحدهای ســـیار تهویه نیز استفاده می‌شود بدین صورت که دستگاه تهویه روی خودرو قرار می‌گیرد با این قابلیت که جهت، زاویه و ارتفاع آن قابل تنظیم است (شکل 11-25).

جهت انجام تهویه فشار مثبت به نظم، هماهنگی و تاکتیک مناسب در انجام عملیات نیاز است. در ساختمان‌هایی که سالن‌ها و اتاق‌های زیاد دارند می‌توان با اســـتفاده از دســـتگاه دمنده هوا و باز یا بسته نگهداشتن هدفمند درب‌ها و پنجره‌هـــای داخلی، اتاق‌ها را یکی پس از دیگری از دود و ســـایر

محصولات حریق تخلیه کرد.

برای انجام عملیات تهویه فشار مثبت موثر باید موارد ذیل در نظر گرفته شوند:

1- از مزایای شرایط جوی و جهت باد استفاده شود.
2- اطمینان از اینکه دستگاه دمنده به‌طور کامل ورودی و خروجی‌های تهویه را پوشش می‌دهد.
3- اندازه ورودی تهویه مناسب با اندازه خروجی آن انتخاب شود
4- جهت ایجاد تهویه افقی از شکستن درب و پنجره پرهیز شود.



شکل (11): مخروط هوای ایجاد شده باید ورودی در را به‌طور کامل پوشش دهد.

مزایای تهویهٔ فشار مثبت در برابر تهویهٔ فشار منفی عبارتند از:

1- آتش‌نشانان به‌محض ورود به محیط آلوده حریق می‌توانند عملیات تهویه فشار مثبت را انجام دهند.
2- تهویه فشار مثبت در هر دو صورت افقی و عمودی به یک میزان موثر است.
3- تخلیه دود و حرارت در یک ساختمان یا سازه با تهویه فشار مثبت بهتر انجام می‌شود.
4- چرخهٔ جریان‌های هوایی در تهویه فشار مثبت سریع‌تر از تهویه فشار منفی است.
5- دستگاه‌های تهویه با موتور احتراق داخلی در محیط‌های پاکیزه و غنی‌شده از اکسیژن بازدهی بیشتری دارند.
6- تعمیر و نگهداری دستگاه تهویه فشار مثبت ارزان‌تر و آسان‌تر از دستگاه تهویه فشار منفی است.
7- انجام تهویه فشار مثبت در تمام انواع ساختمان به‌ویژه فضاهای بزرگ

شکل(12): واحد سیار تهویه مجهز به دستگاه‌های دمنده هوا

و راهروهای وسیع موثرتر است درحالی‌که تهویه فشار منفی در تمامی موارد قابل استفاده نیست.

8- در تهویه فشار منفی ممکن است حرارت و دود به سمت قسمت‌های دیگر و مسیرهای خروجی وارد شوند. از این‌رو احتمال دارد ساختمان‌های مجاور نیز دچار آتش‌سوزی شوند.

معایب تهویه فشار مثبت عبارتند از:

1- در انجام تهویه فشار مثبت باید استحکام و شکل اصلی ساختمان حفظ شده باشد.

2- اگر گازهای تولید شده به‌وسیله موتور احتراق داخلی دستگاه‌های فشار مثبت وارد محیط حریق شود درصد منوکسیدکربن در محیط افزایش می‌یابد و در نتیجه محیط سمی‌تر می‌شود.

3- ممکن است آتش‌های مخفی ایجاد شده در ساختمان با تهویهٔ فشار مثبت گسترش یافته و سبب افزایش شدت حریق شود.

تهویهٔ هیدرولیکی

این نوع تهویه زمانی مورد اســتفاده قرار می‌گیرد که امکان انجام سایر انواع تهویه مکانیکی وجود نداشته باشد. تهویه هیدرولیکی روشی است که بر اســاس آن جریان‌های مه‌پاش آب که از سمت پنجره یا یک خروجی دیگر اعمال می‌شــوند ســبب افزایش گردش هوا و تخلیه دود و گازهای ناشی از احتراق می‌گردند. در حقیقت تهویه هیدرولیکی پس از کنترل و اطفاء حریق جهت پاکیزه کردن اتاق یا ساختمان از دود، حرارت و گازهای ناشی از احتراق انجام می‌شود و از این طریق محصولات حریق به‌وسیله جریان مه‌پاش آب از اتاق یا ساختمان تخلیه می‌شوند.

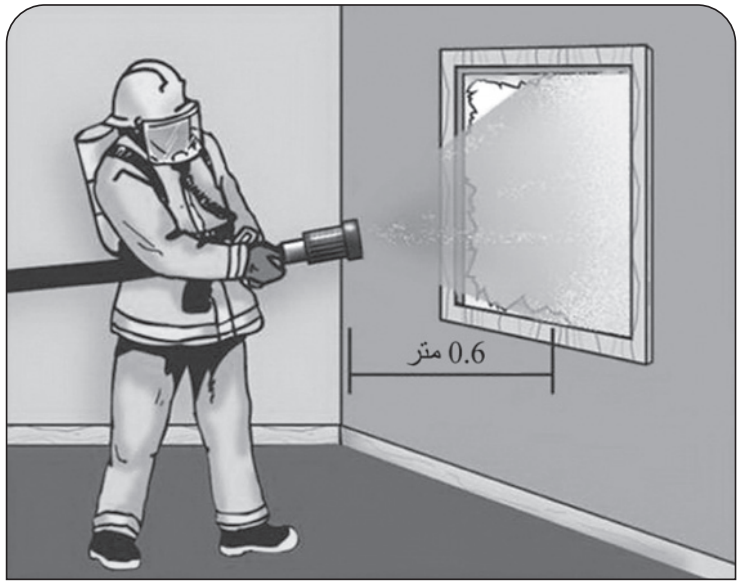
برای انجام تهویــه هیدرولیکی باید یک جریان مه‌پــاش آب با الگوی عریض اعمال شود به‌طوری که 85 تا 90 درصد ورودی درب یا پنجره را تحت پوشش قرار دهد. ســرلوله باید حداقل 0.6 متر پشت درب یا پنجره قرار گیرد (شکل 13).

در حریق اماکن صنعتی و کارخانجات از جریان‌های آبی قوی‌تر استفاده می‌شود. معایب تهویه هیدرولیکی عبارتند از:

- اعمال حجم زیاد آب ممکن است سبب وارد آمدن خسارت به ساختمان می‌شود.
- در دماهای بسیار پایین ممکن اســت افزایش حجم آبی که روی زمین ریخته می‌شود باعث یخ‌زدگی سطح زمین شود.
- آتش‌نشانانی که سرلوله‌ها را در دســت دارند در معرض حرارت، دود و گازهای خارج شده از ساختمان قرار می‌گیرند.
- در صورتی که هوای دستگاه تنفسی آتش‌نشانانی که سرلوله را در دست گرفته‌اند تمام شود جهت تعویض سیلندر هوا عملیات تهویه دچار وقفه می‌شود.

تأثیر سیستم‌های ساختمان بر حریق

معمولا ساختمان‌های جدید به سیستم‌های تهویه هوا و حرارت مجهز



شکل(13): در تهویه هیدرولیکی دود با استفاده از جریان مه‌پاش آب به سمت خارج ساختمان هدایت می‌شود.

شده‌اند. در بسیاری از موارد این سیستم‌ها خود سبب گسترش بیشتر دود و حریق در ساختمان می‌شوند.

این سیستم‌ها معمولا به‌وسیله تابلوی کنترلی که اغلب در طبقهٔ همکف یا زیرین ساختمان قرار داده شده است کنترل می‌شوند. سیستم طوری طراحی شده است که با تشخیص و شناسایی دود یا شعله‌های حریق به‌طور خودکار خاموش می‌شود تا از گسترش دود و حریق از طریق کانال‌های آن اجتناب شود. آتش‌نشانان باید با محل تابلوهای کنترل و نحوهٔ کارکرد این سیستم‌ها آشنا باشند تا در صورت نیاز بتوانند آنها را خاموش کرده و از حالت عملیاتی خارج کنند. علاوه بر ساختمان‌های مسکونی اماکن دیگری از قبیل مراکز خرید نیز دارای سیستم‌های تهویه هوا و حرارت هستند این سیستم‌ها برای محدود و محصور کردن حریق در کوچک‌ترین ناحیهٔ ممکن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

عمل محدود کردن حریق توسط این نوع سیستم‌ها از طریق بستن خودکار درب‌ها و پنجره‌ها، جدا کردن قسمت‌های مختلف ساختمان و خفه کردن آتش انجام می‌شود. در کنار تابلوی کنترل سیستم‌های ساختمان، نقشهٔ خطوط لوله و کانال‌های سیستم نیز باید نصب شده باشد. عملکرد سیستم‌های کنترل دود به‌گونه‌ای است که تابلوی کنترل به‌صورت خودکار با تشخیص محلی که در آن حریق یا دود ایجاد شده است خروجی‌ها و ورودی‌های نزدیک به محل را می‌بندد تا از گسترش حریق جلوگیری شود.

در صورتی که نیاز به استفاده از سیستم‌های ساختمان به منظور تهویهٔ بهتر هوا باشد این کار باید فقط توسط مهندسان و مسئولان تعمیر و نگهداری این سیستم‌ها انجام شود. استفادهٔ نادرست از این سیستم‌ها سبب وارد آمدن خسارات بیشتر و ایجاد شرایط خطرناک‌تر می‌شود.

پی‌نوشت:

1. Sounding a Roof
2. Kerf Cut
3. Louver Cut
4. Inspection Cut
5. Strip Trench Ventilation
6. Horizontal Ventilation
7. PPV–Positive Forced Ventilation
8. NPV–Negative Forced Ventilation
9. Churning

آریاک
ARIAK

طراحی ، ساخت ، تامین تجهیزات، مشاوره و اجرای سیستمهای
اعلام حریق، حفاظتی و ایمنی مطابق با استانداردهای بین المللی

انواع مراکز کنترل اعلام حریق
انواع دتکتورهای دود و حرارت
انواع دتکتورهای گاز و منواکسیدکربن
شستی فرمان و اعلام خطر
انواع آژیرهای هشداردهنده
چراغهای چشمک زن معمولی
چراغهای آذرخشی (زنون)
انواع آژیر- فلاشر ترکیبی

تنها تولیدکننده تجهیزات کامل اعلام حریق در ایران

INFO@ARIAK.COM
WWW.ARIAK.CO.IR

سلامت و آرامش با محصولات آریاک

1 year Guarantee For All Products

البرز
پوشش خسارت مصرف کنندگان از سوی بیمه البرز

تهران-خیابان آزادی-خیابان اوستا-ساختمان ۵۱ صندوق پستی : ۱۵۹-۱۳۱۸۵ تلفاکس : ۶۶۹۱۴۱۱۶ (۸ خط)