

ایمنی در برابر حریق

۱،۱۲ آتش (حریق)

آتش یک اکسیداسیون سریع است که با مقدار متفاوتی نور و گرما همراه است. طبق این تعریف، آتش یک فعل و انفعال شیمیایی از نوع تجزیه‌ای است که از اکسیداسیون سریع مواد سوختنی حاصل می‌شود و در طی آن گرما و نور تولید می‌شود. سوخت ابتدا باید به صورت گاز یا بخار درآید تا بتوان با اکسیدکننده به نسبت مناسب مخلوط شود. اکسیدکننده نیز باید به فرم بخار یا گاز باشد. درجه حرارت نیز باید به میزان کافی بالا بوده و اکسیژن کافی برای ایجاد حریق فراهم باشد. هوا از ۲۱ درصد اکسیژن، ۷۸ درصد نیتروژن و ۱ درصد از گازهای دیگر تشکیل شده است و برای تشکیل آتش حداقل ۱۶ درصد اکسیژن مورد نیاز است. اگر اکسیژن بیش از ۲۱ درصد باشد احتراق خیلی سریع رخ می‌دهد. نیتروژن در هوا باعث رقیق شدن اکسیژن و در نتیجه کمک به انتشار آتش می‌شود.

فرآیند اکسیداسیون مرتبط با حریق از دیدگاه سرعت انجام واکنش، متغیر است. زنگ زدن و خوردگی فلزات، واکنش اکسیداسیون کندتر و انفجار واکنش اکسیداسیون سریع‌تر از آتش می‌باشند. احتراق کند را اکسیده شدن (Oxidation)، احتراق تند را حریق (Fire) و احتراق خیلی تند (Explosion) را انفجار می‌گویند.

سوختن

فرایند اکسیداسیون سریع در دمای بالای هوا با آزاد شدن محصولات گازی گرم و انتشار تشعشعات مرئی و نامرئی را سوختن گویند. عاملی که حریق را از سایر اکسیداسیون‌ها متمایز می‌کند سرعت سوختن است. اکسیداسیون در مفهوم شیمیایی به معنی از دست دادن الکترون می‌باشد. برای وقوع واکنش اکسیداسیون یک عامل احیاکننده (سوخت) و یک عمل اکسیدکننده (اکسیژن) لازم است.

۲،۱۲ عناصر آتش

سه عامل مهم در ایجاد حریق موثرند، گرما، سوخت و اکسیژن. قاعده مثلث حریق برای ایجاد حریق در سطح جامدات صادق است.



شکل ۱-۱۲: مثلث حریق

برای فرآیند احتراق بخارات و گازها، که در آن شعله قابل‌رؤیت است، هرم آتش مدل بهتری برای توصیف عناصر حریق است. در این مدل علاوه بر سه عنصر مثلث آتش، عنصر چهارم، تولید رادیکال‌های هیدروکسید (OH) است. این عنصر در اثر شکستن مولکول‌های قابل احتراق در کمتر از یک هزارم ثانیه ایجاد می‌شود.

واکنش زنجیری

امروزه در بحث ماهیت آتش بعد چهارمی برای ایجاد حریق قائل هستند و آن واکنش زنجیری است که در تغییر حالت ماده و ترکیب مکرر با اکسیژن حاصل می‌گردد و تداوم آتش وابسته به آن نیز هست. برای اطفای این گونه حریق‌ها بهتر است از موادی استفاده کنیم که خاصیت جلوگیری از واکنش‌های زنجیری شیمیایی را داشته باشد مانند CO₂ و پودر خشک.

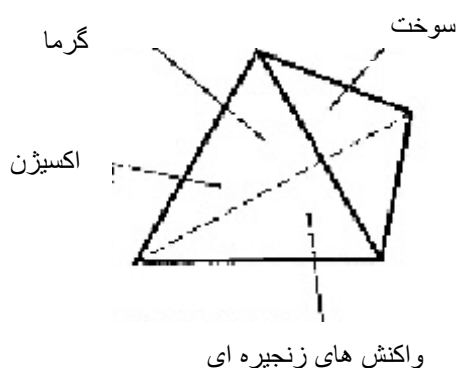
کنترل حریق

پیشگیری از ترکیب شدن این عناصر، منجر به کنترل آتش می‌گردد. در صورتی که هر کدام از این عناصر حذف شوند آتش خاموش می‌شود.

اکسیژن موجود در مثلث حریق به عنوان یک عامل اکسیدکننده عمل می‌کند. بعضی مواد مانند کلرین خاصیت اکسیدکنندگی اکسیژن را در خود دارند و می‌توانند منجر به حریق شوند. برخی مواد دیگر نیز اکسیژن کافی در خود دارند که تحت شرایطی اکسیژن آزاد نموده و به راحتی می‌سوزند مانند نیترات سدیم، کلرات پتاسیم و نیترات آمونیم. در یک حریق، این بخارات است که می‌سوزند پس هر چه که ماده سوختنی به حالت بخار نزدیک‌تر باشد راحت‌تر می‌سوزد. مایعات نسبت به جامدات و گازها نسبت به مایعات سریع‌تر و آسان‌تر می‌سوزند. نکته: سه عامل بر میزان و شدت حریق تأثیر دارد: اکسیژن، ثبات شیمیایی و سطح قابل احتراق.

نتایج آتش‌سوزی

۱. سوختگی: استنشاق دود و گازهای سمی ناشی از پروسه احتراق عامل اصلی و اول و سوختگی عامل دوم در ایجاد تلفات انسانی است.
۲. مصدومیت ناشی از آتش‌سوزی: علت مصدومیت عمدتاً استنشاق گازهای آتش است.
۳. خسارت: خسارت به دو دسته تقسیم می‌شود:
الف) خسارت مستقیم: مانند خسارت وارده به ساختمان و
ب) خسارت غیرمستقیم مانند بالا رفتن نرخ بیمه و ...



۳،۱۲ منابع تولید جرقه

بر اساس منابع تولید می‌توان آن‌ها را به چهار دسته تقسیم کرد:

مکانیکی که به دو صورت اصطکاک و فشار به وجود می آید. هر گاه فشار گاز افزایش یابد گرمای آن نیز افزایش می یابد. در حین فشردن یک گاز گرمای زیادی تولید می شود که می تواند منجر به احتراق مواد سوختنی شود. این قاعده یکی از دلایلی است که موتورهای دیزلی، فاقد شمع برای تولید جرقه است.

گرمای الکتریکی که به دلایل زیادی از جمله مقاومت، قوس، الکتریسیته ساکن، رعدوبرق و غیره به وجود می آید.

گرمای شیمیایی که به چهار صور احتراق، تجزیه، گرمایی خودبه خودی و انحلال تولید می شود. در گرمای خودبه خودی نیازی به منبع گرمایشی بیرونی نیست و برخی موارد در دمای معمولی اتاق سرعت احتراق به حدی است که می تواند منجر به شروع احتراق شود مانند دانه های روغنی سویا، تخم کتان، تخم پنبه و غیره.

گرما با منشأ هسته ای: ناشی از فعالیت های هسته ای.

انتقال گرما در محیط

گرمای ناشی از حریق به سه شکل زیر در محیط منتشر می شود:

هدایت گرما: در شرایطی رخ می دهد که گرما از یک مکان به مکان دیگر انتقال یابد مانند انتقال گرما از طریق یک میله فلزی. این مکانیزم باعث آتش سوزی در مکانی دورتر از منبع تولید گرما می گردد. باید توجه داشت که قابلیت هدایت در مواد مختلف متفاوت است.

جابجایی: تنها در مایعات و گازها اتفاق می افتد. هنگامی که یک مایع یا گاز گرم می شود حجم آن زیاد شده و در نتیجه چگالی آن کم می شود. مولکول های گاز یا مایع که سبک تر شده اند به سمت بالا حرکت کرده و مولکول های هوای سرد که سنگین ترند جای آن را می گیرند. در هنگام آتش سوزی آتش توسط گازها به طبقات بالاتر سرایت می کند.

انتقال تشعشعی: هر جسم داغ از خود اشعه مادون قرمز که حاوی گرما می باشند ساطع می نماید. شعله های آتش نیز با ساطع کردن اشعه مادون قرمز باعث داغ شدن اجسام مجاور و رساندن آن ها به نقطه اشتعال می گردد.

۴،۱۲ انواع سوخت

سوخت ها به اشکال مختلف جامد، مایع و گاز با منشأ طبیعی و مصنوعی وجود دارند. طبیعت احتراق بستگی بسیار زیادی به ماهیت ماده سوختنی دارد. سوخت های گازی به عنوان سوخت های پر بازده و اصطلاحاً پاک تر می باشند چون احتراق در آن ها سریع تر و کامل تر صورت می گیرد. اغلب جامدات سوختی ترکیبات حاوی کربن، هیدروژن و نیتروژن و اکسیژن می باشند و لذا موقع سوختن گاز دی اکسید کربن و بخار آب تولید می کنند. اگر اکسیژن به قدر کافی وجود نداشته باشد سوختن به صورت ناقص اتفاق می افتد و حاصل آن گاز سمی CO می باشد. در خصوص سوخت های جامد باید تا حد امکان سوخت ها به قطعات ریز پودری شکل تبدیل شوند به عبارتی نسبت سطح به جرم یا حجم باید افزایش یابد. در خصوص سوخت های مایع این فرایند با اسپری کردن سوخت مایع انجام می شود. در یک حریق، این بخارات است که می سوزند پس هر چه که ماده سوختنی به حالت بخار نزدیک تر باشد راحت تر می سوزد.

در بسترهای احتراقی با سوخت های جامد یا مایع برای تبدیل شدن به مرحله گاز خاکستر بر جا می ماند که این خاکستر باعث فرسایش یا خورده شدن سیستم احتراقی می شود. وجود خاکستر در سوخت های مایع نشان دهنده وجود مواد معدنی است.

۵،۱۲ اصطلاحات و تعاریف

B.T.U: واحد اندازه گیری درجه حرارت که عبارت است از مقدار حرارتی که بتواند درجه حرارت یک پوند آب را یک درجه افزایش دهد.

وزن مخصوص: نسبت وزن یک جسم جامد یا مایع به وزن آب هم حجمش را گویند. موادی که وزن مخصوص آن ها از یک بیشتر باشد در آب فرو می روند مثل اسیدها.

وزن مخصوص گازی (دانسیته بخار): نسبت وزن گاز به وزن هوای خشک هم حجم را گویند. (در درجه حرارت و فشار یکسان). در صورتی که دانسیته گاز از یک بیشتر باشد مانند کروژین بخارات آن به سمت کف محیط حرکت می کند و تجمع می یابد و اگر دانسیته آن از یک کمتر باشد مانند آمونیاک بخارات آن به سمت بالا حرکت کرده و در سقف تجمع می یابد.

فشار بخار (Vapor Pressure): فشار بخار یک مایع فشار بخاری است که از سطح مایع در حال شکل گرفتن است. هر چه نقطه جوش یک ماده پایین‌تر باشد فشار بخار آن ماده بیشتر است. این مسئله در محیط‌های بسته خطرات قابل‌توجهی را ایجاد می‌کند و برای افرادی که عملیات بارگیری، ذخیره و دفع پسماندهای مواد شیمیایی را انجام می‌دهند حائز اهمیت است.

حدود اشتعال (Flammability Limit): این پارامتر بیان می‌دارد که چه مقدار از ماده قابل اشتعال، باید موجود باشد تا در صورت وجود یک منبع جرقه باعث اشتعال و انفجار آن گردد. حد پایین انفجار (LFL) و حد بالای انفجار (UFL) عددهایی هستند که در صورتی که غلظت یک ماده قابل اشتعال در فضای بین آن‌ها باشد در صورت وجود یک منبع جرقه مثل شعله یا گرما حریق حادث خواهد شد. در صورتی که مخلوط هوا و ماده قابل اشتعال از LFL پایین‌تر باشد آن مخلوط برای شروع حریق ضعیف است. در صورتی که مخلوط مورد نظر از UFL بیشتر باشد آن مخلوط نیز آتش نمی‌گیرد زیرا بیش از اندازه غنی شده است.

چنانچه تعیین حدود اشتعال با انجام آزمایش‌های تجربی امکان‌پذیر نباشند، می‌توان از روابط تجربی استفاده کرد. این روابط به صورت زیر است.

- رابطه جانز^۴ $LFL = 0.55C_{est}$ و $UFL = 3.50C_{est}$: غلظت استوکیومتری ماده قابل اشتعال برای احتراق کامل هوا)

- رابطه اسپاکوسکی^۵ که برای پیش‌بینی حد پایین اشتعال LFL استفاده می‌شود. $LFL \times (-\Delta H_{comb}) =$ 4.354×10^3 در این رابطه ΔH_{comb} : گرمای تولیدشده در اثر احتراق بر حسب $LFL, KJ/mol$: حد پایین اشتعال بر حسب درصد).

نقطه شعله زنی (Flash Point): درجه حرارتی است که در آن یک ماده سوختنی مایع یا در حال تبدیل شدن به مایع به اندازه کافی بخار می‌گردد یا تبدیل به گاز می‌شود و به محض نزدیک شدن شعله یا جرقه شعله‌ور شده و تبدیل به حریق می‌شود. البته اگر برخی جامدات بتوانند مستقیماً یا با واسطه تبدیل به بخار شوند این اصطلاح برای آنان بکار می‌رود. به موازات نقطه شعله زنی حداقل و حداکثر ($LEL - UEL$) تراکم قابل انفجار برای بخار و گاز تعریف شده است که در صورتی که تراکم به آن حد برسد، با تماس شعله یا در حرارت شعله زنی گاز یا بخار سریعاً آتش می‌گیرد و در محفظه‌های سیستم سبب انفجار می‌گردد. فشار هوا در تعیین نقطه شعله زنی موثر است و در فشارهای کمتر نقطه شعله زنی پایین‌تر است.

در تراکم کمتر از LEL به دلیل کمبود سوخت در هوا، و در تراکم بیشتر از UEL به دلیل کمبود اکسیژن مورد نیاز در هوا امکان انفجار نیست، اما در شرایطی آتش‌سوزی امکان دارد.

^۴Lower Flammable Limit

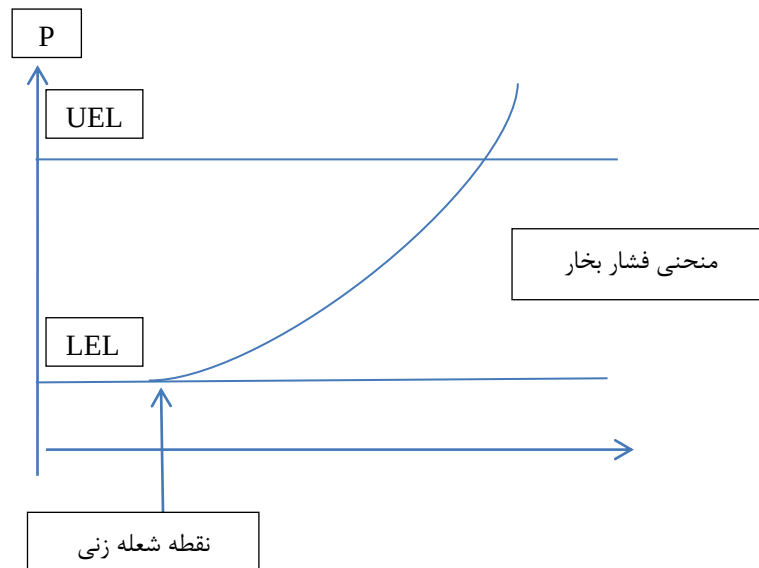
^۵Upper Flammable Limit

^۴Jones

^۵Spakowski

^۶Lower Explosive Level

^۷Upper Explosive Level



شکل ۱۲-۲: منحنی فشار بخار و نقطه شعله زنی

نکته: هرچه فاصله بین UEL و LEL بیشتر باشد ماده خطرناک تر است.

نکته: غلظت اکسیژن تأثیر چندانی بر روی LEL ندارد ولی UEL معمولاً به مقدار زیادی با افزایش اکسیژن افزایش می یابد. **درجه آتش گیری (IT):** کمترین درجه حرارتی است که جهت شروع احتراق ماده سوختنی مورد نیاز است. در واقع درجه آتش گیری برای هر سوخت درجه ای است که انرژی محرکه آن اجزا متشکله مولکول های ماده را از هم جدا می کند. این درجه هم برای جامدات و هم برای مایعات و حتی بخارات قابل تعمیم است. درجه آتش گیری از نقطه شعله زنی هر ماده بالاتر است. برای هیدروکربن های پارافینی گازی این درجه حرارت از فرمول زیر تبعیت می کند.

$$IT = 660 / \sqrt{n}$$

IT = درجه آتش گیری (درجه سانتی گراد)

n = تعداد کربن در زنجیره

چگالی نسبی: نسبت جرم مخصوص سوخت نفتی به جرم مخصوص آب در دمای ۶۰ درجه فارنهایت را گویند که دستگاه ها یدرومتر تعیین می کند.

دمای جوش: در تقطیر سوخت هنگامی که اولین قطره مایع ظاهر گردد دمای مربوط را دمای جوش گویند. وقتی سوخت کامل تقطیر شود به دمای مربوطه، دمای جوش نهایی گویند.

نقطه ریزش: حداقل دمایی که سوخت نفتی سیالیت خود را از دست می دهد نقطه ریزش نام دارد. دانستن این دما در پمپ کردن سوخت از محل سوخت ها از اهمیت خاصی برخوردار است.

نقطه دود: در نقطه دود میزان استعداد یک سوخت مایع برای تشکیل دود برآورد می شود. نقطه دود یک معیار مناسب برای سوخت های مورد استفاده در توربین های گازی نیروگاهی است.

نقطه شبنم (Dew Point): دمایی است که در آن دما بخار آب موجود در گاز شروع به مایع شدن می کند. دمای دودکش و اجزای مشعل در کوره ها باید همواره از نقطه شبنم بیشتر اختیار شود تا در این تجهیزات خوردگی ناشی از آب رخ ندهد.

دمای اشتعال خود به خودی (Autoignition Temperature): T_a دمایی است که در آن یک ماده قابل اشتعال قادر است بدون حضور منبع جرقه بیرونی، شروع به سوختن نماید.

تفاوت انفجار و احتراق: انفجار عبارت است از آزاد شدن انرژی با سرعت زیاد که نتیجه اکسیداسیون می باشد. تفاوت بین احتراق و انفجار به خاطر میزان انرژی حاصله نیست بلکه مربوط به سرعت تولید انرژی است.

^ Ignition Temperature

مایعات قابل احتراق: مایعاتی که نقطه اشتعال (نقطه شعله زنی) آن‌ها بالای ۱۰۰ درجه فارنهایت (۳۷,۸ درجه سانتی‌گراد) باشند.

مایعات قابل اشتعال: مایعاتی که نقطه اشتعال آن‌ها کمتر از ۱۰۰ درجه فارنهایت باشند.

نکته: مایعات قابل اشتعال به مراتب خطرناک‌تر از مایعات قابل احتراق هستند و باید آن‌ها را به مقدار مشخص در مخازن و ظروف ایمنی نگهداری و حمل نمود.

جدول ۱۲-۱: نقطه جوش، نقطه اشتعال و مایعات قابل اشتعال

نقطه جوش	نقطه اشتعال	مایعات قابل اشتعال
۱۰۰ درجه فارنهایت <	۷۳ درجه فارنهایت <	Class A
> ۱۰۰ درجه فارنهایت	۷۳ درجه فارنهایت < ۷۳ درجه فارنهایت $\geq$	Class B
-	۱۰۰ درجه فارنهایت <	Class C

جدول ۱۲-۲: نقطه جوش و مایعات قابل احتراق

نقطه اشتعال	مایعات قابل احتراق
۱۴۰ درجه فارنهایت < ۱۰۰ درجه فارنهایت >	Class 1
۲۰۰ درجه فارنهایت < ۱۴۰ درجه فارنهایت $\geq$	Class 2
۲۰۰ درجه فارنهایت <	Class 3

ارزش حرارتی: مقدار حرارتی که به ازای واحد سوخت حاصل می‌شود را ارزش حرارتی سوخت می‌نامند. این واحد می‌تواند بر حسب وزن یا حجم بیان گردد. هرچه درصد هیدروژن در سوخت بیشتر باشد معمولاً وزن مخصوص سوخت کمتر و بنابراین ارزش حرارتی آن بالاتر است. در سوخت‌های سبک مانند گاز طبیعی درصد هیدروژن بیشتر است. جهت محاسبه ارزش حرارتی سوخت از بمب کالری متر استفاده می‌شود.

ارزش حرارتی خالص: اگر یک پمپ سوخت در دمای ۶۰ درجه فارنهایت محترق شده و محصولات احتراق را نیز تا ۶۰ درجه فارنهایت سرد کنند گرمای حاصل را ارزش حرارتی پایین یا خالص می‌نامند.

ارزش حرارتی ناخالص یا بالا: هرگاه بخار آب موجود در گازهای حاصل از احتراق را در دمای ۶۰ درجه فارنهایت به آب تبدیل کنیم گرمای حاصله را ارزش حرارتی ناخالص یا بالا می‌نامند.

نکته: ارزش حرارتی وزنی سوخت‌های سبک (با وزن مخصوص کم) بیشتر از سوخت‌های سنگین خواهد بود و بر عکس ارزش حرارتی حجمی سوخت‌های سنگین بیشتر از سوخت‌های سبک است.

FLASHOVER: هنگامی که آتش در فضای بسته مانند اتاق ایجاد می‌شود گرمای زیاد شروع به تجمع می‌کند و پس از مدتی در آن فضا تمامی مواد به نقطه اشتعال می‌رسند. در این حالت تمامی مواد به یک باره در یک لحظه شروع به سوختن می‌کنند که یک حالت انفجاری ایجاد می‌شود که به آن FLASHOVER می‌گویند.

BACKDRAFT: این پدیده یکی از رفتارهای حریق است که گاهی رخ می‌دهد و به انفجار دود معروف است. زمانی که حریق در یک فضای بسته گسترش می‌یابد اکسیژن موجود در آن فضا به‌طور کامل مصرف می‌شود و مقدار زیادی گرما و مونواکسید کربن تولید می‌شود. در صورتی که هوا به داخل فضای حریق وارد شود چون مونواکسید کربن گازی قابل اشتعال است به سرعت شروع به سوختن می‌کند و این شرایط می‌تواند قدرت انفجاری تولید کند.

۶,۱۲ محصولات احتراق

برای حریق چهار محصول پایه‌ای وجود دارد: شعله، گرما، دود، گازها و بخارات حاصل از حریق.

شعله: قابل توجه‌ترین و خطرناک‌ترین محصول حریق است. شعله با افزایش درصد اکسیژن بر شدت گرمایش افزوده و به علت بهتر سوختن کربن از شدت روشنایی آن کاسته می‌شود. رنگ شعله بستگی به ماهیت ماده سوختنی دارد، مثلاً در مواد حاوی سدیم به‌رنگ زرد و گازهای مواد آلی به‌رنگ آبی است.

گرما (انرژی): گرما همراه با کم شدن اکسیژن محیط و تشکیل گاز CO از خطرهای اصلی و اولیه آتش‌سوزی محسوب می‌شود. طی آزمایشات انجام‌شده وقتی که درجه گرما در آتش‌سوزی‌ها از ۴۹ درجه سانتی‌گراد بیشتر شود می‌باید از لباس و ماسک مخصوص جهت اطفاء استفاده کرد. اغلب در هنگام گسترش حریق، دما به ۷۰۰ درجه سلسیوس و یا ۱۳۰۰ درجه فارنهایت می‌رسد. هر چه به سوزی ماده سوختنی بیشتر باشد دما بیشتر خواهد بود.

دود یا ذرات: دود از سوختن ناقص مواد سوختنی به‌وجود می‌آید و از ذرات بسیار ریز کربن، دوده و مخلوطی از CO و N₂ و ذرات بسیار ریز مایع‌شده آئروسول تشکیل‌شده است. دامنه قطر ذرات بیش از طول موج نور بوده و در عبور نور ایجاد مزاحمت می‌نمایند. ذرات آئروسول بیشتر در مواقعی که ماده سوختنی از مواد آلی باشد تشکیل می‌شود. این ذرات باعث اختلال دید افراد شده و فرایند فرار را دچار مشکل می‌سازد.

گازها و بخارات حاصل از حریق: یکی از خطرناک‌ترین محصولات آتش که در تلفات انسانی نقش مهمی دارد در واقع همان بخارات حاصل از احتراق مواد سوختنی است. این گازها پس از سرد شدن در محل حریق باقی می‌مانند. اگر عمل سوختن کامل باشد گاز CO₂ به‌وجود می‌آید. اگر سوختن ناقص باشد که اکثراً به همین صورت است گاز سمی CO را تولید می‌کند. این گاز اولین گاز کشنده در بیشتر آتش‌سوزی‌ها است. این گاز بی‌رنگ، بی‌بو و سبک‌تر از هوا است.

جدول ۱۲-۳: گازها یا بخارات حاصل از حریق بر اساس نوع ماده سوختنی

منابع	گاز سمی
پشم- ابریشم- نایلون - کاغذ - پلی اورتان	CO و HCN
بسیار کم از احتراق پارچه و به مقدار زیاد از سلولز	NO ₂ اکسیدهای گاز ازت
ابریشم- نایلون- ملامین در حریق‌های معمولی، غلظت این گاز نسبتاً کم است.	NH ₃ گاز آمونیاک
سوخت‌های سنگین یا ترکیبات گوگرددار	SO ₂ انیدریدسولفور
از احتراق P.V.C	HCL کلرات هیدروژن و بخارات کلراید
احتراق مواد آلی گوگرددار نظیر سوختن گوشت، پشم و مو	H ₂ S سولفید هیدروژن
از سوختن فیلم و رزین‌های فلوئور دار	HF, HBr گازهای اسیدی هالوژنه

۷،۱۲ فازهای حریق

به‌طور کلی آتش و فرآیند آتش‌سوزی به سه فاز تقسیم می‌شود که در برخی از آتش‌ها به فاز چهارم نیز می‌رسد:

فاز اول: شروع حریق

در این مرحله اکسیژن به مقدار کافی فراهم بوده و بیشتر محصولات آن CO₂ و CO است. حرارت شعله در این مرحله حدود ۱۰۰۰ درجه فارنهایت است. گسترش حریق تصاعدی بوده و مدت زمان رسیدن به اوج حرارت کوتاه و کمتر از نیم ساعت است. در این مرحله احتراق کامل است.

فاز دوم: سوختن آزاد

در این حالت علاوه بر هوای داخل محوطه حریق، جریان هوای بیرون نیز به‌دلیل اختلاف حرارت به داخل آتش کشیده می‌شود و همین هوا به‌دلیل گرم شدن باعث گسترش حریق می‌شود. درجه حرارت در ارتفاع بالا و طبقات بالای محل حریق به ۱۳۰۰ درجه فارنهایت (۷۰۰ درجه سانتی‌گراد) هم می‌رسد که در صورت تنفس باعث سوختگی دستگاه تنفسی می‌گردد. به تدریج در این فاز درصد اکسیژن روبه کاهش رفته و به حدی می‌رسد که حریق بدون شعله گردد. در این مرحله تراکم گازها و ذرات در هوا بیش از حد و فشار داخلی بنا بسیار بالا است. تداوم این فاز وابسته به وسعت فضا و دسترسی به هوا و سوخت است. گسترش حریق به سایر مناطق برای دسترسی به ماده سوختنی در این مرحله انجام می‌گردد.

فاز سوم: سوختن کند

این مرحله بنام مرحله آخر مرسوم است و حریق آن شعله ندارد البته در صورتی که حریق با هوای خارج تماس نداشته باشد. وسعت حریق در این مرحله محدود شده و مراکز آتش تبدیل به نقاط منفصل می‌گردد. در این مرحله حرارت در اطراف حریق حدود ۱۰۰۰ درجه فارنهایت است که به تدریج رو به کاهش می‌گذارد. نکته اساسی در این فاز تراکم و فشار زیاد گازها است. در پایان این مرحله به تدریج مواد قابل احتراق تبدیل به زغال یا خاکستر شده و حریق نیز سرد می‌شود.

فاز برگشت شعله

این فاز الزاماً در تمام حریق‌ها وجود ندارد ولی اگر تراکم گازهای قابل احتراق در هوا بالا باشد به دلیل اختلاط با هوا مجدداً آتش گرفته و سبب برگشت شعله می‌گردد که لزوماً تداوم زیادی نخواهد داشت. این مرحله در صورتی خطرآفرین است که منابع سوختنی جدیدی در دسترس آتش قرار گرفته باشد و به همین دلیل در عملیات اطفای حریق پس از خاموش کردن آتش یک اکیپ عملیاتی برای مبارزه با برگشت آتش باید یک تا دو ساعت در محل باقی بماند. چگونگی گسترش شعله، با سرعتی که میزان حرکت شعله را بر روی سطوح مشخص می‌کند و با عددی مشابه آن بیان می‌شود. این سرعت وابسته به جنس مواد مشتعل و شرایط حریق است. به‌طور کلی می‌توان گسترش شعله را به صورت عدد یا سرعت طولی بیان نمود که در جدول زیر نمونه‌هایی از آن آمده است.

جدول ۱۲-۴: نمونه‌ای از گسترش حریق در زوایای مختلف

حالت گسترش	انتشار in/s
حرکت عمودی سربالای آتش	۱,۲
حرکت ۴۵ درجه	۰,۸
حرکت افقی	۰,۱
حرکت سر پایین	۰,۰۵

نمره گسترش شعله در مواد مختلف نیز تعیین می‌شود که بر اساس نمره مبنا است. نمره مبنا مربوط به آزیست و برابر صفر است. بر اساس نمرات آتش‌گیری هر ماده درجه‌بندی از ۱ تا ۵ انجام شده است که شامل مواد غیرقابل احتراق تا تند سوز می‌شود. در زیر همچنین نمونه‌هایی از مواد آتش‌گیر آمده است.

جدول ۱۲-۵: درجه‌بندی مواد از نظر آتش‌گیری

درجات مواد از نظر گسترش حریق	نمره
درجه ۱ یا غیرقابل احتراق	۰ - ۱۵
درجه ۲ یا دیر سوز	۳۰-۱۶
درجه ۳ یا کند سوز	۳۱ - ۷۵
درجه ۴ یا سوختنی	۷۶ - ۲۰۰
درجه ۵ یا تند سوز	بالاتر از ۲۰۰

جدول ۱۲-۶: نمونه‌ای از درجه‌بندی مواد آتش‌گیر

نوع ماده	نمره گسترش حریق
نمد	۳۵
فرش آکریلیک	۳۹
فرش پشمی	۷۰
چوب بلوط قرمز	۱۰۰
الوار کاج سفید	۱۳۰
بافته‌های پنبه‌ای	۱۶۰۰-۲۵۰۰

۸,۱۲ انواع حریق

یکی از ملاحظات مهم در هنگام انتخاب خاموش‌کننده، نوع مکانی است که خاموش‌کننده در آن قرار می‌گیرد. بر اساس استاندارد سازمان NFPA مربوط به خاموش‌کننده‌ها، حریق‌ها به گروه‌های A, B, C, D تقسیم‌شده‌اند. اما بر اساس تقسیم‌بندی کشورهای اروپایی، حریق‌ها به پنج دسته A, B, C, D و E تقسیم‌بندی می‌شوند. کشور ما نیز تقسیم‌بندی اروپایی را مدنظر قرار داده است که البته این الگوی طبقه‌بندی مورد تأیید سازمان^۱ ISO نیز هست. اخیراً دسته جدیدی تحت عنوان F یا K اضافه شده است که به علت وسعت حریق‌ها جای خود را باز نموده است. این دسته مربوط به حریق آشپزخانه و روغن‌های آشپزی است.



حریق دسته A: مواد قابل احتراق جامد

این نوع حریق‌ها از سوختن مواد معمولی قابل احتراق (عموماً جامد) مانند کاغذ، چوب، پارچه، چرم، پلاستیک و امثال آن که پس از سوختن از خود خاکستر بجای می‌گذارند به‌وجود می‌آیند. خاموش‌کننده‌هایی که برای کنترل آن بکار می‌روند توسط مثلث سبز رنگ که وسط آن حرف A درج‌شده است مشخص می‌شوند. مبنای اطفاء آن‌ها بر خنک کردن و استفاده از آب است. جت آب می‌بایستی بر پایه آتش پاشیده شده و کم‌کم به سراسر آتش گسترش یابد.

حریق دسته B: مایعات قابل اشتعال

این نوع آتش‌سوزی‌ها در اثر سوختن مایعات قابل اشتعال و یا جامداتی که به راحتی قابلیت مایع شدن دارند مانند بنزین، نفت، الکل، روغن، پارافین، رنگ، رزین، استون، چسب و غیره به‌وجود می‌آیند. این نوع حریق‌ها توسط مربع قرمز رنگ که در وسط آن حرف B مشخص‌شده است نشان داده می‌شود.

حریق دسته C: گازهای قابل اشتعال

این دسته شامل آتش‌سوزی ناشی از گازها و مایعاتی که به سرعت به گاز تبدیل می‌شوند است. از انواع این مواد می‌توان به گاز مایع و گاز شهری اشاره نمود. خاموش‌کننده‌های این حریق با علامت C در مربع آبی رنگ مشخص می‌شوند. راه اطفاء این حریق خفه کردن و سد کردن مسیر نشت است. بهترین ماده‌های خاموش‌کننده پودر خشک، هالون‌ها، کف و دی‌اکسید کربن است.

حریق دسته D: فلزات قابل اشتعال

این نوع آتش‌سوزی‌ها توسط فلزات قابل اشتعال مانند آلومینیوم، سدیم، پتاسیم و منیزیم به‌وجود می‌آیند و خاموش‌کننده‌های مناسب برای اطفاء آن‌ها توسط ستاره زردرنگ که در وسط آن حرف D مشخص‌شده است نشان داده می‌شوند. این فلزات هنگام سوختن نور شدیدی تولید می‌کنند و برای خاموش کردن آن‌ها باید از عینک حفاظتی با تیرگی بالا استفاده نمود. برای هر کدام از فلزات قابل اشتعال ماده خاصی جهت اطفاء همان فلز وجود دارد. ماسه خشک و پودر خشک بر روی اکثر حریق فلزات موثر است. گرافیت و ماده کلراید سدیم و همچنین T.M.B برای فلز منیزیم موثر است.

^۱ BS-EN3/ISO 13943:2000

حریق دسته E: حریق الکتریکی

این نوع آتش‌سوزی‌ها در اثر استفاده نابجا از یک وسیله برقی، توسط دستگاه‌های الکتریکی ناقص و سیم‌کشی‌های غلط به‌وجود می‌آیند. خاموش‌کننده‌های آن‌ها با حرف E مشخص می‌شوند. راه اطفاء این دسته حریق قطع جریان برق و خفه کردن حریق با گاز CO₂ یا هالان و هالوکربن است.

حریق دسته F: حریق آشپزخانه و روغن‌ها

این گروه به‌خاطر اهمیت‌شان به‌طور مجزا تقسیم‌بندی گردیده‌اند و شامل حریق آشپزخانه‌ها و مواد سوختنی مهم آن یعنی چربی‌ها و روغن‌های آشپزخانه می‌شوند. این نوع حریق‌ها را به‌وسیله کف، پودر خشک، دی‌اکسید کربن و یا پتو خاموش می‌نمایند.

۹،۱۲ لوزی خطر

جهت پیش‌بینی خطرات مواد و نحوه برخورد هنگام خطر شامل حریق، مخاطرات شیمیایی حتی بهداشتی کدهای بین‌المللی پیش‌بینی‌شده است که باید علامت‌های مربوط بر روی ظروف و بسته‌بندی‌های مواد درج گردد. کلیه کدها در یک لوزی که به چهار بخش تقسیم شده است و به آن لوزی خطر گفته می‌شود درج می‌گردد نمونه این لوزی در شکل زیر آمده است. کلیه درجات خطر بین ۰ تا ۴ تعیین گردیده و مواد را از نظر مخاطرات به صورت زیر درجه‌بندی نموده‌اند.



شکل ۱۲-۳: لوزی خطر

خانه‌های لوزی دارای یک زمینه رنگی یا حروف رنگی ثابت به صورت زیر می‌باشد :

- × رنگ قرمز برای خانه بالا (خطر اشتعال)
- × رنگ آبی برای خانه سمت چپ (خطرات بهداشتی)
- × رنگ زرد برای خانه سمت راست (خطر واکنش شیمیایی)
- × خانه پایین بی‌رنگ و یا اینکه به‌رنگ بدنه محموله می‌باشد (خطرات ویژه)

۱۰،۱۲ درجه‌بندی از نظر اشتعال

- ۰ - آتش نمی‌گیرد.
- ۱ - نیاز به حرارت قابل‌توجه دارد تا آتش بگیرد.
- ۲ - نیاز به حرارت مختصری برای آتش‌گیری دارد.
- ۳ - احتمالاً در شرایط عادی نیز آتش می‌گیرد.
- ۴ - مایعات با قابلیت اشتغال بالا یا گازها مایع‌شده که به سرعت آتش می‌گیرند.

درجه‌بندی پایداری از نظر واکنش‌های شیمیایی

در این ویژگی بیشتر واکنش با آب در هنگام حریق در نظر است.

-- در حالت عادی و حتی در مجاورت حریق پایدار بوده و با آب واکنش ندارد.

۱- در درجات بالای حریق و فشار زیاد واکنش نشان می‌دهند.

۲- به آسانی دچار تغییرات شدید شیمیایی می‌شوند.

۳- به خودی خود نیز ممکن است تجزیه شده و در صورتی که در محفظه بسته باشند حالت انفجاری دارند.

۴- در شرایط عادی حرارت و فشار قابلیت انفجار و تجزیه دارند و برخی نیز در اثر ضربه منفجر می‌شوند.

درجه بندی مخاطرات بهداشتی مواد در هنگام حریق

-- به هنگام حریق خطر خاصی ندارند.

۱- مخاطرات محدودی دارند و هنگام اطفای حریق ترجیحاً نیاز به ماسک است.

۲- مخاطرات آن‌ها محرز است و با ماسک تنفسی می‌توان به محیط آتش آن‌ها رفت.

۳- موادی که برای سلامت بسیار خطرناک هستند و ورود با احتیاط و لباس حفاظتی و ماسک امکان پذیر است.

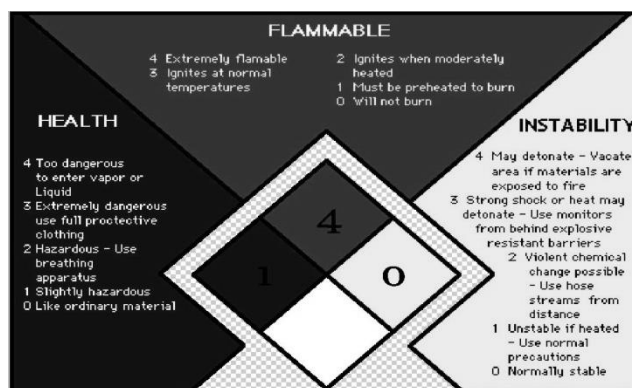
۴- به شدت مخاطره آمیز و مرگ آور هستند حتی مخاطره پوستی نیز ایجاد می‌کنند.

خطرات ویژه مواد

عموماً مخاطره یا محدودیت‌های خاموش کردن آب با علامت‌های جدول ۷-۱۲ در زیر نشان داده می‌شوند: جدول ۷-۱۲:
علائم اختصاری برای انواع خطرات ویژه

علامت اختصاری	نوع خطر
OXY	خطر اکسیداسیون
ACID	خطر اسید
COR	خطر خوردگی
W	از آب استفاده نشود
ALK	خطر مواد قلیایی
RAD	خطر تشعشعات رادیواکتیو

به عنوان مثال به شکل ۴-۱۲ لوزی خطر برای بوتان توجه کنید.



شکل ۴-۱۲: لوزی خطر برای بوتان

پیشگیری از خطرات بالقوه حریق

سلسله مراتب کنترل خطر بالقوه حریق در شش مرحله حذف، جایگزینی، جداسازی، کنترل‌های مهندسی، کنترل‌های مدیریتی و وسایل حفاظت فردی جای می‌گیرند.

تمامی روش‌هایی خاموش کردن آتش بر اساس مثلث حریق است.

۱۱،۱۲ تأسیسات حفاظت در برابر حریق

اصولاً تأسیسات حفاظت در برابر حریق شامل طراحی سیستم‌هایی جهت کشف، کنترل و خاموش کردن حریق است. به‌طور کلی تأسیسات حفاظت در برابر حریق به دو گروه اصلی تفکیک می‌شوند:

- سیستم‌هایی غیرفعال^{۱۰}
- سیستم‌هایی فعال^{۱۱}

سیستم‌هایی غیر فعال

این‌گونه سیستم‌ها بدون اینکه به‌طور فعال کاری انجام دهند به‌دلیل اینکه قسمتی از فرآیند یا ساختمان هستند می‌توانند از ایجاد اشتعال جلوگیری کرده و ضمن محدود کردن توسعه حریق از گسترش آن به سایر نقاط جلوگیری کنند. یک نمونه از سیستم‌هایی غیرفعال، دیوار ضد حریق^{۱۲} است. همچنین مجراها در دیوار ضد حریق توسط درب‌های ضد حریق و همچنین دریچه‌های ضد حریق محافظت می‌شوند.

سیستم‌های فعال

این‌گونه سیستم‌ها که قسمتی از تأسیسات حفاظت در برابر حریق هستند با شرکت فعال در عملیات و انجام یک فعالیت مکانیکی در شرایط اضطراری باعث حفاظت در برابر حریق می‌گردند. به عنوان مثال سیستم اسپرینکلر از انواع این نوع تأسیسات است.

بسیاری از حریق‌های مخرب در فاصله بین نیمه شب تا ۴ صبح رخ می‌دهند.

۱۲،۱۲ سیستم‌های کشف و اعلام حریق

در کنترل و اطفای حریق زمان نقش تعیین‌کننده دارد. کشف و اعلام به موقع آتش‌سوزی می‌تواند از بسیاری صدمات به افراد و از بین رفتن سرمایه جلوگیری کند. روش‌ها و وسایل اعلام خطر متنوع بوده و بنا به امکانات مالی و اهمیت موضوع می‌توان از یکی از روش‌هایی دستی یا اتوماتیک استفاده کرد.

روش‌هایی دستی اعلام حریق

در این روش اعلام حریق توسط افراد شاغل انجام می‌گردد. مزایای این روش ارزانی و سادگی آن است. سیستم‌هایی اعلام دستی شامل موارد زیر است:

۱. علائم دستی از طریق آژیر دستی - این روش جزء روش‌های قدیمی بوده و امروزه مرسوم نیست.
 ۲. اعلام توسط سیستم الکترونیکی - در این روش به فواصل مختلف کلیدهای مخصوص که دارای درپوش‌های شیشه‌ای می‌باشند نصب می‌گردد. پس از شکستن شیشه به‌طور خودکار یا با فشردن شستی آژیرهای اعلام حریق به صدا در می‌آیند.
 ۳. اعلام توسط بلندگو - تنها تفاوت با روش قبلی، امکان ارسال پیام از طریق بلندگو و یا آژیر توسط سیستم صوتی مجموعه است.
 ۴. استفاده از تلفن - تلفن نیز باید در فواصل مناسب در کارگاه‌ها نصب‌شده و شماره مرکز آتش‌نشانی روی آن ذکر شود.
- حداکثر فاصله دسترسی افراد در هر محدوده با کلیدهای اعلام‌کننده باید ۳۰ متر و ارتفاع آن‌ها از سطح زمین حداقل ۱۱۰ و حداکثر ۱۴۰ سانتی متر باشد.

^{۱۰} Passive Systems

^{۱۱} Active Systems

^{۱۲} Fire Wall

۱۲، ۱۳ تجهیزات آتش‌نشانی کنترل حریق

این تجهیزات شامل تجهیزات اتوماتیک و غیر اتوماتیک می‌باشند.

تجهیزات اتوماتیک

شامل سیستم‌ها و تجهیزات کشف، اعلام و اطفای خودکار می‌باشند.

تجهیزات غیر اتوماتیک

شامل:

تجهیزات ثابت اطفای حریق (فایرباکس و هایدرانت)

تجهیزات دستی اطفای حریق (کپسول‌های آتش‌نشانی)

ناوگان موتوری اطفای حریق (خودروهای آتش‌نشانی)

سیستم‌های اتوماتیک کشف حریق

معمول‌ترین عناصری که قبل از وقوع حریق قابل ردیابی‌اند عبارت‌اند از: گرما، دود (آئروسول) و نور. از همین‌رو انواع کاشف‌های موجود بر اساس کشف هر کدام از موارد نامبرده ساخته شده‌اند. سیستم اتوماتیک شامل کاشف‌های حریق^{۱۳}، کابل‌های رابط و منبع تغذیه است.

انواع کاشف‌های اتوماتیک حریق

الف – کاشف‌های حرارتی^{۱۴}

ب – کاشف‌های دودی (ذرات)^{۱۵}

ج – کاشف‌های شعله‌ای^{۱۶}

د – کاشف‌های گاز یاب^{۱۷}

کاشف‌های حرارتی

کاشف‌های حرارتی جزء اولین دتکتورها هستند و با توجه به مکانیسم و ساختمان خود به صورت اپتیکی یا حرارتی حریق را شناسایی می‌کنند.



شکل ۱۲-۵: کاشف حرارتی

این نوع کاشف نزدیک سقف یا روی سقف نصب می‌شود. آشکارسازهای حرارتی دو نوع هستند:

^{۱۳}Detectors

^{۱۴}Heat Detectors

^{۱۵}Smoke Detectors

^{۱۶}Flame Detectors

^{۱۷}Gas Detectors

الف) کاشف حرارتی ثابت^۱: در این نوع کاشف‌ها وقتی المنت‌های عمل‌کننده در آن به درجه حرارت به‌خصوص و ثابتی می‌رسد، کاشف به صدا در آمده و اعلام خطر می‌کند. حد فعالیت آن‌ها از ۱۳۵ درجه فارنهایت (۶۰ درجه سلسیوس) به بالا می‌باشد. از این دتکتورها عمدتاً در نواحی با تغییر سریع درجه حرارت نظیر موتورخانه، آشپزخانه، آزمایشگاه و غیره استفاده می‌شود. از جمله مشخصات این نوع دتکتورها عبارت‌اند از: کمترین آلارم اشتباه، قابلیت اطمینان خیلی زیاد، محدود به درجه حرارت محیط...

المنت‌های عمل‌کننده در این نوع ممکن است به صورت فیوزی ذوب شوند یا کاشف ثابت نوع ترموکوپل یا بی متالیک، که نسبت به نوع قبلی ارجحیت دارد زیرا پس از اتمام حالت اضطراری به صورت اتوماتیک به حالت اولیه بر می‌گردد و صدای زنگ خودبه‌خود قطع می‌شود. مطابق با استاندارد BS این دتکتورها با برچسب آبی نشان داده می‌شوند.

ب) کاشف‌های حرارتی با حرارت متغیر^۲: در این نوع کاشف‌های المنت‌های عمل‌کننده بر حسب سرعت تغییرات درجه حرارت $12-15^{\circ}\text{K}$ درجه کلین در هر دقیقه عمل می‌نماید. در صورتی که سرعت افزایش دما بیش از این مقدار باشد، دستگاه عمل می‌کند. از جمله مشخصات آن می‌توان موارد زیر را نام برد:

سرعت عملکرد بالاتر نسبت به نوع درجه حرارت ثابت، قابلیت اطمینان متوسط، پایداری زیاد، تعمیر و نگهداری کم، حساسیت کم در درجه حرارت محیطی زیاد.

مطابق با استاندارد BS این دتکتورها با برچسب سبز نشان داده می‌شوند

نکته: به‌طور کلی، آشکارسازهای حرارتی کمتر از سایر انواع آشکارسازها حساس هستند، مثلاً شعله باید به یک سوم ارتفاع سقف برسد تا این آشکارسازها به کار افتند. بنابراین در جاهایی که آتش ضعیفی می‌تواند سبب خسارت زیادی شود نباید به کار روند.

کاشف دودی (ذرات)

کاشف‌های دودی از متداول‌ترین نوع دتکتورهای سیستم اعلام حریق اتوماتیک بوده که از سرعت پاسخگویی، قیمت و سطح پوششی بیشتری نسبت به نوع حرارتی برخوردار هستند ولی قابلیت اطمینان و پایداری آن‌ها کمتر است. حساسیت آشکارسازهای دودی به‌طور معمول بر اساس درصد تیرگی بر متر سنجیده می‌شود.



شکل ۱۲-۶: کاشف دودی

این نوع دود یاب‌ها به دو دسته تقسیم می‌شود:

الف - نوع یونیزه^۳

ب - نوع فتوالکتریک (آچشم الکترونیکی)

^۱Fixed Temperature Detectors

^۲Rate of Rise Detectors

^۳Smoke Detector

^۴Ionizing Detectors

^۵Photoelectric Detectors

الف) کاشف نوع یونیزه

نوع یونیزه طوری طراحی شده که می‌تواند حضور ذرات با اندازه ۰,۰۱ تا ۱ میکرون را تشخیص دهد. کم شدن شدت جریان در مدار این کاشف، عامل اصلی کشف دود و به صدا در آمدن سیستم است. داخل محفظه کاشف منبع پخش مواد رادیواکتیو قرار داده شده که از خود ذرات رادیواکتیو و بیشتر از نوع ایکس پخش می‌نماید.

این کاشف‌ها را معمولاً در تحت شرایط صفر یعنی شرایط بدون دود و نزدیک به حالت به صدا در آمدن زنگ میزان می‌نمایند. رطوبت، درجه حرارت، فشار هوا و جریان هوا در حساسیت این نوع دودیاب‌ها تأثیر زیادی دارد. مطابق با استاندارد BS این دتکتورها با برچسب زرد نشان داده می‌شوند

این کاشف به منبع تولید برق نیاز دارد. از مزایای اصلی این دسته، عکس‌العمل سریع و سرعت عمل بالای آن‌ها در کشف حریق است. معایب آن‌ها شامل عدم حساسیت کافی در فاز اول حریق، حساسیت به رطوبت و حرارت، نیاز به تنظیم دوره‌ای، عدم امکان استفاده در مکان‌هایی که اصولاً انتشار ذرات دارد، عدم حساسیت کافی در مقابل ذرات نسبتاً بزرگ، ذرات PVC و نیاز به تنیم مجدد پس از هر بار اعلام آتش‌سوزی است.

ب) دود یاب فتوالکتریک

در محفظه این دود یاب یک منبع تولید نور یا منبع تولید اشعه لیزر که مستقیماً یا تحت زاویه ۹۰ درجه بر چشم فتوالکتریک می‌تابد قرار دارد. کشف دود به وسیله کم شدن تابش و انتقال آن به قسمت حساس چشم الکترونیکی انجام می‌گیرد. تنظیم نور و نحوه تابش آن در طرز کار و حساسیت دستگاه نقش اساسی دارد. ذرات دود باید بین ۰,۵ تا ۱۰۰۰ میکرون باشند. درجه حرارت، رطوبت و جریان هوا تأثیر چندانی در سیستم کار آن‌ها ندارد. مطابق با استاندارد BS این دتکتورها با برچسب قرمز نشان داده می‌شوند.

مزایای دود یاب فتوالکتریک

۱. عکس‌العمل سریع در مقابل ذرات حتی در تراکم ناچیز
۲. عکس‌العمل سریع در برابر دود P.V.C نشان می‌دهد.
۳. عکس‌العمل سریع در برابر آتش‌سوزی‌های بدون شعله
۴. عدم وجود چشمه‌های رادیواکتیو و خطرات ناشی از مواد پرتوزا
۵. عدم حساسیت به رطوبت و الکتریسیته ساکن و تغییرات فشار هوا
۶. در مکان‌هایی که مقدار محصولات احتراق کم است مانند آشپزخانه و موتورخانه مناسب است.
۷. هنگام نصب به تنظیم مجدد نیاز ندارد.

معایب دود یاب فتوالکتریک

۱. کاهش شدید حساسیت در ذرات با قطر کمتر از طول موج نور مرئی
 ۲. حساسیت شدیدی نسبت به دودهای سیاه رنگ در مقایسه با دودهای خاکستری رنگ از خود نشان می‌دهند.
 ۳. امکان سوختن لامپ
 ۴. امکان کثیفی سطح لامپ، آینه و سلول فتوالکتریک
 ۵. به باطری نسبتاً قوی جهت تأمین ولتاژ کافی برای سیستم روشنایی آن نیاز است.
- نکته: از نظر حساسیت کاشف‌های یونی نسبت به نوری برتری دارد.

کاشف‌های شعله‌ای^{۲۳}

این نوع کاشف‌ها در برابر نسبت به نور مرئی شعله که دارای طول موج ۷۶۰ - ۳۸۰ نانومتر باشد حساس هستند. همچنین انرژی معمولاً آن‌ها را به خاطر قدرت عکس‌العمل سریعشان در نقاطی مانند سکوها یا بارگیری مواد نفتی و مکان‌هایی که

امکان سریع انفجار می‌رود نصب می‌شود. مسیر دید آن‌ها بسته به اندازه شعله و فاصله آن‌ها تا کاشف دارد. انواعی از کاشف‌های شعله برای محدوده مادون قرمز یا ماورای بنفش نیز پوشش دارند.



شکل ۱۲-۷: کاشف شعله‌ای

کاشف‌های گاز یاب

این کاشف‌ها نوع ویژه‌ای هستند که برای تشخیص گازهای قابل انفجار یا گازهای ناشی از حریق بکار می‌روند. این کاشف‌ها معمولاً برای یک نوع گاز یا بخار بوده و در تراکم معینی فعال می‌گردند. کاشف‌های از این نوع، درصد گازهای قابل انفجار بر حسب LEL، میزان O_2 ، CO و H_2S را شناسایی می‌نمایند.



شکل ۱۲-۸: کاشف گاز یاب

نکته: کاشف‌های حرارتی از نظر قیمت ارزان‌تر و همچنین از نظر میزان عکس‌العمل دروغین سیستم خبری پایین‌تر از سایر کاشف‌ها است.

نکته: کاشف‌های حرارتی برای محل‌های سربسته و نصب به‌طور مستقیم در بالای محل‌های خطرناک مناسب‌تر است. نصب آن‌ها باید به صورت شبکه و فواصل آن‌ها از هم باید مطابق استانداردهای N.F.P.A شماره ۷۲۵ انجام گیرد.

نکته: اگر کاشف‌ها را به صورت نقطه‌ای نصب می‌کنیم فاصله لبه خروجی کاشف تا دیوار یا سقف نباید کمتر از ۴ اینچ باشد.

نکته: کاشف‌های دودی باید طوری نصب شود که در جهت موافق ورود هوای سالم باشند زیرا هوای سالم از غلظت پایین‌تری برخوردار است.

نکته: لازم است که در سیستم کشف کاشف توسط علائم نوری چشمک‌زن یا علائم صوتی متناوب لااقل هر ۱۵ ثانیه به مدت ۵، ۰ ثانیه آماده بکار بودن سیستم را اعلام نماید.

۱۴، ۱۲ اطلاعات کلی راجع به محل نصب کاشف‌ها

۱. در صورتی که محل کار ماهیتاً دارای شعله، دود، ذرات یا حرارت است نمی‌توان از کاشف‌های حساس به ماهیت

کار استفاده نمود بلکه بایستی کاشف شرایط غیرعادی را کشف نماید.

۲. برای افزایش ضریب اطمینان کارایی سیستم بهتر است در هر محدوده از دو نوع کاشف استفاده شود که یکی از

آن‌ها حرارتی خواهد بود.

۳. برای کاشف‌های دود بایستی جریان طبیعی هوا مد نظر قرار گیرد، به‌طوری‌که جهت جریان هوا بتواند ذرات را به سمت کاشف هدایت کند.
۴. در صورتی‌که کاشف در سقف نصب شود، نبایستی فاصله‌ای کمتر از یک اینچ و بیشتر از ۴ اینچ از سقف داشته باشد و در سقف جاسازی نشود.
۵. فاصله کاشف‌ها از هم بر اساس تعداد مورد نیاز و مساحت محدوده حریق تعیین می‌شود.
۶. ارتفاع قرارگیری کاشف در نوع حرارتی حداکثر برای درجه یک ۹ متر و درجه ۳ حداکثر ۶ متر و در نوع دودی حداکثر ۱۰ متر است.
۷. محدوده حفاظتی و حداکثر ارتفاع، وابسته به حساسیت کاشف و شدت (یا تراکم) محصول حریق می‌باشد، تعیین محدوده قطعی مؤثر باید بر اساس مشخصاتی که سازنده اعلام می‌نماید یا توسط آزمایش کنترل کیفی صورت پذیرد.
۸. لازم است که در سیستم کشف کاشف توسط علائم نوری چشمک زن یا علائم صوتی متناوب، لااقل هر ۱۵ ثانیه به مدت ۵/۰ ثانیه آماده به کار بودن سیستم را اعلام نماید.
۹. کلیه کاشف‌ها بایستی تابع یکی از استانداردهای BS-5839 یا استاندارد ملی ISIRI-3706 باشد.

جدول ۱۲-۸: مقایسه و کاربرد کاشف‌ها

ویژگی	نوع کاشف حریق			
	شعله‌ای و ماورای بنفش	شعله‌ای و مادون قرمز	حرارتی	دودی
مزایا	عکس‌العمل سریع، پوشش بالا، عدم حساسیت به باد	عکس‌العمل سریع، پوشش بالا، عدم حساسیت به باد	پایدار	بسیار حساس، کشف حریق‌های دارای دود در مرحله اول
معایب	نیاز به تنظیم زاویه - ماورای بنفش توسط دود جذب می‌شود.	نیاز به تنظیم زاویه تداخل مادون قرمز موجود در محیط	پاسخ کند	نیاز به هوای پاک برای عمل نکردن
کاربرد	برای حریق‌های با شعله باز، هیدروکربن‌ها و سوخت‌ها در محیط‌های باز	مانند نوع UV است ولی برای محیط‌های باز و ماشین‌های ارتعاشی توصیه نمی‌شود.	محیط‌های با هوای آلوده دارای محدودیت نوع دودی و پشتیبانی نوع شعله‌ای در محیط‌های پرخطر	محیط‌های هوای پاک یا میزان ذرات کم، اتاق فرمان، اتاق مواد احتراقی، دفاتر و اماکن اداری
مقاومت محیطی	خیلی خوب، مقاوم به باران، باد و مانند آن	خوب، مقاوم به باران و باد بوده و پرتوها بر آن تأثیر دارند و ممکن است آلارم اشتباه بدهد.	خوب، ولی به جریان هوا حساس است.	برای محیط‌های آزاد مناسب نیست.

جدول ۱۲-۹: مشخصات ارتفاع، فاصله مجاز و حداکثر مساحت حفاظتی کاشف‌ها (IPS-E-SF-260)

مشخصات نصب	نوع کاشف		
	حرارتی در اماکن بسته یا مسقف	حرارتی در محوطه‌های باز یا غیر مسقف	دودی
حداکثر مساحت حفاظتی هر کاشف	۳۷	۲۵	۵۰
حداکثر فاصله مجاز از یکدیگر	۷	۵/۷	۸
حداکثر فاصله مجاز از دیوارها	۳/۵	۲/۸	۴
حداکثر ارتفاع مجاز	۸/۵	۷	۷/۵

الف) محل نصب دتکتورهای دودی

موارد متعددی در انتخاب دتکتورهای دودی باید مورد توجه قرار گیرند که به اختصار در زیر تشریح شده‌اند:

۱- ارتفاع نصب

با افزایش ارتفاع نصب دتکتور، سطح پوششی آن افزایش، ولی حساسیت پاسخ برای اندازه معینی از حریق، کاهش می‌یابد. حداکثر محدوده سطح پوشش دتکتور حداکثر ۱۰۰ مترمربع است و فاصله هر نقطه از دتکتور برای سقف‌های با دهانه بزرگ‌تر از ۵ متر نباید از ۷/۵ متر تجاوز کند. محدوده ارتفاع برای سیستم متصل به ایستگاه اعلام حریق مرکزی و محل‌هایی که آتش‌نشانی ظرف ۵ دقیقه به محل وقوع حریق می‌رسد ۱۵ متر و در غیر این صورت ۱۰/۵ متر می‌باشد. در سقف‌های شیب‌دار یک ردیف از کاشف‌ها با فاصله ۵۰ سانتی متر از دیوار کناری در بلندترین قسمت سقف نصب شوند و برای به‌دست آوردن فاصله سایر کاشف‌ها از کاشف‌های نصب‌شده کنار دیوار باید به ازای هر درجه شیب یک درصد به حداکثر فاصله مجاز افقی افزود. این قاعده برای شیب‌های تا ۲۵ درصد قابل قبول است. در سقف‌هایی که عمق سقف نسبت به تیرها ۱۵۰ میلی‌متر باشد فاصله افقی کاشف‌ها دو برابر عمق سقف می‌شود.

نکات

۱. چنانچه یک فضای بزرگ به وسیله پارتیشن تقسیم‌بندی شده باشد به گونه‌ای که بلندی پارتیشن‌ها تا فاصله ۳۰ سانتی‌متری از سقف اصلی باشند باید برای هر قسمت کاشف جداگانه‌ای در نظر گرفت.
۲. فضاهای کاذب که بیشتر از ۸۰۰ میلی‌متر عمق ندارند نیازی به نصب آشکارساز ندارد.
۳. نصب آشکارساز در ارتفاع بیش از ۲۵ فوت به دلیل به‌وجود آوردن مشکلات تعمیر و نگهداری مجاز نیست.
۴. در منازل چنانچه طول راهروی ارتباطی اتاق‌های خواب بیش از ۹ متر باشد باید در هر دو سر راهرو آشکارساز نصب شود.
۵. ارتفاع قرارگیری کاشف از نوع حرارتی حداکثر برای درجه یک ۹ متر و درجه ۳ حداکثر ۶ متر و برای نوع دودی حداکثر ۱۰ متر است. بر اساس استاندارد NFPA-72 و BS-5834 حداکثر مساحت حفاظتی هر کاشف حرارتی ۵۶,۳ می‌باشد.

۲- عکس‌العمل حرارتی

می‌دانیم که هوای گرم به سمت بالا حرکت می‌کند و در زیر سقف اتاق یا ساختمان جمع می‌شود. این لایه هوای گرم مانع از رسیدن دود به دتکتور می‌شود بنابراین در بعضی از مواقع لازم است تا دتکتورها از سقف آویزان شوند و پایین‌تر از لایه هوای گرم قرار گیرند. لایه هوای گرم با تغییر زمان متفاوت خواهد بود لذا ممکن است عاقلانه به نظر آید که در بعضی از شرایط دو سطح آویزی متفاوت از دتکتورها فراهم آید. دتکتورهای دودی باید حداقل ۳ فوت یا ۰/۹ متر از اماکنی چون آشپزخانه و سرویس‌های بهداشتی فاصله داشته باشند.

۳- حفره و فضای خالی

حفره‌ها و فضاهای خالی می‌توانند در کف یا سقف ساختمان‌ها باشند که اگر ارتفاع کمتر از ۸۰ سانتی‌متر داشته باشند نیازی به حفاظت ندارند مگر در شرایط زیر:

- شرایطی که از آن مسیر دود یا حریق به سایر بخش‌ها سرایت کنند.
- کابل‌های برق از مسیر گذشته باشند.
- دارای سطح زیاد توأم با احتمال ضرر و زیان بسیار زیاد باشند.

۴- تهویه و جابه‌جایی هوا

حرکت هوا باعث رقیق شدن تمرکز دود می‌شود و ممکن است از رسیدن دود به دتکتور جلوگیری کند و باعث کاهش حساسیت پاسخ دتکتور گردد. لذا در چنین مواردی باید ناحیه پوشش یافته توسط هر دتکتور را کاهش یا به عبارت دیگر، تعداد دتکتورها را افزایش داد. برای کاهش سطح پوشش دتکتور با توجه به تعویض هوا می‌بایست سطح پوشش نرمال دتکتور را در ضریبی موسوم به ضریب کاهش ضرب نمود. دتکتورها باید در مسیر سیرکولاسیون نرمال نصب شوند. کاشف‌های دودی

باید حداقل ۰/۹ متر یا ۳ فوت از دریچه‌های هوای رفت سیستم تهویه مطبوع یا دریچه هوای بیرون فاصله داشته باشند. همچنین رطوبت نسبی محیط نباید از ۹۳ درصد تجاوز کند و حداکثر سرعت وزش هوا نباید از ۱/۵ متر بر ثانیه بیشتر باشد. از نصب دتکتورها در مقابل دریچه‌های هوای تازه و در فضاهای هوای برگشتی می‌باید اجتناب گردد. در اتاق‌هایی که تهویه مطبوع از طریق سقف‌های حفره‌دار رو به سمت پایین صورت می‌گیرد دود خنک شده، به سمت پایین رانده می‌شود لذا در این شرایط بهتر است دتکتورهای دودی در ابتدای دریچه برگشت هوا نصب گردند در شکل‌های زیر چند نمونه از این موارد نشان داده شده است.

۵- فاصله دتکتورها از یکدیگر

دتکتورها باید به‌طور متقارن در ناحیه مورد حفاظت قرار گیرند سطح پوشش واقعی دتکتورها یک دایره در ناحیه مورد نظر می‌باشد اما برای سادگی فرض می‌شود که ناحیه مورد نظر به صورت یک مربع یا مستطیل است. این فرض باعث می‌شود تا بعضی از قسمت‌های بین دتکتورها به‌خوبی پوشش داده نشوند. به عنوان مثال اگر ناحیه مورد حفاظت ۱۰۰ مترمربع باشد و از دتکتورهای با سطح پوشش ۱۰۰ مترمربع استفاده گردد نیاز به چهار دتکتور خواهد بود که با آرایش متقارن در ناحیه مورد نظر چیده می‌شوند.

۶- راهرو

در یک راهرو یا اتاق کوچک با عرض ۲ متر یا کمتر فاصله بین دتکتورها را می‌توان تا ۱۸ متر (و هر نقطه تا دتکتور را تا ۹ متر) افزایش داد.

۷- موانع

دیوارها و سایر موانع بر جریان دود تأثیر می‌گذارند بنابراین لازم است تا دتکتورهای دودی فاصله مناسب از دیوارها، بیم‌ها و داکت‌ها داشته باشند. حداقل فاصله دتکتور از دیوار ۵۰ سانتی متر و از بیم و کانال‌های هوا که فاصله آن‌ها از سقف بیش از ۵۰ سانتی متر است ۶۰ سانتی متر می‌باشد.

۸- قفسه‌ها

قفسه‌های بلند یا کالاهای کوپه شده مانع دود می‌شوند. قفسه‌ها یا کالاهایی که به حدود ۳۰ سانتی‌متری سقف می‌رسند می‌باید به عنوان تقسیم‌کننده فضا تلقی شوند.

۹- پلکان

در راه‌پله‌ها و شفت‌های بالابرند می‌باید حداقل یک دتکتور در سقف طبقه فوقانی قرار گیرد. اگر طبقات پایین‌تر یا موانع دودی نظیر درب‌های ضد حریق و سکوها، تعمیر و نگهداری جدا شده باشند، در سقف جلوی این موانع نیز دتکتور دیگری نصب می‌شود. در حالت کلی یک دتکتور نباید بیش از سه طبقه از یک پلکان را پوشش دهد و در یک شفت بالابرند به ازای هر ۸ متر ارتفاع قائم یک دتکتور منظور می‌شود.

ب) محل نصب دتکتورهای حرارتی

در حالت کلی تمام موارد عنوان شده برای دتکتورهای دودی برای دتکتورهای حرارتی نیز به کار می‌روند به جز موارد زیر:

۱- ارتفاع نصب

هرگاه فاصله افزایش یابد شدت حرارت کاهش می‌یابد اما محدودیت ارتفاع در دتکتور حرارتی به مراتب کمتر از دتکتور دودی است. در دتکتورهای حرارتی با درجه حرارت کار بالا مطابق استاندارد، ارتفاع نصب در حالت معمولی ۶ متر و حد نهایی آن ۱۰/۵ متر است. دتکتور حرارتی می‌باید حداقل ۵۰ میلی‌متر از سقف فاصله داشته باشد.

۲- بیم‌ها^{۲۴}

دتکتورها باید روی سقف فقط در نواحی بین بیم‌ها قرار گیرند نه روی بیم‌ها.

۳- سطح پوشش و فاصله

^{۲۴}Beams

سطح پوشش یک دتکتور حرارتی کمتر از یک دتکتور دودی است و حداکثر مقدار آن ۵۰ مترمربع است. ماکزیمم فاصله دتکتورها از هر نقطه ۵/۳ متر و از هم ۱۰/۶ متر می‌باشد که در راهروها فاصله بین دتکتورها تا ۱۳/۶ متر قابل‌افزایش است.

شستی‌های اعلام حریق

این شستی‌ها را می‌توان آشکارسازهای دستی نیز خواند. این‌گونه تجهیزات همچون یک کلید عمل کرده و با تحریک از سوی فردی که به‌وجود حریق پی برده سیگنال هشدار را برای مرکز اعلام حریق ارسال می‌کند. شستی‌ها را معمولاً در دو نوع فشاری با شیشه یا کششی مورد استفاده قرار می‌دهند.

نکات مهم در نصب شستی‌های اعلام حریق

۱. شستی‌ها باید قابل رویت و در ارتفاع ۱۴۰ سانتی‌متری از کف نصب شوند و نباید ارتفاع نصب آن‌ها از کف کمتر از ۱۱۰ سانتی‌متر باشد.
۲. شستی‌ها باید در مسیرها به گونه‌ای نصب شوند که برای دسترسی به آن‌ها بیش از ۳۰ متر فاصله نباشد.
۳. زمان تأخیر بین تحریک شستی و ارسال سیگنال نباید بیش از ۳ ثانیه باشد.
۴. شستی باید در فاصله ۱/۵ متری از درها و خروجی‌های هر طبقه نصب شود.

۱۵،۱۲ مرکز کنترل و اعلام حریق

مرکز کنترل و اعلام حریق به سیستم سخت‌افزاری و نرم‌افزاری اطلاق می‌شود که اعلام حریق ابتدا به آن مرکز ارسال و مرکز مربوطه توانایی اجرایی تصمیم‌گیری برای اعلام و هدایت عملیات اطفاء را داشته باشد. مرکز کنترل و اعلام حریق باید در یک تابلو یا تابلوهایی که طبق استاندارد BS-5490 ساخته شده باشند جای گیرند. راه‌های دریافت اطلاعات منحصر به کلیدهای شستی اعلام حریق یا کاشف نیست، بلکه تلفن و خطوط کامپیوتری نیز می‌تواند راه دریافت اطلاعات باشد.

سیستم‌هایی خبرکننده حریق^{۲۵}

پیام‌های اعلام حریق می‌تواند برای ساکنین، شاغلین، گروه عملیاتی یا سیستم‌هایی عملیاتی اطفاء حریق باشد که برای هر یک متفاوت خواهد بود. پیام‌ها می‌تواند به صورت صوتی، نوری یا ترکیبی از این دو باشد. در هر محل باید حداقل دو دستگاه خبرکننده وجود داشته باشد. تراز فشار صوت تولیدشده بهتر است ۵dB از صدای محیط بیشتر باشد. در اماکن آرام نباید تراز فشار صوت مولد از ۶۵ دسی بل بیشتر باشد. در صورتی که از هشداردهنده صوتی استفاده می‌شود، در صورت نبودن افراد در اطراف محل مورد نظر صوت تا فاصله ۱/۵ کیلومتری باید شنیده شود. در اماکن باز به ازای هر ۲۰۰۰ مترمربع یک هشداردهنده صوتی لازم است. پیام صوتی باید حداقل ۳۰ و حداکثر ۱۰۰ ثانیه تداوم داشته باشد و ترتیب روشن و خاموش بودن آن ۸-۵ ثانیه روشن و ۵-۳ ثانیه خاموش باشد. برای مکان‌هایی که افراد ناشنوا اشتغال، سکونت یا تردد دارند لازم است از پیام‌های نوری نیز استفاده شود.

برای محیط‌های خاص مانند بیمارستان، آسایشگاه و امثال آن لازم است از پیام‌های نوری به همراه پیام صوتی مناسب استفاده شود تا باعث اضطراب و ترس نگردد.

از کار انداختن سیستم کشف و اعلام حریق

بر اساس صلاحیت دسترسی افراد برای از کار انداختن سیستم، ۳ حد دسترسی تعریف گردیده است:

الف - دسترسی درجه یک، منحصر به فرد ذی‌صلاح برای تعمیرات یا مسئولین فنی است.

ب - دسترسی درجه دو، منحصر به اپراتور ذی‌صلاح است.

ج - دسترسی درجه سه، این حد دسترسی مربوط به کسانی که آموزش کافی دیده باشند و مسئولیت آن‌ها معلوم شده باشد. در مواردی که با علامت P نشان داده شده است باید اجازه‌نامه کتبی از سوی مدیریت ایمنی صادر شود. درجات دسترسی افراد برای از کار انداختن بخشی از سیستم کشف و کنترل و اعلام حریق در جدول ۱۲-۱۰ ارائه شده است.

^{۲۵}Fire Signal

جدول ۱۰-۱۲: درجات دسترسی برای از کار انداختن سیستم یا تعمیرات

کنترل یا نشانگر	درجه ۱	درجه ۲	درجه ۳
اعلام خطر	M	M	M
اعلام ناحیه حریق	M	M	M
جلوگیری از تأخیر انتقال سیگنال	M	M	M
ساکت کردن وسایل اعلام خطر و وصول مجدد	M	M	M
از کار انداختن کاشف یا شستی	M	M	M
از کار انداختن خط ارتباط با مرکز فرمان	M	M	M
آزمون سیستم	M	M	P
تغییرات سخت افزاری	M	P	P
تغییرات نرم افزاری (در سیستم های کامپیوتری)	M	P	P
تغییرات نشانگرها	M	P	P

۱۶,۱۲ تست های بازرسی

برای اطمینان از صحت عملکرد سیستم لازم است به طور مداوم بر اساس توصیه سازنده سیستم یا استاندارد مربوطه آزمون لازم به عمل آید. این آزمون ها عبارت اند از تست روزانه، تست هفتگی، تست های فصلی و تست سالیانه.

رتبه بندی سیستم های اعلام حریق

این سیستم ها بر اساس استانداردهای معتبر همچون BS دارای سطوح مختلف با اهداف ویژه هستند که در قالب دو سیستم حفاظت از جان با علامت اختصاری L و حفاظت از اموال با علامت اختصاری P به تناسب نیاز و صرفه اقتصادی شکل می گیرند. در سیستم نوع L که باهدف حفاظت از جان ساکنین طرح می شود محدوده ها بر اساس طبقه بندی زیر مورد نظر قرار می گیرد:

نوع M: سیستم کاملاً غیر اتوماتیک و دستی که در آن برای اعلام تنها از شستی های اعلام حریق استفاده می شود.
نوع L5: سیستم دستی به علاوه استفاده از آشکارسازهای اتوماتیک فقط برای فضاهایی که دارای خطر حریق بسیار بالا هستند.
نوع L4: سیستم دستی بعلاوه استفاده از کاشف های دودی در مسیرهای فرار.
نوع L3: سیستم دستی بعلاوه استفاده از آشکارساز دودی در مسیرهای فرار و نیز استفاده از آشکارسازهای حرارتی و دودی برای اتاق های مجاور مسیرهای فرار با دسترسی مستقیم به این گونه مسیرها.

جدول ۱۱-۱۲: مشخصات ارتفاع، فاصله مجاز و حداکثر مساحت حفاظتی کاشف ها

نوع کاشف	حرارتی در اماکن بسته یا مسقف	حرارتی در محوطه های باز یا غیر مسقف	دودی
حداکثر مساحت حفاظتی هر کاشف m ²	۳۷	۲۵	۵۰
حداکثر فاصله مجاز از یکدیگر m	۷	۵/۷	۸
حداکثر فاصله مجاز از دیوارها m	۳/۵	۲/۸	۴
حداکثر ارتفاع مجاز m	۸/۵	۷	۷/۵

الف) کابل هایی که بعد از اعلام حریق به آن ها نیازی نیست و می توانند بعداً تعویض شوند، تحت استاندارد BS-6207 و BS-۶۳۸۷ و BS-6231 می باشند.

ب) کابل هایی که در طی حریق باید به کار خود ادامه دهند، بایستی دارای پوشش محافظتی باشند که به مدت ۳۰ دقیقه مقاوم به حرارت و نیز مقاوم به صدمات مکانیکی باشند. این گروه از کابل ها برای دفعات بعد نیز قابل استفاده هستند.

۱۷,۱۲ اطفاء حریق

روش‌های اطفاء حریق

۱. پایین آوردن درجه حرارت: رایج‌ترین روش برای اطفای حریق است که معمولاً به وسیله آب انجام می‌شود.
۲. حذف مواد سوختنی: روش‌هایی حذف مواد سوختنی شامل مراحل ذیل می‌باشد: الف) قطع با بستن منبع تغذیه ب) پمپ نمودن مایعات قابل اشتعال. خارج نمودن مواد سوختنی را می‌توان در رقیق کردن مواد سوختنی مایع در حال سوختن انجام داد. مثلاً آب می‌تواند الکل اتیلیت را رقیق نماید. مایعات قابل اشتعال که توسط آب قابل رقیق شدن نیستند از خاصیت امولسیون که با سطوح بالای مایعات قابل اشتعال مخلوط می‌شود استفاده نمود.
۳. حذف اکسیژن (خفه کردن آتش): حذف عنصر اکسیژن یک روش معمول در خاموش کردن آتش می‌باشد.
۴. واکنش شیمیایی: این روش توانایی مواد سوختنی را در انجام واکنش احتراق مختل می‌کند.

مواد خاموش‌کننده حریق

موادی که به عنوان ماده خاموش‌کننده به کار می‌روند در ۴ دسته قرار می‌گیرند.

- مواد سردکننده (آب، CO_2)
- مواد خفه‌کننده (کف - CO_2 - خاک - ماسه و خاک)
- مواد رقیق‌کننده هوا (CO_2 و N_2)
- مواد محدودکننده واکنش‌های زنجیره‌ای شیمیایی (هالان و پودرهای مخصوص)

آب

به دو دسته آب سبک یا آب نازک و آب حاوی خیس‌کننده تفکیک می‌شود. آب سبک آبی است که با ماده‌ای بنام سورفکتانت (ترکیبات خاصی از دترجنت‌ها مانند فلورین کربن) مخلوط می‌شود و در صورت پرتاب روی مایعات نفتی داخل نشده و به صورت قشر نازکی روی آن‌ها می‌نشیند. از این آب در فرودگاه‌ها برای سطح فرودگاه هنگام نشستن هواپیمای معیوب نیز استفاده می‌شود. آب حاوی خیس‌کننده در واقع نوعی دترجنت است که استفاده از آن برای کم کردن کشش سطحی آب در مواقعی که نفوذ در داخل تل مواد مورد نظر ابا شد متداول است. این روش اجازه می‌دهد که آب به درون توده‌های موادی که به شکل توده در حال اشتعال هستند مانند زغال و تل مواد گیاهی نفوذ کرده و حریق را در عمق خاموش کند.

کف آتش‌نشانی^{۲۶}

نکته مهم در استفاده از کف، توسعه خوب آن و پخش شدن روی سطح ماده احتراقی مخصوصاً مایعات قابل اشتعال به دلیل سبکی آن می‌باشد. زمان ماند قابل توجه کف روی آتش نیز از مزایای آن می‌باشد. کف در دو گروه عمده تهیه می‌گردد:

الف - کف شیمیایی

ب - کف مکانیکی

کف شیمیایی

کف شیمیایی از واکنش بین دو ماده شیمیایی سولفات آلومینیم (۱۳٪) و محلول بیکربنات سدیم (۸٪) (جوش شیرین) در آب حاصل می‌گردد. یک ماده تثبیت‌کننده کف (Saponine یا Linquorice) نیز به محلول اضافه می‌شود تا به پایداری کف کمک کند. از محصولات واکنش، گاز CO_2 است که درون حباب‌های کف جای می‌گیرد و به اطفاء حریق کمک می‌کند.

کف مکانیکی

از کف مکانیکی پر توسعه می‌توان در حریق‌های گسترده و در مواقعی که زمان اهمیت زیادی دارد یا کنترل حریق مواد ارزشمند و مهار آتش‌سوزی در مکان‌هایی که محصور می‌باشند، استفاده کرد. در مکان‌هایی که افرادی به دام حریق افتاده باشند استفاده از کف مناسب نیست. کف مکانیکی به سه گروه تقسیم می‌گردد:

^{۲۶}Foam

LX^{۲۷} – کف سنگین، یا کم توسعه با نسبت افزایش حجمی تا ۲۰ برابر محلول کف ساز

MX^{۲۸} – کف متوسط، با نسبت افزایش حجمی ۲۰ تا ۲۰۰ برابر محلول کف ساز

HX^{۲۹} – کف سبک یا پر توسعه با نسبت افزایش حجمی ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر محلول کف ساز

مهم‌ترین خصوصیات کف نسبت توسعه و مدت ماندگاری آن بر روی حریق است. اغلب ترکیبات یا انواع کف مکانیکی شامل مواد زیر است:

الف – کف پروتئینی

ب – کف فلوروپروتئین

ج – کف نازک

د – کف مقاوم

شبکه کف پر توسعه برای یک محوطه عمومی و انبار کالا مدنظر می‌باشد.

$$Q (CFM) = \left[\left(\frac{V}{t} \right) + R_s \right] \times C_N \times C_L$$

Q= دبی کف لازم برای هر بخش از انبار

V= حجم (ft³)

T= زمان تخلیه

R_s= دبی کف

C_N= ضریب جبران برای کاهش حجم کف = ۱/۱۵ (توصیه NFPA11)

C_L= ضریب جبران نشت کف به بیرون = ۱/۱

کف پروتئینی

مواد متشکله این نوع کف ترکیبات نباتی و حیوانی بوده و از براده شاخ، سم و خون حیوانات، شیرین‌بیان، نوعی صابون و مواد نگه‌دارنده کف (ساپونین، کلرین و روغن سرخ ترکی) تشکیل شده که در برخی از آن‌ها ۵ الی ۱۰ درصد NaCl نیز اضافه شده است. برای کف کم توسعه غلظت ۰.۴٪ آن در آب تهیه می‌گردد.

کف فلوروپروتئین

در این ترکیبات علاوه بر مواد فوق مقداری فلورئین نیز اضافه می‌شود که قابلیت خاموش‌کنندگی کف حاصله را زیاد می‌کند.

کف نازک

این کف رقیق در صورت پرتاب روی مایعات نفتی به آن‌ها داخل نشده و به صورت قشر نازکی روی آن‌ها می‌نشیند. از این نوع کف در فرودگاه‌ها بر روی سطح فرودگاه هنگام نشست هواپیمای معیوب نیز استفاده می‌شود.

^{۲۷}Low Expansion

^{۲۸}Medium Expansion

^{۲۹}High Expansion

کف مقاوم

ترکیبات این کف معمولاً کف پروتئینی همراه با مواد تثبیت‌کننده حباب در برابر حل‌کنندگی الکل می‌باشند و برای خاموش نمودن مایعات قابل اشتعال محلول در آب مثل الکل‌های مناسب هستند. غلظت مناسب محلول این نوع در آب ۴٪-۶ می‌باشد که کف سنگین تولید می‌کند.

پودرهای خاموش‌کننده (پودر شیمیایی)

یکی از راه‌های متداول و ساده برای خاموش کردن آتش از طریق خفه کردن آن است. این ترکیبات به راحتی جهت اطفاء انواع حریق A، B و C بکار می‌روند.

پودر شیمیایی نباید با پودر خشک اشتباه گردد زیرا پودر خشک دارای ترکیبات متفاوت و استفاده از آن برای اطفاء حریق فلزات می‌باشد.

پودر خشک

این پودر برای خاموش کردن حریق فلزات قابل اشتعال مثل سدیم، پتاسیم، منیزیم و مانند آن بکار می‌رود. انواع این پودرها شامل گروه‌های زیر است:

- نوع S: شامل مخلوط کلرور سدیم، کلرور پتاسیم و کلرور باریم است که پس از پاشیدن روی فلز پوسته ضخیمی را روی فلز آتشین تشکیل می‌دهد. این نوع با اسامی تجاری نظیر TEC عرضه می‌گردد.
- نوع C: این پودر مخلوط گرانیت، کلرور سدیم، گل خشک و خون خشک‌شده حیوانات است و با نام‌های تجاری DX و آلومایت عرضه می‌شود و برای جلوگیری از کلوخه شدن، مواد دیگری نیز به آن اضافه شده است.
- پودرهای خالص: گرافیت، تالک، نمک، Na_2CO_3 (سودایش) از این دسته‌اند.

غیر از پودرهای ذکرشده، ترکیب تجاری دیگری به صورت محلول تحت عنوان TMB (تری منوکسی بروکسین) به صورت بی‌رنگ نیز در اطفاء حریق فلزات بکار می‌رود. اسید بوریک نیز در غلظت ۱۷ - ۹٪ مؤثر است اما خود این دو ترکیب ایجاد حریق ثانویه می‌کنند که قابل کنترل با آب می‌باشد.

پودر تر

پودر تر در واقع ترکیب پودر کربنات پتاسیم یا استات پتاسیم در آب است که می‌تواند خاموش‌کنندگی آب را برای حریق مواد روغنی اصلاح نماید.

گاز CO_2

مکانیسم عمل آن هنگام حریق به سه صورت است: اول خفه کردن آتش با تشکیل یک لایه سنگین مقاوم در مقابل عبور هوا، دوم رقیق کردن اکسیژن هوا در اطراف محوطه حریق و سوم سرد کردن آتش. CO_2 برای حریق‌های الکتریکی و الکترونیکی بسیار مناسب است زیرا به دلیل عدم هدایت برق و عدم وجود مواد باقیمانده باعث اتصال یا خرابی در سیستم‌هایی حساس نمی‌گردد.

تراکم CO_2 در هوا متناسب با ماده در حال اشتعال است. لیکن به‌طور عمومی برای تمام حریق‌ها بایستی حداقل ۳۴٪ باشد لذا برای هر مترمکعب از فضای محدوده حریق بایستی حداقل ۰/۶۸ Kg مایع CO_2 در نظر گرفته شود. این نسبت برای انواع حریق و مشخصات آن و همچنین اهمیت مواد در حال اشتعال می‌تواند تا ۱/۵ Kg افزایش یابد.

ترکیبات هالوژنه (هالن)

این ترکیبات چون سنگین‌تر از هوا هستند می‌توانند به سرعت روی حریق را پوشانده و مانع رسیدن اکسیژن گردند. به علاوه پاشش این مواد بر روی حریق می‌تواند باعث رقیق شدن اکسیژن هوا در اطراف حریق شده و آن را مهار نماید. قدرت خاموش‌کنندگی این مواد در حجم مساوی با CO_2 برابر ۲-۳ برابر CO_2 و معادل پودر شیمیایی مانکس است. در شرایط یکسان برای خاموش کردن آتش میزان مورد نیاز هالن کمتر از یک چهارم میزان CO_2 مورد نیاز برای اطفاء است. برای اطفاء

حریق توسط ترکیبات هالان به ازای هر مترمکعب از فضای محدوده حریق ۲۵۰ - ۱۵۰ گرم مایع هالان در نظر گرفته می‌شود. هالان همچنین می‌تواند واکنش‌های زنجیره‌ای را به شدت مهار نماید و از ادامه حریق جلوگیری کند. خاموش‌کننده هالان برای محدوده‌های کوچک ولی مهم تجهیزات یا مواد قابل اشتعال مانند ماشین‌های الکتریکی و الکترونیکی، حریق‌های مواد جامد پر ارزش، سایت‌های دیسپاچینگ، مراکز مخابراتی و مانند آن کاربرد دارد. برای معرفی هالان‌ها از فرمول بسته یا کد ۵ رقمی کمک می‌گیرند. در این نام‌گذاری اختصاص کد از چپ به راست به ترتیب زیر است:

- اولین عدد سمت چپ نماینده تعداد کربن C
- دومین عدد سمت چپ نماینده تعداد فلوئور F
- سومین عدد سمت چپ نماینده تعداد کلر Cl
- چهارمین عدد سمت چپ نماینده تعداد برم Br
- پنجمین عدد سمت چپ نماینده تعداد ید I

در صورتی که عدد سمت راست یا عدد آخر صفر باشد نوشته نمی‌شود. بدین جهت برخی از کدها را چهار رقمی می‌نویسند. هالان‌ها برای مهار انواع حریق کاربرد دارند و به دلیل گران بودن یا ملاحظات زیست‌محیطی فقط به‌طور محدود برای دسته E بکار می‌روند.

عامل محدودکننده در استفاده از هالان‌ها اثرات زیست‌محیطی آن‌ها است. ترکیبات هالان می‌تواند در اثر انتشار در جو به دلیل عمر طولانی و ترکیب با ازن استراتوسفر باعث تخریب آن گردیده و باعث کاهش ایمنی جو در برابر پرتوهای ماورای بنفش گردد. امروزه جایگزین‌های هالان که اکثر آن‌ها نیز از نظر ساختمان مولکولی شبیه هالان‌ها ولی اثرات تخریبی کمتری دارند تحت عنوان هیدروفلوروکربن‌ها (HFCs) و گازهای بی‌اثر (IG) که مخلوطی از آرگون و ازت است می‌باشند ولی از نظر تجاری فراگیر نشده‌اند.

۱۸,۱۲ تجهیزات خاموش‌کننده

بر اساس شیوه اطفاء حریق، میزان گسترش حریق و نوع حریق تجهیزات متنوعی وجود دارد. انواع این تجهیزات شامل دو گروه عمده است:

الف - تجهیزات متحرک

ب- تجهیزات ثابت

تجهیزات متحرک

۱. وسایل ساده مانند سطل شن، سطل آب، پتوی خیس و پتوی نسوز آتش‌نشانی.
۲. خاموش‌کننده‌های دستی با حداکثر ظرفیت ۱۴ کیلوگرم یا ۱۴ لیتر خاموش‌کننده در انواع مختلف.
۳. خاموش‌کننده‌های چرخ دار (تا ظرفیت ۹۰ کیلوگرم)
۴. خاموش‌کننده‌های بزرگ خودرویی یا قابل حمل توسط قایق، کشتی، هلی‌کوپتر و هواپیما. این تجهیزات دارای قابلیت امدادی نیز بوده و کارایی بسیار وسیعی دارند.

تجهیزات ثابت

۱. جعبه اطفاء حریق (آشیلنگ با آب تحت فشار)
۲. شبکه ثابت خاموش‌کننده مبتنی بر آب (شبکه افشانه‌ای)،^۲ کف، CO₂، پودر و ترکیبات هالوژنه
۳. شیرهای برداشت آب آتش‌نشانی^۲ (ایستاده و دریچه دار)

^۱: Fire Box

^۲: Sprinkler

^۳: Hydrant

تجهیزات متحرک

خاموش کننده های دستی

این نوع خاموش کننده ها در شروع آتش سوزی بسیار مناسب هستند. ظرفیت این سیلندرها حداکثر ۱۴ یا ۱۳,۵ لیتر و حداقل ۹ لیتر می باشد. البته بنا به نیاز با ظرفیت کمتر نیز موجود می باشد و ظرفیت بیشتر از ۱۳,۵ لیتر را بر روی چرخ نصب می کنند.

فشار تخلیه

کلیه مواد خاموش کننده بایستی تحت فشار معینی به سوی حریق پرتاب گردند تا کارایی و اثر لازم را داشته باشند. تأمین فشار یا از طریق واکنش شیمیایی که در خاموش کننده رخ می دهد صورت می گیرد، یا از طریق فشار یک گاز بی اثر مثل N_2 و CO_2 در محفظه (کپسول) مربوطه به صورت فشار دائم یا از طریق بالن مجزا (فشنگی)، و یا از تبدیل فاز ماده خاموش کننده این فشار تأمین می شود.

طول پرتاب

در خاموش کننده های دستی هر چه طول پرتاب مواد خاموش کننده بیشتر باشد نیاز به نزدیک شدن به آتش کمتر است. طول مناسب پرتاب برای تمام مواد ۲-۷ متر است. برای آب در روش اسپری ۴ متر و روش جت ۷ متر و در مورد کف نیز به صورت جت ۵ متر پیشنهاد شده است.

درصد تخلیه

درصد یا راندمان استفاده از مواد درون خاموش کننده یکی از مشخصه های مهم هر دستگاه است. برای خاموش کننده های پودری میزان تخلیه مواد حداقل ۸۵٪، آب، کف و CO_2 حداقل ۹۵٪ پیشنهاد شده است. این بدان معنی است که در نوع اول حداکثر ۱۵٪ و انواع دوم حداکثر ۵٪ باقیمانده مواد در درون مخزن قابل قبول می باشد.

زمان تخلیه

در جدول ۱۲-۱۲ استاندارد محدوده زمان پاشش مواد خاموش کننده آمده است. لازم به ذکر است که کاهش بیش از حد زمان ماند مواد بر روی حریق نیز برای خاموش کردن کامل و برای جلوگیری از بازگشت شعله بایستی مد نظر باشد.

جدول ۱۲-۱۲: مدت زمان تخلیه مواد اطفائی

وزن ماده (Kg)	حجم ماده (Lit)	حداقل زمان تخلیه طبق استاندارد ایران (S)	حداقل زمان تخلیه طبق استاندارد انگلیسی (S)
۳-۱	۲-۱	۸	۶
۶-۳	۶-۳	۱۰	۹
۹-۶	--	۱۰	-
۱۰-۶	۱۰-۶	-	۱۲
بالتر از ۱۰	بیش از ۱۰	-	۱۵
۱۴ الی ۱۹		۱۰	-

مشخصات سر لوله

تمام کپسول های دارای ظرفیت ۳ کیلوگرم و بالاتر بایستی دارای شیلنگ و سر لوله باشند. طول شیلنگ نباید کمتر از ۸۰٪ ارتفاع خاموش کننده باشد. شیلنگ و سر لوله نباید با ماده خاموش کننده واکنش دهد، همچنین بایستی تحت فشار دائم دستگاه باشد.

مشخصات فنی

دستگاه‌های خاموش‌کننده باید مقاومت کافی را در برابر خوردگی، فشار، زنگ‌زدگی و امثال آن داشته باشند. مخازن باید مورد آزمایشات مختلف قرار گیرند و از نظر فشار، باید مخزن دستگاه تحت فشار آزمایش معادل ۲ برابر فشار عمل یا فشار نامی محفظه قرار گیرد.

علائم و برچسب‌ها

رنگ استاندارد برای خاموش‌کننده‌ها و همچنین قابلیت آن‌ها برای خاموش نمودن حریق با استفاده از مشخصات مربوطه در جدول ۱۲-۱۳ آمده است.

جدول ۱۲-۱۳: کد و رنگ خاموش‌کننده‌های دستی

رنگ بدنه	کد حریق مرتبط برای اطفاء	حاوی کپسول
قرمز	A	آب
قرمز با باند آبی	A-B-C	کف
قرمز با باند سفید	A-B-C	پودر شیمیایی
قرمز با باند سفید	D	پودر خشک
قرمز با باند کرم	F	پودر مرطوب
قرمز با باند سیاه	A-B-C-E-F (TOTAL)	CO ₂
قرمز با باند زرد	A-B-C-E-F (TOTAL)	هالن

مشخصات و علائم روی بدنه سیلندر ها

۱. نام کارخانه سازنده
۲. نوع آتشی که خاموش‌کننده مناسب آن می‌باشد.
۳. نوع و مقدار مواد خاموش‌کننده داخل سیلندر
۴. مقدار فشار مورد نیاز و نوع آزمایش فشار
۵. دستورالعمل شارژ مجدد
۶. وزن پر و خالی سیلندر
۷. طریقه استفاده از خاموش‌کننده
۸. دمای استفاده از خاموش‌کننده

۱۹,۱۲ انواع خاموش‌کننده‌های دستی

خاموش‌کننده‌های دستی به پنج گروه تقسیم می‌شوند:

- الف - خاموش‌کننده‌های حاوی آب
- ب - خاموش‌کننده‌های حاوی کف
- ج - خاموش‌کننده‌های حاوی پودر شیمیایی
- د - خاموش‌کننده‌های حاوی گاز CO₂
- ه - خاموش‌کننده‌های حاوی مواد هالوژنه (هالن)

خاموش‌کننده حاوی آب

این نوع خاموش‌کننده خود شامل چهار گروه است:

- سوداسید
- آب و گاز
- آب و هوا

• آیفکس

الف) خاموش کننده آب از نوع ترکیبی (اسیدی - قلیایی) (اسید سودا)

این نوع خاموش کننده امروزه مورد استفاده قرار نمی گیرد. ظرفیت این نوع خاموش کننده ها معمولاً ۲ گالنی و ۷۵٪ ظرفیت آن شامل محلول بی کربنات سدیم ۷٪ (در آب) بوده، همچنین در یک شیشه نیز حدود ۲۰۰ گرم اسیدسولفوریک در داخل مخزن نصب و در موقع استفاده به نحوی شیشه اسید شکسته و در اثر واکنش اسید بر بی کربنات سدیم، آب، سولفات سدیم و گاز CO₂ تولید می گردد. در صورتی که ترکیب و سر لوله مناسب باشد، طول پرتاب مواد در این نوع ۱۰ - ۱۳ متر است.



شکل ۱۲-۹: خاموش کننده آب ترکیبی

فشار داخل سیلندر در دمای ۲۱ درجه به ۱۷ بار می رسد و این نوع سیلندرها تحت فشار ۲۴ بار آزمایش می شود. فاصله دوربرد آب حاصل از این نوع خاموش کننده نباید بیشتر از ۶ متر در زمان کمتر از ۱ دقیقه خالی شود و بیشتر از ۲ دقیقه انجام گیرد.

ب) خاموش کننده های آب و گاز بالن دار

ظرفیت خاموش کننده های آب و گاز دو گالن و گاز مورد نیاز CO₂ است. نحوه آزاد کردن گاز به صورت فلکه ای برای مدل بالن خارج و با استفاده از اهرم مربوطه برای نوع بالن داخل است. لذا به دو دسته تحت فشار دائم و بالن دار تقسیم می شود. امروزه بیشتر از نوع تحت فشار دائم استفاده می شود. کپسول CO₂ درون خاموش کننده باید هر ۲ ماه یکبار وزن شود و در صورت نقص شارژ تعویض گردد.

ج) خاموش کننده های آب و گاز تحت فشار دائم

مخزن این خاموش کننده ها تحت فشار مداوم ازت، CO₂ یا هوای فشرده است. مشخصه ظاهری این کپسول ها وجود فشارسنج عقربه ای بر روی شیر آن است. وضعیت مطلوب عقربه فشار معمولاً بعد از موقعیت ساعت ۱۲ در عقربه است. نوع خاصی از این گروه ساخته شده که مانند پمپ های سم پاشی و با فشار تلمبه زدن کار می کند.

د) خاموش کننده ایفکس

آیفکس اگرچه حاوی آب است اما مکانیسم پاشش آن با گروه های قبلی متفاوت است. در این دستگاه آب به صورت ذراتی با قطر حدود ۰/۲ میکرون و فشار بسیار بالا حدود ۳۶۰ psi برابر با ۲۵ bar و سرعت ۴۲۰-۷۲۰ Km/h به صورت ضربه ای پاشیده می شود که با حجم پایینی از آب محدوده نسبتاً وسیعی را پوشش می دهد به طوری که با کمتر از ۱۰ لیتر به راحتی می تواند یک خودرو در حال اشتعال را خاموش نماید. عامل محدود کننده این نوع در گران بودن آن است ولی باید اشاره کرد که سرعت عمل آن بسیار بالاست.

خاموش کننده های مولد فوم (کف)

دستگاه های دستی مولد کف در دو گروه ساخته شده اند:

الف) مولدهای کف شیمیایی

این خاموش کننده از ظرف دوجداره استوانه‌ای شکل ساخته شده که ظرف داخلی آن از جنس پلی اتیلن یا فلز فولاد با روکش فلز مس ساخته شده که حاوی سولفات آلومینیوم است که به صورت اسیدی ضعیف عمل می کند و ظرف بیرونی محلول با بی کربنات سدیم به میزان ۸ درصد می باشد که از ترکیب گیاهانی همچون شیرین بیان و صابون و روغن ترمر گیاهی به میزان ۳ درصد جهت مقاوم نمودن محلول کف ساخته شده و هنگامی که خاموش کننده را سرو ته کنیم هر دو محلول شیمیایی باهم ترکیب شده و هیدروکسید آلومینیوم و سولفات سدیم و گاز کربنیک حاصل واکنش داده و فشار گاز کربنیک درون ظرف مایع کف بین ۳۰ تا ۹۰ ثانیه تخلیه می شود. طول پرتاب مواد اطفایی در این گروه حدود ۷ متر می باشد.

ب) خاموش کننده های کف مکانیکی

این خاموش کننده در دو نوع بالن داخل و تحت فشار دائم ساخته شده هستند. در نوع بالن داخل در درون محفظه کپسول یک محفظه گاز فشرده CO_2 قرار دارد. در نوع تحت فشار دائم محفظه اصلی با فشار معینی از هوا یا نیتروژن به صورت دائم پر می شود. این نوع از خاموش کننده ها بر خلاف دستگاه های کف شیمیایی دارای شیلنگ مخصوص و سر لوله کف ساز برای پاشش کف می باشد. ویژگی سر لوله کف ساز، مخلوط نمودن هوا با مایع کف برای حباب سازی می باشد. طول پرتاب برای این نوع حدود ۷ متر و مدت تخلیه ۶۰-۱۲۰ ثانیه است. محلول کف ساز دارای غلظت ۳-۶ درصد از مواد کف ساز بوده و فقط ۷۵٪ حجم کپسول را پر می کند. وزن کپسول CO_2 بین ۴۵۰ تا ۵۰۰ گرم می باشد و ظرفیت خالی یا پر آن روی کپسول حک شده است.



شکل ۱۲-۱۰ : خاموش کننده کف مکانیکی

خاموش کننده های پودر شیمیایی

استفاده از پودر برخی مواد شیمیایی یکی از راه های متداول برای اطفای حریق است. این ترکیبات به راحتی برای حریق های A و B و C بکار می روند. به این ترکیبات پودر شیمیایی گفته می شود که نباید با پودر خشک اشتباه گردد زیرا پودر خشک دارای ترکیبات متفاوت و استفاده آن برای اطفای حریق فلزات است. اگرچه برای دسته A نیز کاربرد دارد ولی در این دسته صرفه اقتصادی ندارد.



شکل ۱۲-۱۱ : خاموش کننده پودر شیمیایی

این نوع در وزن های مختلف یک الی ۱۲ کیلو گرمی ساخته شده و از نظر ساختمانی دو گروه عمده را شامل می شود:

الف - پودر و گاز با فشار مداوم

ب - پودر و گاز بالن دار (فشنگ دار)

خاموش کننده پودر و گاز با فشار دائم

فشار لازم برای عمل دستگاه با استفاده از گاز ازت یا CO₂ تأمین می شود. این میزان فشار حدود ۱۵۰ Psi است. این دستگاه دارای شیلنگ و سرلوله ساده بوده و راه اندازی آن توسط یک اهرم صورت می گیرد.

خاموش کننده پودر و گاز بالن دار

منبع تأمین فشار در این خاموش کننده گاز CO₂ مایع شده است که به آن فشنگ یا بالن می گویند. در هنگام استفاده، گاز CO₂ آزاد شده و سبب پاشش پودر به خارج می گردد. این نوع خاموش کننده خود بر دو نوع است:

الف - بالن داخل

ب - بالن خارج

خاموش کننده پودر و گاز بالن داخل و خارج دارای فشار عمل ۱۵۰ Psi هستند. قدرت خاموش کنندگی پودر ازای هر مترمربع از سطح حریق ۲ کیلوگرم پودر (بر مبنای بنزین) است. این خاموش کننده ها برای حریق های A-B-C کاربرد دارند.

پودر تر

خاموش کننده های پودر تر (ترکیب پودر کربنات پتاسیم یا استات پتاسیم در آب) برای اطفای حریق گروه F طراحی شده اند و می تواند خاموش کنندگی آب را برای حریق مواد روغنی اصلاح نماید. این نوع خاموش کننده همچنین برای اطفاء حریق برخی فلزات نظیر سدیم و منگنز نیز کاربرد دارند.

پودر خشک

این پودر برای خاموش کردن حریق فلزات قابل اشتعال بکار می رود. انواع این پودر شامل موارد زیر است:

۱. نوع S: شامل مخلوط کلرور سدیم، کلرور پتاسیم، کلرور باریم است که پس از پاشیدن روی فلز پوسته ضخیمی را روی فلز آتشین تشکیل می دهد. این نوع با اسامی تجاری مانند TEC³ عرضه می گردد.
۲. نوع C: این پودر مخلوط گرانیت، کلرور سدیم، گل خشک و خون خشک شده حیوانات است و با نام های تجاری DX و آلومینات عرضه می شود و برای جلوگیری از کلوخه شدن، مواد دیگری نیز به آن اضافه شده است.
۳. پودرهای خالص: گرافیت، تالک، نمک Na₂CO₃ از این دسته اند.

غیر از پودرهای ذکر شده، ترکیب تجاری دیگری به صورت محلول تحت عنوان TMB (تری منوکسی بروکسین) به صورت بی رنگ نیز در اطفای فلزات بکار می رود. اسید بوریک نیز در غلظت ۹-۱۷ درصد موثر است اما خود این دو ترکیب می تواند ایجاد حریق ثانویه کنند که قابل کنترل با آب است.

۲۰،۱۲ انواع خاموش کننده های نوع پودر خشک

الف) خاموش کننده های پودر خشک همراه با کپسول CO₂

منبع تأمین فشار در این نوع خاموش کننده گاز مایع CO₂ است. در این نوع خاموش کننده معمولاً هدف گیری از فاصله ۱/۵ تا ۲/۵ متری و از قسمت پایین آتش انجام می گیرد و به صورت مارپیچ از یک طرف به طرف دیگر و پشت به مسیر باد اطفاء انجام می گیرد.

این نوع خاموش کننده به دو صورت وجود دارد:

۱. بالن بغل

۲. کپسول CO₂ درون سیلندر جای می گیرد

نوع دوم خاموش کننده بهتر از نوع اول است زیرا در نوع بالن بغل، چون کپسول CO₂ در بیرون قرار دارد ممکن است در اثر ضربه خوردن یا تأثیرات آب و هوایی و غیره گاز CO₂ خارج شود و لذا در بازدید ماهیانه باید حتماً وزن آن چک شود. خاموش کننده های فوق به رنگ استاندارد آبی کدگذاری شده اند.

خاموش کننده های پودر خشک با ذخیره فشار

در این نوع خاموش کننده نیز عامل محرک گاز CO_2 بوده با این تفاوت که CO_2 در کارتریج قرار ندارد. بلکه درون سیلندر از طریق اتصال لوله تخلیه وارد می شود و دارای گیج بوده که هرگاه فشار پایین بیاید عقربه از روی علامت سبز به سمت علامت قرمز حرکت کرده و نشان می دهد که فشار درون سیلندر در حال کاهش است.

خاموش کننده گاز کربنیک (CO_2)

گاز کربنیک دارای اثر خنک کنندگی است و از خاصیت غیرقابل اشتعال بودن برخوردار است و با بیشتر مواد واکنش نمی دهد. مکانیسم عمل آن هنگام حریق به سه طریق است: اول خفه کردن آتش، دوم رقیق کردن اکسیژن هوا در اطراف محوطه حریق و سوم سرد کردن حریق.

دی اکسید کربن هنگام تبدیل فاز به ازای یک کیلوگرم مایع، به 0.5 مترمکعب گاز افزایش حجم پیدا می کند. این نسبت مایع به گاز حدود 450 برابر است. به طور عمومی برای تمام حریق ها بایستی حداقل 34% باشد لذا برای هر مترمکعب از فضای محدوده حریق بایستی حداقل 0.68 کیلوگرم مایع دی اکسید کربن در نظر گرفته شود. این نسبت برای انواع حریق و مشخصات آن می تواند تا $1/5$ کیلوگرم افزایش یابد. منبع تأمین فشار پاشش، تغییر فاز CO_2 بوده و طول پرتاب آن بین $2-4$ متر است. حداکثر زمان تخلیه در انواع خاموش کننده دستی این گروه $160 - 60$ ثانیه است. این خاموش کننده برای حریق های دسته $A - B - C - E - F$ مناسب است. این نوع خاموش کننده ها در وزن های 1 تا 9 کیلوگرمی عرضه شده اند. میزان فشار تولید شده هنگام عمل دستگاه 100 psi است.

موارد استفاده از CO_2

- در حریق های نفتی و گازهای مایع تحت فشار و وسایل برقی گران قیمت
- مواد شیمیایی که از خود اکسیژن تولید می کنند مانند نیترات سلولز
- فلزات واکنش دار مانند سدیم، پتاسیم و منگنز

رنگ استاندارد این خاموش کننده سیاه است.

خاموش کننده گاز هالوژنه

مواد هالوژنه از مشتقات CH_4 یا C_2H_6 است که به جای یک یا چند هیدروژن، یک یا چند عنصر هالوژنه شامل I-CL-Br-F جایگزین شده است. وجود فلوئور در این ترکیبات بر پایداری و بی اثر بودن آن ها می افزاید. در وزن مساوی قدرت خاموش کنندگی آن ها $2-3$ برابر CO_2 و معادل پودر شیمیایی مانکس است. طرز استفاده از این خاموش کننده مانند گاز کربنیک می باشد و غیرقابل اشتعال می باشد اما دارای خاصیت سمی و بوی بد است. فشار آن درون خاموش کننده نسبت به خاموش کننده گاز کربنیک کمتر است. هالون به دلیل وجود برم در ترکیب برخی از آن ها در جلوگیری از واکنش های شیمیایی بسیار موثر است همچنین وجود فلوئور باعث ثبات حرارتی خاموش کننده تا 900 درجه سانتی گراد و جلوگیری از متلاشی شدن آن می شود. اولین هالون مورد استفاده تتراکلور کربن بود که به دلیل فسرژن در هنگام اطفاء که با سمیت فراوانی همراه است مورد استقبال قرار نگرفت. دستگاه های حاوی هالون اگرچه گران هستند اما برای تجهیزات پرارزش و الکترونیکی بسیار مؤثر هستند.

گاز هالون در آتشی که ناشی از گازهای سوخته حاصل از سیلندر و موتور به وجود می آید نسبت به گاز کربنیک سریع تر آتش را اطفاء کرده و از انفجار موتور سریع تر جلوگیری می کند. این نوع سیلندرها به رنگ استاندارد سبز کدگذاری شده است. هالوژن 1202 موثرترین و سمی ترین هالوژن و 1301 دومین هالوژن موثر و دارای کمترین سمیت است.

بازرسی و آزمایش خاموش کننده های دستی

بازرسی از خاموش کننده های دستی در چهار مرحله انجام می گیرد:

الف - بازرسی ماهیانه

ب - بازرسی و آزمون شش ماهه

ج - بازرسی و آزمون سالیانه

د - آزمون دو یا پنج ساله

تشخیص ظاهری خاموش کننده‌ها

الف - شناسایی فقط از روش کد:

۱. نوع A تنها حاوی آب یا سودا اسید
۲. نوع B - A معمولاً کف شیمیایی یا مکانیکی
۳. نوع B - C - F پودر و گاز
۴. نوع A - B - C یا A - B - C - E - F برای تمام آتش‌سوزی‌ها که عموماً پودر و گاز، گاز CO₂ یا هالون می‌باشند.

ب- تشخیص از روی تجهیزات:

۱. خاموش کننده‌های CO₂ دارای سرلوله شیپوری و بزرگ و بسیار سنگین هستند.
۲. خاموش کننده‌های پودر و گاز دارای سرلوله (نازل) ساده یا اهرمی و دارای بالن جانبی و یا دارای عقربه فشار هستند. (البته بایستی نوع آب و گاز را که ممکن است با این نوع اشتباه شود با تکان دادن کپسول و شنیدن صدای آب آن متمایز نمود).
۳. نوع کف شیمیایی که دارای دستگیره تحتانی برای واژگونی هنگام کاربرد است و روی آن شیر تعبیه نشده است.
۴. نوع کف مکانیکی که از سرلوله کف‌ساز قابل تشخیص است.

۲۱،۱۲ برخی نکات مهم در به کارگیری خاموش کننده‌های دستی

۱. فاصله دو کپسول به عبارت دیگر فاصله دسترسی افراد به خاموش کننده نباید از ۳۰ متر بیشتر باشد.
۲. بهتر است ارتفاع قاعده کپسول از سطح زمین ۱/۱ متر بوده و بیشتر از متوسط ارتفاع آرنج افراد نباشد.
۳. برای هر محل بیشتر از یک دستگاه خاموش کننده پیش‌بینی شود.
۴. بلافاصله پس از هر بار استفاده از کپسول باید آن را شارژ نمود زیرا احتمال بروز حریق مجدد، منتفی نیست.
۵. هنگام استفاده از خاموش کننده برای اطفاء حریق، بایستی پاشش مواد به صورت جارویی در سطح قاعده حریق انجام گردد.
۶. اپراتور هنگام خاموش نمودن حریق باید پشت به باد باشد.
۷. افراد تیم اطفاء حریق باید تحت آموزش مداوم و دوره‌ای قرار گیرند.

تجهیزات متحرک خاموش کننده

تجهیزات متحرک سبک تا ۹۰ کیلوگرم چرخ دار بوده که توسط یک نفر قابل حمل است. تجهیزات سنگین نیز معمولاً بر روی خودرو، قایق، کشتی، هلیکوپتر یا هواپیما نصب می‌گردند. آنچه عمومیت دارد نوعی است که بر روی خودروهای مخصوص نصب می‌شود. این نوع خاموش کننده‌ها بسته به نوع استفاده عمدتاً دارای آب، کف و پودر هستند. حجم مخزن آب این خودروها برای حداکثر ۱۰ دقیقه می‌تواند تیم عملیاتی را تأمین کند.

۲۲،۱۲ تجهیزات ثابت اطفاء حریق

به علت نقش تعیین کننده زمان ضروری است که علاوه بر وسایل خاموش کننده دستی از تجهیزات ثابت نیز استفاده کرد. یکی از مزایای مهم تجهیزات ثابت، نزدیک بودن به نقطه شروع حریق و موثر بودن آن برای مهار و مزیت دیگر امکان راه‌اندازی این تجهیزات به صورت اتوماتیک حتی بدون حضور افراد است. انواع تجهیزات ثابت بسته به نوع ماده خاموش کننده به چند گروه تقسیم می‌شود:

الف - تجهیزات حاوی آب

- ب- تجهیزات حاوی کف
ج - تجهیزات حاوی پودر
د - تجهیزات حاوی CO₂
ه - تجهیزات حاوی هالن و جایگزین‌های آن

تجهیزات حاوی آب

این تجهیزات شامل یک شبکه لوله‌کشی است که در مسیرهای اصلی باید دارای حداقل قطر ۲/۵ اینچ و در مسیرهای فرعی ۱/۵ اینچ و در مسیرهای انتهایی برداشت و در صورتی که پاشش توسط افشانه^۳ انجام شود نباید کمتر از ۰/۵ اینچ باشد. حداقل فشار لازم در شبکه طبق توصیه NFPA در هیچ شرایطی در تمام دهانه‌ها نباید کمتر از ۷ psi باشد. با توجه به میزان برداشت احتمالی برای بناهای کم خطر به مدت ۶۰ دقیقه و برای بناهای با خطر متوسط و بالاتر تا ۱۰۰ دقیقه کافی باشد. آب آتش‌نشانی باید مجزا از سیستم آب صنعتی یا آشامیدنی بوده و یا به حداکثر مصرف اضافه گردد. ذخیره آب آتش‌نشانی در شهرها نیز یکی از اولویت‌های طراحی آب شهری است که این میزان ۱٪ علاوه بر آب مورد نیاز شهری است. به‌طور کلی برای این میزان در محدوده‌های جمعیتی متفاوت الگوهای مناسبی معرفی گردیده است.

جدول ۱۲-۱۴: الگوی آب مورد نیاز آتش‌نشانی شهرها

جمعیت شهری (نفر)	آب مورد نیاز در شبانه‌روز (m ³)
تا ۳۰۰۰	۵۰-۲۰۰
۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰	۳۰۰
۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	۳۵۰
بیش از ۱۰۰۰۰	۳۵۰ بعلاوه ۱٪ حجم ذخیره شهری

برداشت دستی آب

در این روش از شیرهای برداشت به صورت ایستاده، دریچه دار و دیواری استفاده می‌شود. برای اطفای دستی توسط افراد از تجهیزات موسوم به جعبه آتش‌نشانی^۴ یا جعبه F استفاده می‌کنند. این جعبه شامل یک شیر برداشت با قطر ۱/۵ اینچ به صورت فلکه‌ای یا اهرمی بوده و شیلنگ‌های برداشت آب از جنس لاستیک یا کتان دارای قطر ۱ تا ۱/۵ اینچ و طول ۱۷-۲۰ متر است. فاصله هر دو جعبه آتش‌نشانی حدود ۳۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

برداشت شبکه‌ای آب

در اماکنی که احتمال وقوع حریق نوع A باشد، اگر صدمه به مواد مطرح نباشد می‌توان توسط یک سیستم نسبتاً ساده به‌طور دستی یا اتوماتیک از آب به عنوان ماده خاموش‌کننده‌ای با قابلیت بالا استفاده نمود.

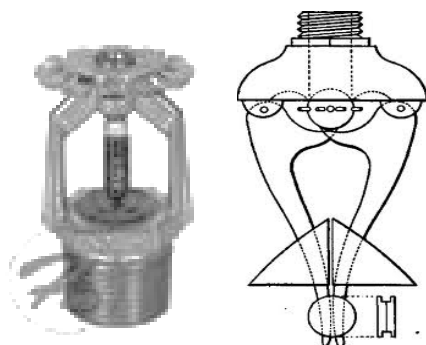
افشانه آب

در سیستم مبتنی بر آب افشانه که در واقع یک نوع سر لوله ثابت است می‌تواند به‌طور نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک آب را بر روی حریق بپاشد. افشانه از نظر کارایی نوعی اوریفیس است که می‌تواند با دبی ثابت مواد اطفایی را بر روی حریق بپاشد. نحوه پاشش مواد در افشانه به گونه‌ای است که بیشتر مواد به سمت پایین (حدود ۶۰٪ برای آب) و بخشی در اثر برخورد به صفحه مقابل روزه به بالا پاشیده می‌شود ولی نهایتاً همه مواد به‌دلیل نیروی ثقل خود روی حریق می‌نشینند. قطر دهانه افشانه نباید از ۵/۳ میلی‌متر کمتر باشد. قطر لوله انتهایی که افشانه به آن متصل می‌گردد نیز نباید از ۲۰ میلی‌متر کمتر باشد. محل قرارگیری افشانه‌ها در بالای محل احتمالی حریق و معمولاً نزدیک به سقف یا در بین طبقات قفسه‌بندی مواد است.

^۳Sprinkler

^۴Fire Box

^۵Sprinklers



شکل ۱۲-۱۳: افشانه

شبکه آب برای اطفاء حریق مبتنی بر دو سیستم آب رسانی است:

الف - شبکه خشک (تحت فشار هوا و غیر تحت فشار هوا)

ب - شبکه تحت فشار آب

در شبکه خشک، شبکه لوله‌کشی اطفاء حریق خالی از ماده اطفائی، تحت فشار یا گاز CO_2 یا بدون فشار است. در شبکه تحت فشار آب، لوله‌های اطفاء حریق تحت فشار آب بوده و دهانه افشانه‌ها با یک حباب شیشه‌ای رنگی مسدود است. با بالا رفتن درجه حرارت، حباب شکسته شده و عمل پاشش به‌طور اتوماتیک انجام می‌گیرد. در صورت احتمال یخ زدگی، بجای فشار آب در پشت افشانه از فشار هوا یا گاز CO_2 استفاده می‌شود. اکثر افشانه‌های موجود در بازار در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد عمل می‌کنند.

همچنین انواع دیگر افشانه‌ها شامل سیستم لوله مرطوب، سیستم لوله خشک، سیستم پیش‌تاز و سیستم سیلاب است. در سیستم لوله مرطوب همیشه در تمامی سیستم لوله‌کشی آب موجود است. سر نازل آب پاش یک وسیله ذوب شونده است که در اثر افزایش دما فعال می‌گردد.

سیستم اسپرینکلر لوله خشک، سیستم‌هایی آب پاش هستند که در شرایط معمول خشک می‌باشند. این سیستم در محیط‌هایی که معمولاً در آن‌ها گرمای غیرعادی تولید نمی‌شود استفاده می‌شود.

سیستم پیش‌تاز در واقع ترکیبی از سیستم لوله مرطوب و لوله خشک است. مزیت سیستم لوله مرطوب این است که به محض باز شدن نازل‌ها در اثر وجود حریق، آب به بیرون پاشیده می‌شود. مزیت سیستم لوله خشک این است که در محیط‌هایی که احتمال یخ زدن آب در لوله‌ها وجود دارد این سیستم قابل استفاده است.

سیستم‌هایی سیلابی برای نواحی پرخطر استفاده می‌شوند. سیستم لوله‌کشی در نوع سیلابی بسیار شبیه سیستم‌هایی آب پاش معمولی است. با این تفاوت که نازل تمام اسپرینکلرها در حالت باز هستند یعنی هیچ‌گونه عنصر ذوب شونده‌ای در سر نازل‌ها وجود ندارد. در هر دو سیستم‌هایی سیلابی و سیستم پیش‌تاز یک کاشف حریق در سیستم وجود دارد.

سیستم اسپری آب^{۲۶}

سیستم اسپری آب سیستم‌هایی با کاربرد خاص هستند که آب را به صورت ذرات ریز بکار می‌برند. این نوع سیستم همانند سیستم اسپرینکلر سیلابی دارای نازل‌های باز می‌باشد و در مکان‌هایی که حفاظت سه بعدی و جریان‌های با سرعت زیاد مورد نیاز است بکار می‌رود.



شکل ۱۲-۱۳: سیستم اسپری آب

تجهیزات ثابت حاوی کف

سیستم مبتنی بر کف مشابهت زیادی با شبکه حاوی آب دارد، با این تفاوت که برخی از امکانات نظیر پمپ خانه کف و سرلوله کف ساز یا محفظه‌های کف ساز دارای طراحی متفاوت هستند. در این شبکه حداقل فشار در انتهای خطوط منتهی به افشانه‌ها نباید از ۵۰ psi کمتر باشد.

سیستم‌های کف پاش ثابت

انواع سیستم‌های کف پاش ثابت که توسط NFPA معرفی شده‌اند سه گروه می‌باشند:

الف - سیستم کف پاش با افشانه ثابت

ب - سیستم کف پاش نیمه ثابت

ج - سیستم کف پاش متحرک

الف) سیستم کف پاش با افشانه ثابت

در این سیستم، کف مستقیماً از منبع تا محل پاشش توسط خطوط مربوطه هدایت شده است و فشار لازم توسط پمپ‌های مناسب تأمین می‌گردد. افشانه کف در این سیستم ثابت است.

ب) سیستم کف پاش نیمه ثابت

سیستم‌هایی نیمه ثابت به دو صورت تعریف شده‌اند:

۱. افشانه‌های کف به شیلنگ‌های متحرکی متصل هستند که به فاصله مطمئنی از طریق لوله‌ها با مخازن ثابت و پمپ در ارتباط هستند.

۲. افشانه‌های کف به لوله‌هایی متصل هستند که به صورت مفصلی متحرک یا گردان هستند و در هنگام استفاده در نزدیکی محل حریق با زاویه مناسب اقدام به پاشش کف به مرکز آن می‌شود.

ج) سیستم کف پاش متحرک

در این سیستم مخزن روی چرخ یا خودرو قرار گرفته و به محل حریق حمل می‌شود. تجهیزات کف پاش در این سیستم متصل به یک منبع آب و سیستم کف‌ساز آن هستند. قدرت پاشش این نوع باید ۳۰۰ گالن در دقیقه کف باشد.

تجهیزات حاوی پودر

پودر نیز همانند سایر خاموش‌کننده‌ها می‌تواند به صورت شبکه‌ای هدایت شود. حداقل فشار لازم در هنگام پاشش توسط دهانه افشانه ۱۰۰ psi است. پودر می‌تواند به صورت موضعی یا عمومی بر روی حریق پاشیده شود.

تجهیزات حاوی CO₂

سیستم اطفاء حریق مبتنی بر CO₂ به صورت یک شبکه شامل مخازن ذخیره، بخش فعال‌کننده لوله‌های حامل گاز و افشانه است. این تجهیزات زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند که توجه اقتصادی داشته باشند و فقط برای اماکن محصور یا قابل محصور شدن یا به صورت موضعی روی دستگاه‌ها کاربرد دارند. میزان ماده خاموش‌کننده با توجه به محاسبات و با استفاده از

سیلندرهای ۳۰ کیلوگرمی CO₂ به تعداد کافی تعیین می‌گردد. فعال شدن این تجهیزات می‌تواند به صورت نیمه اتوماتیک یا تمام اتوماتیک باشد. در هر حال چون روش اطفاء عمده‌تاً مبتنی بر خفه کردن آتش است، باید قبل از فعال شدن سیستم افراد از محل تخلیه‌شده باشند. فشار مورد نیاز برای انتقال و پاشش CO₂ در سیستم فشار بالا حدود ۷۰۰ psi و برای سیستم فشار پایین ۳۰۰ psi است.

تجهیزات حاوی هالن

تجهیزات اطفاء حریق مبتنی بر هالن برای اماکنی استفاده می‌گردد که دارای مواد پر ارزش و اغلب شامل لوازم الکترونیکی یا پانل‌های کنترل است. شبکه هالن دارای مخزن، راه‌انداز، شبکه لوله‌کش و افشانه است. فعال شدن این تجهیزات می‌تواند به صورت نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک باشد. فشار مورد نیاز برای انتقال و پاشش در سیستم هالن حداقل ۱۰۰ psi است.

۲۲، ۱۲ منابع آب در آتش‌نشانی

منابع آب در آتش‌نشانی شامل: رودخانه، چاه، استخر، فایرباکس، هوزریل و قنات است که به توضیح برخی از آن‌ها می‌پردازیم.

فایرباکس (Fire Box)

در ساختمان‌ها و انبارها لوله‌های مخصوص آتش‌نشانی قرار دارد که به صورت عمودی و یا افقی با حداقل ۴ اینچ از زمین تا بالاترین نقطه ساختمان کشیده می‌شود و در هر طبقه یک خروجی از آن گرفته می‌شود. اجزای تشکیل‌دهنده فایرباکس شامل یک جعبه که درون آن یک قرقره، یک سر لوله، یک رشته لوله نواری (۲۰ متری) می‌باشد.



شکل ۱۲- ۱۴: فایرباکس

انواع سیستم فایر باکس

۱. **سیستم خشک:** این نوع سیستم به لوله آب شهری وصل نیست و راه ورودی آن در جلوی درب ورودی ساختمان یا طبقه همکف نصب می‌شود و در مواقع ضروری آب توسط تانکرها و پمپ‌های آتش‌نشانی به درون لوله‌ها پمپاژ می‌شود.
۲. **سیستم تر:** این نوع سیستم به لوله آب شهری متصل است و همیشه در درون لوله‌ها آب وجود دارد. جعبه فایرباکس دارای خروجی‌های متفاوت ۱۲/۲، ۱۱/۲ و مرکب می‌باشد.

برخی از استانداردهای نصب فایرباکس

۱. فایر باکس باید حداقل ۱/۳۰ متر بالاتر از کف ساختمان بر روی دیوار نصب گردد.
۲. اگر فایر باکس درون دیوار نصب می‌گردد بهترین فاصله از کف حدود ۷۰ سانتی‌متر می‌باشد.
۳. هر فایرباکس باید شعاع ۲۰ متر را پوشش دهد.
۴. قطر لوله‌های بالا دهنده نباید کمتر از ۲ اینچ باشد.

قرقره هوزریل^{۳۷}

یکی دیگر از منابع آب آتش‌نشانی است که دارای لوله‌هایی با قطر کم در حدود ۱۹ میلی‌متر و طول لوله بیش از ۲۰ متر می‌باشد. این لوله‌ها برای انتقال سریع آب کاربرد زیادی دارند.



شکل ۱۲-۱۵: قرقره هوزریل

برخی از استانداردهای نصب قرقره هوزریل

۱. هوزریل باید در محل‌های خروجی اضطراری نصب شوند.
۲. ارتفاع نصب هوزریل مانند فایرباکس حداکثر ۱/۳۰ متر و حداقل ۷۰ سانتی‌متر می‌باشد.
۳. فشار آب باید در داخل لوله‌ها به حدی باشد که حداقل پرتاب آن ۶۰ متر به صورت جت و میزان آب خروجی در هر دقیقه ۳۰ لیتر باشد.

برخی معایب و محاسن فایرباکس و هوزریل

۱. دبی یا میزان آب خروجی در دقیقه در فایرباکس بیشتر از دبی هوزریل است.
۲. فایرباکس برای افراد آموزش‌دیده است ولی از هوزریل همه افراد می‌توانند استفاده کنند.
۳. در فایرباکس باید حتماً ۲۰ متر لوله باز باشد تا بتوان آبیگری را انجام داد ولی هوزریل نیاز به باز شدن تمام لوله ندارد.

۲۴,۱۲ تجهیزات اطفاء حریق در آتش‌نشانی

^{۳۷}Hose Reel

هیدرانت (Hydrant)

هیدرانت‌های مورد استفاده در آتش‌نشانی عموماً در سه سایز ۱/۵، ۲ و ۳/۵ اینچ بوده و توسط لوله‌هایی با همین سایز به شبکه‌های آب آتش‌نشانی متصل می‌شود. فاصله هر دو هیدرانت مجاور ۵۰ متر می‌باشد. هیدرانت‌ها در خروجی خود باید دارای فشار ۷۰ متر آب معادل ۷ اتمسفر باشند. اسپرینکلرها در خروجی خود باید دارای فشار ۳۰ متر آب معادل ۳ اتمسفر باشند. باید توجه داشت که سرعت آب در شبکه‌های اطفا حریق نباید از ۳/۰۴۸ متر بر ثانیه افزایش داشته باشد.



شکل ۱۶-۱۲: هیدرانت

اسپرینکلر (Sprinkler)

این سیستم بر روی لوله‌های جریان آب که بر روی سقف نصب شده بسته می‌شود آب را مانند دوش بر روی حریق می‌پاشد. اسپرینکلرها از وسایل اطفا حریق اتوماتیک بوده و بر اساس افزایش دما تا ۷۸ درجه سانتی‌گراد عمل کرده و آب را روی قسمت زیرین خود می‌پاشد. در هر مکانی که بار حریق برابر یا بیش از ۲۵ Lb/Sqft است نیاز به سیستم اسپرینکلر می‌باشد. فاصله هر دو اسپرینکلر از یکدیگر در حدود ۳ متر است.

آب‌پاش‌های خنک‌کننده

این سیستم‌ها به صورت نازل‌های ایجادکننده پودر آب بر روی قسمت‌هایی که مورد خنک کردن هستند قرار می‌گیرد و در تمامی فصول گرم به عمل خود ادامه می‌دهند و با اینکه توسط یک ترموستات رصد می‌شود به محض گرم شدن ماده مورد نظر تا حد معینی که توسط ترموستات تنظیم می‌گردد بکار افتاده و عمل آب‌پاشی و خنک کردن را انجام می‌دهد.

آب‌پاش‌های خودکار (SPRINKLER HEAD)

آب‌پاش‌های خودکار یک سیستم حفاظتی هستند که می‌توانند اولین خط دفاعی در برابر آتش‌سوزی باشند. مهم‌ترین جز سیستم‌هایی آب‌پاش سر آب‌پاش‌ها هستند که قلب سیستم آب‌پاش‌های خودکار می‌باشند. منابع آب می‌توانند زمینی یا هوایی و یا آب شهر و یا مجموعه‌ای از این سه باشند که برای ایمنی بیشتر همواره باید دو منبع آب را در نظر داشت. دمای محل نگهداری آب‌فشان‌ها نباید از ۱۰۰ درجه فارنهایت یا ۳۸ درجه سانتی‌گراد بیشتر نباشد.

انواع سیستم‌هایی آب‌پاش خودکار

به‌طور کلی امروزه دو نوع آب‌پاش خودکار برای مکان‌های مختلف وجود دارد:

الف) آب‌پاش نوع تر^۴ که تمام مدت آب تا پشت سر آب‌پاش و تمامی لوله‌ها وجود دارد و بیشتر برای مکان‌هایی کاربرد دارد که یخ‌زدگی آب در آن وجود نداشته باشد (برای مکان‌های زیر ۴۰ درجه فارنهایت توصیه نمی‌شود). برای اکثر آب-فشان‌های از این نوع میزان تخلیه آب ۲۰ تا ۲۵ گالن در دقیقه است و بسته به نوع طراحی می‌تواند تا ۱۰۰ گالن در دقیقه نیز افزایش یابد.

ب) آب پاش نوع خشک^۹ که در تمامی اجزای آن بجای آب، هوای فشرده وجود دارد و فشار هوا سبب بسته ماندن اورفیس می‌باشد. شیر مربوطه با وقوع حریق باز می‌شود و فشار هوا خارج شده و در نتیجه کاهش فشار هوا شیر ابتدای خط باز و آب وارد سیستم می‌شود. از این نوع آب پاش در مناطق سردسیر استفاده می‌شود.

نکته: حداکثر مساحت پوشش دهی هر آب فشان نباید از ۳۶ مترمربع یا ۴۰۰ فوت مربع بیشتر باشد.

نکته: به منظور حداقل فاصله از دیوار، آب فشان باید حداقل ۱۰۲ میلی‌متر یا ۴ اینچ از دیوار قرار گیرد.

نکته: به منظور حداقل فاصله بین آب‌فشان‌ها، آن‌ها نباید کمتر از ۱/۸ متر از مرکزشان قرار گیرند.

سیستم نیمه دستی و مانیتور

حداقل دبی تخلیه در سیستم نیمه دستی و مانیتور نباید از ۱,۵ کیلوگرم بر ثانیه کمتر باشد. مانیتورها اغلب می‌توانند دبی ۱۰ کیلوگرم بر ثانیه تا مسافت ۵۰ متر بپاشد، برای مجاری شیلنگی بهتر است حداقل دبی وزنی ۳ کیلوگرم بر ثانیه با طول پرتاب ۱۵ متر باشد. مخزن حاوی پودر در این نوع باید بتواند ۳۰ ثانیه عملیات را پشتیبانی نماید.



شکل ۱۲-۱۷: سیستم‌های نیمه دستی

سیستم Deluge^{۱۰}

این سیستم طوری طراحی گردیده که تمام آب‌فشان‌های متصل به سیستم لوله‌کشی آب با دریافت حرارت توسط سنسورهای کاشف حریق فعال شده و معمولاً برای محلهایی که در آن‌ها جلوگیری از توسعه سریع حریق اهمیت دارد بکار می‌روند، زیرا به‌طور همزمان از آب در سرتاسر حریق ایجاد شده استفاده می‌نماید. این تجهیز گاهی در مسیرهای خروج و فرار افراد هنگام حریق و در ورودی ساختمان‌ها به منظور کاهش سرعت حرکت حریق نصب می‌گردند.



شکل ۱۲-۱۸: سیستم Deluge

در این سیستم آب در لوله تا زمانی که سیستم فعالیت نمی‌کند وجود ندارد. به دلیل باز بودن اریفیس‌های اسپرینکلر، سیستم لوله‌کشی با فشار اتمسفریک عمل می‌نماید. شیر Deluge در واقع برای جلوگیری از ایجاد فشار آب در لوله بکار گرفته می‌شود.

۹ Dry Pipe Systems

۱۰ Deluge Valve System

سیستم Deluge باید با شروع آلام حریق بکار بیفتد ولی انتخاب آلام باید با توجه به نوع حریق و نوع مکان مورد استفاده انجام گیرد. این سیستم می‌تواند به صورت اتوماتیک و یا به صورت دستی و پنوماتیک صورت گیرد.

حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق

در هر بنا، چنانچه بار متصرف تمام طبقات با بخش‌هایی از آن‌ها بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ نفر باشد، حداقل ۳ راه خروج مجزا و دور از هم لازم خواهد بود و برای بار متصرف بیش از ۱۰۰۰ نفر، حداقل ۴ راه خروج مستقل و دور از هم باید تدارک شود. در کارگاه‌های با تعداد نیروی انسانی کمتر از ۱۰۰۰ نفر کارگر وظایف مدیریت ایمنی حریق به کمیته‌های حفاظت فنی و بهداشت کار واگذار می‌گردد. در کارگاه‌های با تعداد نیروی انسانی بیش از ۱۰۰۰ نفر کارگر لازم است سامانه مدیریت ایمنی حریق طراحی و اجرا گردد. در این سامانه پس از ارزیابی‌هایی که توسط کارشناسان خبره صلاحیت‌دار انجام خواهد شد، کلیه تمهیدات مدیریتی و سخت‌افزاری مورد نیاز بایستی پیش‌بینی و تأمین گردد.

سیستم چرخه حریق^{۴۱}

این سیستم بیش از ۳۰ سال در صنایع اطفاء حریق مورد استفاده قرار گرفته است و از قابلیت‌های ویژه آن این است که سیستم با چرخه حریق می‌تواند فعالیت خود را آغاز نموده و یا به‌طور اتوماتیک با پایان حریق، از کار بیفتد. این سیستم از دکتورهای حرارتی بسته و کابل‌های مقاوم در برابر حرارت که متصل به پانل کنترلی است استفاده می‌نماید. با فعال شدن سیستم دکتور، سیستم خاموش‌کننده نیز فعال می‌شود. این سیستم دارای یک تایمر است که می‌تواند از ۳۰ ثانیه تا ۱۵ دقیقه تنظیم شود و به محض سرد شدن دکتور این تایمر شروع به شمارش زمان می‌کند که با اتمام شمارش، سیستم بسته و غیرفعال می‌شود. در حال حاضر چرخه حریق ۲ از استفاده خارج شده و چرخه حریق ۳ مورد کاربرد است که از چهار نوع سیستم‌هایی یکی و دو اینترلاکی، سیستم‌هایی Deluge چرخه حیات، و سیستم‌های تر چرخه حیات تشکیل شده است.

سیستم‌هایی پیش فعال^{۴۲}

آب‌فشان‌های پیش‌فعال سیستم‌هایی هستند که برای محل‌هایی که فعال شدن اتفاقی سیستم آب‌پاش، ناخوشایند است مانند موزه‌ها، مکان‌های هنری، کتابفروشی‌ها، مرکزهای ثبت داده‌های اطلاعاتی و سیستم‌های کامپیوتری و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. سیستم‌هایی پیش‌فعال ترکیبی از سیستم‌هایی خشک، تر و دلوچ بر مبنای هدف تعریف‌شده سیستم هستند. دو دسته اصلی از این سیستم‌ها شامل تک اینترلاک و دو اینترلاک است.

عملکرد سیستم تک اینترلاک شبیه سیستم خشک با این تفاوت است که این سیستم‌ها ابتدا نیازمند یک سیستم کشف حریق ابتدایی نظیر سیستم کشف حرارتی و دودی برای فعال شدن سیستم آب‌پاش توسط باز شدن شیر مکانیکی پیش‌فعال هستند. این سیستم سپس تبدیل به سیستم تر شده و هدف از آن کاهش زمان تأخیر مرتبط با سیستم خشک است. پیش از آغاز فعالیت سیستم، در صورت بروز هرگونه نشستی از سیستم، به‌دلیل کاهش فشار هوا در سیستم لوله‌کشی، یک آلام خطر به صدا در می‌آید. در این شرایط شیر پیش‌فعال‌کننده به‌دلیل کاهش فشار باز نمی‌شود و آب وارد مجرای لوله‌کشی نمی‌شود. فعالیت سیستم‌هایی دو اینترلاک شبیه سیستم دلوچ است با این تفاوت که آب‌فشان‌های اتوماتیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. این سیستم‌ها نیازمند فعال شدن هر دو سیستم‌هایی کشف و سیستم‌هایی آب‌پاش به‌طور همزمان هستند.

^{۴۱}Fire Cycle System

^{۴۲}Pre-Action Systems

موتورخانه آب آتش‌نشانی

موتورخانه آب آتش‌نشانی اعم از هیدرانت یا اسپرینکلر شامل اجزای زیر باید باشد.

الکتروپمپ اصلی: عبارت است از یک عدد پمپ سانتریفوژ.

پمپ ژوکی: این پمپ وظیفه‌اش حفظ حداقل فشار در شبکه بوده تا قبل از شروع کار پمپ اصلی آب در شبکه باشد فشار و دبی این پمپ کم بوده و نیاز به قدرت زیاد ندارد.

پمپ دیزلی یا بنزینی: این پمپ شامل یک موتور بنزینی است که با یک پوسته سانتریفوژ کوپل شده است و در صورت قطع برق می‌توان از آن استفاده نمود. مشخصات آن باید همانند پمپ اصلی باشد.

کلید فشاری اتوماتیک: این کلید با کلید اصلی تابلوی برق موتورخانه آتش‌نشانی، سری بسته‌شده و توسط یک کنداکتور به پمپ‌ها فرمان می‌دهد. این کلید در فشار معینی پمپ را بکار انداخته و در فشار معینی پمپ را قطع می‌کند. فشار قطع و وصل این کلید قابل تنظیم بوده، فشار مینیمم آن که فشار روشن نمودن پمپ است باید در حدود 0.5 اتمسفر کمتر از فشار ژوکی بوده و فشار ماکزیمم آن که فشار قطع سیستم است باید برابر فشار پمپ اصلی باشد.

مخزن تحت فشار: این مخزن به شبکه آب آتش‌نشانی توسط یک لوله ۱ تا 1.25 اینچ متصل شده و کلید فشاری اتوماتیک می‌گردد. حجم آن باید در حدود ۳۰۰ لیتر باشد.

کلکتور (Collector): جمع‌کننده آب از پمپ اصلی، پمپ ژوکی و دیزل پمپ است و مخزن تحت فشار نیز انشعاب خود را از کلکتور می‌گیرد. قطر کلکتور یک یا دو سایز بیش از لوله اصلی آتش‌نشانی است.

شبکه رینگ و خطی آب آتش‌نشانی: شبکه‌های هیدرولیک می‌توانند به صورت خطی و یا رینگ (بسته) باشند. لذا شبکه‌های رینگ خصوصاً در سیستم آب آتش‌نشانی ارجحیت دارد زیرا در صورت ایجاد سوراخ یا نشت یا خرابی در یک طرف شبکه می‌توان شیر ورودی آن را بست و از طرف دیگر شبکه در هنگام بروز حریق استفاده نمود.

ایمنی حریق در انبارها

در انبارها عرض راهروها بین ردیف‌های مواد انبارشده و فضای آزاد بین سقف، دو فاکتور مهم تلقی می‌شوند. راهروها بین ردیف‌های مواد انبارشده از گسترش حریق احتمالی تا حدی جلوگیری می‌کنند. بین مواد انبارشده حداقل باید ۶۰ سانتیمتر فضای خالی وجود داشته باشد. فضای آزاد بین مواد و سقف بایستی حداقل یک فوت ($30/5$ سانتیمتر) باشد. در صورتی که در سقف اسپرینکلر نصب‌شده باشد فاصله بین مواد انبارشده و اسپرینکلرها بایستی کمتر از ۱۸ اینچ ($45/7$ سانتیمتر) گردد. یکی از بهترین روش‌های پیشگیری از حریق‌های انبارها استفاده از سیستم‌هایی خودکار مبارزه با حریق است. بر اساس مطالعات انجام‌شده ۹۶ درصد از آتش‌سوزی‌های رخ داده‌شده در ساختمان‌هایی که مجهز به آب پاش خودکار بوده‌اند توسط این سیستم اطفاء کامل شده‌اند. برای مطمئن شدن از اینکه انبار تحت حفاظت کامل قرار دارد سیستم مدیریت می‌بایست به انجام اقداماتی مانند موارد ذیل مبادرت ورزد:

- بازرسی ماهانه از سیستم آب پاش خودکار و انجام تست مربوط به جریان و تست آلارم و همچنین ثبت و نگهداری تست‌های انجام‌شده
- انبار کردن مایعات قابل اشتعال و پلاستیک‌ها بر اساس کدهای استاندارد NFPA
- تمرین سالیانه به صدا در آوردن زنگ خطر حریق فرضی، خروج اضطراری پرسنل و اطفاء آتش‌سوزی فرضی
- برای کامل شدن برنامه‌های حفاظت و پیشگیری از حریق سعی شود که از هر چهار روش کنترل حریق به‌وسیله سیستم‌هایی اتوماتیک اطفاء، کنترل به‌وسیله سیستم‌هایی دستی اطفاء، کنترل به‌وسیله تدابیر سازه‌ای و کنترل به‌وسیله کند کردن پروسه احتراق، استفاده شود.

۲۵،۱۲ چگونگی پخش و نصب خاموش‌کننده‌ها

خاموش‌کننده در مکان‌های مورد نظر باید به نحوی قرار گیرند که همواره فاصله دسترسی شخص در هر کجا از انبار که قرار دارد نسبت به یکی از خاموش‌کننده‌ها ۷۵ فوت و یا کمتر باشد.

ظروف ایمنی

یکی از مشخصات مهم ظروف ایمنی مجهز بودن آن‌ها به سیستم شعله گیر می‌باشد. این سیستم از دو استوانه متحدالمرکز تشکیل شده که در داخل دهانه لوله خروجی ظروف ایمنی تعبیه شده‌اند. موانع ایمنی داخل لوله طوری طراحی شده‌اند که خروج بخارات قابل اشتعال از میان آن امکان ندارد لیکن شعله نیز نمی‌تواند از درون آن بگذرد. چنانچه بنا بر دلایلی حجم سیال داخل مخزن زیاد شود دهانه لوله باز می‌شود تا بخارات اضافی بتواند خارج گردد و چنانچه ضمن خارج شدن به وسیله منبع حرارت شعله‌ور شود بلافاصله دریچه دهانه لوله بسته می‌شود و شعله نمی‌تواند به داخل مخزن راه یابد. لازم به ذکر است که مخزن ایمنی نوع ۱ دارای یک لوله جهت پر نمودن آن می‌باشد درحالی که مخزن نوع ۲ دارای دو لوله می‌باشد که یکی جهت پر نمودن و دیگری جهت تخلیه مایع قابل اشتعال است. چنانچه بخواهیم از ظرف بزرگ‌تری به غیر از مخزن نوع ۱ و ۲ استفاده کنیم باید عمل باندینگ و اتصال به زمین را انجام دهیم. در عمل باندینگ چند مخزن قابل اشتعال را که در کنار یکدیگر قرار دارند توسط سیم به یکدیگر متصل می‌کنند و در نهایت مخزن انتهایی را به سیم اتصال به زمین مربوط می‌سازند. به دلیل اینکه امکان ایجاد الکتریسیته ساکن هنگام انتقال مایع قابل اشتعال از ظرف بزرگ‌تر به کوچک‌تر وجود دارد باید هنگام انتقال ظرف کوچک‌تر را توسط سیم باندینگ به سیم اتصال به زمین متصل نمود. حداقل فاصله ایمن از مخزنی که مایع قابل اشتعال درون آن به فرم گاز مانند در حال نشت می‌باشد ۲۰۰ فوت است.

۲۶،۱۲ تقسیم‌بندی مکان‌ها از نظر خطر آتش‌سوزی

سازمان N.F.P.A مکان‌ها را از نظر پتانسیل خطر آتش‌سوزی و استانداردهای خاموش‌کننده‌ها و بر اساس دانسیته متوسط مواد سوختی در واحد سطح به سه دسته کم خطر، با خطر متوسط و پرخطر به شرح ذیل تقسیم نموده است. این گروه‌بندی به‌طور خاص برای موادی است که جامد بوده و از خود خاکستر بر جای می‌گذارد. برای موادی که سرعت اشتعال بالا دارند باید از یک تا دو درجه بالاتر در این تقسیم‌بندی استفاده کرد.

خطر کم: مکانی که تنها مقدار کمی مواد قابل احتراق در محل وجود دارد. مکان‌های اداری، اتاق‌های درس مدارس و غیره در این گروه قرار دارند. دانسیته مواد سوختی به‌طور متوسط تا ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع می‌باشد.

خطر متوسط یا معمولی: مکانی که میزان مواد قابل احتراق در محل به‌طور متوسط باشد. پارکینگ، انبارهای تجاری و غیره در این گروه قرار دارند. دانسیته مواد سوختی به‌طور متوسط تا ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع است.

خطر زیاد: مواد قابل احتراق در آن نسبتاً زیاد است. شامل مکان‌هایی که با مواد سلولزی و چوب سروکار دارند در این گروه قرار دارند. دانسیته مواد سوختی به‌طور متوسط تا ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع است.

۲۷،۱۲ درجه‌بندی خاموش‌کننده‌های قابل حمل و نقل

در سیستم آمریکایی کپسول‌های اطفاء حریق بر اساس قدرت فیزیکی خاموش‌کنندگی‌شان (میزان ماده اطفاء داخل کپسول) درجه‌بندی شده‌اند. درجه‌بندی شامل حریق‌های گروه A و B می‌باشد. برای حریق‌های گروه C (حریق‌های الکتریکی) درجه‌بندی صورت نگرفته است. در این حریق پس از شروع بلافاصله بر حسب این که چه نوع ماده سوختنی در اطراف آن‌ها باشد به گروه A یا B یا به هر دو گروه تبدیل می‌شوند. خاموش‌کننده‌های درجه‌بندی شده در گروه A در جدول زیر لیست شده است.

جدول ۱۲-۱۵: تقسیم‌بندی خاموش‌کننده‌های قابل حمل و تقسیم‌بندی مکان‌ها

درجه‌بندی خاموش‌کننده‌ها	حداکثر مسافت مجاز جهت دسترسی به خاموش‌کننده	مساحت تحت پوشش هر کپسول (خاموش‌کننده)		
		مکان با خطر کم	مکان با خطر متوسط	مکان با خطر زیاد
A-۱	۷۵ فوت	۳۰۰۰ فوت مربع	-	-
A-۲	۷۵ فوت	۶۰۰۰ فوت مربع	۳۰۰۰ فوت مربع	۲۰۰۰ فوت مربع
A-۳	۷۵ فوت	۹۰۰۰ فوت مربع	۴۵۰۰ فوت مربع	۳۰۰۰ فوت مربع

درجه بندی خاموش کننده ها	حداکثر مسافت مجاز جهت دسترسی به خاموش کننده	مساحت تحت پوشش هر کپسول (خاموش کننده)		
		مکان با خطر کم	مکان با خطر متوسط	مکان با خطر زیاد
A-۴	۷۵ فوت	۱۱۲۵۰ فوت مربع	۶۰۰۰ فوت مربع	۴۰۰۰ فوت مربع
A-۶	۷۵ فوت	۱۱۲۵۰ فوت مربع	۹۰۰۰ فوت مربع	۶۰۰۰ فوت مربع
A-۱۰	۷۵ فوت	۱۱۲۵۰ فوت مربع	۱۱۲۵۰ فوت مربع	۹۰۰۰ فوت مربع
A-۲۰	۷۵ فوت	۱۱۲۵۰ فوت مربع	۱۱۲۵۰ فوت مربع	۱۱۲۵۰ فوت مربع
A-۴۰	۷۵ فوت	۱۱۲۵۰ فوت مربع	۱۱۲۵۰ فوت مربع	۱۱۲۵۰ فوت مربع

برای حریق های گروه B نیز درجه بندی انجام گرفته است. در این گروه علاوه بر سطح حریق عمق آن نیز مطرح است. از جدول زیر می توان جهت انتخاب کپسول های گروه B استفاده نمود. (عمق مایع قابل اشتعال باید ۱/۴ اینچ یا کمتر باشد)

جدول ۱۲-۱۶: درجه بندی خاموش کننده ها در گروه B

نوع مکان	درجه بندی خاموش کننده	حداکثر فاصله شخص تا خاموش کننده (فاصله دسترسی)
کم خطر	B ۵	۳۰ فوت مربع
	B ۱۰	۵۰ فوت مربع
متوسط	B ۱۰	۳۰ فوت مربع
	B ۲۰	۵۰ فوت مربع
پر خطر	B ۴۰	۳۰ فوت مربع
	B ۸۰	۵۰ فوت مربع

برای مثال خاموش کننده هایی که درجه بندی B-۴۰ بر روی آن ها ثبت شده است خاموش کننده ای است که می تواند حریقی به مساحت ۴۰ فوت مربع از مایعات قابل اشتعال را با عمق ۱/۴ اینچ و یا کمتر را خاموش کند. تقسیم بندی برای خاموش کننده های این گروه از B-۱۰ تا B-۱۶۰ انجام گرفته است.

زمانی که مایع قابل اشتعال از عمق قابل توجهی برخوردار است می بایست شماره عدد (درجه) خاموش کننده (به استثنای خاموش کننده نوع کف) حداقل ۲ برابر شماره مساحت سطح بزرگ ترین مخزن موجود به فوت مربع در آن مکان باشد. زمانی که خطرات به میزان زیادی از هم جدا باشد و فاصله دسترسی تا خاموش کننده بیشتر از اعداد جدول ۲ باشد می بایست از حفاظت بیشتری توسط نصب خاموش کننده های اضافی در آن مکان ها با در نظر گرفتن قانون فوت مربع انجام گیرد. در مکان هایی که از مخزن مایع قابل اشتعال با بیش از ۱۰ فوت مربع استفاده می شود می بایست از دو نوع سیستم حفاظتی کمک گرفت.

برای خاموش کننده های حاوی دی اکسید کربن و پودر خشک شیمیایی چهار خاموش کننده درجه بندی شده B-۶ با یک خاموش کننده درجه بندی شده B-۲۰ برابری نمی کند. هر چقدر خاموش کننده بزرگ تر باشد نرخ جریان و زمان تخلیه پیوسته بیشتری نسبت به مدل های کوچک تر خواهد داشت.

خاموش کننده های چرخ دار از B-۲۰ تا B-۴۸۰ عمدتاً برای مبارزه با آتش در فضای باز طراحی شده اند و همچنین حداقل فاصله دسترسی برای این نوع خاموش کننده ها ۵۰ فوت می باشد.

برای محاسبه تعداد مورد نیاز خاموش کننده دستی از گروه A، در ابتدا باید مساحت مکان مورد نظر را با توجه به شکل هندسی آن به دست آورد و سپس با توجه به بحث تقسیم بندی مکان ها، مشخص شود که مکان مورد نظر در کدام گروه قرار دارد. با استفاده از جدول تقسیم بندی مکان ها بر حسب نوع مکان و فاکتورهای دیگری از جمله شرایط افراد استفاده کننده، ابعاد محل و تعداد خروجی ها، چیدمان تجهیزات و غیره، عددی را انتخاب نموده، سپس مساحت مکان مورد نظر را بر عدد انتخابی تقسیم کرده، حاصل عددی است که تعداد خاموش کننده مورد نیاز برای آن محل را نشان می دهد.

نصب خاموش کننده ها

خاموش کننده هایی که وزن آنها به ۴۰ پوند می رسد می باید به نحوی روی دیوار نصب شوند که فاصله رأس بالایی خاموش کننده از کف زمین بیشتر از ۶ فوت نشود.

خاموش کننده هایی که وزن آنها بیشتر از ۴۰ پوند است می باید به نحوی روی دیوار نصب شوند که فاصله رأس بالایی خاموش کننده از کف زمین بیشتر از ۳/۵ فوت نشود

در تحت هیچ شرایطی فاصله انتها و یا کف خاموش کننده تا زمین نباید کمتر از ۴ اینچ شود.

۲۸،۱۲ برخی تعاریف و نکات مهم واکنش در شرایط اضطراری حریق

محل تجمع ایمن

این محل معمولاً سرباز بوده و دورتر از محل به وجود آمدن هر گونه خطر احتمالی ناشی از آتش سوزی است و همگی افراد به هنگام آتش سوزی بعد از اینکه از محل حریق خارج شدند بایستی در این محل تجمع کنند.

محل تجمع اضطراری

این محل نسبت به جاهای دیگر در منطقه ایمن تر است و در راه رسیدن به محل تجمع ایمن است. در صورت وجود گروه امداد، تجسس و غیره در این محل کمک های لازم به آنها ارائه می شود.

پیک

شخصی که دارای سلامت کامل جسمی و روحی بوده و آموزش های اطفاء حریق و کمک های اولیه را می داند و اطلاعات محل آتش سوزی را به بیرون منتقل می کند.

گشت زن (PATROLL)

فردی که از لحاظ جسمی و روانی کاملاً سالم بوده و اصول کمک های اولیه و اطفاء حریق را می داند و با مجهز بودن به سوت و بی سیم و لباس ضد حریق گشت زنی می کند و نیازها و خطرات را به افراد امداد و تجسس و پیک خبر می دهد.

گروه تجسس

۲ یا ۳ نفر یا بیشتر بوده که اتاق ها و منطقه آتش سوزی را جست و جو کرده و افراد آسیب دیده و مفقودین احتمالی را جست و جو کند.

گروه پشتیبانی

این گروه به افراد گروه های امداد و تجسس و آتش نشان ها کمک کرده و نیازمندی هایی آنان را برآورده می کنند و در صورت آسیب دیدن یکی از افراد گروه های مذکور شخص دیگری را به جای او می فرستند.

گروه آتش نشان

افرادی هستند که آموزش های لازم را دیده اند و به شرایط محل آگاهی داشته و با لوازم اطفاء حریق وظیفه کنترل و مهار کردن حریق را دارند.

تذکر: همه مراحل بالا تا زمانی ادامه دارد که نزدیک ترین گروه امداد و آتش نشان شهر یا منطقه برسد.

نکته: در زبان انگلیسی رعایت سه حرف لاتین C رمز رسیدن به اطفاء حریق است:

همکاری (CO-ORDINATION) ارتباط (COMUNICATION) کنترل (CONTROL)

تعداد خروجی های اضطراری

معمولاً دو درب خروج اضطراری برای هر محل عمومی مورد نیاز است. این درب های خروجی باید جدا از هم قرار گرفته باشند در طرفین مختلف، تا در صورت توسعه حریق، هر دو مسیر همزمان مسدود نگردد. برای مثال در یک محیط صنعتی که از نظر پتانسیل خطر، معمولی است، ۰/۲ اینچ (۰/۵ سانتیمتر) به ازای هر نفر می بایست جهت درب خروجی پهنا در نظر گرفت. این بدان معنی است که یک درب خروجی با عرض ۳۶ اینچ (۹۱/۴ سانتیمتر) توانایی عبور ۱۸۰ نفر را در شرایط اضطراری دارد.

تعداد افراد = 0.2 اینچ به ازای هر شخص ÷ عرض محل خروج (اینچ)

$$180 = 0.2 \text{ اینچ} \div 36 \text{ اینچ}$$

جعبه تجهیزات انفرادی مبارزه با حریق

علاوه بر کپسول‌های اطفاء حریق و غیره یکسری وسایل دیگر نیز لازم است از جمله جعبه تجهیزات حفاظت فردی که شامل موارد زیر است:

یک ست کامل دستگاه تنفسی - تبر - چکمه عایق به برق و مقاوم در برابر حریق - کلاه ایمنی - لباس ضد حریق - دستکش - چراغ دستی (حداقل ۳ ساعت روشنایی دهد) - طناب نجات - بطری هوای اضافی.

نکته: به‌طور معمول برای اطفاء یک حریق بزرگ به ۲۰۰ گالن آب در دقیقه نیاز است.

منطقه بندی

سهولت، سرعت و دقت در تشخیص و تعیین محل وقوع حریق به ویژه در ساختمان‌های بزرگ، لزوم تقسیم‌بندی ساختمان به مناطق کوچک‌تر و مجزا را به‌وجود می‌آورد و مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده مرزهای آن، کاربری، مساحت و بخش‌بندی‌های ضد حریق ساختمان است. تأثیر عوامل یادشده در تعیین مناطق با رعایت موارد زیر میسر می‌گردد:

- هر طبقه ساختمان که بیش از ۳۰۰ مترمربع باشد باید یک منطقه مجزا محسوب شود.
- حداکثر مساحت یک منطقه ۲۰۰۰ مترمربع است.
- اگر کل مساحت طبقات یک ساختمان ۳۰۰ مترمربع یا کمتر باشد می‌توان آن را یک منطقه محسوب کرد.
- بخش‌بندی مناطق ضد آتش موجود در ساختمان یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های تعیین مناطق است.
- حداکثر فاصله جست و جو در یک منطقه نباید بیش از ۳۰ متر باشد. فاصله جست و جو مسافتی است که برای یافتن و رویت محل حریق باید طی شود.
- پایداری دیوارها و مقسم‌های ضد حریق که مرز مناطق حریق را تعیین می‌کند باید حداقل ۳۰ دقیقه باشد.

مدیریت حریق شهری

طبق برآورد، احتمال آتش‌سوزی در شهرهای زیر پنجاه هزار نفر یک حریق در شبانه‌روز، تا یک‌صد هزار نفر جمعیت ۲ حریق و تا پانصد هزار نفر جمعیت ۳ حریق است. در برنامه‌های ایمنی شهری به ازای هر ۱۰ کیلومترمربع یک مرکز مجهز شهری پیش‌بینی می‌شود و مدت زمان رسیدن به محل حریق از زمان حرکت باید کمتر از ۵ دقیقه باشد. مدت زمان بهینه ۳ دقیقه برآورد شده است. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده اکثر حریق‌ها در شب‌ها اتفاق می‌افتد لذا در شیفت شب مخصوصاً در نیمه اول شب آمادگی تیم‌های عملیاتی باید حداکثر باشد.

برخی از امکانات و نیروی مورد نیاز در مراکز شهری

در هر ایستگاه شهری باید به‌طور همزمان حداقل دو تیم مجهز آماده باشند تا در صورت عملیات تیم اول، تیم بعدی جایگزین شود. ترکیب هر تیم باید به گونه‌ای پیش‌بینی گردد که علاوه بر فرمانده عملیات و رانندگان ماهر افرادی با تسلط و تمرین بر عملیات امداد، نجات و اطفاء انواع حریق وجود داشته باشند. امکانات مورد نیاز برای یک تیم عملیاتی شامل ماشین پیشرو، دو خودرو مناسب اطفاء، یک خودرو نجات، یک دستگاه نردبان و یک دستگاه آمبولانس است.

در خودرو پیشرو باید حداقل امکانات نجات و اطفاء برای انجام اقدامات تا رسیدن تیم آتش‌نشانی وجود داشته باشد. خودروهای اطفاء باید مجهز به بی‌سیم و مجموع ذخیره حداقل ۲۰ دقیقه آب دهی و مخازن پودر به میزان حداقل ۱۰۰ کیلوگرم، ماده کف حداقل ۵۰ لیتر و حداقل ۵۰ کیلوگرم CO_2 باشد.

۲۹،۱۲ برخی موارد از آیین‌نامه پیشگیری و مبارزه با آتش‌سوزی در کارگاه‌ها

فصل اول - وسایل پیشگیری و مبارزه با آتش‌سوزی

لوله‌ها و شلنگ‌های آب آتش‌نشانی

ماده ۵: برای جلوگیری از یخ زدن آب در لوله‌های اصلی و شلنگ‌ها در زمستان باید اقدامات احتیاطی از قبیل دفن و عایق پیچی لوله‌های اصلی و خالی کردن شلنگ‌ها پس از استعمال و غیره به عمل آید و در نقاط سردسیر که احتمال انجماد آب در مخازن و لوله‌ها بیشتر است بایستی مخازن آب زیرزمینی بوده و از تلمبه استفاده گردد. و شیرهای آب باید حداقل در عمق ۲۵ سانتیمتر در حوضچه‌های مخصوص قرار داده شود و دریچه سرپوش آن‌ها عایق و آب بندی شده تا آب برف و باران در داخل آن‌ها نفوذ ننماید.

تبصره - برای جلوگیری از انجماد آب در شیرهای آب آتش‌نشانی شیر احتیاط آن را باید در طی زمستان هفته‌ای یک مرتبه باز و آب موجود را تخلیه نمود.

ماده ۶: برای اطمینان از حاضر بکار بودن لوله‌های اصلی آب آتش‌نشانی آزمایش ماهیانه آن‌ها جهت تمیز شدن از رسوبات و گل لای ضروری می‌باشد.

ماده ۷: کلیه سرفکل‌ها در شلنگ‌ها و لوله‌های آب‌گیری لوله‌های آب آتش‌نشانی در کارگاه‌ها باید حتی‌المقدور از نوع و اندازه‌ای که در مرکز آتش‌نشانی محل بکار می‌رود انتخاب شود. تا در صورتی که از مرکز مذکور استمداد شود اشکالی پیش نیاید.

ماده ۸: شلنگ‌هایی که برای اطفاء حریق در محوطه باز کارگاه‌ها بکار برده می‌شود بایستی اقلاً از شلنگ‌هایی به قطر ۶۳/۵ میلی‌متر (۲/۵ اینچ) و سر لوله‌های به قطر از ۱۹ تا ۲۵/۴ میلی‌متر (از $\frac{3}{4}$ تا ۱ اینچ) با در نظر گرفتن فشار آب انتخاب گردد.

ماده ۹: شلنگ‌هایی که در داخل ساختمان برای مبارزه با حریق بکار برده می‌شود بایستی از نوع شلنگ‌های قرقره اقلاً از ۲۵/۴ تا ۴۴/۴ میلی‌متر یا (۱ تا $1\frac{3}{4}$ اینچ) و سر لوله‌های به قطر از ۹/۵ تا ۱۲/۷ میلی‌متر ($\frac{3}{8}$ تا $\frac{1}{2}$ اینچ) با در نظر گرفتن فشار آب انتخاب گردد.

ماده ۱۰: شلنگ‌های آتش‌نشانی را پس از هر مرتبه استعمال باید کاملاً از آب خالی نمود و شلنگ‌های آستر لاستیکی را باید اقلاً هر سه ماه یک مرتبه آزمایش نمود.

دستگاه‌های ثابت آب پاش خودکار و انواع دیگر آن

ماده ۱۷: فاصله سر آب‌پاش‌های خودکار از اشیاء مورد حفاظت و سایر نقاط اطراف آن‌ها باید از ۶۰ سانتیمتر (۱۲ اینچ) کمتر نباشد.

خاموش‌کننده‌های دستی و چرخ دار

ماده ۲۴: برای خاموش کردن حریق پودر یا براده فلزاتی نظیر منیزیم آلومینیوم و غیره باید از استعمال هرگونه مایع و مواد خاموش‌کننده از نوع سودا اسید کف - پودر شیمیایی و غیره مؤکداً جلوگیری به عمل آورد و بایستی با ایجاد دیواره یا سدی از شن و ماسه نرم و خشک گرد سنگ و سایر مواد خنثی که به مقدار فراوان در محل آماده و در دسترس گذاشته شده است مانع از توسعه و پیشرفت آتش گردید و یا پودر مخصوصی که به‌وسیله کارخانه سازنده فلز منظور توصیه‌شده است اقدام به خاموش نمودن آتش نمود.

ماده ۲۵: در مورد خاموش‌کننده‌های دستی و چرخ دار مراتب زیر را باید رعایت نمود.

الف-بازرسی ماهیانه از کلیه آن‌ها به استثنای نوع CO₂ که هر ۶ ماه یک مرتبه باید بازرسی شود.

ب - بازرسی سالیانه برای اطلاع از کیفیت و کمیت مواد خاموش‌کننده و در صورت لزوم برای دوباره پر کردن آن‌ها.

ج - آزمایش دو ساله برای تحت فشار گذاشتن بدنه ظروف خاموش‌کننده با فشاری که از طرف کارخانه سازنده تعیین شده است.

فصل دوم – وسایل اعلام خطر و تمرین‌های مربوط به اطفاء حریق

ماده ۲۸: در هر طبقه از ساختمان کارگاه بایستی تعداد کافی وسایل اعلام خطر حریق دستی وجود داشته باشد و این وسایل را باید در جعبه‌های شیشه‌ای در محلی قرارداد که برای رسیدن به آن‌ها طی مسافت بیش از ۳۰ متر (۱۰۰ فوت) ضروری نباشد.

ماده ۲۹: وسایل اعلام وقوع خطر بایستی به وسیله رنگ قرمز که در محل نصب آن‌ها بکار رفته کاملاً مشخص باشند و به سهولت در دسترس بوده و در معبر طبیعی فرار از آتش قرار داشته باشد.

ماده ۳۰: وسایل اعلام خطر حریق باید از نقطه نظر و نوع آهنگ صدا نسبت به کلیه وسایل صوتی دیگر مشخص بوده و به هیچ وجه برای مقاصد دیگری غیر از اعلام خطر حریق و یا احضار افراد برای تمرین‌های مبارزه با حریق مورد استفاده قرار نگیرد.

ماده ۳۱: وسایل اعلام خطر حریق که با نیروی الکتریسیته یا بخار بکار می‌افتد باید طوری تعبیه شود که از کار افتادن نیروی الکتریسیته یا بخار کارگاه مانع از کار آن‌ها نگردد.

فصل سوم – انبار کردن و نگهداری مواد قابل انفجار و مایعات قابل اشتعال

مایعات قابل اشتعال

ماده ۴۱: نگهداری و ذخیره مایعات قابل اشتعال با نقطه سوخت Flashpoint کمتر از ۲۱ درجه سانتی‌گراد که (با طریق آزمایش Abelpensky تعیین گردیده) در محل کار باید به ۱۸ لیتر آن هم فقط در ظروف مخصوص سر بسته محدود کرد و دور از منابع جرقه و حرارت قرارداد.

ماده ۴۳: در ساختمان در و پنجره و هر قسمت مدخل انبارهای ماده ۴۲ نباید شیشه شفاف بکار رود و در صورت لزوم باید از شیشه مات استفاده شود.

ماده ۴۴: نگهداری و ذخیره مقادیر زیاد مایعات قابل اشتعال فقط در مخازن مجزا و یا تانک‌های مخصوصی که در بالا یا زیرزمین ساخته شده (مخازن زیرزمینی دارای رجحان بیشتری می‌باشد) و به فاصله کافی از ابنیه دیگری که از طرف مقام صلاحیت‌دار تعیین می‌شود مجاز خواهد بود.

ماده ۴۶: از نظر نور در انبارهای مذکور در ماده‌های ۴۲ و ۴۴ بایستی از چراغ‌های با حباب ضد شعله استفاده شود.

ماده ۴۷: انبار بایستی مجهز به وسایل تهویه طبیعی و در صورت لزوم تهویه مصنوعی ضد شعله باشد.

تبصره – کلیدها – فیوزها و سایر ادوات و وسایل الکتریکی در این گونه انبارها بایستی از نوع ضد شعله انتخاب گردد.

ذغال سنگ – سلولئید و سایر اجسام جامد شدیدالاشتعال

ماده ۵۴: جهت نگهداری و ذخیره مقادیر زیاد ذغال سنگ و جلوگیری از احتراق خودبه‌خود چنانچه در محل‌های باز نگهداری شود بایستی آن را به صورت توده‌های جداگانه انبار نمود به طوری که ضخامت قشر زغال در هیچ نقطه‌ای از توده‌های انباشته شده بیش از ۳ متر از سطحی که در معرض هوا قرار گرفته فاصله نداشته باشد.

ماده ۵۶: ذغال سنگ پودر شده که درجه حرارت آن از ۶۵ درجه سانتی‌گراد تجاوز کند قبل از آنکه در ظروف و یا مخازن ریخته شوند باید به قدر کافی آن‌ها را سرد نمود.

فصل چهارم – از بین بردن فضولات و جمع آوری فضولات

ماده ۶۴: در کلیه محل‌هایی که فضولات آغشته به روغن کهنه پاره‌هایی که برای تمیز نمودن ماشین‌آلات و یا کارهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین فضولاتی که ممکن است به خودی خود آتش‌گیرند وجود دارد بایستی در صندوق‌های فلزی سرپوش دار نگهداری شوند.

از بین بردن فضولات

ماده ۶۵: محتویات ظروف و صندوق‌های مذکور در ماده ۶۳ و ۶۴ را باید به طور مرتب به خارج کارگاه حمل و سوزانید و یا در زیر خاک دفن نمود مگر در مواردی که باید آن‌ها را عدل بندی نموده و طبق برنامه به خارج حمل کرد.

ماده ۶۶: فضولات مواد قابل اشتعالی که به صورت عدل بندی در می آیند باید در انبارهایی که دیوار و درب آن ها فلزی است یا در ساختمانی که از مصالح نسوز ساخته شده دور از کارگاه نگهداری گردد این فضولات را اقلأ ماهی یک مرتبه باید به خارج حمل کرد.

سوزاندن فضولات

ماده ۶۸: فضولات و زباله ها را بایستی در کوره های مخصوص انسینراتور (Incinerator) سوزاند.
ماده ۷۰: در مواردی که فضولات در هوای آزاد سوزانده می شود این عمل نباید در فاصله ای کمتر از ۱۵ متر (۵۰ فوت) از ساختمان های قابل احتراق و ۶ متر (۲۰ فوت) در سایر ساختمان ها انجام گیرد.
ماده ۷۲: فضولات شدیدالاشتعال را باید جداگانه سوزاند.

زغال و دوده

ماده ۷۳: برای جمع آوری و انبار کردن مواد نیم سوخته و زغال ها یا قشرهایی که از تراشیدن و تمیز نمودن داخل لوله های حامل مواد نفتی کوره های دستگاه های پالایشگاه ها و دوده های سایر کوره ها حاصل می شود باید از محفظه های دائمی غیرقابل اشتعال یا محل های بی خطر دیگری در داخل کارگاه ها که حداقل ۱۵ متر (۵۰ فوت) دورتر از ساختمان های اصلی ساخته می شود استفاده گردد و سپس آن ها به وسایل لازم معدوم نمود.

۳۰،۱۲ کدهای کاربردی NFPA

در انتها به معرفی برخی از کدهای مهم که از سوی NFPA اعلام شده است می پردازیم:

- NFPA 1: کدهای پیشگیری از حریق
- NFPA 10: استاندارد خاموش کننده های قابل حمل
- NFPA 12: استاندارد سیستم هایی خاموش کننده دی اکسید کربن
- NFPA 13: استاندارد نصب سیستم هایی اسپرینکلر
- NFPA 17: استاندارد سیستم هایی خاموش کننده های شیمیایی خشک
- NFPA 24: استاندارد نصب تجهیزات آتش نشانی
- NFPA 30: دستورالعمل مایعات قابل اشتعال و احتراق
- NFPA 57: دستورالعمل سیستم سوخت رسانی وسایل نقلیه با سوخت LNG
- NFPA 69: استاندارد سیستم هایی پیشگیری از انفجار
- NFPA 72: دستورالعمل سیستم هایی اعلام و هشدار حریق
- NFPA 101: استانداردهای ایمنی حفاظت از جان
- NFPA 170: استاندارد ایمنی حریق و علائم اضطراری
- NFPA 230: استاندارد پیشگیری از حریق در انبارها
- NFPA 241: استاندارد ساختار حفاظ های ایمنی
- NFPA 295: استاندارد کنترل مواد قابل اشتعال
- NFPA 306: استاندارد کنترل خطرات گاز لوله ها و مخازن
- NFPA 326: استاندارد ایمن سازی تانک ها و مخازن در هنگام ورود، نظافت و تعمیر
- NFPA 329: توصیه برای مدیریت انتشار گازها و مایعات قابل اشتعال و احتراق
- NFPA 385: استاندارد وسایل نقلیه مخزن دار جهت مایعات قابل اشتعال و احتراق
- NFPA 386: استاندارد کشتی های مخزن دار جهت مایعات قابل اشتعال و احتراق
- NFPA 400: کد مواد خطرناک
- NFPA 402: استاندارد عملیات اطفاء حریق هواپیمایی
- NFPA 403: استاندارد خدمات اطفاء حریق در فرودگاه

- NFPA 484: استاندارد فلزات قابل اشتعال
- NFPA 495: دستورالعمل مواد قابل انفجار
- NFPA 502: استاندارد تونل‌ها و پل‌ها
- NFPA 704: سیستم استاندارد برای تعیین و مشخص نمودن خطرات مواد برای واکنش‌های اضطراری
- NFPA 801: استاندارد حفاظت از حریق تأسیسات و مواد رادیواکتیو
- NFPA 803: استاندارد پیشگیری از حریق در صنایع اتمی رادیواکتیو
- NFPA 921: راهنمایی جهت بازرسی‌های آتش‌سوزی و انفجار
- NFPA 1500: استاندارد برنامه ایمنی و بهداشت شغلی برای دپارتمان‌های آتش‌نشانی
- NFPA 1561: استاندارد سیستم مدیریت سوانح در خدمات آتش‌نشانی
- NFPA 1936: استاندارد اتصالات شیلنگ‌های آتش‌نشانی
- NFPA 1961: استاندارد شیلنگ‌های آتش‌نشانی
- NFPA 1962: استاندارد بازرسی، نگهداری و استفاده از شیلنگ‌های آتش‌نشانی، کوپلینگ‌ها، سر نازل‌ها و تست شیلنگ‌های آتش‌نشانی
- NFPA 1963: استاندارد اتصالات شیلنگ‌های آتش‌نشانی
- NFPA 1964: استاندارد نازل‌های آب‌پاش
- NFPA 1965: استاندارد تجهیزات شیلنگ‌های آتش‌نشانی
- NFPA 2010: استاندارد سیستم اطفاء حریق ثابت