

انواع سیستم اطفای حریق آبی

انواع سیستم اطفای حریق آبی به شرح زیر است:

سیستم‌های اسپرینکلر لوله تر

سیستم‌های اسپرینکلر لوله تر با فاصله‌ی زیادی به عنوان پر کاربردترین گونه از سیستم‌های اطفای حریق اسپرینکلر نسبت به سایر انواع سیستم اطفای حریق آبی به شمار می‌روند. ضمناً این نوع اسپرینکلرها لقب مطمئن‌ترین گونه از سیستم‌های اسپرینکلر را نیز یدک می‌کشند، چرا که ساده بوده و تنها اجزای کاری آن‌ها عبارتند از اسپرینکلرهای خودکار و (البته اغلب، نه در همه‌ی موارد) شیر یکطرفه هشدار خودکار. یک منبع آب خودکار، که آب تحت فشار را به لوله‌کشی سیستم تغذیه می‌کند.

سیستم‌های اسپرینکلر لوله خشک

در بین انواع سیستم‌های اسپرینکلر، سیستم‌های لوله خشک از حیث فراوانی کاربرد در رده‌ی دوم قرار دارند. سیستم‌های لوله خشک در فضاهایی نصب می‌شوند که در آن‌ها دمای محیط گاه‌گاه چنان سرد می‌شود که در صورت پر بودن لوله از آب، موجب یخ زدن آن شده و مانع از عملکرد آن می‌شود. بیشترین کاربرد سیستم‌های لوله خشک در ساختمان‌های فاقد گرمایش، پارکینگ‌ها، پارکینگ‌های روباز متصل به ساختمان‌های مجهز به گرمایش (که در آن‌ها از سیستم لوله تر استفاده می‌شود)، یا در سردخانه‌ها است. در مناطقی که مشمول مقررات NFPA می‌شوند، نصب سیستم‌های تر مجاز شمرده نمی‌شود، مگر آنکه بازه‌ی دمای محیطی بالای 40°F باقی بماند.

در این نوع سیستم‌ها تا زمان بکار افتادن سیستم، آبی در سیستم لوله‌کشی وجود نخواهد داشت؛ در عوض این شبکه با هوایی پر شده که فشار آن کمتر از فشار منبع آب است. برای ممانعت از رانده شدن آب درون منبع (که فشار بالاتری دارد) به درون شبکه‌ی لوله‌کشی در حالت عادی، شیر لوله‌ی خشک (نوع خاصی از شیر یکطرفه) به نحوی طراحی شده که با افزایش سطح تماس زبانه‌ی این شیر با هوای موجود در شبکه‌ی لوله‌کشی (در مقایسه با فشار بالاتر آب ولی سطح تماس کوچکتر زبانه‌ی شیر یکطرفه)، نیروی بیشتری روی زبانه‌ی شیر یکطرفه وارد شود.

وقتی که یک یا بیش از یکی از سَری‌های خودکار اسپرینکلر به کار می‌افتند، باز شده و به هوای محبوس در لوله اجازه می‌دهند از آن اسپرینکلر خارج شود. با گذشتن دمای هر یک از اسپرینکلرها از حد فعالسازی، آن اسپرینکلر مستقلاً به کار می‌افتد. با افت فشار هوا در لوله، تفاضل فشار در شیر لوله‌ی خشک تغییر می‌کند و موجب وارد شدن آب به سیستم لوله‌کشی می‌گردد. جریان آب از اسپرینکلرها که لازمه‌ی کنترل حریق است، تا تخلیه‌ی هوا از اسپرینکلرها به تعویق می‌افتد. در مناطق مشمول مقررات NFPA 13، زمان صرف شده از فعالسازی اسپرینکلر تا رسیدن آب به اسپرینکلر به حداکثر ۶۰ ثانیه محدود شده است. در کاربردهای صنعتی به این حد زمانی «حداکثر زمان رسیدن آب» گفته می‌شود. بسته به طبقه‌بندی خطر محدوده‌ی حفاظت شده توسط سیستم اسپرینکلر، گاهی سقف حداکثر زمان رسیدن آب کاهش داده می‌شود.

از منظر برخی از مالکین و ساکنین ساختمان‌ها، اسپرینکلرهای لوله خشک از حیث محافظت از کلکسیون‌های ارزشمند و سایر نواحی حساس به آب، مفید ارزیابی می‌شوند. این تلقی از بیم آن نشأت می‌گیرد که سیستم لوله‌کشی تر به تدریج به نشستی نامحسوس آب خواهد انجامید، در حالیکه امکان بروز چنین نقیصه‌ای در سیستم‌های لوله خشک وجود ندارد.

سیستم‌های سیلابی (دیلوچ)

سیستم‌های موسوم به «سیلابی» سیستم‌هایی هستند که در آن‌ها همه‌ی اسپرینکلرهای متصل به سیستم لوله‌کشی، باز هستند، چه اینکه عنصر حساس به حرارت در آن‌ها حذف شده یا این سیستم‌ها اختصاصاً به شکل فوق طراحی شده‌اند. از این سیستم‌ها برای مخاطرات خاص در مکان‌هایی استفاده می‌شود که در آن‌ها گسترش سریع حریق جزو نگرانی‌ها به شمار می‌رود، چرا که در این سیستم‌ها آب به شکل آبی در کل محدوده‌ی خطر گسیل می‌شود. گاهی اوقات این سیستم‌ها را در درب‌های ساختمان یا مسیرهای ورودی شخصی نصب می‌کنند تا از سرعت گسترش حریق (مثلاً از طریق درب‌های تعبیه شده روی یک دیوار مقاوم در برابر حریق) بکاهند.

تا زمان عمل کردن سیستم، آبی در لوله‌ها وجود ندارد. از آنجاییکه روزنه‌های اسپرینکلر باز هستند، فشار سیستم لوله معادل فشار اتمسفر خواهد بود. برای جلوگیری از جاری شدن آب به سیستم لوله‌کشی بواسطه‌ی فشار مخزن آب، یک «شیرفلکه‌ی سیلابی» در محل اتصال به مخزن آب جایگذاری می‌شود، شیرفلکه‌ای که یک ضامن مکانیکی دارد. این شیرفلکه فاقد قابلیت بازنشانی بوده و بعد از کشیده شدن ضامن آن، باز می‌ماند.

بدلیل حذف عناصر حساس به حرارت موجود در اسپرینکلرهای خودکار (که موجب باز شدن اسپرینکلرها در این سیستم‌ها می‌شوند)، لازم است بعد از اعلام هشدار حریق توسط یک سیستم اعلان حریق، شیرفلکه‌ی سیلابی باز شود. نوع دستگاه اعلام حریق عمدتاً با توجه به نوع خطر انتخاب می‌شود (مثلاً آشکارسازهای دود، آشکارسازهای حرارت، یا آشکارسازهای شعله‌ی نوری). دتکتورهای اعلان حریق، سیگنال‌هایی را برای کنترل پنل اعلان حریق ارسال می‌کنند و این پنل نیز به نوبه‌ی خود سیگنال باز شدن شیرفلکه‌ی سیلابی را به این شیرفلکه ارسال می‌کند. بسته به اهداف سیستم ممکن است فعالسازی به شکل دستی انجام شود. معمولاً فعالسازی دستی از طریق یک شستی اطفای حریق انجام می‌شود که سیگنالی را به پنل اعلان حریق ارسال کرده و این پنل نیز متعاقباً سیگنال باز شدن شیرفلکه‌ی سیلابی (دیلوچ) را به این شیرفلکه ارسال می‌کند.

عملکرد - فعال شدن دستگاه اعلان حریق یا تغییر وضعیت اهرم دستی (شستی)، سیگنالی را به پنل اعلان حریق ارسال می‌کند که متعاقباً موجب ارسال سیگنال باز شدن شیرفلکه‌ی سیلابی (دیلوچ) و وارد شدن آب به سیستم لوله‌کشی می‌شود. در نتیجه آب به صورت همزمان از همه‌ی اسپرینکلرها جریان می‌یابد.

سیستم‌های اسپرینکلر پیش‌عمل (پیش فعال)

سیستم‌های اسپرینکلر پیش‌عمل مخصوص محل‌هایی هستند که فعال شدن تصادفی این سیستم در آن‌ها خسارت بار است، محل‌هایی مانند موزه‌ها که آثار هنری، دست نوشته‌ها یا کتب نادری در آن‌ها نگهداری می‌شوند، و یا مراکز داده‌ها که در آن‌ها حفاظت از تجهیزات کامپیوتری در برابر تخلیه‌ی تصادفی آب از اهمیت زیادی برخوردار است.

برحسب هدف دقیق سیستم، سیستم‌های پیش‌عمل، ترکیبی از سیستم‌های تر، خشک و سیلابی هستند. دو نوع اصلی از سیستم‌های پیش‌عمل وجود دارد که عبارتند از سیستم‌های تک قفل (single interlock) و دو قفل (double interlock).

عملکرد سیستم‌های تک قفل مشابه با سیستم‌های خشک است، با این تفاوت که این سیستم‌ها نیازمند آنند که آشکارسازی «پیشین» حریق، که معمولاً از طریق فعال شدن یک

آشکارساز حرارتی یا دودی صورت می‌گیرد، قبل از «عمل» ورود آب به لوله‌کشی سیستم از طریق باز شدن شیر پیش‌عمل، که یک شیر ضامن دار مکانیکی (مشابه شیرفلکه‌ی سیلابی) است، انجام شود. به این ترتیب، سیستم اساساً از یک سیستم خشک به یک سیستم تر تبدیل می‌شود. هدف عبارتست از کاهش زمان تأخیر ناخواسته‌ی رسیدن آب به اسپرینکلرها که جزو خصوصیات سیستم‌های خشک به شمار می‌رود. چنانچه اسپرینکلرها پیش از شناسایی حریق به کار بیفتند یا سیستم لوله‌کشی دچار نشتی شود، افت فشار هوا در لوله به غلط موجب فعال شدن سیستم اعلان می‌شود. در این حالت، به دلیل افت فشار ناظر، شیر پیش‌عمل باز نخواهد شد و آب وارد لوله‌کشی نمی‌شود.

عملکرد سیستم‌های دوقفلی مشابه با سیستم‌های سیلابی (سیستم دیلوج) است، با این تفاوت که در آن‌ها از اسپرینکلرهای خودکار استفاده می‌شود. این سیستم‌ها نیازمند آنند که هم یک رخداد آشکارسازی حریق «پیشین»، که معمولاً از طریق فعال شدن یک آشکارساز حرارت یا دود صورت می‌گیرد، و هم به کار افتادن اسپرینکلر خودکار، هر دو قبل از «عمل» ورود آب به لوله‌کشی سیستم واقع شوند. فعالسازی شناساگرهای حریق به تنهایی یا اسپرینکلرها به تنهایی، بدون آنکه دیگری بکار افتد، نمی‌تواند موجب وارد شدن آب به لوله‌کشی شود. از آنجایی که در سیستم‌های دو قفلی تا قبل از عمل کردن اسپرینکلرها آبی وارد لوله‌کشی نمی‌شود، این سیستم‌ها از نظر زمان رسیدن آب جزو سیستم‌های خشک به شمار رفته و به همان ترتیب نیازمند محدوده‌ی طراحی بزرگتری هستند.

سیستم‌های پاشش آب و کف

سیستم اطفاء حریق آب و کف افشان (فوم)، سیستمی با کاربرد ویژه است که مخلوطی از آب و کنستانت‌ره کف کم انبساط را تخلیه می‌کند که موجب پاشش کف (فوم) از اسپرینکلر می‌شود. معمولاً از این سیستم‌ها در مکان‌هایی با خطرات ویژه استفاده می‌شود که بروز حریق در آن‌ها چالش برانگیز است، مانند انبارهای مایعات اشتعال‌پذیر و آشیانه‌ی هواپیما. بسته به نوع سیستمی که کف به درون آن تزریق می‌شود، عملکرد این سیستم‌ها همانند سیستم‌های فوق‌الإشاره است.

سیستم اطفای حریق اسپری آب

به لحاظ عملیاتی، سیستم‌های «اسپری آب» درست مانند سیستم‌های دیلوج (سیلابی) هستند، اما در این سیستم‌ها، لوله‌کشی و الگوهای اسپری نازل تخلیه به نحوی طراحی شده‌اند که از چیزی با مشخصات منحصر به فرد (که معمولاً اجزاء یا تجهیزات سه بعدی هستند)، محافظت به عمل آورند (درست نقطه‌ی مقابل سیستم سیلابی که برای پوشش محدوده‌ی کف یک اتاق طراحی شده است). نازل‌های مورد استفاده در این سیستم‌ها، اسپرینکلرهای اطفاء حریق نیستند و معمولاً طوری انتخاب می‌شود که برای انطباق با شکل سه بعدی جسم مورد نظر، یک الگوی پاشش خاص ایجاد کنند (مثلاً الگوهای پاشش متعارف عبارتند از بیضوی، مخروطی، کاملاً دایره‌ای، و جت باریک). به عنوان نمونه‌هایی از اجسام حفاظت شده توسط اسپری آب می‌توان به اطفای حریق یاتاقان‌های توربوژنراتورها یا اطفای حریق ترانسفورماتورهای برق اشاره کرد که حاوی روغن خنک‌کاری هستند. از سیستم‌های اسپری آب می‌توان به شکل بیرونی روی سطح مخازن حاوی سیالات یا گازهای اشتعال‌پذیر (مانند هیدروژن) نیز استفاده کرد. در این حالت هدف از اسپری آب، خنک کاری مخزن و محتویات آن برای پیشگیری از انفجار مخزن (BLEVE) و گسترش حریق است.

سیستم‌های مه آب (واترمیست - Water Mist)

از سیستم‌های مه آب برای کاربری‌های خاصی استفاده می‌شود که در آن‌ها هدف اصلی عبارتست از ایجاد یک بخار جاذب حرارت. از این نوع سیستم عموماً در جاهایی استفاده می‌شود که نگرانی از آسیب ناشی از آب وجود دارد، یا جاهایی که با محدودیت منابع آبی روبرو هستیم.

استاندارد NFPA 750 مه آب (واترمیست) را در قالب یک اسپری آب تعریف کرده که اندازهی قطرات آن «در حداقل فشار کاری نازل تخلیه، کمتر از ۱۰۰۰ میکرون» است. اندازهی قطره‌ی آب را می‌توان با تنظیم فشار تخلیه از نازلی با اندازهی روزنه‌ی ثابت، کنترل کرد. با ایجاد مه می‌توان از حجم یکسانی از آب، سطح تماس با حریق بزرگتری بدست آورد. بزرگتر بودن سطح تماس با حریق موجب تسهیل در انتقال حرارت شده و سرعت تبدیل قطرات آب به بخار را افزایش می‌دهد. مه آب با جذب حرارت بیشتر در واحد زمان نسبت به آب، به دلیل سطح تماس وسیع‌تر با حریق، اثربخشی بیشتری در خنک‌سازی اتاق داشته و در نتیجه از دمای شعله می‌کاهد.

عملکرد - سیستم‌های واترمیست (مه آب) می‌توانند مانند سیستم‌های سیلابی (دیلیوچ)، لوله تر، لوله خشک یا پیش‌عمل، مورد استفاده قرار بگیرند. تفاوت در آن است که سیستم مه آب از یک گاز متراکم به عنوان واسطی برای پودری‌سازی استفاده می‌کند، پودری که در ادامه از طریق لوله‌ی اسپرینکلر اسپری می‌شود. در برخی از سیستم‌ها به جای گاز متراکم از پمپ‌های فشار قوی برای افزایش فشار آب تا حدی استفاده می‌شود که در هنگام خروج از نازل اسپرینکلر، پودر می‌شود. از این سیستم‌ها می‌توان با استفاده از روش کاربرد موضعی یا روش سیلاب زنی کامل استفاده کرد، درست مانند سیستم‌های حفاظت در برابر حریق گازهای پاک.

طراحی

جدول فوق که از استانداردهای ایمنی حریق نیوزیلند برداشته شده است، نشان دهنده‌ی رنگ حباب و دمای کاری مربوطه است.



سیستم‌های اسپرینکلر با هدف کنترل یا سرکوب حریق طراحی می‌شوند. اسپرینکلرهای کنترلی برای کنترل نرخ آزاد شدن حرارت حریق برای ممانعت از فروریختن سازه‌ی ساختمان، طراحی می‌شوند و مواد سوختنی پیرامون حریق را پیشاپیش تر می‌کنند تا از گسترش آتش سوزی جلوگیری شود. در این حالت، حریق تا تمام شدن همه‌ی مواد سوختنی مشتعل شده یا اطفاء فعالانه‌ی حریق از سوی آتش‌نشانان، خاموش نمی‌شود. اسپرینکلرهای سرکوب‌گر (که پیش از این تحت عنوان اسپرینکلرهای سرکوب اولیه واکنش

سریع (ESFR) نام برده شد) به دنبال کاهش ناگهانی نرخ آزاد شدن حرارت در اثر حریق و در ادامه، اطفاء فوری حریق پیش از مداخله‌ی دستی هستند.

بیشتر سیستم‌های اسپرینکلر امروزی با رویکردی مبتنی بر مساحت و تراکم طراحی شده‌اند. در ابتدا کاربری و محتویات ساختمان بررسی می‌شوند تا سطح خطر حریق مشخص شود. معمولاً ساختمان‌ها در قالب کم خطر، خطر معمولی گروه ۱، خطر معمولی گروه ۲، پرخطر گروه ۱ و پرخطر گروه ۲ تقسیم‌بندی می‌شوند. بعد از تعیین طبقه‌بندی خطر می‌توان با استفاده از جداول مرجع مندرج در استانداردهای انجمن ملی حفاظت در برابر حریق (NFPA) به یک مساحت و تراکم طراحی رسید. مساحت طراحی، مساحت محدوده‌ای فرضی از ساختمان است که در بدترین حالت آتش سوزی دچار سوختگی خواهد شد. تراکم طراحی هم معیاری از میزان آب لازم بر فوت مربع از مساحت طبقه است که باید بر مساحت طراحی اعمال گردد.

به عنوان مثال، در یک ساختمان اداری که در دسته‌ی سازه‌های کم خطر طبقه‌بندی شده است، مساحت طراحی متعارف برابر با ۱،۵۰۰ فوت مربع (۱۴۰ متر مربع) و تراکم طراحی برابر با ۰/۱ گالن بر دقیقه (۱۰۰ × ۶/۳ متر مکعب بر دقیقه) بر هر فوت مربع (۰/۰۹۳ متر مربع) یا حداقل ۱۵۰ گالن بر دقیقه (۰/۰۰۹۵ متر مکعب بر دقیقه) بر مساحت طراحی ۱،۵۰۰ فوت مربعی (۱۴۰ متر مربعی) است. به عنوان مثالی دیگر می‌توان به یک تأسیسات تولیدی اشاره کرد که در قالب خطر معمولی گروه ۲ طبقه‌بندی شده که در این گروه، مساحت طراحی متعارف برابر با ۱،۵۰۰ فوت مربع (۱۴۰ متر مربع) و تراکم طراحی برابر با ۰/۲ گالن بر دقیقه (۱۰۰ × ۱/۳ متر مکعب بر دقیقه) بر هر فوت مربع (۰/۰۹۳ متر مربع) یا حداقل ۳۰۰ گالن بر دقیقه (۰/۰۱۹ متر مکعب بر دقیقه) بر مساحت طراحی ۱،۵۰۰ فوت مربعی (۱۴۰ متر مربعی) است.

پس از تعیین مساحت و تراکم طراحی، محاسباتی صورت می‌گیرد تا ثابت شود که سیستم مورد نظر قادر به رساندن میزان آب لازم به محدوده‌ی طراحی مورد نیاز هست. در این محاسبات، همه‌ی افت یا افزایش فشارهای اتفاق افتاده بین منبع آب و اسپرینکلرهایی که در محدوده‌ی طراحی عمل می‌کنند، منظور می‌شوند. این موارد در بر گیرنده‌ی افت فشار ناشی از اصطکاک درون لوله‌کشی‌ها و افت یا افزایش فشار ناشی از تفاضل ارتفاع بین منبع و اسپرینکلرهای تخلیه نیز می‌شوند. در برخی موارد، فشار لنگری حاصل از سرعت آب درون لوله‌کشی هم در محاسبات وارد می‌شود. معمولاً این محاسبات با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری انجام می‌شوند، اما تا پیش از توسعه‌ی سیستم‌های کامپیوتری، این محاسبات گاه‌پس‌پس با دست انجام می‌شدند. مهارت انجام محاسبات مربوط به سیستم‌های اسپرینکلر با دست هنوز هم جزو الزامات آموزشی طراحان سیستم‌های اسپرینکلری به شمار می‌رود که به دنبال اخذ گواهینامه‌ی سطح حرفه‌ای از سازمان‌های تأیید صلاحیت مهندسی مانند موسسه‌ی ملی تأیید صلاحیت در فناوری‌های مهندسی (NICET) هستند.

با کاهش هزینه‌ی سیستم‌های اسپرینکلر و مشهودتر شدن مزایای این سیستم‌ها، استفاده از آنها در سازه‌های مسکونی رواج بیشتری می‌یابد. معمولاً سیستم‌های اسپرینکلری مسکونی در دسته‌ی مسکونی و جدا از طبقه‌بندی‌های تجاری فوق‌الشاره قرار می‌گیرند. سیستم‌های اسپرینکلری تجاری برای حفاظت از سازه و ساکنین آن در برابر آتش طراحی می‌شوند. بیشتر سیستم‌های اسپرینکلری مسکونی به نحوی طراحی شده‌اند که آتش را تا حدی سرکوب کنند تا امکان خروج ایمن ساکنین ساختمان فراهم شود. اگرچه این سیستم‌ها در اغلب موارد از سازه در برابر بروز خسارات جدی محافظت می‌کنند، اما این به عنوان هدف ثانویه‌ی آنها به شمار می‌رود. در سازه‌های مسکونی معمولاً از نصب اسپرینکلر در کمدها، سرویس‌های بهداشتی، بالکن‌ها، باغچه‌ها و اتاقک‌های زیرشیروانی خودداری می‌شود، زیرا بروز آتش سوزی در این مکان‌ها معمولاً اثری بر مسیر خروج ساکنین ساختمان ندارد.

در صورتی که خسارت ناشی از آب یا حجم آب جزو نگرانی‌های عمده باشد، می‌توان به جای آب از روشی موسوم به سرکوب حریق با مه آب استفاده کرد. این فناوری که به مدت ۵۰ سال است که در دست توسعه قرار دارد، به استفاده‌ی عمومی نرسید، ولی استفاده از آن در

کشتی‌ها و برخی کاربردهای مسکونی معدود، پذیرفته شده تلقی می‌شود. سیستم‌های سرکوب با مه (سیستم‌های اطفاء حریق واترمیست)، با استفاده از حرارت حریق برای «تبدیل آبی» ابری از مه آب به بخار کار می‌کنند. در ادامه این کار موجب خفه شدن آتش می‌شود. از این رو، استفاده از سیستم‌های واترمیست در مواردی با بیشترین اثربخشی همراه است که احتمال وجود آتش سوزی داغ و آزادسوز وجود داشته باشد. در صورت نبود حرارت کافی (مانند آتش سوزی‌های عمیقی مثل حریق در ذخایر کاغذ)، هیچ بخاری تولید نشده و سیستم مه قادر به اطفاء حریق نخواهد بود. برخی آزمایشات نشان داده‌اند که حجم آب مورد نیاز برای اطفاء حریق با استفاده از چنین سیستمی بسیار کمتر از حجم آب مورد نیاز برای اطفاء همان حریق با استفاده از سیستم اسپرینکلر متعارف است.

