

۸۲

مهندسی حفاظت از حریق

راهدار

IRAN Fire Protection Engineering E-Magazine

تنها ماهنامه تخصصی مهندسی سیستم‌ها و تجهیزات ایمنی حریق و نجات در ایران
Volume 13 , Issue 82, September 2025

سال سیزدهم - شماره ۸۲ - شهریور ۱۴۰۴



مرکز جامع تجارت ایمنی ایران
WWW.IRANSAFETYTRADE.COM



۰۹۱۲۵۸۴۹۶۵۰



راهدار صنعت ماشین

تولید کننده و نماینده انحصاری
محصولات روزنباور در ایران



rosenbauer



تلفن: ۷-۸۸۶۱۴۵۱۴
فکس: ۸۸۰۴۹۰۳۰

www.rahdarsanat.ir
info@rahdarsanat.ir



HNE VARIO CARBON

THE ULTRALIGHT WAY OF FIREFIGHTING

۰۲۱ - ۲۲۸ ۷۹ ۵۵۰
www.agahanenergy.com

آگاهان انرژی آسیا

نماینده انحصاری فروش و خدمات پس از فروش در ایران



ایمن آسه
شرکت خدمات مهندسی (سهامی خاص)

- سیستم‌های اعلام حریق هوشمند (Intelligent Automatic Fire Alarm Systems)
- سیستم‌های اطفاء حریق گازی اتوماتیک (Gaseous Automatic Extinguishing Systems)
- سیستم‌های اطفاء حریق اتوماتیک آبی (Sprinkler System)
- دوربین‌های مدار بسته (CCTV)
- سیستم‌های کنترل دسترسی (Access Control)
- دزدگیرهای صنعتی (Intruder Alarm)
- سیستم‌های کشف گاز (Gas Detection Systems)
- ارائه مشاوره و خدمات پیمانکاری در زمینه HSE
- ارائه مشاوره و خدمات آنالیز ریسک خطر حریق FHA
- ارائه مشاوره و خدمات حفاظت در برابر حریق Active و Passive
- ارائه مشاوره و خدمات در زمینه برنامه‌ریزی و اجرای طرح واکنش اضطراری Emergency Action Plan






تهران - ستارخان، روبروی برق آکستوم، شماره ۸۳۶، طبقه ۴، واحد ۱۳

تلفن: ۰۲۶۲ ۲۴۰ ۴۴ (۸ خط) فکس: ۰۲۴۰ ۶۱۴ ۴۴

www.imenace.com info@imenace.com



I.S. PETRO
ایمن سازان پترو

دفتر مهندسی و فروش: تهران، خیابان وزرا، کوچه هشتم، پلاک ۷، واحد ۵
تماس با ما: ۰۲۱ - ۸۷۷۰۰۰۲۹
کدپستی: ۱۵۱۱۷۹۶۴۱۸ | ۰۹۰۲۲۸۰ ۷۶۲۰
کارخانه: کرمانشاه، شهرک صنعتی زاگرس، فاز یک، پلاک ۲۰۳
کدپستی: ۶۷۴۴۱۵۲۳۰۱ | ۰۹۰۵۲۲۵ ۴۰۰۳

ایمن سازان پترو

HOCHIKI

Your Safety, Our Technology
World class leaders in fire detection since 1918

سیستم های اعلام و اطفاء حریق اتوماتیک

[Info\[at\]ispetro.ir](mailto:Info[at]ispetro.ir)



تلفکس: ۰۲۱ ۸۷۷۰۰۰۲۹
تلفن: ۰۲۱ ۸۷۷۰۰۰۲۹



سخن سردبیر

درد عزیزان

امیدوارم آینده معتبری پیش رو داشته باشیم.

احمد غلامیان میراب

شهریور ۱۴۰۴



مرکز جامع تجارت ایمنی ایران
www.iransafetytrade.com



ماهانامه الکترونیکی مهندسی حفاظت از حریق

سال ۱۳، شماره ۸۲، شهریور ۱۴۰۴
Issue 82 / September 2025

صاحب امتیاز:

احمد غلامیان میراب

مدیرمسئول: حسین مجدفر

جانشین مدیرمسئول و سردبیر:

احمد غلامیان میراب

iransafeec@gmail.com

ویراستار: سمیه ذوقی

صفحه‌آرایی: آتلیه تخصصی IST

وب سایت: علی غلامیان میراب

www.iransafetytrade.com

۰۲۱ - ۵۵ ۶۸ ۸۲ ۴۰

۰۹۱۲ ۵۸۴ ۹۶ ۵۰

۰۷	شناسنامه
۰۸	مقاله تخصصی: تاثیر تحریم‌های بین‌المللی در حوزه ایمنی و آتش‌نشانی
۱۸	مقاله تخصصی: تحلیل انواع حریق صنعتی (اثرات دومینویی و استراتژی‌های اطفای حریق)
۳۰	مقاله تخصصی: بایسته‌های ضروری ایمنی حریق در انبارداری صنعتی
۳۶	مقاله تخصصی: فناوری One Seven® انقلابی در مهندسی اطفای حریق با سیستم هوشمند
۴۴	مقاله تخصصی: چالش‌های تخلیه ساکنین ساختمان‌های بلندمرتبه، در زمان وقوع حریق
۵۶	مقاله تخصصی: کاربرد تکنیک مه‌پاش در عملیات آتش‌نشانی
۶۲	مقاله تخصصی: دلایل ضعف و راهکارهای ارتقای آمادگی جسمانی پرسنل آتش‌نشانی
۶۸	مقاله تخصصی: روش مؤثر اطفای حریق در رباتیک
۷۷	اطلاعات عمومی: معرفی مدرسین، مشاورین و کارشناسان ایمنی

همراهان نشریه

آقایان: احمدی، رزمی، عمادی، شکوهیان، غریبی، جعفری، مسعودنیا، نجومی، غیبی، جوادی‌نیا، دیناری، عیدک‌زاده، محمدیگی، تکیه، نعیمی، الله‌بخشی، اسدی‌پور، کورکی، ولدخانی، نریمان‌نژاد، طاهری، اکرامی، نیسی، مزمون، حاجی‌بیگی، قلعی، محمودی، رستمی، رزمیان‌فر، رهبر، بزرگ‌زاد، صادق‌پور، کبیری، واصف، رستگارپناه، کریمی‌نسب، زرنی، انصاریان، محمودآبادی، گیلباردی، خبازی، امیرنژاد، حمیداوی، طلاوری، طاهری اصل، شاملکی، خیاطی، نعمتی، صابری‌خواه، گرجی، رجب‌زاده، خوش‌حساب، قلیچ، سروری، نجفی، ابوالفتحی، صادقی، اسماعیلی، شوهانی، کورش عسگری، امین اتحاد، رحیم بن حسن و ستار کریمی

- موضوعات مندرج در این نشریه شامل: اخبار داخلی و خارجی، مقالات تخصصی، رویدادهای علمی و تجاری، معرفی برندها و سایر اطلاعات تخصصی حفاظت در برابر حریق هوشمند (عامل و غیرعامل) است که با همکاری مشاورین و اساتید مجرب این حوزه و همچنین ترجمه نشریات خارجی مرتبط تدوین می‌گردد.
- مقالات خود را با فرمت Word همراه با ذکر مشخصات کامل و ایمیل، تا تاریخ ۵ هر ماه از طریق iransafeec@gmail.com ارسال نمایید.
- نسخه فعلی و آرشیو ماهنامه در وب سایت www.iransafetytrade.com بصورت رایگان قابل دانلود است.
- برای مقاله‌دهندگان، تأییدیه درج مقاله جهت ثبت در رزومه و ارائه به مرکز ذیربط ارسال می‌گردد.
- ماهنامه مهندسی حفاظت از حریق به هیچ سازمان، شرکت دولتی یا خصوصی وابسته نیست.
- هرگونه برداشت و یا استفاده از مطالب نشریه، حتی بدون ذکر منبع! مجاز است.
- مطالب چاپ‌شده، صرفاً بیانگر نظر و دیدگاه نویسندگان آنهاست.
- مسئولیت محتوای آگهی‌ها، برعهده آگهی‌دهنده است.



مرکز جامع رویدادها و ایمنی ایران
Iran Safety Events Center

KISH SAFETY

2nd International Fire Safety Crisis Management and Rescue Exhibition

دومین نمایشگاه و همایش های بین المللی آتش نشانی، مدیریت بحران و امداد و نجات

۳۰ دی تا ۳ بهمن ۱۴۰۴ - مرکز نمایشگاه‌های بین‌المللی کیش

20-23 January 2025, International Exhibtion Center, Kish Island, Iran
kish.iransafetyevent.com www.vandad.pro





تاثیر تحریم‌های بین‌المللی در حوزه ایمنی و آتش‌نشانی

تحریم‌های بین‌المللی سال‌های اخیر، اثرات گسترده‌ای بر حوزه ایمنی و آتش‌نشانی ایران گذاشته‌اند. محدودیت در واردات تجهیزات تخصصی، افزایش هزینه‌ها، دشواری تأمین قطعات یدکی و مواد حیاتی و همچنین محدود شدن دسترسی به آموزش و همکاری‌های بین‌المللی، باعث شده، ظرفیت عملیاتی سازمان‌های آتش‌نشانی کاهش یابد. در کنار آن، فشارهای اقتصادی ناشی از کاهش درآمدهای ارزی و نوسانات مالی موجب شده اولویت بودجه‌ای در بخش ایمنی کاهش یابد و بسیاری از تجهیزات فرسوده خود باعث بروز بحران شوند. این مقاله را بخوانید:



■ احمد غلامیان میراب
کوچ مدیران HSE صنعتی
iransafesec@gmail.com

تاریخچه و چارچوب تحریم‌ها - خلاصه‌ای برای فهم اثرگذاری
تحریم‌های اقتصادی و تجاری علیه ایران در دوره‌های مختلف با دلایل گوناگون (هسته‌ای، منطقه‌ای، حقوق بشر و ...) اعمال شده‌اند و غالباً شامل محدودیت‌های مالی، منع صدور یا انتقال تکنولوژی‌های حساس، و مجازات اشخاص و شرکت‌های ثالثی است که در انتقال کالاهای دوگانه یا حساس نقش دارند. این چارچوب‌های حقوقی و توان اجرایی دولت‌های ثالث باعث شده‌اند شبکه‌های تأمین بین‌المللی به‌خاطر ریسک حقوقی و مجازات، از همکاری با طرف‌های ایرانی چشم‌پوشی کنند یا روابط خود را پیچیده سازند. به عنوان مثال، اداره کنترل دارایی‌های خارجی وزارت خزانه‌داری آمریکا (OFAC) و سایر نهادها روی تراکنش‌ها و صادرات اقلامی که به‌طور بالقوه «دوگانه» محسوب می‌شوند، حساسیت دارند. این اقلام می‌توانند شامل قطعات موتور، پمپ‌های فشار بالا، قطعات الکترونیکی کنترل‌کننده، و مواد شیمیایی تخصصی مورد استفاده در سیستم‌ها و تجهیزات آتش‌نشانی باشند.

تحریم‌های بین‌المللی علیه جمهوری اسلامی ایران از دهه‌های گذشته تاکنون یکی از تعیین‌کننده‌ترین عوامل بر ساختار اقتصادی، سیاسی و فناوری کشور بوده‌اند. این تحریم‌ها که ماهیتی چندجانبه و متغیر دارند، نه تنها تجارت نفت و مالیات دولتی را هدف می‌گیرند، بلکه بر جریان ورود کالاهای خدمات فنی، و دسترسی به بازارهای بین‌المللی برای تجهیزات تخصصی نیز اثر می‌گذارند. حوزه ایمنی و آتش‌نشانی به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های حیاتی عمومی و صنعتی، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از پیامدهای این محدودیت‌ها تأثیر می‌پذیرد؛ از تأمین قطعات یدکی خودروهای آتش‌نشانی تا دسترسی به مواد خام منجمله فوم مخصوص اطفاء حریق و تجهیزات حفاظت فردی. این مقاله می‌کوشد با رویکردی تحلیلی-تطبیقی، تأثیرات تحریم‌ها را بر ظرفیت‌های عملیاتی، نگهداری تجهیزات، ایمنی صنعتی و سلامت نیروی انسانی در ایران بررسی کند، کاستی‌ها و نمونه‌های اثبات‌شده را مستند سازد و در نهایت راهکارهای میدانی و سیاستی برای کاهش آسیب‌ها پیشنهاد کند.



حساس، شیرهای اطمینان، سیستم‌های اطفای خودکار و سیستم‌های شناسایی گاز است.

محدودیت در واردات تجهیزات دقیق یا در دسترس نبودن خدمات فنی بین‌المللی می‌تواند منجر به اعمال راه‌حل‌های جایگزین شود که ضریب ایمنی را کاهش می‌دهد.

نمونه‌های دردناک تاریخ کشور، مانند حریق و انفجارهای صنعت نفت و پتروشیمی یا سوانح بندری و معدنی، را می‌توان به افزایش فشار اقتصادی، کاهش سرمایه‌گذاری در ایمنی و تأخیر در به‌روزرسانی تجهیزات نسبت داد. ضمناً تحریم‌ها گاهی دسترسی به دانش فنی، آموزش تخصصی و همکاری با شرکت‌های بین‌المللی را محدود می‌کنند؛ این موضوع بویژه در حوزه‌هایی که استانداردها سریع تغییر می‌کنند، (مانند کنترل الکترونیکی و سنسورینگ) مشکل‌ساز است.

تأثیر بر آموزش، همکاری بین‌المللی و استانداردسازی

آموزش تخصصی و دوره‌های به‌روز از طریق همکاری با نهادهای یا شرکت‌های بین‌المللی برای ارتقای سطح توانمندی‌های عملیاتی حیاتی است.

تحریم‌ها می‌توانند مانع از مشارکت در دوره‌های بین‌المللی، دسترسی به متون یا نرم‌افزارهای تخصصی،

تأثیر بر نگهداری فنی و عمر ماشین‌آلات

نگهداری پیشگیرانه و دسترسی سریع به قطعات یدکی، کلید دوام خودروها و تجهیزات آتش‌نشانی است. وقتی قطعه‌ای به‌دلیل تحریم یا کمبود ارزی تأمین‌نشده یا جایگزین مناسبی ندارد، سازمان‌ها مجبور می‌شوند از راه‌حل‌های موقت یا بازسازی‌های محلی استفاده کنند که ممکن است استانداردهای عملکردی و ایمنی را پایین بیاورند.

تعمیرات غیرمتعارف، استفاده از قطعات نامطابق، یا تأخیر در سرویس‌های دوره‌ای می‌تواند باعث خرابی در عملیات بحرانی شود. افزون بر آن، نبود دسترسی به نرم‌افزارهای اختصاصی کنترل و تشخیص عیوب (Diagnostic Tools) یا به‌روزرسانی‌های نرم‌افزاری موجب می‌شود تشخیص سریع نقص‌ها دشوار گردد.

از منظر مدیریت دارایی، کاهش نرخ تعویض و افزایش فرسودگی تجهیزات نیز هزینه‌های پنهان بالاتری را در بلندمدت تحمیل می‌کند.

ایمنی صنعتی، صنایع خطرآفرین و تحریم‌ها

بخش صنعتی به‌ویژه پالایشگاه‌ها، پتروشیمی‌ها، معادن و صنایع شیمیایی به استانداردهای بین‌المللی ایمنی فرایند وابسته‌اند که شامل تجهیزات اندازه‌گیری و کنترلی



تأثیر اقتصادی کلان بر ظرفیت ایمنی و آتش‌نشانی

تحریم‌ها باعث کاهش درآمدهای ارزی و ایجاد نوسانات شدید در نرخ ارز می‌شوند که نتایجاً بر بودجه‌ریزی شهرداری‌ها و سازمان‌های مسئول ایمنی تأثیر مستقیم دارد. وقتی تخصیص منابع دولتی فشرده می‌شود، خرید تجهیزات نو، تعمیرات اساسی و سرمایه‌گذاری در آموزش کاهش می‌یابد.

از سوی دیگر افزایش هزینه تمام‌شده واردات تجهیزات به‌خاطر ریسک مالی و هزینه‌های دوزدن محدودیت‌ها، سازمان‌های آتش‌نشانی را وادار می‌کند از تجهیزات فرسوده استفاده کنند یا به سرویس و نگهداری واکنشی (Reactive Maintenance) روی آورند که ریسک شکست‌های عملیاتی را بالا می‌برد.

در سطح صنعتی، کاهش سرمایه‌گذاری در ایمنی فرایند (Process Safety) می‌تواند احتمال بروز حوادث بزرگ مانند انفجارها یا حریق‌های صنعتی را افزایش دهد؛ این پدیده در کشورهایی که با فشار اقتصادی مواجه‌اند در مطالعات بین‌المللی مشاهده شده است.

اختلال در تدارکات و تجهیزات تخصصی آتش‌نشانی

آتش‌نشانی مدرن وابسته به طیف وسیعی از تجهیزات تخصصی است: خودروهای محرک با پمپ و مانیتورهای

هوشمند، پلت‌فرم‌ها و نردبان‌های هیدرولیکی، پمپ‌های فشار بالا برای پاشش آب و فوم، کف‌های اطفاء مخصوص (AFFF) برای سوخت‌های هیدروکربنی، تجهیزات نجات و برش، لباس‌های محافظت حرارتی و شیمیایی و تجهیزات تنفسی (SCBA).

بسیاری از این اقلام یا شامل قطعاتی با منشأ بین‌المللی هستند یا تکنولوژی ساخت‌شان منوط به شرکت‌های خارجی است. تحریم‌ها و سیاست‌های کنترل صادرات روی اقلام «دوگانه» و حساس، پروسه خرید و تعمیر را پیچیده می‌کند:

فروشنندگان بین‌المللی از ترس تحریم، درخواست تضمین‌ها یا پرداخت‌های سخت‌گیرانه می‌کنند، بانک‌ها تراکنش‌ها را مسدود یا کارمزدهای گزاف می‌گیرند، و واسطه‌ها قیمت را بالا می‌برند.

علاوه بر این، برخی اقلام مانند پمپ‌های با فشار بالا، شیرآلات تخصصی و بردهای الکترونیک کنترل‌کننده نردبان‌ها یا سیستم‌های کشف و اعلام و اطفای اتوماتیک صنعتی F&G در داخل کشور، تولید قابل‌اتکایی ندارند و واردات آن‌ها، در اثر تحریم دچار اختلال شود.

این مجموعه عوامل منجر به کاهش توان عملیاتی مجموعه‌های واکنش اضطراری شده و در صورت بروز بحران، پیامدهای سنگینی بدنبال دارند.



هرچند هزینه‌آور و زمان‌بر است، گزینه‌ای پایدارتر است اما نیازمند سیاست‌گذاری و سرمایه‌گذاری بلندمدت است.

پیشنهادهای سیاست‌گذاری و راهکارهای عملی

● **اولویت‌بندی و تخصیص منابع:** بودجه‌های محدود باید بر اساس تحلیل ریسک ملی و منطقه‌ای متمرکز شوند؛ تجهیزاتی که بیشترین تأثیر روی کاهش مرگ‌ومیر و خسارت دارند باید در اولویت خرید و نگهداری قرار گیرند. ● **تقویت تولید و تعمیرات داخلی:** سرمایه‌گذاری هدفمند در تولید قطعات یدکی، پمپ‌ها و تجهیزات پایه‌ای می‌تواند وابستگی به واردات حساس را کاهش دهد؛ همچنین ایجاد شبکه‌های تأیید فنی داخلی برای تضمین کیفیت مهم است.

● **توسعه زنجیره تأمین بومی و منطقه‌ای:** همکاری با کشورهای همسایه و ایجاد کنسرسیوم‌های منطقه‌ای برای تولید یا تهیه تجهیزات می‌تواند ریسک تحریم را کاهش دهد.

● **سرمایه‌گذاری در آموزش و تدوین استانداردهای داخلی همسو با استانداردهای بین‌المللی:** با تقویت آموزش‌های میدانی، شبیه‌سازی حادثه و تدوین دستورالعمل‌های عملیاتی استاندارد، می‌توان ظرفیت پاسخ را ارتقا داد. برنامه‌ریزی برای گذار از مواد حساس زیست‌محیطی:

مراقبت‌های پزشکی نیازمند است. تحریم‌ها که باعث کاهش توان خرید و تأمین تجهیزات محافظتی و همچنین محدودیت در دسترسی به خدمات پزشکی تخصصی می‌شوند، تهدیدی علیه سلامت شاغلان این حوزه ایجاد می‌کنند.

از طرف دیگر فشار اقتصادی می‌تواند روی حقوق، آموزش و انگیزه نیروی انسانی اثر بگذارد و فرسودگی شغلی را تشدید کند؛ این عوامل هنگام وقوع حادثه می‌تواند کارایی پاسخ اضطراری را کاهش دهد.

راههای دور زدن تحریم‌ها و ریسک‌های وابسته

تجربه نشان داده است که در مواجهه با تحریم، راهکارهایی مانند استفاده از واسطه‌ها، ساخت داخل محدود، یا واردات از بازارهای غیررسمی به‌کار گرفته می‌شود. این راه‌حل‌ها گرچه می‌توانند کوتاه‌مدت کارایی داشته باشند، اما با ریسک‌های جدی همراه‌اند: کاهش کیفیت کالاها، قطعیت کمتر در تضمین فنی، مسائل حقوقی بین‌المللی و خطر تحمیل هزینه‌های پنهان. به‌علاوه، تکیه بر تأمین‌کنندگان غیررسمی می‌تواند منجر به خرید محصولات کم‌کیفیت یا تقلبی شود که عملکرد ایمنی را به‌شدت کاهش دهد.

در مقابل، تقویت ظرفیت‌های صنعتی و فناوریانه داخلی،



کشوری که هم‌زمان با تحریم و محدودیت ارزی مواجه است، این گذار هزینه‌بر و زمان‌بر خواهد بود.

نمونه‌های عینی و شواهد میدانی

در گزارش‌های بین‌المللی و تحلیل‌های مستقل درباره اثرات تحریم‌ها بر حوزه‌های حیاتی، شواهدی از کاهش دسترسی به داروها، تجهیزات پزشکی و خدمات فنی گزارش شده است که الگوهای مشابهی می‌تواند در حوزه ایمنی و آتش‌نشانی داشته باشد.

گزارش‌های میدانی و مقالات پژوهشی نشان می‌دهند که اختلال در واردات، افزایش هزینه‌ها، و دشواری تبادلات مالی باعث بروز تأخیر در تأمین قطعات حساس و کاهش توان نگهداری تجهیزات شده است. نهادهای بین‌المللی حقوق بشر و سلامت همچنین نسبت به پیامدهای تحریم‌ها بر دسترسی عمومی به خدمات حیاتی هشدار داده‌اند که این هشدارها در مورد زیرساخت‌های ایمنی نیز قابل تعمیم است.

پیامدهای انسانی: سلامت شاغلان و مخاطرات روانی-اجتماعی

نیروی انسانی آتش‌نشانی که در معرض گرما، مواد شیمیایی، دود و فشارهای روانی شدید قرار دارد، برای حفظ سلامت و عملکرد به تجهیزات حفاظت فردی استاندارد و

و برگزاری کارگاه‌های مشترک شوند. علاوه بر این، فرایند استانداردسازی ملی که معمولاً از تعامل با استانداردهای بین‌المللی بهره‌مند می‌شود، ممکن است کند یا قطعه‌قطعه شود که نتیجه‌اش ایجاد استانداردهای ناکافی یا تأخیر در تصویب روش‌های نوین ایمنی است. این کمبودها در زمان بروز حادثه‌ها، تفاوت‌های عملیاتی و مدیریتی را آشکار می‌سازند.

تأثیر بر دسترسی به مواد اطفایی

یکی از حوزه‌های فنی و زیست‌محیطی مهم، دسترسی به فوم‌های اطفایی و تدابیر جایگزین است. از سویی، برخی کشورها و ایالت‌ها به‌دلیل نگرانی‌های زیست‌محیطی و سلامت (PFAS) مشغول محدودیت یا جایگزینی این مواد هستند؛ از سوی دیگر، تحریم‌ها امکان دستیابی به انواع نوین یا جایگزین‌های سازگار با محیط زیست را برای کشورها با محدودیت تجاری پیچیده می‌سازند. بنابراین سازمان‌های آتش‌نشانی ممکن است بین استفاده از مواد قدیمی‌تر دارای ریسک زیست‌محیطی و عدم دسترسی به کف‌های استاندارد جدیدتر، دچار تبیین‌های ناهمگون شوند. در سطح جهانی، روند حذف PFAS از فرمولاسیون فوم‌ها در جریان است و کشورها و نهادهای باید برنامه‌ریزی بلندمدت داشته باشند؛ اما برای



نتیجه‌گیری

تحریم‌های بین‌المللی، چه هدفمند سیاسی باشند و چه وسیع‌تر، اثرات گسترده‌ای بر حوزه ایمنی و آتش‌نشانی ایران وارد می‌آورند؛ از افزایش هزینه‌ها و اختلال در تدارکات گرفته تا کاهش ظرفیت نگهداری و آموزش نیروی انسانی. این تأثیرات، تنها فنی یا اقتصادی نیستند؛ سلامت حرفه‌ای آتش‌نشانان، ایمنی صنایع حیاتی و حفاظت از محیط‌زیست را نیز تهدید می‌کنند. با این حال، راه‌حل‌های متعددی در سطح فنی، مدیریتی و سیاست‌گذاری وجود دارد که می‌تواند آسیب‌ها را کاهش دهد؛ از جمله تقویت تولید و تعمیرات داخلی، اولویت‌بندی بودجه، توسعه آموزش و استانداردها، و برنامه‌ریزی برای گذار زیست‌محیطی در استفاده از مواد حساس مانند PFAS. در نهایت، افزایش تاب‌آوری زیرساخت‌های ایمنی نیازمند یک رویکرد بین‌بخشی، شفاف و بلندمدت است که منافع انسانی و امنیت ملی را توأمان مدنظر قرار دهد.

می‌تواند حقوق بنیادین شهروندان به زندگی و سلامت را به مخاطره اندازد.

به همین دلیل در جامعه بین‌الملل، گروه‌های حقوق بشری و سلامت عمومی نسبت به اثرات تحریم‌ها هشدار داده‌اند. همچنین استفاده از جایگزین‌های کم‌کیفیت یا مواد زیان‌آور محیط‌زیست به‌صورت موقتی، هزینه‌های بلندمدت اقتصادی و زیست‌محیطی را افزایش می‌دهد که ممکن است بعدها جبران‌ناپذیر نباشد.

چند مطالبه و گام عملی برای سیاست‌گذاران

- تدوین سیاست ملی پایداری و تاب‌آوری زیرساخت‌های ایمنی با رویکرد بلندمدت، شفاف و قابل ارزیابی
- ایجاد صندوق اضطراری یا مکانیزم مالی ویژه برای خرید فوری تجهیزات حیاتی در شرایط بحران ارزی
- تسهیل همکاری‌های علمی-فنی با نهادهای بین‌المللی از طریق سازوکارهای بشردوستانه که از سیاست‌های تحریمی استثنای قائل می‌شوند.
- تدوین برنامه ملی کاهش ریسک حوادث صنعتی با مشارکت بخش خصوصی و جامعه مدنی
- افزایش شفافیت در قراردادهای خرید و استفاده از مسيرهای قانونی و مستندسازی همه فرایندها تا از ریسک‌های حقوقی و فساد جلوگیری شود.

تدوین نقشه راه ملی برای جایگزینی تدریجی کف‌های حاوی PFAS و همزمان سرمایه‌گذاری در تحقیقات و توسعه فرمول‌های داخلی، ضروری است.

پیشنهاد‌های فنی-عملیاتی برای سازمان‌های آتش‌نشانی

- اجرای برنامه نگهداری پیشگیرانه ساخت‌یافته با ثبت دیجیتال تاریخچه تجهیزات تا در صورت کمبود قطعه، تصمیمات بهینه اتخاذ شود.
- ایجاد انبارهای استراتژیک برای قطعات حیاتی و مواد مصرفی با دوره بازچرخش و مدیریت موجودی مؤثر
- توسعه کارگاه‌های بازسازی و بازطراحی (Retrofitting) برای پیاده‌سازی جایگزین‌های بومی برای قطعاتی که تأمین‌شان دشوار است.
- پیگیری و ثبت رویدادها و خصوصاً «نزدیک به حادثه‌ها» (Near Miss) برای تحلیل ریشه‌ای و جلوگیری از تکرار
- تقویت همکاری میان نهادهای دولتی، دانشگاه‌ها و صنایع برای پروژه‌های تحقیق و توسعه در حل مسئله‌های موجود

چالش‌های حقوقی، اخلاقی و زیست‌محیطی

هرچند تحریم‌ها عمدتاً اهداف خاص دارند، پیامدهای آن‌ها در حوزه‌های انسانی و زیست‌محیطی مسأله‌ساز است. محدودیت در دسترسی به مواد و تجهیزات استاندارد

تولیدکننده و نماینده انحصاری محصولات روزنباور

rosenbauer



تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۱۴۵۱۴
فکس: ۰۲۱-۸۸۰۴۹۰۳۰
www.rahdarsanat.ir
info@rahdarsanat.ir

RSM
RAHDAR SANAT MACHINE

راهدار صنعت ماشین



تولیدکننده و نماینده انحصاری جرثقیل‌های پشت کامیونی پالینگر

PALFINGER



تحلیل انواع آتش‌سوزی‌های صنعتی

اثرات دومینویی و استراتژی‌های اطفای حریق

آتش‌سوزی‌های صنعتی به حوادثی اطلاق می‌شود که در تأسیسات صنعتی مانند کارخانه‌های شیمیایی، پالایشگاه‌های نفت، تأسیسات پتروشیمی، انبارهای سوخت یا کارخانه‌های تولیدی رخ می‌دهند. این آتش‌سوزی‌ها به دلیل وجود مواد قابل‌اشتعال (مانند گازها، مایعات فرار یا مواد شیمیایی واکنش‌پذیر) و تجهیزات تحت فشار، پتانسیل بالایی برای ایجاد خسارات گسترده دارند.

بخوانید:



■ علی قادری
افسر ارشد شرکت
پتروشیمی سبلان
ghaderi.ali157@gmail.com

بردارهای تشدید Escalation vectors

● فشار بیش از حد (Overpressure):

انفجارهای ناشی از آتش اولیه، مانند انفجار بخار ابر قابل‌اشتعال (Vapor Cloud Explosion - VCE) یا انفجار مخازن تحت فشار، امواج فشاری‌ای ایجاد می‌کنند که به تجهیزات مجاور آسیب می‌رسانند. این امواج می‌توانند لوله‌ها را تخریب، مخازن را سوراخ یا جرقه‌هایی ایجاد کنند که آتش‌سوزی‌های جدید را شعله‌ور می‌سازند.

بردارهای تشدید در حریق، مکانیزم‌هایی هستند که آتش‌سوزی اولیه را به یک فاجعه بزرگ‌تر تبدیل می‌کنند، زیرا باعث سرایت حادثه به تجهیزات یا مناطق مجاور می‌شوند.

این بردارها در محیط‌های صنعتی بدلیل حضور مواد قابل‌اشتعال و طراحی متراکم تأسیسات، نقش مهمی در تشدید خسارات ایفا می‌کنند. در زیر بردارهای تشدید اصلی با جزئیات توضیح داده شده‌اند:

● تشعشع حرارتی (Heat Radiation):

گرمای ساطع‌شده از آتش‌سوزی اولیه می‌تواند دمای تجهیزات مجاور (مانند مخازن، لوله‌ها یا سازه‌ها) را به سطح بحرانی برساند. این حرارت بالا باعث کاهش مقاومت مواد (مانند فولاد)، جوشیدن مایعات داخل مخازن یا اشتعال مواد قابل‌اشتعال نزدیک می‌شود.

● تماس مستقیم شعله (Flame Impingement):

وقتی شعله‌های آتش مستقیماً با تجهیزات یا مواد قابل‌اشتعال تماس پیدا می‌کنند، می‌توانند به‌سرعت آتش‌سوزی‌های ثانویه ایجاد کنند. این بردار زمانی رخ می‌دهد که فاصله بین واحدها کم باشد یا موانع ایمنی (مانند دیوارهای ضدآتش) وجود نداشته باشند.



- **شار حرارتی بالا:** شار حرارتی متمرکز (تا ۲۰۰ کیلووات بر مترمربع) می‌تواند به سرعت یکپارچگی تجهیزات را به خطر بیندازد، به‌ویژه اگر سیستم‌های تخلیه فشار خراب شوند.
- **اشتعال ثانویه:** مواد قابل‌اشتعال فرار می‌توانند مواد قابل احتراق نزدیک را مشتعل کنند و آتش را گسترش دهند.

فاصل ایمنی (Safety Distances)

- آتش‌های جتی می‌توانند تا ۵۰ متر یا بیشتر گسترش یابند، با خطرات تشعشع حرارتی (۱۰ کیلووات بر مترمربع) تا ۱۰۰-۲۰۰ متر بسته به فشار آزاد شدن و اندازه سوراخ
- جهت جت بر محدوده خطر تأثیر می‌گذارد. جت‌های عمودی خطر کمتری در سطح زمین دارند اما می‌توانند سازه‌های مرتفع را تحت تأثیر قرار دهند

استراتژی کنترل حادثه:

- **خنک‌سازی مداوم تجهیزات در معرض شعله با آب (F-۴)** (۱۰ لیتر بر مترمربع در دقیقه بسته به شدت شعله)
- **جلوگیری از دسترسی اکسیژن به شعله با استفاده از پودر خشک در جت‌های کوچک**
- **اولویت بر قطع منبع سوخت برای توقف آتش**

کاهش می‌دهد.

- **آب برای خنک‌سازی:** اسپری آب برای خنک‌سازی تجهیزات و مخازن مجاور به منظور جلوگیری از تشدید مانند (BLEVE). آب مستقیماً برای خاموش‌کردن آتش حوضچه‌ای استفاده نمی‌شود، زیرا ممکن است باعث پخش‌شدن سوخت شود.
- **دی‌اکسید کربن یا پودر خشک:** برای آتش‌سوزی‌های کوچک یا در فضاهای بسته مناسب می‌باشد، اما برای حوضچه‌های بزرگ غیرعملی است.

آتش‌سوزی فورانی (Jet Fire)

شعله‌ای با سرعت بالا که از آزاد شدن تحت فشار گاز یا مایع قابل‌اشتعال، از طریق یک سوراخ یا پارگی ایجاد می‌شود. آتش‌های جتی می‌توانند تا ۵۰ متر یا بیشتر گسترش یابند و تشعشع حرارتی شدیدی منتشر می‌کنند. بردارهای تشدید (Vectors of Escalation) که باعث آتش‌سوزی دومینویی می‌شود:

- **تماس مستقیم شعله (Flame Impingement):** آتش‌های جتی می‌توانند به مخازن یا سازه‌ها برخورد کنند و باعث گرمایش موضعی و احتمال شکست شوند. به عنوان مثال، یک آتش جتی از یک شیر تخلیه می‌تواند مخزن مجاور را تضعیف کرده و BLEVE ایجاد کند.

آتش‌سوزی حوضچه‌ای (Pool Fire)

آتشی که بالای یک حوضچه از سوخت مایع می‌سوزد، معمولاً ناشی از نشت یا ریختن سوخت است. این آتش از نوع پخش‌شونده است که در آن سوخت در سطح تبخیر شده و در هوای بالای آن می‌سوزد. تشعشع حرارتی خطر اصلی است و ارتفاع شعله به قطر حوضچه و نوع سوخت بستگی دارد. بردارهای تشدید (Vectors of Escalation) که باعث این آتش‌سوزی دومینویی می‌شود:

- **تشعشع حرارتی (Heat Radiation):** آتش‌های حوضچه‌ای حرارتی منتشر می‌کنند که می‌تواند مخازن نزدیک را تضعیف کرده یا مواد قابل‌اشتعال مجاور را مشتعل کند و منجر به آتش‌سوزی‌های ثانویه یا BLEVE شود. به عنوان مثال، یک آتش حوضچه‌ای زیر یک مخزن LPG می‌تواند فضای بخار را گرم کرده و باعث شکست مخزن شود.
- **منبع سوخت:** تأمین مداوم سوخت (مانند نشت) می‌تواند آتش را پایدار یا بزرگ‌تر کند و مدت و محدوده خطر را افزایش دهد.

فاصل ایمنی (Safety Distances)

- **فاصل ایمنی براساس آستانه‌های تشعشع حرارتی،**

- معمولاً ۴ کیلووات بر مترمربع (پس از ۲۰ ثانیه) یا ۱۰ کیلووات بر مترمربع (سوختگی کشنده) تعیین می‌شوند. برای یک حوضچه با قطر ۱۰ متر، فواصل ممکن است از ۵۰ تا ۱۰۰ متر، بسته به نوع سوخت و شرایط جوی، متغیر باشد.
- **اندازه حوضچه، نرخ سوختن سوخت و شرایط باد،** بر محدوده خطر تأثیر می‌گذارند. حوضچه‌های بزرگ‌تر، ارتفاع شعله و گستردگی تشعشع را افزایش می‌دهند.

استراتژی کنترل حادثه:

- **ایجاد یک لایه فوم برای خفه کردن آتش**
- **خنک‌سازی مخازن و سازه‌های مجاور با اسپری آب** (حداقل ۲ لیتر بر مترمربع در دقیقه برای سطوح در معرض حرارت)
- **در صورت امکان برای کاهش شدت آتش منبع سوخت را قطع کنید.**

مدل اطفای حریق

- **فوم اطفای حریق:** استفاده از فوم AFFF یا فوم‌های مقاوم به الکل برای سوخت‌های هیدروکربنی (مانند بنزین، نفت) یا مواد قطبی (مانند اتانول). فوم یک لایه عایق بین سوخت و اکسیژن ایجاد می‌کند و تبخیر سوخت را



خرابی‌های ثانویه در تجهیزات نزدیک شود.

● **تشعشع حرارتی:** اگر مایع آزاد شده قابل‌اشتعال باشد، اشتعال یک گوی آتشین با تشعشع حرارتی شدید ایجاد می‌کند که می‌تواند مواد نزدیک را مشتعل کرده یا باعث سوختگی شود.

● **پرتابه‌ها:** قطعات مخزن (ترکش‌ها) می‌توانند مسافت‌های قابل توجهی (تا ۱۲۰۰ متر در فاجعه سان خوانیکو) طی کنند و به تجهیزات دیگر آسیب برسانند.

فواصل ایمنی (Safety Distances)

● گوی‌های آتشین شار حرارتی بالایی (تا ۲۰۰ کیلووات بر مترمربع در مرکز) منتشر می‌کنند، با فواصل ایمن (۴ کیلووات بر مترمربع) از ۱۰۰-۳۰۰ متر بسته به جرم سوخت

● مدت زمان کوتاه (۲-۱۰ ثانیه) مواجهه را محدود می‌کند اما نیاز به تخلیه سریع دارد.

استراتژی کنترل حادثه:

● خنک‌سازی مداوم مخازن در معرض خطر با استفاده از مانیتورهای آب یا سیستم‌های ثابت اسپری

● تخلیه سریع منطقه برای کاهش آسیب به پرسنل

● استفاده از فوم برای کنترل آتش‌های ثانویه ناشی از سوخت‌های نسوخته

● کنترل نشت سوخت برای محدود کردن گسترش آتش

مدل اطفای حریق

● **فوم AFFF:** مشابه آتش حوضچه‌ای، فوم برای پوشاندن سطح سوخت و جلوگیری از تبخیر استفاده می‌شود.

● آب برای خنک‌سازی: برای محافظت از تجهیزات مجاور و جلوگیری از تشدید

● **محدودسازی گسترش:** ایجاد موانع فیزیکی (مانند دیواره‌های بتنی یا خاکریز) برای جلوگیری از پخش شدن سوخت

گوی آتشین (Fireball)

احتراق سریع و شدید بخار قابل‌اشتعال آزاد شده از یک BLEVE یا نشت ناگهانی که یک شعله کروی شکل ایجاد می‌کند و به دلیل شناوری بالا می‌رود. گوی‌های آتشین تشعشع حرارتی بالایی (تا ۱۴۰۰ درجه سانتی‌گراد) در مدت کوتاه (ثانیه‌ها) منتشر می‌کنند و مناطق اطراف را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

بردارهای تشدید (Vectors of Escalation) که باعث آتش‌سوزی دومینویی می‌شود:

● **موج انفجار:** گسترش ناگهانی بخار موج انفجار ایجاد می‌کند که باعث آسیب ساختاری شده و می‌تواند باعث

● **گسترش:** آتش‌های ریختگی می‌توانند در امتداد سطوح، به‌ویژه در مناطق بدون محدودیت، پخش شوند و محدوده آتش را افزایش دهند.

● **تبدیل به آتش حوضچه‌ای یا BLEVE:** آتش ریختگی که یک مخزن تحت فشار را گرم می‌کند، می‌تواند به BLEVE منجر شود، همان‌طور که در حادثه پالایشگاه فیزین در سال ۱۹۶۶ مشاهده شد.

فواصل ایمنی (Safety Distances)

● آتش‌های ریختگی به‌صورت پویا گسترش می‌یابند و محدوده خطر به حجم ریختگی و زمین بستگی دارد.

فواصل ایمنی ممکن است مشابه آتش‌های حوضچه‌ای (۵۰-۱۵۰) متر برای ریختگی‌های قابل توجه باشد اما در صورت جریان ریختگی به سمت تجهیزات، افزایش می‌یابد.

● نزدیکی به مخازن تحت فشار نیاز به فواصل ایمنی بزرگ‌تر برای جلوگیری از خطر BLEVE را افزایش می‌دهد.

استراتژی کنترل حادثه:

● استفاده از فوم برای اطفای حریق در مناطق محدود شده

● خنک‌سازی سطوح در معرض با آب (۲ تا ۴ لیتر بر مترمربع در دقیقه)

مدل اطفای حریق

● آب برای خنک‌سازی: به دلیل فشار بالای جت، اطفای مستقیم دشوار است. آب عمدتاً برای خنک‌سازی تجهیزات و مخازن مجاور استفاده می‌شود تا از خرابی یا BLEVE جلوگیری شود.

● **فوم یا پودر خشک:** برای جت‌های کوچک یا در مراحل اولیه، پودر خشک مانند BC یا ABC می‌تواند مؤثر باشد، اما برای جت‌های بزرگ غیرعملی است.

● **قطع جریان سوخت:** بهترین روش، بستن شیرهای منبع سوخت یا استفاده از سیستم‌های قطع اضطراری (ESD) است.

آتش‌سوزی ریختگی (Spill Fire)

آتشی که از ریختن سوخت مایع و اشتعال آن ایجاد می‌شود، اغلب در سطح زمین یا روی سطوح پخش می‌شود. (عمق مایع کمتر از یک اینچ می‌باشد.) این آتش می‌تواند به آتش حوضچه‌ای تبدیل شده (عمق مایع بیشتر از یک اینچ) یا در صورت تماس با تجهیزات، به تشدید حادثه منجر شود. آتش‌های ریختگی می‌توانند به رویدادهای ثانویه مانند BLEVE منجر شوند. بردارهای تشدید (Vectors of Escalation) که باعث آتش‌سوزی دومینویی می‌شود:



اشتعال یک گوی آتشین با تشعشع حرارتی شدید ایجاد می‌کند که می‌تواند مواد نزدیک را مشتعل کرده یا باعث سوختگی شود.

● پرتابه‌ها: قطعات مخزن (ترکش‌ها) می‌توانند مسافت‌های قابل توجهی (تا ۱۲۰۰ متر در فاجعه سان خوانیکو) طی کنند و به تجهیزات دیگر آسیب برسانند.

فاصل ایمنی (Safety Distances)

- موج انفجار با فاصله کاهش می‌یابد (مثلاً ۸۷۵ کیلوپاسکال در ۲ متر تا ۷/۵ کیلوپاسکال در ۱۵ متر برای مخزن هیدروژن). فواصل ایمن برای ۱-۵ کیلوپاسکال (آسیب ساختاری جزئی) معمولاً ۱۰۰-۵۰۰ متر است.
- قطر گوی آتشین می‌تواند به ۱۰۰ متر با تشعشع حرارتی (۱۰ کیلووات بر مترمربع) برسد حداقل به فاصله ۲۰۰-۳۰۰ متر نیاز است.
- پرتابه‌ها: قطعات می‌توانند ۴-۶ برابر شعاع گوی آتشین (تا ۱۲۰۰ متر در موارد شدید مانند سان خوانیکو) حرکت کنند. فواصل ایمنی ۱-۲ کیلومتر ممکن است برای مناطق حساس لازم باشد.

استراتژی کنترل حادثه:

- خنک‌سازی مداوم مخازن در معرض خطر با استفاده از

بر پیشگیری از تشکیل ابر بخار با استفاده از سیستم‌های تشخیص نشت و تهویه است.

● آب برای خنک‌سازی: در صورت بروز آتش‌های ثانویه (مانند آتش حوضچه‌ای پس از VCE)، از آب و فوم استفاده می‌شود.

● کنترل گاز: استفاده از سیستم‌های پراکنده‌سازی گاز (مانند اسپری آب برای رقیق‌سازی ابر بخار) قبل از اشتعال

انفجار مایع در حال جوش و گسترش بخار (BLEVE)

انفجاری ناشی از پارگی ناگهانی مخزنی حاوی مایع در دمای بالاتر از نقطه جوش آن در فشار اتمسفری. کاهش فشار ناگهانی باعث تبخیر سریع شده و موج انفجار ایجاد می‌کند و در صورت اشتعال مایع، یک گوی آتشین تولید می‌شود. BLEVE می‌تواند با مایعات غیرقابل‌اشتعال (مانند آب یا CO_2) نیز رخ دهد، اما با مایعات قابل‌اشتعال خطرناک‌تر است.

بردارهای تشدید (Vectors of Escalation) که باعث آتش‌سوزی دومینویی می‌شوند:

- موج انفجار: گسترش ناگهانی بخار موج شوک ایجاد می‌کند که باعث آسیب ساختاری شده و می‌تواند باعث خرابی‌های ثانویه در تجهیزات نزدیک شود.
- تشعشع حرارتی: اگر مایع آزاد شده قابل‌اشتعال باشد،

و تجهیزات آسیب می‌رسانند، همان‌طور که در VCE پورت نیوآرک در سال ۱۹۵۱ دیده شد.

● نشت‌های ثانویه: انفجار می‌تواند خطوط لوله یا مخازن را پاره کند و مواد قابل‌اشتعال بیشتری آزاد کند.

فاصل ایمنی (Safety Distances)

- بسته به اندازه ابر و تأخیر اشتعال، فشار بیش از حد ۷ کیلوپاسکال (آستانه آسیب) می‌تواند ۲۰۰-۵۰۰ متر فاصله ایمن را در مناطق شلوغ گسترش دهد.
- فواصل ۵۰۰-۱۰۰۰ متر ممکن است برای VCE‌های بزرگ برای جلوگیری از آسیب ساختاری یا جراحت لازم باشد.

استراتژی کنترل حادثه:

- خنک‌سازی تجهیزات آسیب‌دیده برای جلوگیری از نشت‌های اضافی
- استفاده از فوم برای آتش‌های ثانویه
- تخلیه منطقه و ایجاد موانع برای محدود کردن گسترش ابر بخار

مدل اطفای حریق

- پیشگیری از اشتعال: VCE‌ها معمولاً پس از اشتعال ابر بخار رخ می‌دهند و اطفای مستقیم غیرممکن است. تمرکز

مدل اطفای حریق

● خنک‌سازی: گوی آتشین معمولاً قابل اطفای مستقیم نیستند، زیرا در چند ثانیه رخ می‌دهند. تمرکز بر خنک‌سازی مخازن تحت فشار برای جلوگیری از گرمایش و پارگی است.

● آب برای خنک‌سازی مخازن: استفاده از اسپری آب با نرخ بالا (۱۰-۲۰ لیتر بر مترمربع در دقیقه) برای مخازن در معرض شعله‌های مجاور

● فوم برای آتش‌های ثانویه: اگر منجر به آتش حوضچه‌ای یا ریختگی شود، فوم برای خاموش کردن این آتش‌ها استفاده می‌شود.

انفجار ابر بخار (VCE - Vapor Cloud Explosion)

احتراق سریع یک ابر بخار قابل‌اشتعال که باعث ایجاد جبهه شعله متلاطم و امواج فشار بیش از حد می‌شود VCE‌ها از BLEVE‌ها متفاوت هستند، زیرا به تأخیر در اشتعال و پراکندگی ابر وابسته‌اند.

بردارهای تشدید (Vectors of Escalation) که باعث آتش‌سوزی دومینویی می‌شود:

- فشار بیش از حد بالا (Overpressure) VCE: ها در محدوده ای با تراکم زیاد شعله‌های متلاطم و فشار بیش از حد بالا (تا ۱۰۰ کیلوپاسکال) تولید می‌کنند و به سازه‌ها



● **حادثه Crescent City**، ایالات متحده (۱۹۷۰): خروج واگن مخزن دار از ریل باعث آزاد شدن پروپان و چندین BLEVE با گوی‌های آتشین و پرتابه‌ها شد. این حادثه خطرات آسیب مکانیکی و نیاز به طراحی مقاوم مخزن و مناطق ایزوله را نشان داد.

● **پورت نیوآرک، نیوجرسی (۱۹۵۱):** انفجار ابر بخار ناشی از نشت سوخت باعث خسارات گسترده شد. این حادثه اهمیت کنترل پراکندگی بخار قابل‌اشتعال را نشان داد.



تحلیل حوادث صنعتی
حوادث تاریخی بینش‌هایی در مورد جهت‌گیری‌های تشدید و اهمیت فواصل ایمنی ارائه می‌دهند:

● **پالایشگاه Feyzin**، فرانسه (۱۹۶۶): نشت مخزن پروپان منجر به آتش ریختگی شد که مخزن را گرم کرد و باعث BLEVE گردید و تشدید به دلیل برخورد شعله با فضای بخار مخزن رخ داد.
گوی آتشین و پرتابه‌ها حادثه به دلیل عدم رعایت فواصل ایمنی توسط تیم‌های امدادی، موجب مرگ ۱۸ نفر و زخمی شدن ۸۹ نفر شد.

● **فاجعه san juanico**، مکزیک (۱۹۸۴): نشت خط لوله باعث تشکیل ابر بخار گردید و بعد از مشتعل شدن، مجموعه‌ای از BLEVE‌ها در ۵۴ مخزن LPG ایجاد کرد. گوی‌های آتشین و پرتابه‌ها (یک مخزن ۱۲۰۰ متر جابجا شد).

در این حادثه موجب مرگ بیش از ۵۰۰ نفر گردید. اثر دومینو ناشی از تشعشع حرارتی و برخورد پرتابه‌ها نشان‌دهنده ایجاد فواصل جداسازی بزرگ برای این حادثه بوده است.



این نوع انفجار، موج انفجار و پرتابه تولید می‌کند. بردارهای تشدید (Vectors of Escalation) که باعث آتش‌سوزی دومینویی می‌شوند:
● **موج انفجار:** فشار بیش از حد ناشی از خرابی مخزن می‌تواند به تجهیزات نزدیک آسیب برساند و باعث نشت یا آتش‌سوزی شود.
● **پرتابه‌ها:** قطعات می‌توانند به مخازن دیگر برخورد و باعث نشت یا انفجارهای ثانویه شوند.

فواصل ایمنی (Safety Distances)
● مشابه BLEVE‌ها، خطرات موج انفجار با فاصله کاهش می‌یابد. (مثلاً ۱۰۰-۵۰۰ متر برای ۱-۵ کیلوپاسکال)
● **پرتابه‌ها:** فاصله پرتابه‌ها به اندازه مخزن و فشار بستگی دارد، اغلب نیاز به ۵۰۰-۱۰۰۰ متر برای حفظ ایمنی دارد.

استراتژی کنترل حادثه:
● خنک‌سازی با آب (۲-۴ لیتر بر مترمربع در دقیقه) برای جلوگیری از تشدید
● تخلیه منطقه برای محافظت در برابر پرتابه‌ها

مانیتورهای آب یا سیستم‌های ثابت اسپری
● تخلیه سریع منطقه برای کاهش آسیب به پرسنل
● استفاده از فوم برای کنترل آتش‌های ثانویه ناشی از سوخت‌های نسوخته

مدل اطفای حریق
● **خنک‌سازی:** BLEVE معمولاً قابل اطفای مستقیم نیستند، زیرا در چند ثانیه رخ می‌دهند. تمرکز بر خنک‌سازی مخازن تحت فشار برای جلوگیری از گرمایش و پارگی است.

● **آب برای خنک‌سازی مخازن:** استفاده از اسپری آب با نرخ بالا (۱۰-۲۰ لیتر بر مترمربع در دقیقه برای مخازن در معرض شعله‌های مجاور)
● **فوم برای آتش‌های ثانویه:** اگر منجر به آتش حوضچه‌ای یا ریختگی شود، فوم برای خاموش کردن این آتش‌ها استفاده می‌شود.

انفجار مکانیکی (PVE - Mechanical Explosion)
فشار بیش از حد باعث شکست فاجعه‌بار یک مخزن تحت فشار می‌شود و خوردگی یا آسیب مکانیکی باعث تشدید آن می‌شود.

AFT
ADVANCED
FIREFIGHTING
TECHNOLOGY

کارایی بالا، مصرف پایین

راندمان برابر ۵۰۰ لیتر آب

گوله پشته AFT مدل 10/01

- فن آوری واترمیست و CAFS
- کارایی بالا، فشار عملیاتی پایین
- نازل دو حالت جت و اسپری
- دارای نازل ویژه حریق‌های الکتریکی
- مناسب انواع فوم سبک
- مخزن ۱۰ لیتری استیل V4A
- رتبه اطفایی بالا A55/B233
- منطبق با استاندارد EN3
- قابل حمل انفرادی، شارژ آسان
- طراحی و ساخت آلمان

ایمن پخش ماهان، نماینده رسمی و انحصاری AFT در ایران

تلفن: ۰۲۱-۸۸۳۳۵۸۲۰
www.alo125.com

تهران، کارگر شمالی، نبش خیابان دهم
ساختمان امیر، طبقه سوم، واحد ۳۰۴

ایمن پخش ماهان
IMEN PAKHSH MAHAN Co.

ایمن سازان

نمایندگی فروش
و شارژ خاموش‌کننده‌های
اصلی فوم بیوورسال (آلمان)

کلینیک تخصصی
کنترل شارژ و سرویس
خاموش‌کننده‌های دستی

خانم مقصودی ۰۹۱۲۰۳۶۱۲۷۳
www.imensazansepehr.com

دفتر تهران ۰۲۱ - ۵۶ ۲۷ ۷۴ ۱۷
دفتر اصفهان ۰۳۱ - ۳۲ ۷۳ ۱۰ ۴۵

+400

کارفرمای
راضی

پروانه کسب
اتحادیه کشوری

حمل و نقل
رایگان

تضمین
بازگشت وجه



انبارهای صنعتی ایالات متحده رخ می‌دهد که منجر به خسارات مالی چندصد میلیون دلاری، تعطیلی‌های گسترده خطوط تولید و صدمات جانی شده است. در برخی از این حوادث، منشأ حریق نه سیستم‌های الکتریکی پیچیده یا وقایع نادر، بلکه تنها یک ترکیب ساده از اقلام ناسازگار، مواد قابل اشتعال چیده‌شده در مجاورت منابع حرارتی، یا عدم رعایت فاصله‌های ایمن بین طبقات بوده است. به بیان ساده‌تر، چالش‌های ایمنی حریق در انبارها نه لزوماً حاصل فناوری‌های پیشرفته یا تهدیدهای بی‌سابقه، بلکه در بسیاری از موارد ناشی از بی‌توجهی به اصول شناخته‌شده و توصیه‌های استانداردهای معتبر است.

از جمله استانداردهای جهانی و تخصصی که راهکارها و الزامات مهمی برای پیشگیری از حریق در انبارها ارائه می‌دهند، می‌توان به NFPA 30 (ذخیره‌سازی مواد قابل احتراق و مایعات اشتعال‌پذیر NFPA 13 (سیستم‌های اسپرینکلر)، NFPA 230 (استاندارد نگهداری کالا در انبارها) و همچنین ISO 22301 و ISO 45001 در زمینه تداوم کسب‌وکار

در فضای پرشتاب صنایع امروز، انبارها به‌عنوان یکی از حیاتی‌ترین بخش‌های زنجیره تأمین و عملیات تولیدی، نقشی بی‌بدیل در نگهداری مواد اولیه، قطعات صنعتی و محصولات نیمه‌ساخته یا نهایی ایفا می‌کنند؛ اما در میان کارکردهای اقتصادی، لجستیکی و عملیاتی انبارها، یکی از مهم‌ترین و درعین‌حال کم‌توجه‌ترین وجوه آن، مسئله ایمنی به‌ویژه ایمنی در برابر حریق است.

شواهد آماری و تجربیات میدانی از کشورهای مختلف و همچنین داده‌های تحلیل‌شده توسط مؤسسات ایمنی صنعتی نشان می‌دهد که درصد بالایی از آتش‌سوزی‌های بزرگ و خسارت‌بار در حوزه صنعت، منبعث از ضعف در طراحی، جانمایی، نگهداری و مدیریت ریسک در انبارهاست؛ جایی که غفلت از اصول پایه می‌تواند در عرض چند دقیقه، میلیاردها تومان خسارت به بار آورد و حتی جان نیروهای انسانی را به خطر اندازد.

آمار ارائه‌شده از سوی NFPA (National Fire Protection Association) طی سال‌های اخیر حاکی از آن است که به‌طور متوسط سالانه بیش از ۱۲۰۰ حادثه آتش‌سوزی در



بایسته‌های ضروری ایمنی حریق در انبارداری صنعتی

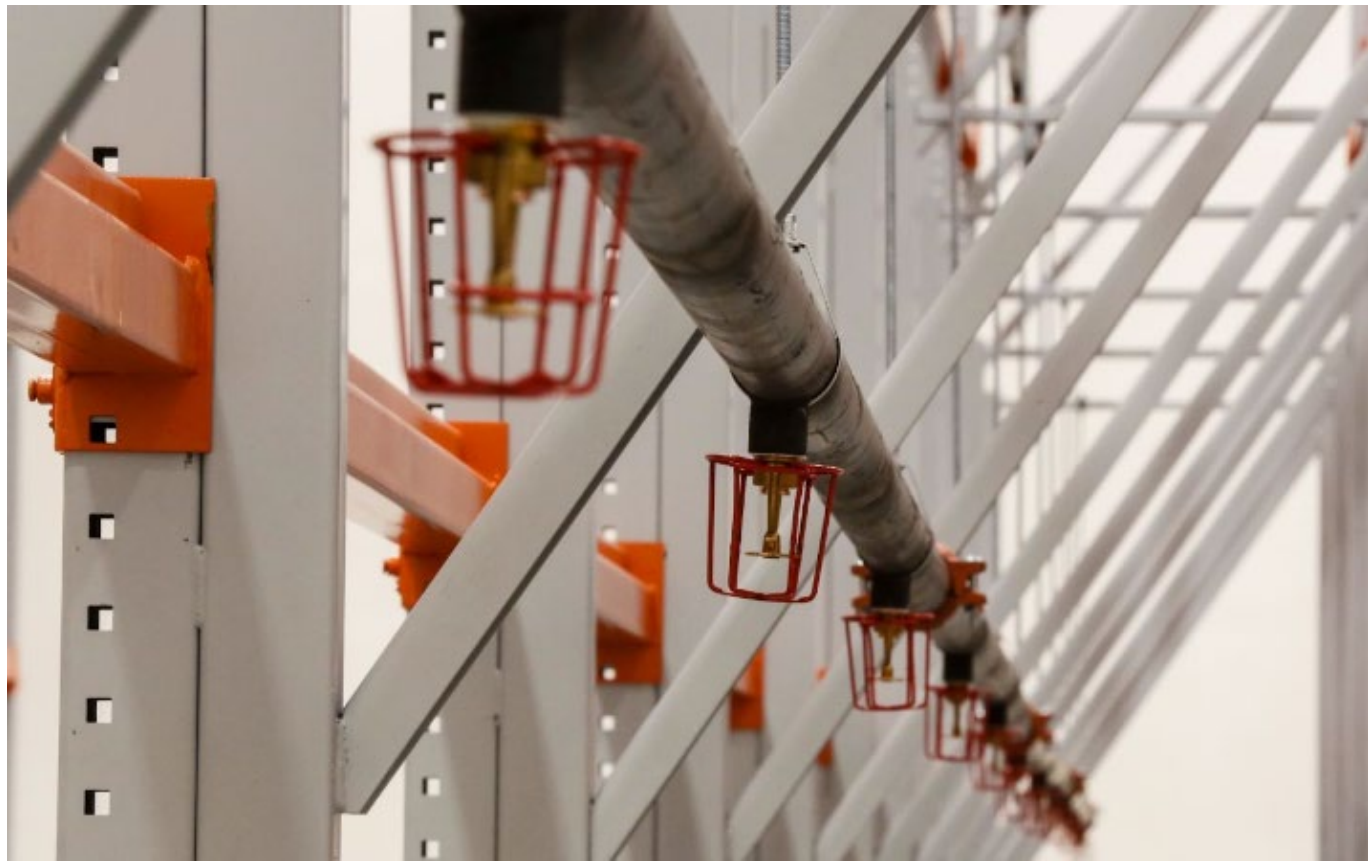
بخش اول: تعریف مسئله

انبارداری صنعتی به مجموعه فعالیت‌ها و روش‌هایی گفته می‌شود که با هدف دریافت، نگهداری، حفاظت، کنترل، جابجایی و توزیع مواد اولیه، کالاهای نیمه‌ساخته و محصولات نهایی در مقیاس بزرگ صنعتی انجام می‌گیرد.

این نوع انبارداری معمولاً در کارخانه‌ها، شهرک‌های صنعتی، پالایشگاه‌ها، صنایع معدنی، پتروشیمی و مراکز لجستیک به کار گرفته می‌شود. انبارداری صنعتی فقط ذخیره‌سازی کالا نیست، بلکه یک فرآیند مدیریتی و عملیاتی برای تضمین ایمنی، سرعت، نظم و بهره‌وری در جریان مواد و محصولات در یک صنعت است. بخوانید:



■ حمید خوش‌حساب
مدیرعامل شرکت توسعه
فناوری ایمن‌سازان پترو
h.khoshhesab@ispetro.ir



انسانی و انرژی روبرو هستیم، کوچک‌ترین غفلت در یکی از این حوزه‌ها می‌تواند به زنجیره‌ای از خطاها بینجامد که نهایتاً به یک فاجعه منجر گردد. براساس آمار منتشرشده توسط انجمن NFPA و همچنین داده‌های EFSMS (European Fire Safety Management Standards) درصد بالایی از آتش‌سوزی‌ها در انبارها نه به دلیل نقص مستقیم در سیستم‌های اعلام و اطفاء، بلکه به دلیل مدیریت ضعیف نگهداری، تردد، انباشت ضایعات و سهل‌انگاری در نظافت و نگهداری زیرساخت‌ها بوده است. همچنین مطالعات اخیر نشان می‌دهد که هر یک واحد هزینه‌کرد برای ایمنی غیرمستقیم، به‌طور میانگین از پنج تا هشت برابر خسارت‌های ناشی از عدم رعایت آن جلوگیری می‌کند. لذا ضرورت بررسی و بازنگری در الزامات و استانداردهای انبارداری غیر قابل اجتناب است. ما سعی خواهیم کرد در مطالب بعدی، به مهمترین عناصر کلیدی در انبارداری صنعتی که نقش مؤثری در پیشگیری از وقوع و گسترش حریق دارند، بپردازیم. این نکات می‌توانند در طراحی، بهره‌برداری، آموزش و کنترل کیفیت سیستم‌های انبارداری به‌کار گرفته شوند و در ارتقاء سطح ایمنی ساختاری و عملیاتی تأثیرگذار باشند. با این امید که شاهد گسترش مفاهیم ایمنی حریق در صنایع باشیم.

می‌شود. این اصول شامل تفکیک حرارتی، فاصله‌گذاری عملکردی، استفاده از حائل‌های مقاوم به حرارت و تدوین سناریوهای مدیریت ریسک مبتنی بر تحلیل رفتار حرارتی مواد است؛ اقداماتی که در کنار آموزش مستمر پرسنل و بازرسی‌های دوره‌ای، می‌تواند سطح ایمنی را از حالت واکنشی به وضعیت پیشگیرانه ارتقاء دهد. در نهایت، اگرچه تکنولوژی‌های مدرن اعلام و اطفاء، ابزارهای حیاتی در کنترل حریق هستند، اما نباید فراموش کرد که پایه و اساس ایمنی در محیط‌های انبار، تصمیماتی است که پیش از بروز حریق اتخاذ می‌شود: یعنی نحوه طراحی، چیدمان، طبقه‌بندی و شناخت علمی مواد. آنجا که دانش و انضباط با هم تلفیق شوند، احتمال بروز فاجعه به‌طرز چشمگیری کاهش می‌یابد؛ و آنجا که اصول نادیده گرفته شوند، حتی پیشرفته‌ترین سیستم‌ها نیز ممکن است از مهار آتش باز بمانند. ایمنی در انبارهای صنعتی تنها به مسائل مستقیم مرتبط با حریق مانند تجهیزات اعلام و اطفاء محدود نمی‌شود؛ بلکه بسیاری از عناصر غیرمستقیم، نقش پنهانی ولی حیاتی در پیشگیری از وقوع یا گسترش حریق دارند. از جمله این عناصر می‌توان به مدیریت چیدمان، وضعیت نظافت، نگهداری تجهیزات، تهویه، شرایط رطوبتی و حتی آموزش کارکنان اشاره کرد. در فضای پیچیده‌ای که در انبارهای صنعتی با تنوع متریال، ماشین‌آلات، نیروی



پایه نفتی، یک ریسک شدید انفجاری محسوب می‌شود که گاه در کمتر از ۲۰ ثانیه می‌تواند کل یک فضای انباری را در آتش فروبرد. این مثال‌ها به‌وضوح بیانگر آن هستند که بی‌توجهی به ویژگی‌های علمی مواد و اصول هم‌جواری می‌تواند به فاجعه منجر شود، حتی اگر انبار از سیستم‌های اعلام و اطفاء برخوردار باشد. واقعیت آن است که بسیاری از فاجعه‌های صنعتی نه به دلیل فقدان تجهیزات ایمنی بلکه به سبب ضعف در فرهنگ ایمنی و انضباط عملیاتی در چیدمان و نگهداری رخ می‌دهند. برای مثال، چیدمان اقلام حساس به حرارت مانند تجهیزات پنوماتیکی در مجاورت منابع نشت‌زا یا چسب‌های گرم‌نشو، یا انباشت تسمه‌های لاستیکی در کنار پارچه‌های پلی‌استری بدون تهویه مناسب، ریسک حریق را چندین برابر می‌سازد. همچنین عدم لحاظ مسیره‌های گردش حرارت و ناتوانی در مهار حریق‌های کوچک در مراحل ابتدایی، زمینه‌ساز تبدیل یک حادثه کوچک به بحران‌های چندجانبه خواهد شد. با در نظر گرفتن اهمیت فزاینده ملاحظات ایمنی در محیط‌های صنعتی، به‌ویژه در انبارهایی که میزبان اقلام با تنوع متریالی بالا (نظیر چسب‌ها، پارچه‌ها، تجهیزات پنوماتیکی، فیلترها و تسمه‌ها) هستند، رعایت اصول جانمایی علمی، تطابق‌پذیر با ویژگی‌های اشتعالی مواد، به‌عنوان نخستین خط دفاعی در برابر آتش‌سوزی تلقی

و ایمنی شغلی اشاره کرد. در سطح ملی نیز ضوابطی در نشریه‌های سازمان آتش‌نشانی، سازمان استاندارد ایران و آیین‌نامه‌های وزارت کار تدوین شده که گرچه عمدتاً به‌صورت توصیه‌ای ارائه شده‌اند، اما در عمل چارچوبی اجتناب‌ناپذیر برای مدیریت ریسک در محیط‌های انباری محسوب می‌شوند. این استانداردها بر ضرورت رعایت حداقل فواصل ایمن بین کالاهای اشتعال‌پذیر، محدودسازی چگالی ذخیره‌سازی، تهویه طبیعی یا مکانیکی، نصب تجهیزات اعلام و اطفاء و تفکیک مواد براساس کلاس حریق تأکید دارند. در کنار این منابع رسمی، تجربیات پژوهشگران حوزه ایمنی صنعتی و مهندسی حریق نیز به اهمیت توجه به ویژگی‌های فیزیکی مواد - نظیر چگالی، نقطه اشتعال، سرعت انتشار شعله و ویژگی‌های هم‌افزا در سرایت حریق - اشاره دارند. برای مثال، مطالعات مبتنی بر تئوری PyroSim (نرم‌افزار مدل‌سازی و شبیه‌سازی گسترش آتش) نشان می‌دهد که چینش عمودی اقلامی نظیر رول‌های پارچه‌ای در مجاورت مواد فراری چون حلال‌ها، نه تنها سبب تسریع گسترش آتش در طول محور عمودی می‌شود بلکه بدلیل ایجاد اثر دودکش، به انتشار حرارت به طبقات بالاتر نیز دامن می‌زند. یا بر اساس تئوری‌های رفتار حرارتی مواد، نزدیکی اقلامی از جنس پلی‌استایرن به چسب‌های

ایمن سازان پترو



Your Safety, Our Technology
World class leaders in fire detection since 1918

سیستم های اعلام و اطفاء حریق اتوماتیک

Info[at]ispetro.ir



۰۲۱-۸۷۷۰۰۰۲۹
تلفکس: ۰۲۱ ۸۷۷۰۰۰۲۹



I.S.PETRO
ایمن سازان پترو

تلفن: ۰۲۱-۸۷۷۰۰۰۲۹
دفتر مهندسی و فروش: تهران، خیابان وزرا، کوچه هشتم، پلاک ۷، واحد ۵
کارخانه: کرمانشاه، شهرک صنعتی زاگرس، فاز یک، پلاک ۲۰۳
کدپستی: ۱۵۱۱۷۹۶۴۱۸ | ۰۹۰۲۲۸۰۷۶۲۰
کدپستی: ۶۷۴۴۱۵۲۳۰۱ | ۰۹۰۵۲۲۵۴۰۰۳

نوآوری در مصرف فوم و آب

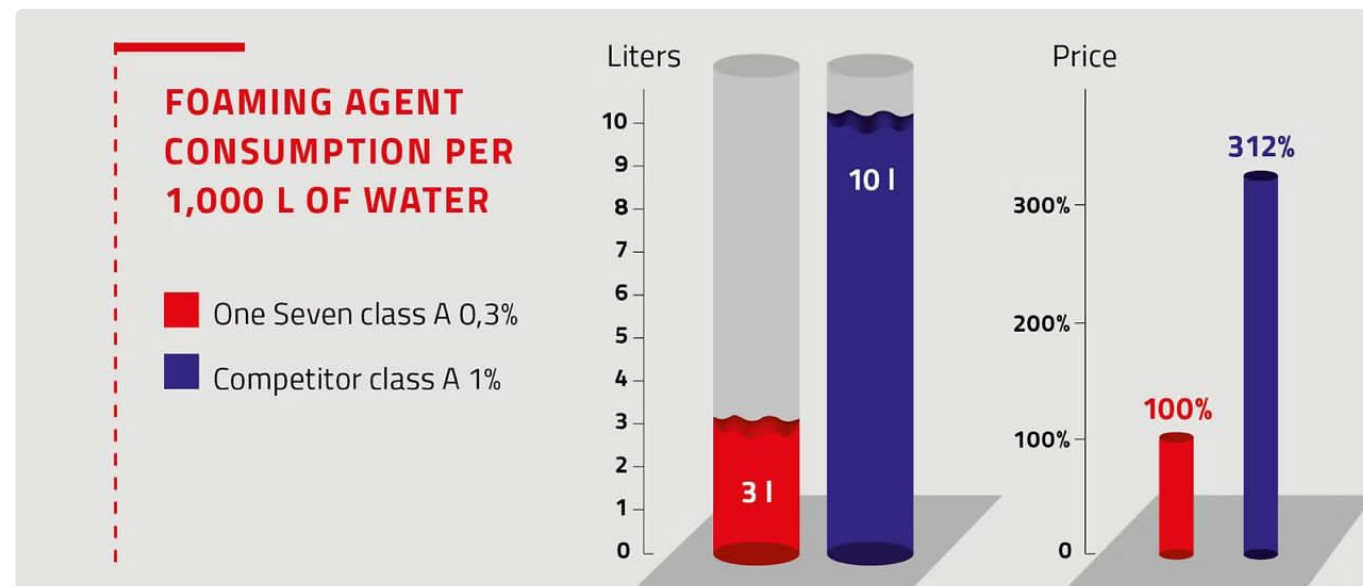
یکی از بزرگ‌ترین دستاوردهای سیستم One Seven®، کاهش چشمگیر در میزان مصرف فوم و آب است. نسبت اختلاط فوم در این سیستم تنها ۱/۰ تا ۳/۰ درصد است، در حالی که فوم‌های متداول در بازار بین ۳ تا ۶ درصد مصرف می‌شوند. این نوآوری منجر به کاهش ۷۵ درصدی مصرف آب و ۹۸ درصدی مصرف فوم می‌شود. نتیجه آن، کاهش هزینه‌های عملیاتی، افزایش سرعت واکنش و در عین حال حفاظت بهتر از محیط زیست است.



ویژگی‌های فنی و مزایا

سیستم‌های One Seven® با طراحی ماژولار و جمع‌وجور، قابلیت استفاده به صورت مستقل، نصب بر روی خودروهای آتش‌نشانی موجود و حتی سیستم‌های ثابت و کانتینری را دارند. برخی مزایای کلیدی عبارتند از:

- خاموش‌سازی سریع و مؤثر حتی با تعداد نیروی محدود
- کیفیت ثابت و پایدار فوم در تمام شرایط
- چسبندگی طولانی‌مدت فوم بر روی سطوح قابل اشتعال
- تحرک بالا به دلیل استفاده از شیلنگ‌های بسیار سبک
- پایش دائمی اجزای سیستم و اطمینان بالا در عملیات
- امکان پمپاژ در مسافت‌ها و ارتفاعات بالا (تا ۲۰۰۰ متر و ۴۰۰ متر ارتفاع)

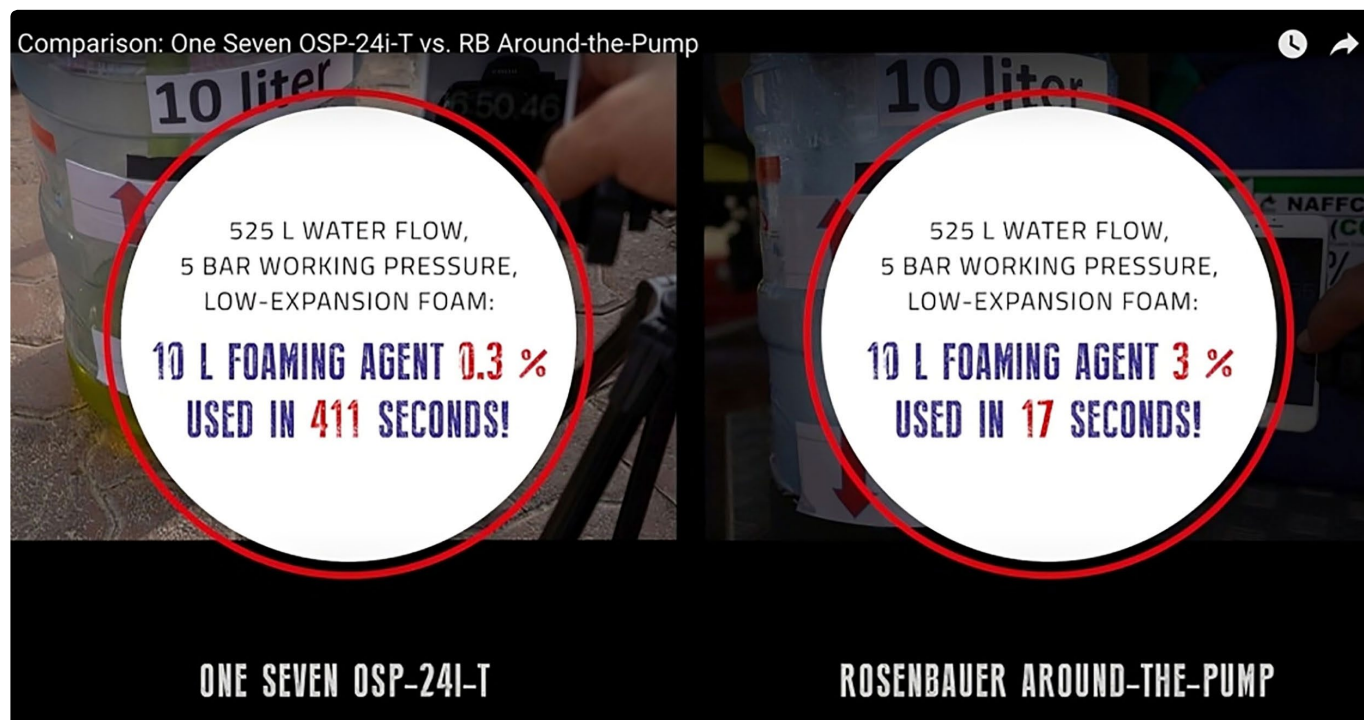


انقلابی در مهندسی اطفای حریق با سیستم هوشمند one seven®

در دنیای امروز که صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و حتی محیط‌های شهری و طبیعی با تهدیدهای جدی حریق روبه‌رو هستند، نیاز به فناوری‌های نوین و کارآمد بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود. شرکت آلمانی ONESEVEN® با سال‌ها تجربه و بهره‌گیری از کارشناسان خبره آتش‌نشانی و مهندسان نوآور، موفق به توسعه و تولید نسل جدیدی از سیستم‌های فوم و گاز فشرده (CAFS) شده است که تحت عنوان One Seven® Foam Proportioning System شناخته می‌شود. این فناوری، تحولی اساسی در کاهش مصرف آب و فوم و افزایش کارایی عملیات اطفای حریق ایجاد کرده است.



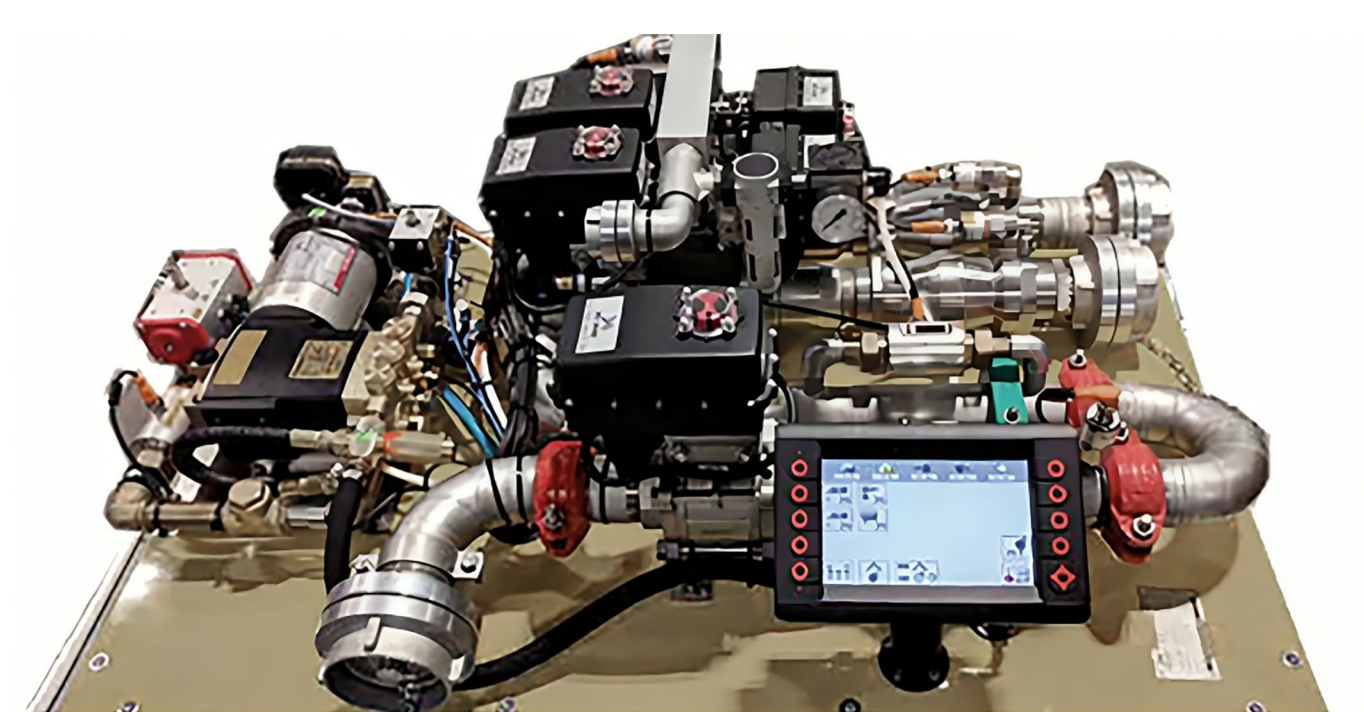
■ بهزاد قلیچ
ناپ رئیس هیئت مدیره و مدیر بازرگانی
شرکت زرفاندیشان بهایمن (زابه)
behzad.ghelilij@zhabeh-co.com



فوم اختصاصی One Seven®

راز موفقیت این سیستم در ترکیب بی‌نظیر عامل فوم‌ساز اختصاصی One Seven® و تولیدکننده فوم هوشمند نهفته است. این ترکیب باعث ایجاد ساختار حبابی یکنواخت، پایدار و تکرارپذیر می‌شود که کارایی اطفای حریق و اثر خنک‌کنندگی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. فوم‌های One Seven® با رویکرد ایمنی افراد و حفاظت محیط زیست طراحی شده‌اند:

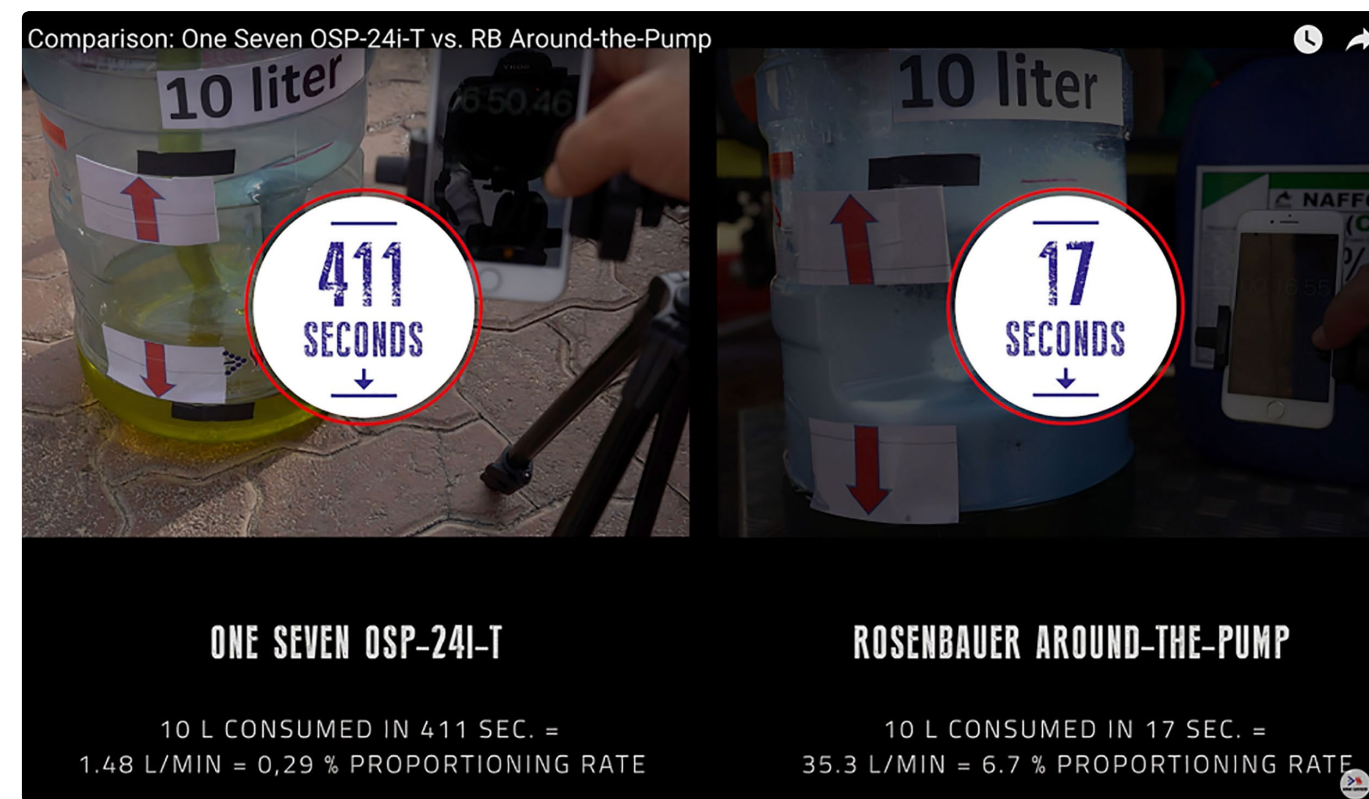
- تماس پوستی یا چشمی با این فوم خطری ندارد.
- بسیاری از فرمولاسیون‌ها بدون استفاده از ترکیبات فلورینه ساخته شده‌اند، بدون هیچ افتی در عملکرد اطفای حریق
- ترکیب کاملاً سنتتیک این فوم‌ها، ماندگاری بیش از ۲۰ سال را تضمین می‌کند، در حالی که فوم‌های پروتئینی متداول هر ۲ سال یک‌بار نیازمند تعویض هستند.



مقایسه با رقیب

مطالعات و آزمایش‌های مقایسه‌ای نشان داده‌اند که سیستم One Seven® برتری محسوسی نسبت به سیستم‌های متداول مانند Rosenbauer دارد. در مصرف فوم تا ۹۸٪ کاهش و در مصرف آب تا ۷۵٪ کاهش ثبت شده است. این تفاوت چشمگیر، هم از نظر اقتصادی و هم از منظر زیست‌محیطی، جایگاه One Seven® را به عنوان یک فناوری برتر تثبیت می‌کند.

لینک مشاهده ویدئو موجود در یوتیوب: www.youtube.com/watch?v=TwkKlr34NpM



ZHARF ANDISHAN BEH IMAN

ZHABEH

شرکت ژرف اندیشان به ایمن

تولید کننده انواع کاربری‌های

آتش‌نشانی و امداد نجات

نماینده مجاز فروش و خدمات پس از فروش زیگلر آلمان در ایران




هنر و نوآوری از ایران با نگاهی به جهان

WWW.ZHABEH-CO.COM
ZHABEH_GROUP
۰۲۱-۴۴۲۴۷۷۲۹-۳۰



مزایای اقتصادی

کاهش مصرف فوم در سیستم One Seven® تنها به معنای کاهش هزینه خرید نیست؛ بلکه هزینه‌های حمل‌ونقل، انبارداری و نگهداری نیز به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. علاوه بر آن، به دلیل طول عمر بالای فوم‌های سنتتیک، نیاز به تعویض‌های مکرر برطرف می‌شود که این موضوع در مقایسه با فوم‌های متداول، صرفه‌جویی کلانی برای سازمان‌ها و صنایع به همراه دارد.

مزایای زیست‌محیطی

فوم‌های One Seven® دوستدار محیط زیست هستند؛ چرا که بسیاری از آن‌ها فاقد ترکیبات فلورینه می‌باشند. به علاوه کاهش شدید مصرف آب و فوم، اثرات منفی زیست‌محیطی عملیات اطفای حریق را به حداقل می‌رساند. این ویژگی‌ها One Seven® را به یک انتخاب سبز و پایدار برای آینده تبدیل کرده است.



نتیجه‌گیری

سیستم هوشمند One Seven® Foam Proportioning نه تنها بهره‌وری عملیات اطفای حریق را افزایش می‌دهد، بلکه گامی بزرگ در جهت کاهش هزینه‌ها، صرفه‌جویی در منابع حیاتی آب و حفاظت از محیط زیست محسوب می‌شود. این فناوری انقلابی، آینده مهندسی حفاظت از حریق را متحول کرده و جایگاه خود را به عنوان یک پیشرو در این صنعت تثبیت نموده است.

شرکت راهدار صنعت کیهان

اولین تولید کننده تخصصی کابل مقاوم به حریق

با نام تجاری SilCable



📍 دفتر مرکزی: تهران، بلوار نلسون ماندلا (آفریقا)، کوچه آناهیتا، پلاک ۵، واحد ۱۳

📍 کارخانه: شهرک صنعتی ایوانکی، میدان آزادی، بلوار آموزش پژوهش ۵



نماینده انحصاری فروش
و خدمات پس از فروش شرکت
TEXPORT اتریش در ایران
PROTECTING YOU.

 WWW.ZHABEH-CO.COM

 **ZHABEH GROUP**

☎ 011-4447779-30



● **تهدیدهای ناشی از دود و حرارت**
در حریق‌های ساختمان‌های بلند، دود سمی و حرارت شدید مهم‌ترین موانع فرار ایمن هستند. بیشترین قربانیان آتش‌سوزی‌ها به دلیل استنشاق دود و گازهای سمی جان خود را از دست می‌دهند. دود متراکم علاوه بر مسمومیت، موجب کاهش دید، سردرگمی و وحشت می‌شود.
بررسی‌های رسمی پس از حوادث بزرگ نشان داد نقص در سیستم‌های کنترل دود می‌تواند موجب پر شدن راهپله‌ها از دود و از کار افتادن مسیرهای تخلیه شود. حتی در ساختمان‌هایی که سیستم فشاردهی پله‌ها تعبیه شده، ازدحام و باز ماندن درها می‌تواند کارایی این سامانه‌ها را کاهش دهد.

● **اشار آسب‌پذیر**
کودکان، سالمندان و افراد دارای محدودیت‌های جسمی یا ذهنی در روند تخلیه با مشکلات ویژه‌ای روبه‌رو هستند. بسیاری از آن‌ها توانایی حرکت سریع در پله‌های طولانی را ندارند و به کمک دیگران نیازمندند.
تجربه حوادث گذشته نشان داده است که نبود برنامه‌ریزی ویژه برای این گروه‌ها، مانند پیش‌بینی پناهگاه‌های امن

ماهیت ساختمان‌های بلندمرتبه - شامل ارتفاع زیاد، محدودیت دسترسی نیروهای امدادی، تراکم بالای جمعیت، وجود افراد کم‌توان جسمی و سالمندان، و پیچیدگی سیستم‌های سازه‌ای - شرایطی متفاوت با سایر ساختمان‌ها ایجاد می‌کند. در چنین شرایطی، طراحی، برنامه‌ریزی و اجرای راهکارهای جامع برای تخلیه اضطراری، نقشی حیاتی در کاهش خسارات و حفظ جان ساکنین دارد. از این‌رو، بررسی دقیق چالش‌های تخلیه در ساختمان‌های بلندمرتبه و شناسایی راهکارهای کارآمد، می‌تواند گام مهمی در ارتقای سطح ایمنی شهری و بهبود مدیریت بحران در زمان وقوع حریق باشد.

وضعیت فعلی و چالش‌ها
● **تراکم جمعیت و ظرفیت محدود راه‌های خروج**
در ساختمان‌های بلندمرتبه، جمعیت زیاد و نسبت کم راه‌های خروج، منجر به ازدحام در معابر فرار می‌شود. پله‌های اضطراری این ساختمان‌ها تنها می‌توانند شمار محدودی از افراد را در مدت زمان کوتاه تخلیه کنند. هرچند ظرفیت راهپله‌ها به عرض آن‌ها بستگی دارد، اما در عمل، تراکم بالای ساکنان باعث گره خوردن افراد در خروجی‌ها و افزایش چشمگیر زمان تخلیه می‌شود.

چالش‌های تخلیه ساکنین ساختمان‌های بلندمرتبه، در زمان وقوع حریق

در دهه‌های اخیر، رشد شهرنشینی و افزایش تراکم جمعیت در کلان‌شهرها، منجر به توسعه و گسترش ساختمان‌های بلندمرتبه شده است. این ساختمان‌ها اگرچه بهینه‌سازی فضا و پاسخ به نیازهای مسکن و تجاری را امکان‌پذیر می‌سازند، اما در زمان وقوع حریق با چالش‌های جدی و پیچیده‌ای در زمینه ایمنی و تخلیه ساکنین مواجه‌اند.
حوادث تلخی همچون آتش‌سوزی برج گرنفل در لندن (۲۰۱۷) و حادثه پلاسکو در تهران (۱۳۹۵) نشان دادند که ناتوانی در مدیریت مؤثر فرایند تخلیه، می‌تواند تلفات انسانی گسترده‌ای به همراه داشته باشد. این مقاله را بخوانید:



■ **مرجان بدری**
مدرس دانشگاه و
پژوهشگر حوزه HSE
dr.m.badri.hse@gmail.com



■ **محمدرضا متین نصر**
مسئول ایمنی و آتش‌نشانی
شرکت ایران رول
maten.nasr@yahoo.com



● NFPA 92 (Smoke Control Systems)

استاندارد NFPA 92 الزامات طراحی، نصب، آزمایش و نگهداری سیستم‌های کنترل دود در ساختمان‌ها را تعیین می‌کند.

این سند موضوعاتی از جمله موقعیت‌دهی دریچه‌های دود، استفاده از موانع و پرده‌های دود، فن‌ها و دمپرهای مکانیکی، و روش‌های تست عملکرد سامانه‌های تهویه و فشار مثبت راه‌پله را شامل می‌شود.

هدف اصلی NFPA 92، حفظ پاک‌ی مسیرهای خروج و جلوگیری از مسدود شدن آن‌ها توسط دود در شرایط حریق است.

● BS 9999 (Code of practice for fire safety)

BS 9999 یک استاندارد بریتانیایی است که توصیه‌هایی برای طراحی، مدیریت و بهره‌برداری ایمنی حریق ساختمان‌ها ارائه می‌دهد. این کد بر اساس تحلیل ریسک عمل کرده و انعطاف‌پذیری بالایی در انتخاب معیارهای ایمنی متناسب با پروژه فراهم می‌آورد.

BS 9999 موضوعاتی مانند مدیریت حریق، برنامه‌ریزی تخلیه و هماهنگی با سایر سیستم‌های حفاظت حریق را در نظر گرفته و به اصول مهندسی ایمنی حریق استناد می‌کند.

● مقررات ملی ساختمان ایران

● مبحث ۳ (حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق):

این مبحث شامل ضوابط کلی حفاظت در برابر آتش در ساختمان‌ها است. دستورالعمل‌های آن به موضوعاتی مانند دسته‌بندی کاربری‌ها بر اساس سطح خطر، مقاومت مصالح در برابر حریق، طراحی سامانه‌های اعلام و اطفاء حریق، تعداد و عرض مناسب خروجی‌ها، فاصله مجاز تا راه خروج، و روشنایی اضطراری می‌پردازد.

مبحث سوم مقررات ملی ساختمان به‌طور مستقیم از استانداردهای بین‌المللی به‌ویژه NFPA 101 الهام گرفته و معیارهای آن با شرایط بومی تطبیق داده شده است.

● مبحث ۲۱ (پدافند غیرعامل):

این مبحث بر اقدامات غیرمسلحانه برای کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت تمرکز دارد. برای ساختمان‌های بلندمرتبه، ضوابطی مانند وجود حداقل دو ورودی مجزا، عرض کافی پله‌ها (حداقل ۱.۵ متر)، و جانمایی فضاهای امن یا جان‌پناه‌ها در هر طبقه پیش‌بینی شده است. چنین تمهیداتی ضمن افزایش مقاومت کلی ساختمان، امکان تخلیه ایمن ساکنان را نیز فراهم می‌سازد.

ساکنان و نیروهای امدادی می‌توانند موجب بروز خطاهای حیاتی شود؛ برای نمونه، قفل بودن درهای اضطراری یا نبود اطلاع‌رسانی صحیح در چند حادثه گذشته به افزایش تلفات منجر شده است. ایجاد سیستم فرماندهی مشخص و آموزش مدیریت بحران برای مدیران ساختمان‌ها، از الزامات کلیدی در این زمینه به شمار می‌رود.

الزامات و استانداردها

استانداردهای بین‌المللی معتبر

● NFPA 101 (Life Safety Code)

استاندارد ایمنی جان NFPA 101 مجموعه‌ای جامع از دستورالعمل‌ها و الزامات برای طراحی ساختمان‌ها است که هدف آن تضمین ایمنی ساکنان در برابر حریق است. این کد شامل مقرراتی برای نحوه جانمایی، تعداد و ظرفیت مسیرهای خروج اضطراری، کنترل سیستم‌های اعلام و اطفاء حریق، و امکانات پشتیبان‌رسانی (مانند روشنایی اضطراری و تابلوهای خروج) است تا خروج سریع و ایمن افراد را ممکن سازد.

به‌طور ویژه، NFPA 101 الزاماتی در زمینه سیستم‌های اعلام حریق، روشنایی اضطراری، اسپرینکلرها، تجهیزات کنترل دود و برنامه‌ریزی تخلیه اضطراری (از جمله افراد دارای معلولیت) دارد.

یا تجهیزات جابه‌جایی اضطراری، می‌تواند به تلفات انسانی منجر شود. در برخی موارد نیز بی‌توجهی به شرایط افراد کم‌توان باعث شد آن‌ها در طبقات فوقانی گرفتار شوند و امکان خروج نداشته باشند.

● کمبود آموزش و مانورهای تخلیه

بخش زیادی از ساکنان برج‌ها با اصول اولیه تخلیه اضطراری آشنایی ندارند. نبود آموزش کافی و عدم برگزاری مانورهای دوره‌ای موجب می‌شود ساکنان در زمان بحران دچار سردرگمی شوند، تصمیم‌های نادرست بگیرند و حرکت جمعیت در مسیرهای خروج مختل شود.

تحقیقات نشان داده است تمرین منظم تخلیه می‌تواند زمان واکنش ساکنان را کاهش داده و از ایجاد گلوگاه‌های خطرناک جلوگیری کند، اما در بسیاری از ساختمان‌ها این موضوع نادیده گرفته می‌شود.

● مدیریت بحران و هماهنگی با نیروهای امدادی

عملیات امداد در ساختمان‌های بلند بسیار دشوار است. دسترسی نیروهای آتش‌نشانی به طبقات بالا زمان‌بر بوده و محدودیت تجهیزات، کارایی عملیات را کاهش می‌دهد.

علاوه بر این، نبود هماهنگی میان مدیریت ساختمان،



ساختمان‌های بسیار بلند گاهی چند زون جداگانه فشار مثبت ایجاد می‌شود و هر زون بین دو طبقه پناهگاهی (Zone) تقسیم شده تا تغییرات فشار جوی بر عملکرد سیستم تأثیر نگذارد و همواره شرایط مطلوب برای باز کردن درها حفظ شود.

فناوری‌ها و راهکارهای مدیریتی

● سامانه‌های هشدار و هدایت هوشمند تخلیه:

فناوری‌های نوین، ارائه اطلاعات مسیر فرار را تسهیل کرده‌اند. چراغ‌های راهنمای LED تعبیه‌شده در کف راهرو یا دستگیره‌ها با نورپردازی رنگی مسیر امن را نشان می‌دهند و به‌ویژه در شرایط کم‌نور یا دود زیاد کارایی دارند. همچنین اعلان‌های صوتی خودکار (به چند زبان مورد نیاز) می‌توانند ساکنان را به محض کشف حریق از طریق بلندگوها راهنمایی کنند.

امروزه سیستم‌های تلفیقی وجود دارد که با دریافت سیگنال حریق مسیر خروج را به صورت دینامیک تغییر داده و توسط اپلیکیشن‌های موبایل اطلاعات مسیر مناسب را به گوشی‌های همراه ساکنان می‌فرستد؛ بدین ترتیب هر شخص بر اساس موقعیت خود به بهترین مسیر هدایت می‌شود.

نمونه‌ای از این فناوری‌ها، برنامه‌های تلفن همراه است

بلند (بالای حدود ۱۲۸ متر) حداقل یک آسانسور ویژه تخلیه پیش‌بینی می‌شود. به‌عنوان نمونه، در تعدادی از آسمان‌خراش‌های مدرن ژاپن و آمریکا از چنین آسانسورهای مقاومی استفاده شده است تا تخلیه امن و سریع‌تری برای ساکنان فراهم گردد.

● سیستم‌های کنترل دود و فشار مثبت در راهپله:

برای جلوگیری از ورود دود به پله‌ها، از سامانه‌های خودکار دودبند و فشار مثبت استفاده می‌شود. در این سیستم‌ها با دمش هوا به داخل راهپله مقدار کمی فشار مثبت ایجاد می‌شود تا فضای داخل پله‌ها همواره بدون دود باقی بماند. مثلاً در برخی ساختمان‌های بلندآسمان (مانند یکی از برج‌های اداری دوسلدورف آلمان) از فناوری پیشرفته RDA (فشار مثبت دود) استفاده شده است؛ این سامانه‌ها به‌طور خودکار فشار راهپله و محوطه ورودی آسانسور آتش‌نشانی را تنظیم می‌کنند تا دود به بیرون هدایت شده و مسیرهای فرار پاکیزه بمانند.

در طراحی این سیستم‌ها معمولاً فشار بیشینه حدود ۴۰-۵۰ پاسکال در نظر گرفته می‌شود (تا نیروی لازم برای بازکردن درها از حد مجاز فراتر نرود) و جریان هوا باید چنان باشد که دود در طبقه حادثه کنترل شده بماند. در



قرار می‌گیرند. بر اساس مقررات، این محفظه‌ها باید خود به شکل ایمن مهندسی شده باشند تا از نفوذ دود جلوگیری کند. سیستم‌های تهویه دود می‌توانند در بالای راهپله یا در ورودی طبقات قرار گیرند تا در صورت وقوع حریق، هوای آلوده را به بیرون هدایت کرده و هوای تازه از بیرون تأمین شود.

به‌عنوان مثال، استفاده از دریچه‌های مکانیکی یا خروجی‌های دود در طبقه حریق و دمنده‌های هوای تازه در محل راهپله، مسیر فرار را پاکیزه نگه می‌دارند.

● آسانسورهای تخلیه مقاوم در برابر حریق:

فناوری‌های جدید امکان پیش‌بینی آسانسورهای خاص برای تخلیه را فراهم کرده‌اند. این آسانسورها در شرایط آتش نیز فعال می‌مانند و معمولاً به ویژگی‌های خاصی مجهزند: کانال و کابین با محافظت حریق حداقل دو ساعته، سیستم تأمین نیروی برق اضطراری، ارتباط صوتی دوطرفه با مرکز فرمان آتش‌نشانی، روشنایی اضطراری و سیستم‌های کنترل هوای داخل درب آسانسور. معمولاً این آسانسورها برای استفاده افراد دارای محدودیت حرکتی یا مصدومان طراحی می‌شوند.

بر اساس ضوابط برخی کشورها (مانند ویرایش‌های جدید مقررات ساختمانی آمریکا)، در ساختمان‌های بسیار

راهکارها و فناوری‌های نوین

برای ارتقای ایمنی تخلیه اضطراری در ساختمان‌های بلندمرتبه، هم‌افزایی بین طراحی فنی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین لازم است. در ادامه، راهکارهای اجرایی مرتبط با طراحی سازه و سیستم‌های هوشمند مدیریت تخلیه ارائه می‌شود.

راهکارهای فنی طراحی برای بهبود تخلیه اضطراری

● پله‌های اضطراری عریض و مقاوم در برابر دود:

پهنای کافی و تعداد مناسب راهپله‌ها سرعت خروج ساکنان را افزایش می‌دهد. به‌طور معمول در ضوابط بین‌المللی عرض هر پله اضطراری حداقل حدود ۱/۱ متر در نظر گرفته می‌شود تا افراد به‌راحتی و با کمترین ازدحام فرار کنند.

دیواره‌ها و درهای راهپله باید از مصالح مقاوم در برابر آتش باشند و هیچ درگاه مستقیمی به سایر فضاها نداشته باشند تا ورود دود به حداقل برسد. در طراحی، ترجیح بر ایجاد مسیر فرار مستقیمی است که تا محل امن بیرونی ادامه داشته باشد.

● جداسازی دود و تهویه مناسب:

راهپله‌ها معمولاً در محفظه‌های دودبند (Smokeproof enclosure)

ARCHITECTURAL PLANNING OF HIGH-RISE BUILDING WITH RESPECT TO FIRE SAFETY



**FIRE-RESISTANT
MATERIALS**



**EXTERNAL
STAIRCASES**



**STAIRCASES
& ELEVATORS**



**EMERGENCY
EXITS**

از یک سو، به‌روزرسانی ضوابط و استانداردهای ساختمانی با تاکید بر نصب سیستم‌های فعال اطفاء حریق اتوماتیک (مانند اسپرینکلرها) و کنترل دود (مانند فشار مثبت پلکان و فن‌های تهویه اضطراری) بسیار ضروری است. به‌طوری‌که کدهای فعلی ویژگی‌هایی از قبیل مقاوم‌سازی آتش‌سوزی، پوشش‌های نسوز، سیستم‌های اعلام و اطفاء خودکار، تقسیم‌بندی ضد حریق (آتش‌بندها) و چندین مسیر خروج مستقل را برای ساختمان‌های بلند پیش‌بینی کرده‌اند.

از سوی دیگر، برگزاری دوره‌های آموزشی و مانورهای مرتب برای کارکنان آتش‌نشانی و ساکنان اهمیت دارد؛ آتش‌نشانان باید مهارت‌های ویژه عملیات در ارتفاع و حمل تجهیزات سنگین را فراگیرند و ساکنان نیز با راه‌های خروج و دستگاه‌های ایمنی آشنا شوند.

همچنین کاربرد ابزارهای نوین می‌تواند کارایی را افزایش دهد: به‌عنوان مثال، شبیه‌سازی کامپیوتری آتش و تخلیه این امکان را می‌دهد که قبل از اجرا، طرح‌های ساختمانی و مسیرهای خروج بهینه‌سازی شوند.

به‌طور کلی، ترکیب سیستم‌های حفاظتی فعال و غیرفعال، آموزش منظم و تحلیل مهندسی پیشرفته می‌تواند ریسک تخلیه در ساختمان‌های بلندمرتبه را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهد.

افزایش می‌دهد. همچنین انتشار سریع دود به‌دلیل اثر دودکشی (صعود دود بر اثر حرارت) می‌تواند مسیرهای خروج را پر کند و بدون کنترل مناسب، تخلیه را فلج نماید.

از سوی دیگر افراد آسیب‌پذیر (مانند سالمندان، معلولان حرکتی و بیماران مزمن) به‌دلیل ناتوانی در استفاده از پله‌ها، در معرض خطر بسیار بیشتری قرار می‌گیرند. علاوه بر این، کمبود آموزش و تمرین منظم ساختمان و ساکنان باعث می‌شود که افراد در مواجهه با حریق سردرگم شوند.

مطالعات یادآور می‌شوند که اجرای مستمر مانورهای تخلیه کمک می‌کند ساکنان مسیرهای فرار و نقاط تجمع را بشناسند و واکنش بهتری نشان دهند. در نهایت، ضعف مدیریتی (نظیر فقدان مدیریت بحران هماهنگ و اجرای ناقص مقررات ایمنی) نیز موجب می‌شود بسیاری از طرح‌ها و تجهیزات پیش‌بینی‌شده در عمل کارایی لازم را نداشته باشند.

اهمیت طراحی صحیح، آموزش مداوم و فناوری

برای غلبه بر این چالش‌ها، طراحی مهندسی مناسب، آموزش مستمر و بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته حیاتی است.



تدوین کرد. به‌عنوان مثال، افراد دارای محدودیت حرکتی می‌توانند بر اساس سناریو از آسانسور تخلیه یا از صندلی اضطراری حمل در پله بهره بگیرند. مدیر ساختمان می‌تواند مسئولانی را برای کمک به طبقات مشخص کند و یا افراد آسیب‌دیده را در هنگام وقوع حادثه در طبقه مشخصی (مانند طبقه پناهگاهی) جمع کند تا به کمک آتش‌نشانان منتقل شوند.

آموزش «برنامه تخلیه شخصی» به هر خانواده و تهیه بروشور و نقشه مسیر فرار در دسترس افراد، باعث افزایش آگاهی و کاهش استرس هنگام حادثه می‌شود. این مجموعه راهکارها، در ترکیب با نظارت فنی مستمر و رعایت استانداردها، می‌تواند ایمنی تخلیه اضطراری در برج‌های مسکونی و اداری را به نحو چشمگیری ارتقا دهد و خسارات ناشی از حریق را به حداقل برساند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

خلاصه چالش‌های اصلی

پژوهش حاضر نشان داد که تراکم جمعیت بالا در ساختمان‌های بلندمرتبه سبب ازدحام در مسیرهای فرار و طولانی شدن زمان خروج می‌شود؛ بررسی‌ها نشان می‌دهند افزایش تعداد ساکنان و ترافیک عمودی، طرح تخلیه را پیچیده کرده و خطر بروز گلوگاه‌های ترافیکی را

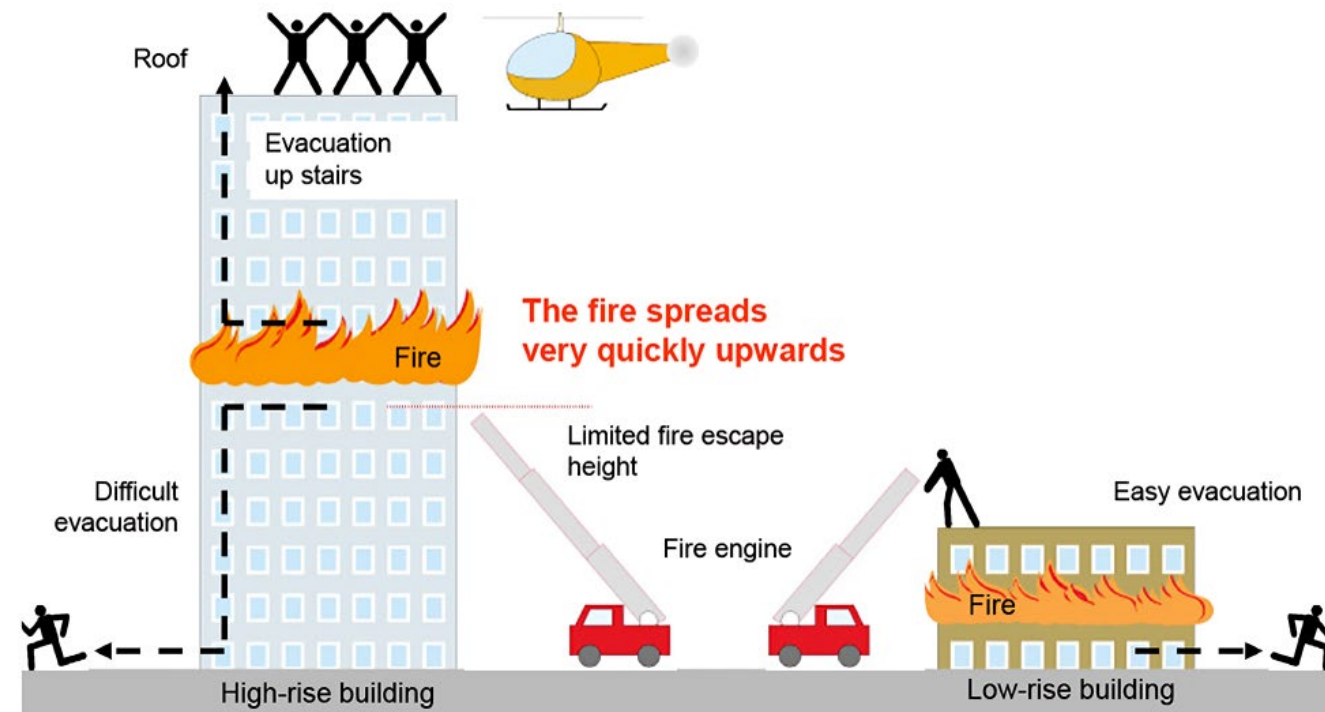
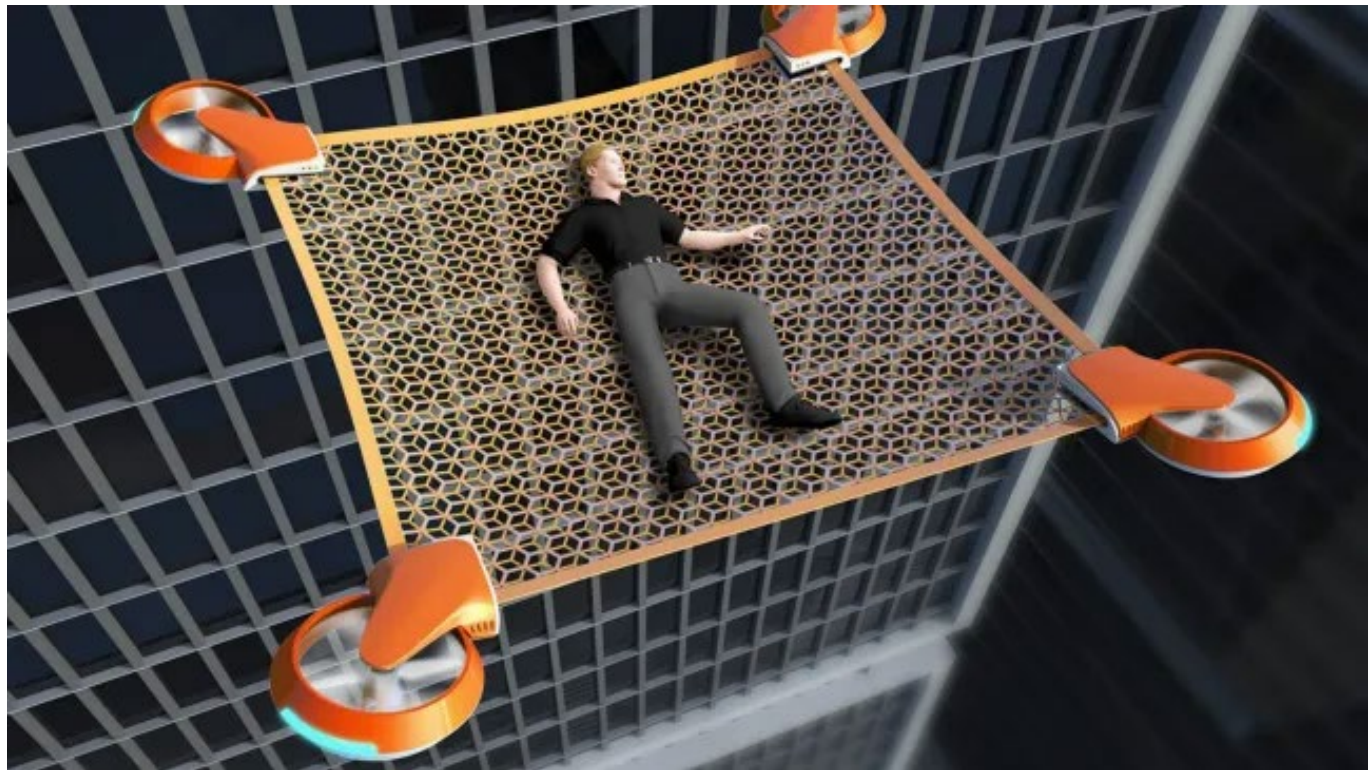
که با استفاده از دکل‌های بلوتوث یا جی‌پی‌اس درون ساختمان و حسگرهای دود و دما، مسیریابی صوتی و تصویری انجام می‌دهند تا مسافت تخلیه و مواجهه با دود به حداقل برسد.

آموزش ساکنین و مانورهای تخلیه:

بعد از تجهیز فنی، عامل انسانی نقش کلیدی در خروج ایمن دارد. برگزاری دوره‌های آموزشی مستمر برای تمامی ساکنان (در هنگام تحویل واحد یا سالانه) ضروری است. این آموزش‌ها شامل آشنایی با موقعیت‌های خاموشی برق اضطراری، محل پناهگاه‌ها و مسیرهای جایگزین، و نحوه واکنش صحیح در مواجهه با حریق می‌باشد. همچنین اجرای مانورهای اطفاء و تخلیه اضطراری به‌صورت برنامه‌ریزی‌شده (با حضور نیروهای آتش‌نشانی) باعث می‌شود ساکنان در شرایط اضطراری دچار سردرگمی نشوند. در این مانورها باید شرایط مختلف (روز، شب، تراکم ساکنان) شبیه‌سازی شده و روش‌های ارتباط اضطراری آزموده شود.

برنامه‌ریزی تخلیه ویژه برای افراد آسیب‌پذیر:

در مراکز مسکونی بلندمرتبه باید برای سالمندان، معلولین جسمی، بیماران و کودکان برنامه‌های تخلیه اختصاصی



و اعلام حریق تمام‌وقت از الزامات مهم است. ناظران فنی باید مراحل نصب تجهیزات ایمنی را بازدید کنند و از عملکرد درست آن‌ها (مثلاً هیدرانت‌ها، ژنراتور اضطراری و روشنایی پله) پیش از بهره‌برداری اطمینان حاصل نمایند.

● مدیران و ساکنان ساختمان‌های بلندمرتبه:

بالا بردن آمادگی و مشارکت فعال در ایمنی. مدیریت ساختمان باید برنامه‌ای منظم برای آموزش ساکنان تنظیم کند: برگزاری دوره‌های توجیهی و مانورهای سالیانه تخلیه کمک می‌کند تا همه با نقاط تجمع، مسیرهای خروج و روش استفاده از تجهیزات آتش‌نشانی (کپسول، شیرفلکه آب و...) آشنا شوند.

همچنین تعیین کادر نجات (آتش‌بان) در هر طبقه برای هدایت تخلیه و کمک به افراد آسیب‌دیده الزامی است. ساکنان خود نیز باید مطابق توصیه‌های ایمنی «همیشه با سیستم‌های اعلام و راه‌های خروج آشنا بوده، مسیر فرار خود را تمرین کنند و از مسدود نکردن درب‌های فرار اطمینان یابند». حفظ مسیرهای خروج کاملاً باز، گزارش فوری معیوب بودن تجهیزات ایمنی و همدلی در یاری به افراد سالخورده یا ناتوان از دیگر اقدامات ضروری است. با اجرای این برنامه‌ها و رعایت اصول ایمنی در زندگی روزمره، می‌توان آمادگی لازم را برای مواجهه با شرایط اضطراری فراهم نمود.

آتش‌نشانی از چیدمان داخلی و امکانات ساختمان اطلاع کامل داشته باشد.

افزون بر این، نصب تابلوهای اطلاعات محل (PIP) روی نما یا در لابی ساختمان‌های بلندمرتبه ضرورت دارد؛ این تابلوها حاوی نقشه و اطلاعات ایمنی ساختمان هستند و به آتش‌نشانی کمک می‌کنند طراحی و مسیرهای خطرناک ساختمان را سریعاً بشناسند.

آتش‌نشانی همچنین می‌تواند در برگزاری مانورهای مشترک با مدیران و ساکنان مشارکت نموده و آموزش‌های آگاهی‌بخش را به گروه‌های مختلف ارائه دهد.

● مهندسان طراح و ناظران ساختمان:

رعایت دقیق الزامات ایمنی در فاز طراحی و ساخت. مهندسان باید با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی آتش، اثرات احتمالی حریق و جریان تخلیه را پیش‌بینی کرده و بر اساس آن طراحی سازه را بهینه کنند. طراحی پله‌ها و آسانسورهای فرار باید به‌گونه‌ای باشد که پهنای کافی و مقاومت نسوز لازم را داشته باشند و در صورت امکان آسانسور اختصاصی آتش‌نشانی پیش‌بینی شود (تا افراد آسیب‌پذیر و تیم‌های امداد بتوانند با آن تخلیه یا صعود کنند). اعمال استانداردهای دقیق فایروال‌بندی (دیوارها و درهای ضد حریق)، تعبیه پناهگاه‌های موقت در فواصل منظم و اطمینان از وجود سیستم‌های اسپرینکلر

پیشنهادهای کاربردی

● شهرداری و مراجع صدور پروانه:

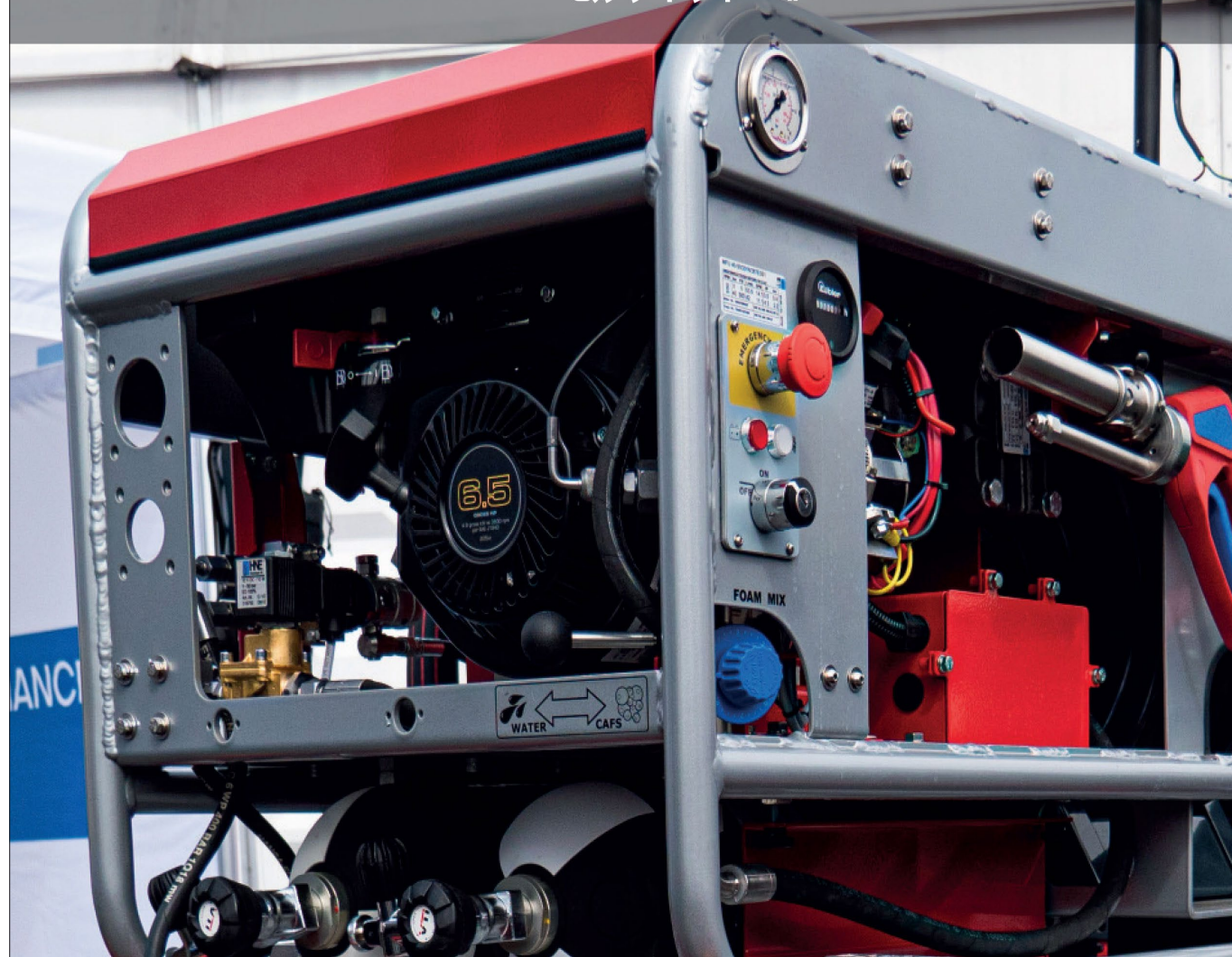
به‌روزرسانی ضوابط طراحی ساختمان‌های بلندمرتبه و نظارت سختگیرانه بر اجرای آن‌ها. به‌ویژه الزام نصب سیستم اسپرینکلر، سیستم‌های کنترل دود (مانند فن‌های تهویه اضطراری و فشار مثبت پلکان) و ارتقاء راه‌های فرار (پله‌های ضد حریق با عرض کافی، نورپردازی اضطراری و تابلوهای روشن) ضروری است. انجام بازدیدهای دوره‌ای ایمنی و تمدید مجوز مشروط به تامین موارد حفاظتی، به انطباق ساختمان‌های قدیمی با استانداردها کمک می‌کند. همچنین شهرداری می‌تواند کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی فنی برای مهندسان محلی و مجریان ساخت برگزار نماید تا ضوابط جدید در عمل به‌درستی پیاده شود.

● سازمان آتش‌نشانی:

تقویت مهارت‌ها و تجهیزات ویژه عملیات در ساختمان‌های مرتفع. این سازمان باید دوره‌های آموزشی اختصاصی (مانند صعود طولانی از پله و کار با تجهیزات حمل شخص) را برای آتش‌نشانان برگزار کند و ضمن تهیه پمپ‌ها و فن‌های پرفشار مناسب، رده‌های نجات برای مناطق مرتفع را تجهیز نماید.

تهیه «طرح پیش‌آتش» (Pre-Plan) برای هر ساختمان بلندمرتبه و به‌روزرسانی مداوم آن‌ها تضمین می‌کند که

سیستم فوم موتوری MFU Barracuda



- قابل نصب روی خودرو های کوچک مانند ATVs , Transporter
- قابلیت تولید فوم مایع سنگین HiPRESS و فوم خشک چسبنده HiCAFS
- قابلیت کارکرد با انواع فوم و افزایش ۱ به ۱۲ (۲۰۰ لیتر آب قابل افزایش به ۲۴۰۰ لیتر آب و فوم)
- فشار کاری ۴۰ بار با طول پرتاب ۱۹ متر
- مجهز به سیلندر های هوای فشرده ۶/۸ لیتری ۳۰۰ بار از جنس CFRP
- مناسب برای اطفاء جنگل ها
- بدون نیاز به نیروی بیرونی یا ژنراتور
- قابلیت جابجایی سریع با لیفتراک
- قابل استفاده با مخازن در سایز های مختلف

جهت خاموش کردن گروه های



ویدئو رو تماشا کنید



فقط با استفاده از آب
در حالت اسپری

آگاهان انرژی آسیا
AGAHAH ENERGY ASIA

HNE MFU Barracuda

مشخصات فنی

سیلندر عامل فشار CAFS	هوای فشرده ۳۰۰ بار با حجم ۶/۸ لیتر
قدرت پمپ	۵۰ لیتر در دقیقه در فشار ۴۰ بار
طول پرتاب آب	تا ۱۹ متر
طول پرتاب CAFS	تا ۱۵ متر
ارتفاع مکش	۲ متر
خروجی آب	۴۸ لیتر در دقیقه
خروجی آب / فوم در حالت CAFS	۳۰۰ لیتر در دقیقه
درجه حرارت کارکرد	۲۵- تا ۶۰ درجه به کمک فوم ضد یخ زدگی
حجم مخزن فوم	۱۰ لیتر
حجم مخزن بنزین	۴ لیتر
میزان توسعه فوم	۱ به ۱۲
راه اندازی	استارتر برقی
وزن آماده به کار	۱۲۰ کیلو
باتری	۱۲ ولت (بدون نیاز به نگهداری)
ابعاد : طول * عرض * ارتفاع	۹۸*۵۶*۵۹۰ میلی متر
هوزریل	۳۰ متری

قابل نصب روی

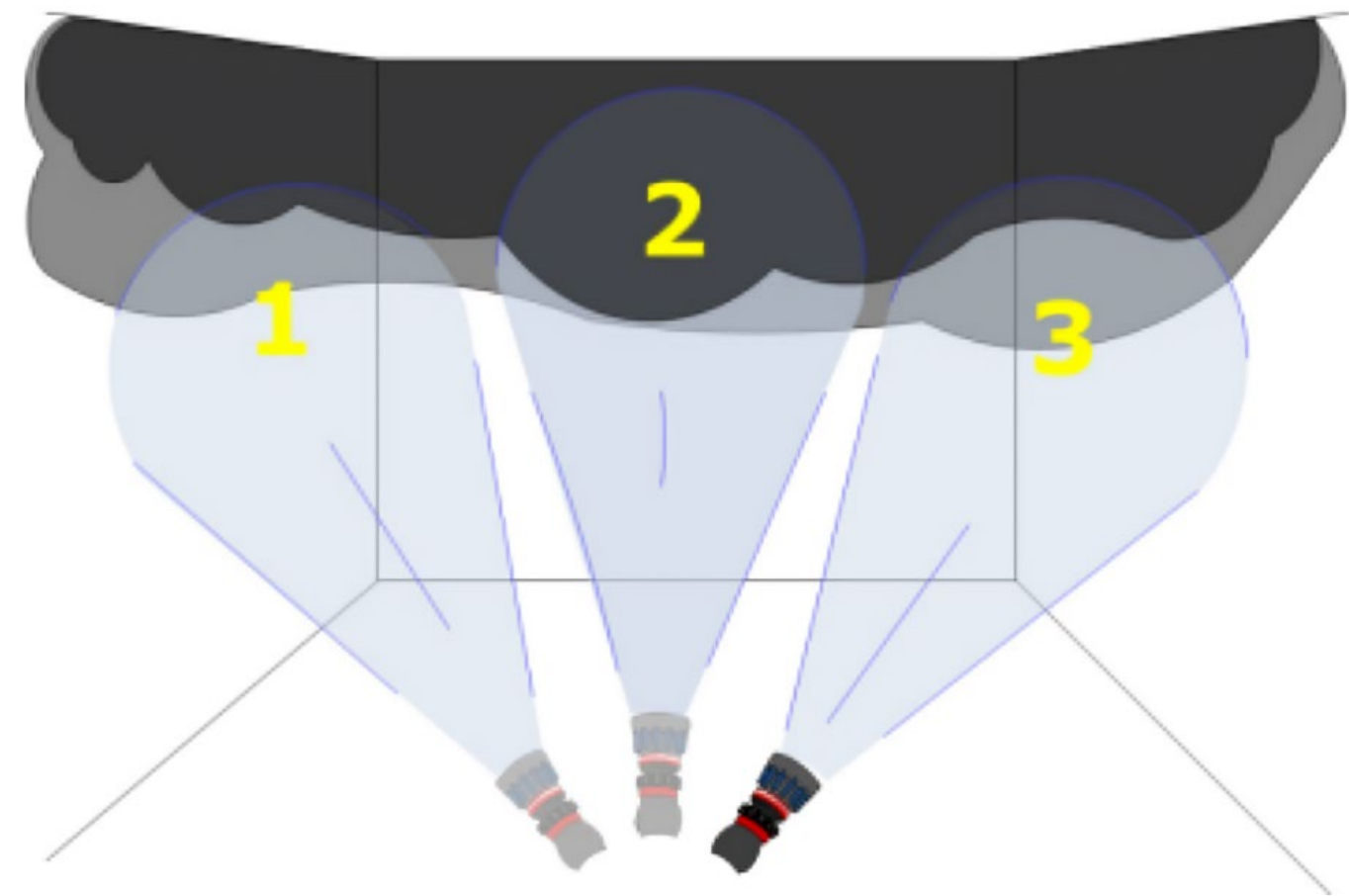


Amphibious

Water Tender

Small trailer

IV www.hne.ag



اثرات مستقیم و غیرقابل‌انتظار پاشش آب در لایه گازی بسیار داغ
مطالعات میدانی و آزمایشگاهی (از جمله گزارش‌های UL/FSRI) نشان داده‌اند که تبدیل ناگهانی آب به بخار در لایه‌های خیلی داغ می‌تواند منجر به: (الف) تولید مقدار زیادی بخار و افزایش فشار/جابجایی گازها، (ب) تغییر الگوهای جریان و انداختن گازهای داغ به پایین به سمت نیروی عملیاتی، و (ج) در برخی شرایط تشدید رفتار آتش یا تسریع رسیدن به Flashover شود. نکته کلیدی این است که «مقدار، الگو و مدت» پاشش آب اهمیت دارد.

نوع نازل و الگوی جریان (مه‌پاش در مقابل جریان مستقیم)
جریان‌های مه‌پاش (Fog) در فضاهای بسته، به‌ویژه اگر به‌صورت پهن و مداوم اعمال شوند، هوا را بیشتر به هم زده و هوای تازه (یا اکسیدان) را وارد لایه بالای شعله می‌کنند؛ در مقابل، جریان‌ات مستقیم متمرکز (Smooth-Bore یا Straight Stream) هوای کمتری به هم می‌زنند و کارایی متفاوتی در خنک‌سازی و کنترل گازها دارند. مطالعات UL/FSRI میزان بادگیری (Air Entrainment) را برای انواع جریان اندازه‌گیری کرده‌اند.

تغییر ترکیب مواد قابل‌اشتعال در فضای داخلی و معماری بازتر خانه‌ها باعث شده رفتار آتش مدرن سریع‌تر و پیچیده‌تر شود؛ پدیده‌هایی مثل Flashover (فلاش‌اور) و Backdraft از عوامل اصلی تلفات و خطر برای آتش‌نشانان‌اند. تکنیک‌های نوین مانند «3-D water-fog» یا Gas-Cooling با هدف خنک‌سازی لایه دودی بالای سقف (Hot Gas Layer) توسعه یافته‌اند، اما تحقیقات نشان می‌دهد که کاربرد این تکنیک‌ها باید تحت شرایط و روش‌های مشخص انجام شود تا جان تیم عملیاتی را به خطر نیندازد.

منابع کلیدی در این زمینه شامل مطالعات UL/FSRI، NIST و پژوهش‌های دانشگاهی‌اند.

دمای مرتبط با وقوع Flashover و دسته‌بندی حرارتی
بسیاری از مراجع فنی Flashover را با دمای لایه بالایی بین 500-600°C و افزایش سریع تا 1000°C در طی فلاش‌اور تعریف می‌کنند؛ بنابراین هنگامی‌که دمای لایه گازی به حدود 500-600°C نزدیک شود، خطر تکامل سریع به فلاش‌اور بالا است.

Fog/Gas-Cooling Techniques

کاربرد تکنیک مه‌پاش در عملیات آتش‌نشانی

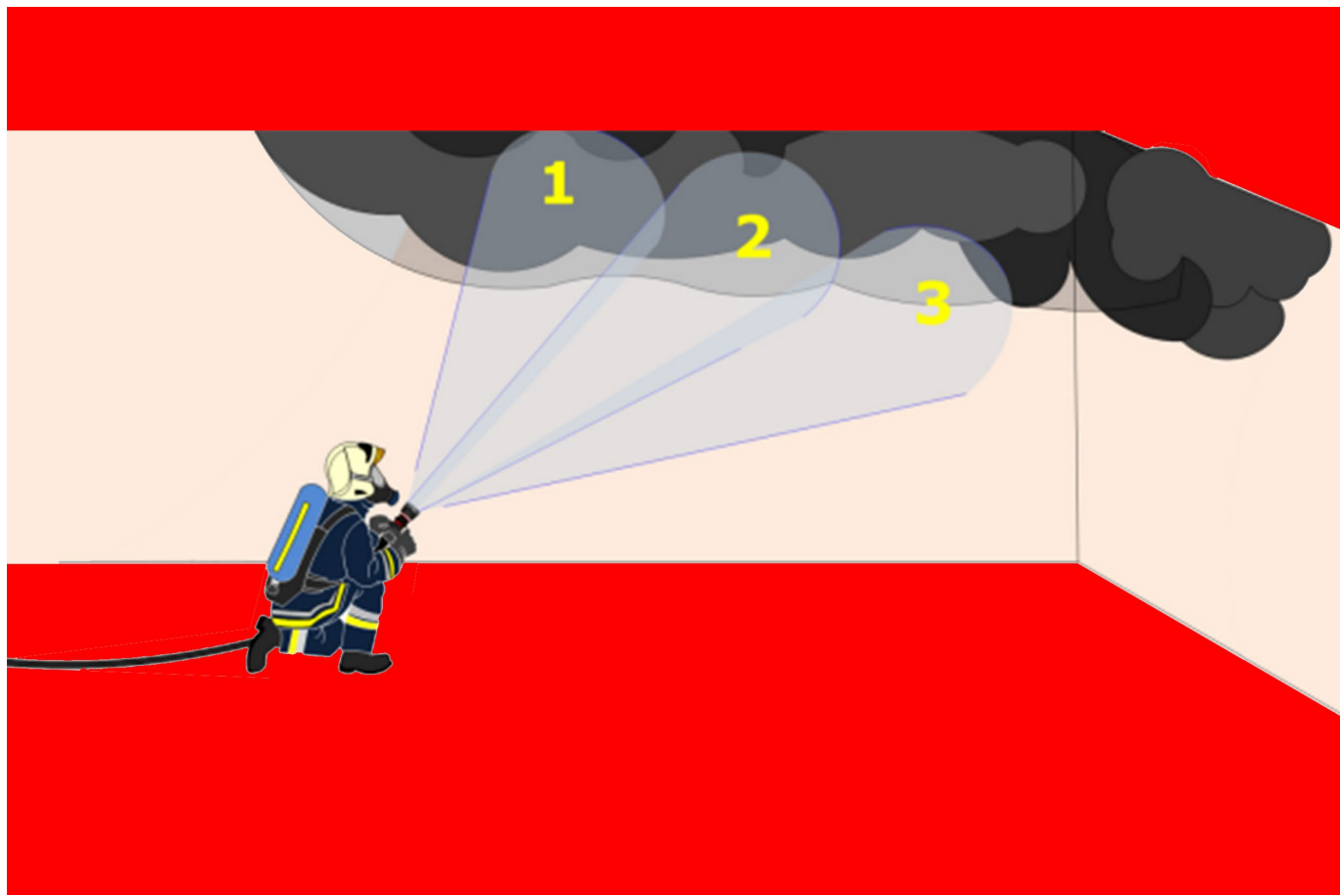
تکنیک Fog / Gas-Cooling یا همان مه‌پاشی برای خنک‌سازی گازها در عملیات آتش‌نشانی یکی از کلیدی‌ترین تاکتیک‌های مدرن نفوذ و کنترل شرایط بحرانی داخل سازه‌های در حال حریق است.

این روش بر پایه پاشش ذرات بسیار ریز آب در ستون‌های دود و لایه‌های گاز داغ عمل می‌کند و چند کاربرد مهم دارد:

کاهش دمای گازهای لایه بالا، ایجاد سپر حرارتی، افزایش دید و کاهش غلظت دود، کنترل مسیر گسترش آتش، حفاظت از تیم نفوذ و همچنین کاربرد ویژه در فضاهای بسته مثل تونل‌ها، کشتی‌ها، ساختمان‌های بلند و محیط‌های صنعتی بسته که تبادل هوای کمی دارند. آتش‌نشانان جهان امروزه بیشترین بهره را از این تکنیک می‌برند. بخوانید:



rahim.eslam43@gmail.com



مثال عملی:

آیا با تکنیک مه‌پاش می‌توان وارد منزل حریق‌زده ۹۰ متر مربعی شده و اقدام به عملیات کرد؟

معمولاً خیر. ورود با «مه‌پاش پهن و مداوم» به آتش بسته و با لایه داغ، خطرناک است. برای منزل ۹۰ مترمربع (معمولاً دارای پلان باز یا اتاق‌های متصل)، توصیه علمی و عملی این است:

- پیش از ورود، از آستانه در یا از بیرون با پالس‌های کوتاه گازکولینگ، لایه بالایی را خنک کنید تا دما کاهش یابد. (میزان و مدت وابسته به نوع نازل و دبی آب)
- در صورت نیاز به عملیات داخلی، استفاده از جریان‌های مستقیم/Smooth-Bore یا ترکیب پالس‌های کوتاه مه‌پاش و جت مستقیم که در مطالعات FSRI و UL نشان داده‌اند آوانتیج دارند، ایمن‌تر است.

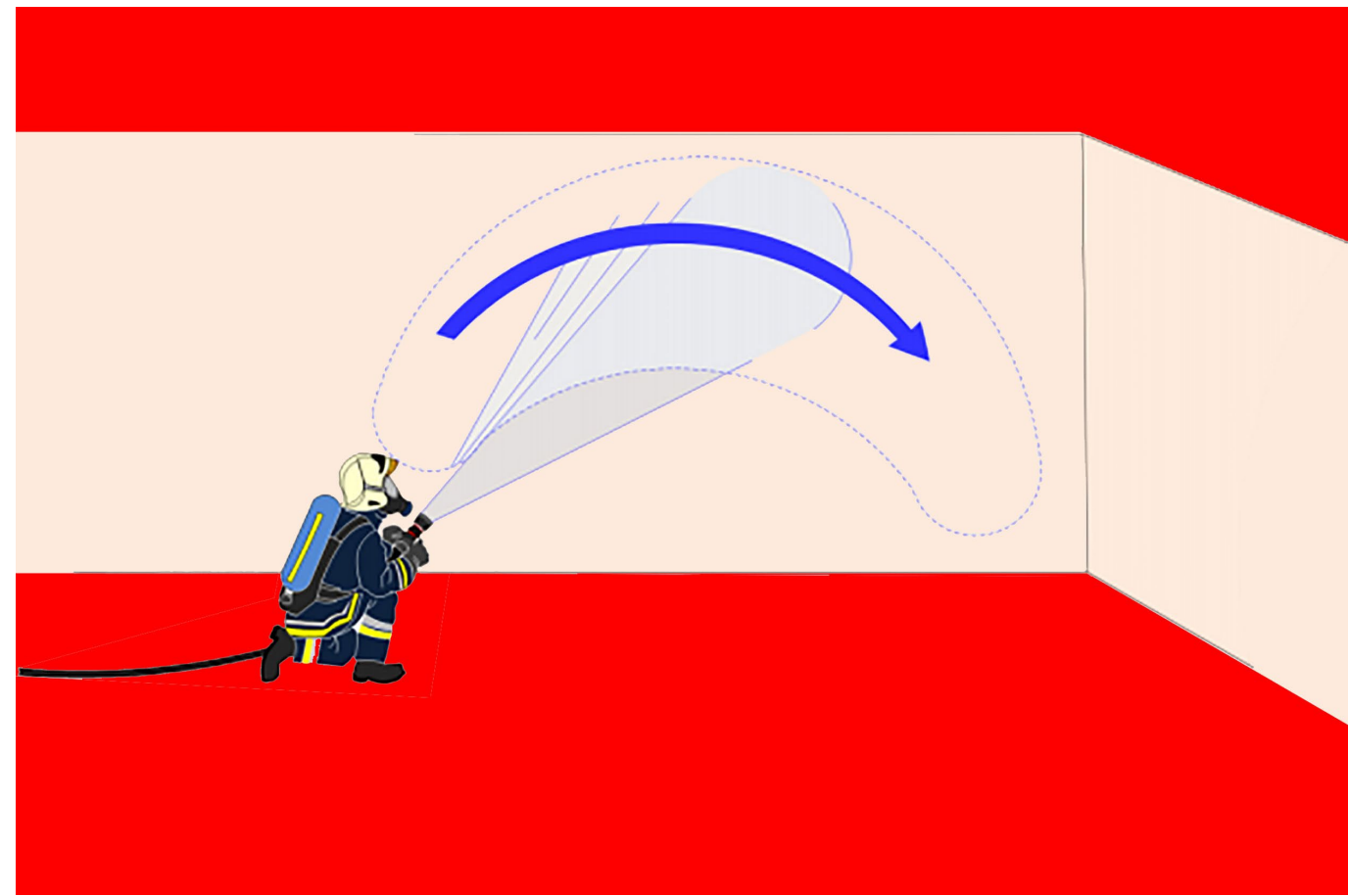
- اگر شرایط نشان‌دهنده رسیدن به مرز Flashover (دماهای لایه بالایی 600°C ، یا علائم تجربی مثل Rollover، سریع‌تر شدن رشد دما، شکستگی شیشه‌ها و صدای شبیه فشردگی هوا) است: خروج فوری و استفاده از مه‌پاش تنها برای پوشش یا تسهیل خروج (سپر) توصیه می‌شود؛ هرگونه تلاش برای «حضور طولانی در دل حریق» با مه‌پاش پهن ممکن است منجر به سوختگی ناشی از بخار یا گرفتارشدن شود.

ناخواسته، بسیار شدیدتر است. برای ایراد صدمات ناشی از بخار، خود دمای بخار (بالتر از 100°C) کافی است، ولی مسئله اصلی سرعت و مقدار بخار تولیدی در یک فضای بسته داغ است که می‌تواند شرایط را فاجعه‌بار کند.

موقعیت‌های قابل استفاده مه‌پاش به‌عنوان «سپر حفاظتی»

قبل از ورود، کنار دربِ هال وقتی Flashover در آستانه است (چراغ زدن/Flashover قریب‌الوقوع): روش مطمئن، گرفتن پالس‌های کوتاه مه‌پاش یا «فینگر پالس» از خارج درب یا آستانه درب برای خنک‌سازی لایه دودی بالای درب و کاهش دمای گازهاست تا امکان ورود موقت یا بازپس‌گیری فراهم شود. این کار باید همراه با رصد حرارتی (تِرَمال ایمیجینگ) و هماهنگی با تهویه انجام گیرد.

وقتی شعله از سقف یک متر وارد منزل شده (یعنی شعله‌ها در بالای فضای ورودی): در این حالت ورود مستقیم با مه‌پاش پهن خطرناک است؛ رویکرد ایمن‌تر اجرای Gas-Cooling از حد آستانه (Doorway) با پالس کوتاه و سپس بازپس‌گیری (Retreat) است – یعنی استفاده از مه‌پاش به‌عنوان سپر برای خروج از صحنه یا تغییر موضع، نه برای عملیات طولانی‌مدت در دل حریق.



گازهای بسیار داغ را مستقیماً به نیروهای عملیاتی وارد کند که هم از طریق تماس تشعشعی و هم از طریق سوزش بخار و گاز موجب صدمات حرارتی و کاهش زمان تحمل تجهیزات فردی می‌شود. گزارش‌های میدانی LODD غالباً به چنین پدیده‌هایی اشاره دارند.

امکان «برگشت شعله» از سقف یا دیوار به سمت نیروهای عملیاتی
اگر گازهای داغ و غنی از سوخت تحت شرایط بحرانی (تهویه نامناسب، ورود ناگهانی هوا، یا اعمال آب نامناسب) قرار گیرند، Ignition of the Gas Layer یا ورود هوا می‌تواند باعث Rapid Fire Progression (Flashover/Backdraft) و برگشت شعله به سمت نقطه ورود شود. این همان دلیلی است که تکنیک‌های گازکولینگ با پالس کوتاه و استفاده همزمان از تهویه کنترل‌شده توصیه می‌شوند.

دماهای خطرناک «مه‌پاش»

معیار دقیق دماهای خطرناک برای آتش‌نشانان به ترکیب گازی و عمق لایه بستگی دارد، ولی بصورت فنی: هنگامی‌که دمای لایه بالایی نزدیک یا بالاتر از دمای $500-600^{\circ}\text{C}$ باشد، احتمال خطر افزایش می‌یابد و باید احتیاط شدید به عمل آید. حتی در دماهای بالاتر از 600°C تبدیل آب به بخار و اثرات

موضع و تکنیک پالس‌های کوتاه (3-D) برای استفاده ایمن از مه‌پاش
شواهد تجربی (از جمله رویکردهای اروپایی و آزمایش‌های دانشگاهی) نشان می‌دهد که پالس‌های کوتاه مه‌پاش به سمت لایه دودی بالا (Gas Cooling) و نه پاشش مداوم، می‌تواند دمای لایه را کاهش دهد و احتمال وقوع Flashover را کم کند. این روش اغلب از خارج آستانه یا از درب اجرا می‌شود و نباید با تلاش برای «خاموش کردن شعله مرئی در دل اتاق» اشتباه گرفته شود.

خطرات استفاده از «سرلوله/مه‌پاش» در محیط بسته با حرارت بالا

اگر لایه گازی بالای سقف دما $500-600^{\circ}\text{C}$ داشته باشد، آب تزریق‌شده به آن خیلی سریع به بخار تبدیل می‌شود. حجم بخار تولیدی و سرعت تبدیل می‌تواند باعث افزایش فشار موضعی، رانده شدن گازهای داغ به سمت پایین (و به سمت آتش‌نشانان)، کاهش دید و احتمال سوختن بخار/بازگشت شعله شود؛ بنابراین در چنین شرایطی پاشش پهن و مداوم مه‌پاش می‌تواند خطرناک باشد.

امکان تخریب لایه‌های حرارتی و آسیب به نیروهای عملیاتی
بله. «تخریب» لایه حرارتی (مثلاً فرو ریختن یا جابه‌جایی ناگهانی آن بر اثر جریان هوا یا اثرات پاشش) می‌تواند

Tajhiz Amitis Kian Co.
تجهیز آمیتیس کیان

فعال در زمینه تولید، تامین و اجرای:

سیستم های اعلان حریق و گازسنجی (F&G)

تجهیزات الکتریکی و روشنایی ضد انفجار

تابلوهای برق و سیستم کنترل (PLC, DCS)

www.Taak-ind.com



توصیه‌های عملیاتی

- **اندازه‌گیری و ارزیابی قبل از ورود:** از دوربینی حرارتی (TIC) و ارزیابی علائم رفتاری آتش (رولاور، دود تیره و پر فشار، شیشه‌های ترک‌خورده) استفاده کنید.
- **روش گازکولینگ ایمن:** پالس‌های کوتاه به سمت لایه بالایی (Short, Controlled Pulses into the Hot-Gas Layer) نه پاشش پهن و مداوم. مدت و تعداد پالس‌ها باید با توجه به پاسخ دما و دید تعیین شود.
- **نوع نازل:** در فضاهای بسته، استفاده از نازل‌هایی که اجازه پالسی و کنترل دقیق الگو را می‌دهند، بهتر است. Smooth-Bore برای تهاجم مستقیم و Fog-Pulse برای گازکولینگ از آستانه ترکیب می‌شوند. مطالعات و تجربیات فرماندهان نشان می‌دهد که Entrainment و اختلال هوا در Fog بیشتر است.
- **آمادگی برای بخار/افزایش فشار:** هنگام پاشش در فضای بسیار داغ، احتمال تولید فوق‌العاده بخار و تغییر الگوهای جریان را می‌بایست در نظر گرفته و مسیر خروجی را باز و مطمئن نگهداشت.
- **نگاه محافظه‌کارانه در خانه‌های مسکونی:** اگر آتشی از بالای سقف وارد فضای نشیمن شده یا آستانه Flashover دیده می‌شود، استفاده از مه‌پاش صرفاً به‌عنوان سپر برای فرار/خروج یا موقتاً کاهش دما برای بازپس‌گیری است - ورود طولانی‌مدت و عملیات در دل حریق با مه‌پاش پهن توصیه نمی‌شود.

نتیجه‌گیری

تکنیک مه‌پاش (Fog/Gas-Cooling) ابزاری مفید اما حساس برای آتش‌نشانیان است. این مهارت در شرایط کنترلی و با پالس‌های کوتاه می‌تواند لایه دود را خنک و مانع Flashover شود؛ اما در لایه‌های بسیار داغ ($500-600^{\circ}\text{C}$) یا با پاشش ناصحیح، با تبدیل سریع آب به بخار و جابجایی گازهای داغ، می‌تواند خطرات شدیدی را برای نیروی عملیاتی در پی داشته باشد. در مواردی که شعله یا Rollover نزدیک به در است، استفاده از مه‌پاش به‌عنوان «سپر حفاظتی» برای خروج یا بازپس‌گیری موقت منطقی است، البته نه به‌عنوان روشی برای کار طولانی‌مدت در دل حریق فضای بسته!



دلایل ضعف و راهکارهای ارتقای آمادگی جسمانی پرسنل آتش‌نشانی

حرفه آتش‌نشانی یکی از سخت‌ترین و پرخطرترین مشاغل دنیاست که کارکنان آن به‌طور مستمر در معرض تهدیدهای جسمی و روانی قرار دارند. از حمل تجهیزات سنگین و مقابله با آتش گرفته تا نجات جان انسان‌ها در موقعیت‌های بحرانی، همگی نیازمند توان بدنی بالا، استقامت، قدرت تصمیم‌گیری سریع و تاب‌آوری روانی هستند. آمادگی جسمانی به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین شاخصه‌های موفقیت در عملیات‌های آتش‌نشانی، مستقیماً بر کیفیت، سرعت و ایمنی عملیات تأثیر می‌گذارد. این مقاله به این موضوع می‌پردازد:



■ بهزاد الماسی‌فر
کارشناس ایمنی و آتش‌نشانی
سازمان بنادر گیلان، بندرانزلی
qb.almasifar@gmail.com

ضدافسردگی، افزایش اعتمادبه‌نفس، کاهش اضطراب و بهبود کیفیت خواب می‌شود. به همین دلیل، بسیاری از آتش‌نشانی‌های پیشرفته جهان یا آتش‌نشانی توکیو، برنامه‌های سختگیرانه بدنی برای کارکنان خود دارند. (مانند: FDNY)

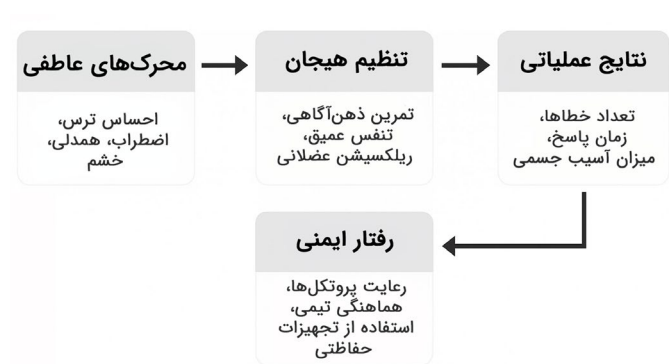
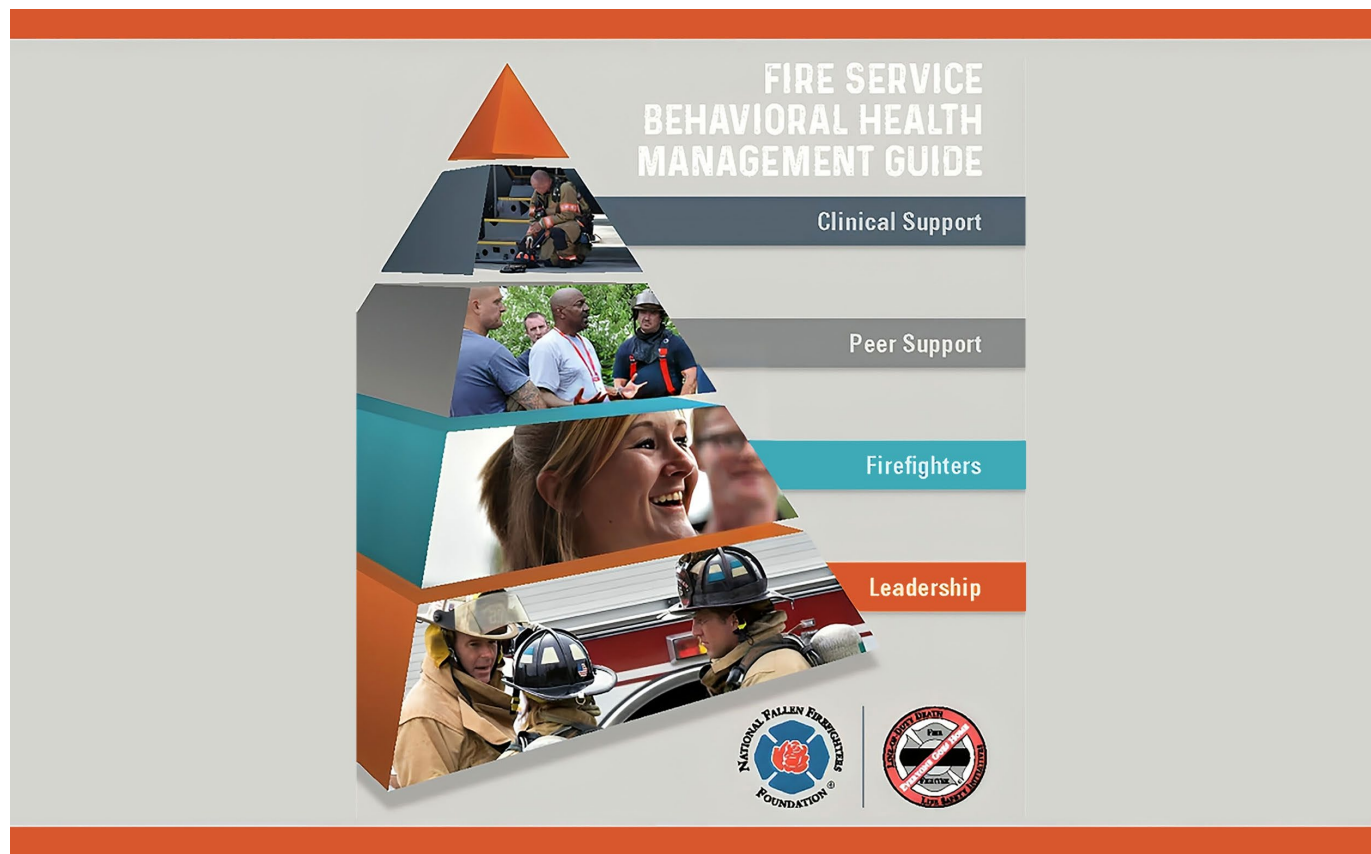
عوامل مؤثر بر ضعف آمادگی جسمانی عوامل فردی

- **افزایش سن:** بسیاری از پرسنل عملیاتی به‌مرور دچار افت ظرفیت قلبی-تنفسی و عضلانی می‌شوند. در غیاب برنامه‌های تمرینی مستمر، این فرسایش جسمی تشدید می‌شود.
- **سبک زندگی کم‌تحرک:** برخی از پرسنل، به‌ویژه در شیفت‌های شب یا در ایستگاه‌های کم‌مأموریت، تحرک کمی دارند.
- **تغذیه نامناسب:** مصرف زیاد کربوهیدرات‌های ساده، چربی‌های اشباع و کمبود آب و فیبر می‌تواند عملکرد جسمی و ذهنی را کاهش دهد.
- **عادات ناصحیح:** مانند مصرف دخانیات یا الکل نیز یکی دیگر از عوامل مخرب آمادگی جسمانی است.

متأسفانه، بررسی‌های میدانی و مطالعات داخلی و خارجی نشان داده‌اند که درصد قابل‌توجهی از آتش‌نشانان به دلیل فرسودگی شغلی، سن بالا، نبود تمرینات منظم، شیفت‌های نامنظم و عوامل محیطی دچار افت آمادگی جسمانی می‌شوند. این پژوهش با هدف تحلیل علل ضعف بدنی در بین پرسنل آتش‌نشانی و ارائه راهکارهایی برای بهبود وضعیت موجود صورت می‌گیرد.

اهمیت آمادگی جسمانی در حرفه آتش‌نشانی

در عملیات‌های آتش‌نشانی، پرسنل در معرض دمای بالا، دود غلیظ، حمل تجهیزات سنگین (کلاه ایمنی، دستگاه تنفسی، لباس ضدحریق و ...) کار در فضاها محدود هستند. مطالعات بین‌المللی نشان داده‌اند آتش‌نشانانی که از آمادگی جسمانی بالاتری برخوردارند، نسبت به همکاران خود کمتر دچار آسیب‌دیدگی، تحلیل رفتگی یا خطای عملیاتی می‌شوند. علاوه بر آن، توانایی تحمل فشارهای روانی ناشی از خطرات نیز تا حدی به آمادگی جسمانی فرد وابسته است. تمرینات منظم بدنی منجر به ترشح هورمون‌های



بررسی تجارب بین‌المللی

- **ایالات متحده:** در این کشور برنامه‌هایی تخصصی مانند: Candidate Physical Ability Test برای ورود و برنامه‌های درون‌سازمانی برای آمادگی بدنی (CPAT) طراحی شده است.
- **استرالیا:** پروژه Tactical Athlete با تمرکز بر آموزش عملکردی و پیشگیری از آسیب‌دیدگی
- **انگلستان:** آتش‌نشانی لندن برنامه Fit for Fire را برای تمرین منظم و تغذیه کارکنان اجرا کرده است.

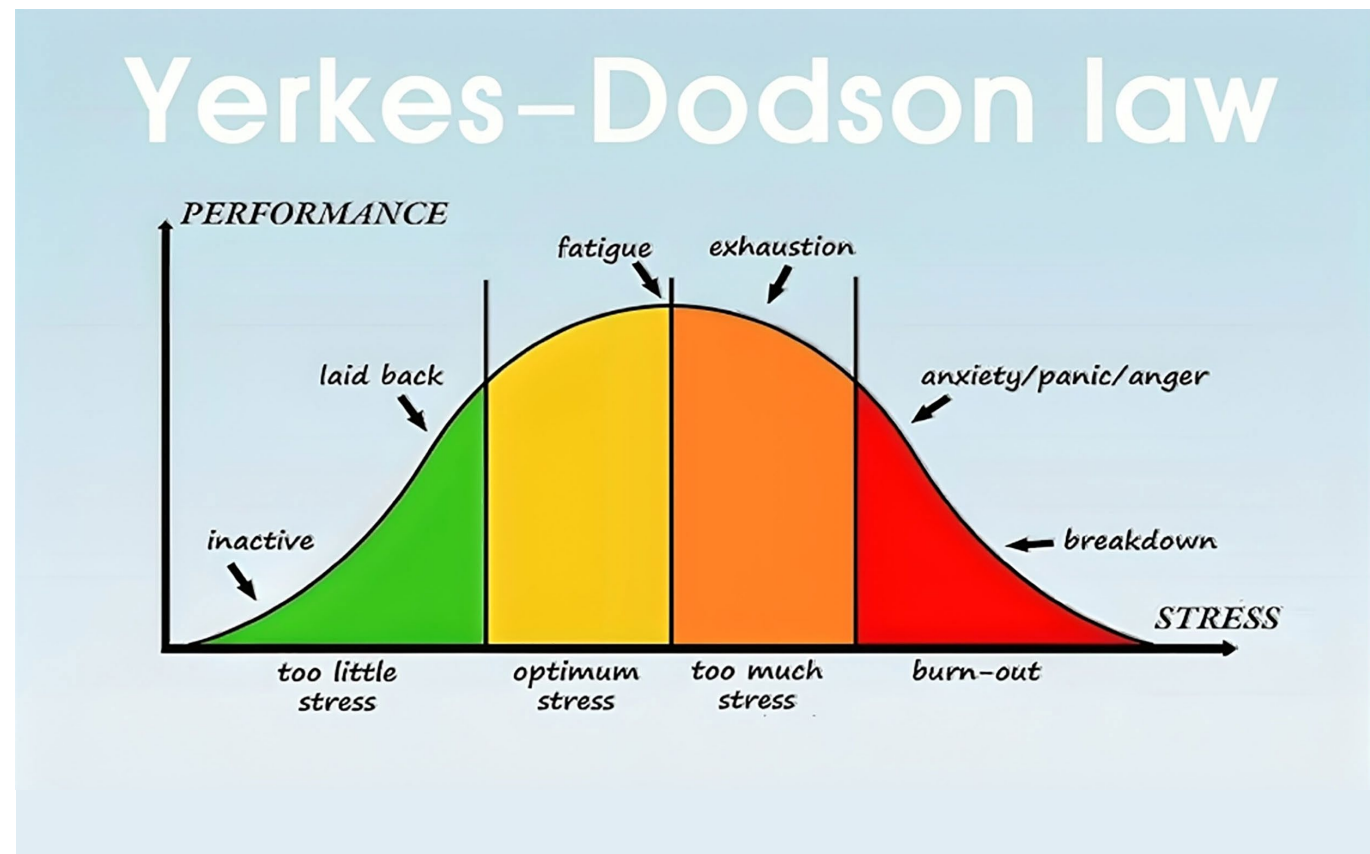
این کشورها علاوه بر نظارت شدید پزشکی، مربیان اختصاصی ورزشی و روانشناسان صنعتی نیز در ایستگاه‌ها مستقر کرده‌اند.

پیشنهادهای اجرایی برای سازمان‌های آتش‌نشانی ایران

- تدوین آیین‌نامه رسمی ارزیابی آمادگی جسمانی سالانه
- اختصاص بخشی از زمان شیفت‌ها به تمرین اجباری و نظارت مستمر بر اجرایی‌شدن منظم آنها
- طراحی باشگاه‌های کوچک با تجهیزات پایه در ایستگاه‌ها
- تشکیل کمیته سلامت جسمانی با حضور پزشک، مربی ورزشی و روانشناس
- اجرای پویش‌های سالانه با شعارهای تشویقی مانند (آتش‌نشان آماده، شهر ایمن)
- مشارکت در مسابقات استانی و ملی آمادگی جسمانی

منابع

۱. کنفرانس ملی اقتصاد و مدیریت؛ "رفتار ایمنی آتش‌نشانان"، ۱۴۰۱.
2. Kerman Fire Department Research, "Stress Management in High-Risk Operations", 2022.
3. Atashran Journal, "Psychological Hazards in Firefighting Operations", 2021.
۴. دانشگاه علوم پزشکی مشهد، "گزارش همایش پیشگیری از اضطراب آتش‌نشانان"، ۱۴۰۲
۵. مرکز پژوهش‌های ایمنی شهرداری تهران، "تحلیل حادثه پلاسکو"، ۱۳۹۹
۶. Ensani.ir، "آزبخشی آموزش تاب‌آوری و تنظیم هیجان در کارکنان خدمات اضطراری"، ۱۴۰۱



کشیدگی عضلات، گرفتگی، کمردرد و... در بین پرسنل با آمادگی پایین شایع‌تر است.

- **تحلیل رفتگی شغلی و روانی:** ضعف جسمی باعث کاهش اعتمادبه‌نفس، افزایش اضطراب و درنهایت، خستگی مزمن و فرسودگی می‌شود.
- **تهدید جان دیگران:** ناتوانی در حمل مصدوم یا تجهیزات، ممکن است جان شهروندان را نیز به خطر بیندازد.

راهکارهای ارتقای آمادگی جسمانی

الف: طراحی برنامه تمرینی

- انجام تمرینات هوازی (دویدن، دوچرخه‌سواری، طناب‌زنی)
- تمرینات قدرتی (اسکوات، ددلیفت، تمرینات با وزن بدن)
- تمرینات خاص مثل حمل مصدوم، بالا رفتن از پله با تجهیزات NFPA 1583 برنامه تمرینی استاندارد برای شرایط مختلف ارائه داده است.

ب: آموزش و فرهنگ‌سازی

- برگزاری دوره‌های تغذیه سالم، مدیریت استرس، تمرین و خواب
- پخش پوستر، بروشور و فیلم‌های انگیزشی در ایستگاه‌ها

ج: پشتیبانی سازمانی

- تأمین بودجه و خرید تجهیزات تمرینی
- استخدام مربی ورزشی ثابت در مناطق یا نواحی
- در نظر گرفتن ساعات تمرین در برنامه شیفت کاری
- اختصاص امتیاز در ترفیع و مزایا به پرسنل با آمادگی بالا

عوامل سازمانی

- **نبود برنامه مدون تمرینی:** اغلب ایستگاه‌ها فاقد سیستم تمرینی منظم و شخصی‌سازی‌شده برای کارکنان اداری و عملیاتی هستند.
- **عدم ارزیابی‌های دوره‌ای:** در بسیاری از مراکز آتش‌نشانی کشور، معاینات و تست‌های آمادگی جسمانی، به‌صورت منظم و اجباری انجام نمی‌شود.
- **نبود زیرساخت مناسب:** نبود سالن‌های تمرینی، تجهیزات بدنسازی یا مربیان ورزشی حرفه‌ای از مشکلات رایج در ایستگاه‌های عملیاتی است.

عوامل محیطی و شغلی

- **فشار کاری بالا:** مأموریت‌های مکرر باعث خستگی مفرط و کاهش انگیزه تمرین می‌شود.
- **شیفت‌های نامنظم:** موجب اختلال در ریتم خواب، تغذیه و تمرین‌های منظم می‌شود.
- **شرایط آب‌وهوایی نامساعد و آلودگی هوا:** این موضوع نیز بر کیفیت تمرین اثر منفی دارد.

پیامدهای ضعف آمادگی جسمانی

- **کاهش بازده عملیاتی:** آتش‌نشانان ضعیف کندترند، زودتر خسته می‌شوند و واکنش‌های‌شان در مأموریت‌ها ضعیف‌تر است.
- **افزایش آسیب‌های بدنی:** اختلالات اسکلتی-عضلانی،

شرکت ایمن شمس ماندگار تولیدکننده انواع فوم های آتش نشانی

PROTEIN

FFFP

FP

AFFF

AR-AFFF

High Expansion



تولید کننده تخصصی انواع فوم های آتش نشانی



فهرست بلند
منابع وزارت نفت

021-66086410
021-66564930

021-66043269
021-66018983

0912 44 666 07

0918 858 71 77

دفتر مرکزی: تهران، خیابان آزادی، ابتدای خیابان آذربایجان، پلاک ۱۰۳۴
کارخانه: استان البرز، شهرک صنعتی اشتهارد



روش مؤثر اطفای حریق در رباتیک مدل نوین شبکه سبک وزن مبتنی بر کانولوشن با بهره‌گیری از ویژگی‌های زمینی و سازوکار توجه دوگانه

عملیات مؤثر اطفای حریق برای تضمین ایمنی آتش‌نشانان و جلوگیری از قرار گرفتن مستقیم در معرض محیط‌های با دمای بالا و تابش شدید، بسیار حیاتی است. با این حال، ربات‌های متداول اطفای حریق، با چالش‌هایی مانند: کارایی پایین، نرخ بالای اشتباه در تشخیص و دشواری در کنترل هنگام عملیات اطفاء، به‌ویژه در صحنه‌های آتش‌سوزی بسیار پیچیده و پویا، مواجه هستند.

این مقاله مدل جدیدی به نام شبکه سبک وزن مبتنی بر کانولوشن با هدایت زمینی و توجه دوگانه (CG-DALNet) را معرفی می‌کند تا روش‌های مؤثر اطفای حریق برای ربات‌های اطفاءگر توسعه یابد. بخوانید:



آمین اتحاد
آتش‌یار سوم آتش‌نشانی ارومیه
aminettehad125@gmail.com

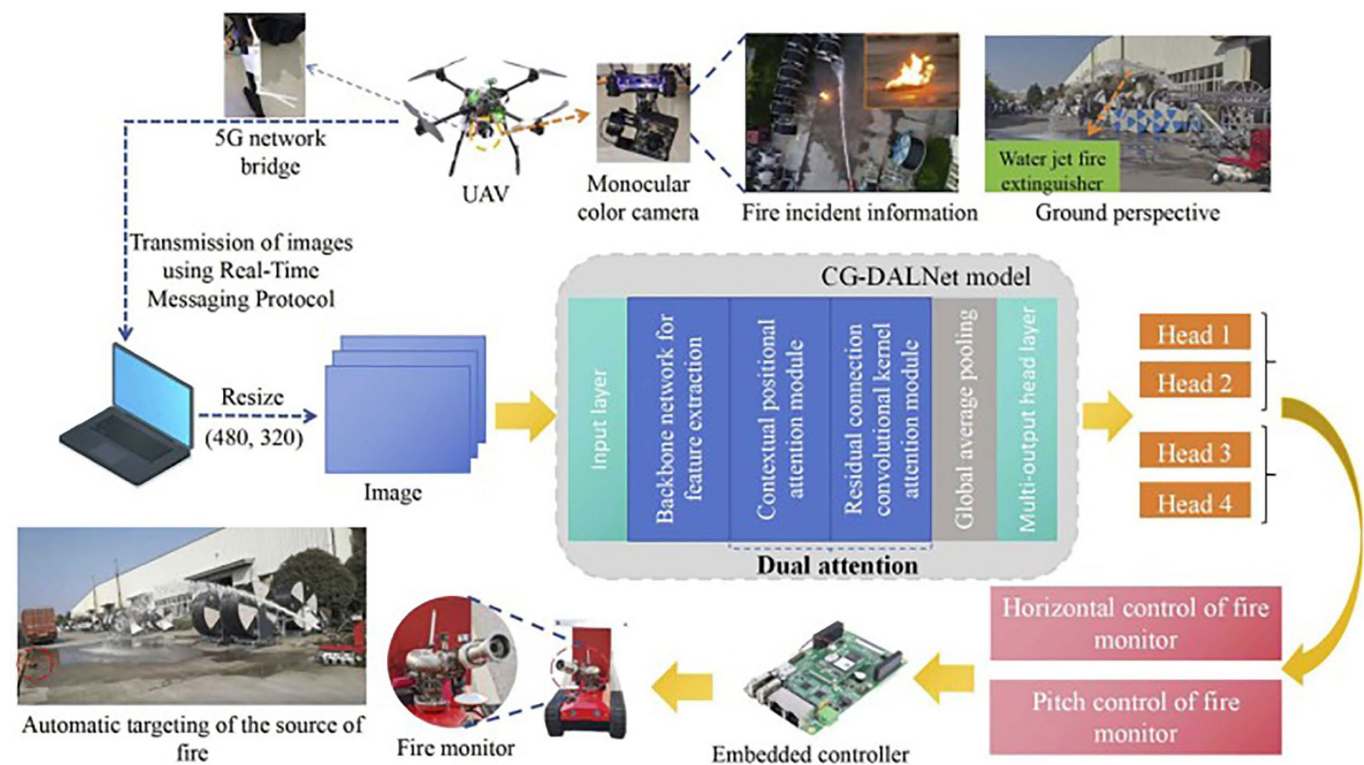
وزن پیشنهادی CG-DALNet در انجام وظایف خودکار اطفای حریق برای ربات‌ها، بهبود قابل توجهی در عملکرد داشته است.

این پژوهش قرار است راه‌حل نوآورانه‌ای برای روش‌های خودکار اطفای حریق در ربات‌های اطفاءگر، ارائه و اثربخشی و پتانسیل آن را نشان دهد.

CG-DALNet Context-Guided Dual Attention Lightweight Network یک مدل شبکه عصبی سبک وزن مبتنی بر کانولوشن است که با استفاده از ویژگی‌های محیطی (هدایت زمینی) و مکانیزم توجه دوگانه طراحی شده است. این مدل با تمرکز همزمان روی ویژگی‌های مکانی و کانالی، توانایی تشخیص بهتر و دقیق‌تر را در شرایط پیچیده آتش‌سوزی فراهم می‌کند. سبک وزن بودن آن باعث می‌شود تا به راحتی روی ربات‌های اطفاء که محدودیت منابع سخت‌افزاری دارند، اجرا شود. هدایت زمینی به مدل کمک می‌کند تا اطلاعات محیط اطراف را به کار بگیرد و عملکرد خود را در موقعیت‌های پویا و چالش‌برانگیز بهبود دهد.

برای گسترش قابلیت درک آتش، این مطالعه از دوربین تک‌لنزی (مونوکولار) نصب شده روی پهپادها استفاده می‌کند تا به ربات‌های زمینی اطفاء کمک کند تا به صورت خودکار و یکپارچه، تصمیم‌گیری‌های اطفای حریق را انجام دهند.

برای کاهش حجم و پیچیدگی مدل، در ساخت لایه اصلی استخراج ویژگی‌ها، از نوع خاصی از کانولوشن به نام (کانولوشن تفکیک‌پذیر عمقی) استفاده شده است. این روش باعث می‌شود تعداد پارامترهای مدل کمتر شود و در نتیجه، سبک‌تر و سریع‌تر شود. برای درک بهتر اطلاعات موقعیت هدف در صحنه‌های آتش‌سوزی، ماژول توجه موقعیت با هدایت ویژگی‌های زمینی پیشنهاد شد تا آگاهی مدل نسبت به موقعیت را تقویت کند. علاوه بر این، برای ادغام مؤثر اطلاعات ویژگی در مقیاس‌های مختلف صحنه آتش، از ماژول توجه هسته کانولوشن با اتصال باقیمانده (Residual-connected) استفاده می‌گردد تا توانایی مدل در بیان ویژگی‌های پیچیده صحنه آتش بهبود یابد. آزمایش‌های عددی نشان می‌دهد که مدل شبکه سبک



باید که این موضوع می‌تواند بر اثربخشی عملیات اطفاء حریق تأثیر منفی بگذارد.

متخصصینی چون Zhu و همکارانش روشی برای کنترل بازخورد بصری بر پایه تصاویر مادون قرمز معرفی کردند که با استفاده از کنترل فازی، هدایت افقی توپ اطفای حریق را به‌سوی منبع آتش امکان‌پذیر می‌سازد. با این حال، این روش استراتژی کنترل زاویه عمودی (pitch) توپ اطفای حریق را در نظر نگرفته است و همین موضوع دقت عملیات اطفاء را محدود می‌کند.

Yuan سیستمی جامع برای تشخیص و مهار آتش با استفاده از دوربین نور مرئی ارائه داد که نتایج نشان می‌دهد این سیستم قادر است در فضاهای وسیع به‌سرعت آتش را مهار و خاموش کند. با این حال، این روش نسبت به تداخل ناشی از تغییرات شرایط نوری و نویز زمینه حساس است.

McNeil و Lattimer برای دستیابی به درک فضایی از صحنه آتش‌سوزی، از روش دید سه‌بعدی برای مکان‌یابی نقاط روی مسیر جریان آب استفاده کردند و روشی برای اطفاء حریق با کنترل بازخوردی در زمان واقعی پیشنهاد دادند. ربات Zhu و همکارانش برخلاف سایر روش‌های گزارش شده در متون علمی، به‌طور همزمان کنترل هدف‌گیری افقی و عمودی (pitch) توپ اطفاء حریق را در نظر می‌گیرد.

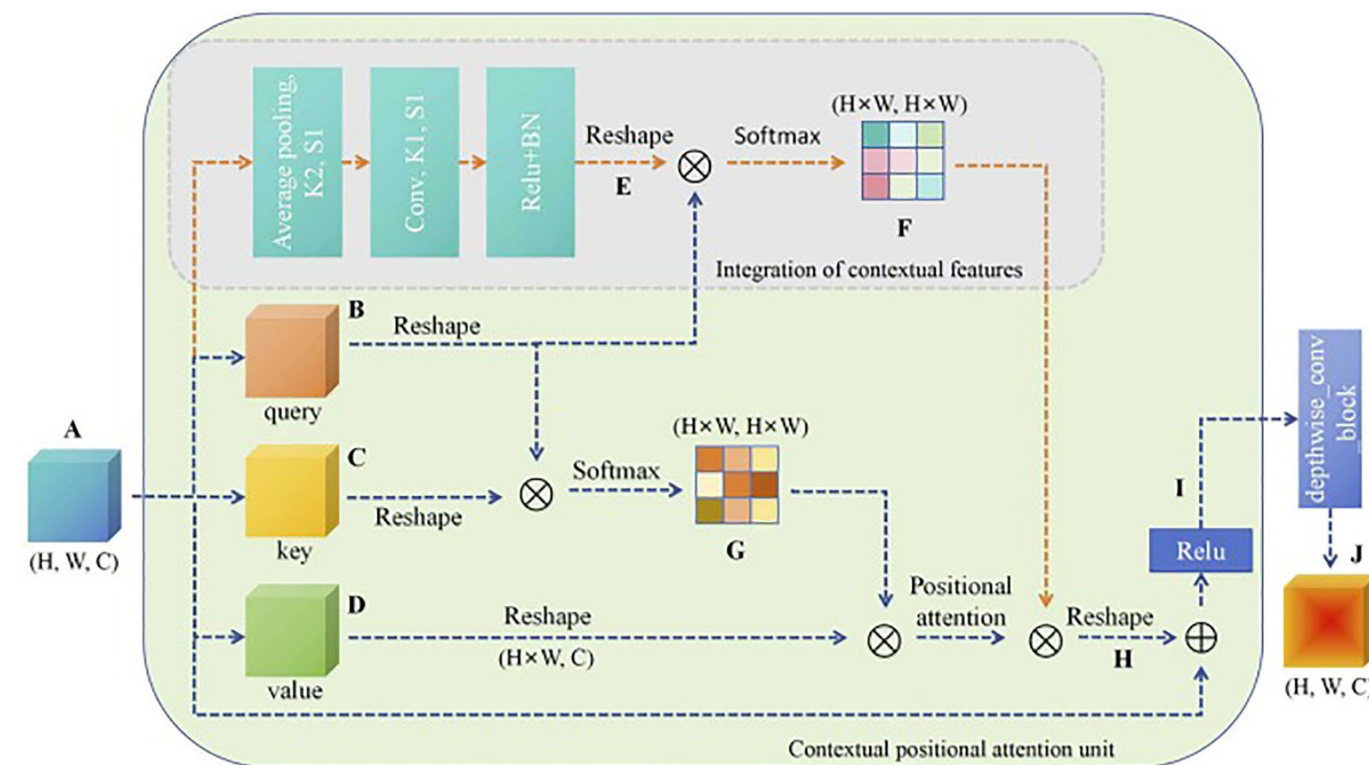
با این حال، این روش اطفاء حریق نیازمند اطلاعات

کنترل Proportional-Integral-Derivative (PID): یک روش کنترل کلاسیک که با سه بخش Proportional، Integral و Derivative کار می‌کند تا سیستم را به حالت مطلوب برساند. این کنترل برای تنظیم دقیق و کاهش خطاها در بسیاری از کاربردها رایج می‌باشد.

کنترل Sliding Mode Control (SMC): یک روش کنترل پیشرفته است که به صورت مقاوم و دقیق سیستم را در حضور اختلالات و ناپایداری‌ها کنترل می‌کند. این روش معمولاً در سیستم‌های غیرخطی و پیچیده کاربرد دارد. در سال‌های اخیر، فناوری بینایی ماشینی (Computer Vision) بطور گسترده‌ای در صنایع مختلف بکار گرفته شده است. با بهره‌گیری از فناوری بینایی ماشینی، آتش‌نشانان می‌توانند با استفاده از تجهیزات تصویری، صحنه‌های آتش‌سوزی را از راه دور، پایش و تحلیل کرده و عملیات اطفاء را هدایت کنند.

براساس استفاده از یک دوربین مادون قرمز یا نور مرئی بصورت جدا و مجزا. کارشناسان با ترکیب یک حسگر مادون قرمز و یک توپ آب‌پاش الکتریکی، یک سیستم اطفای حریق خودکار پیشنهاد دادند که از این طریق، نیاز به مداخله دستی و قرار گرفتن در معرض خطر را به شکل قابل توجهی کاهش می‌دهد.

با این حال، شعاع دید این سیستم ممکن است به دلیل تداخل ناشی از مه آب یا پرتاب جریان‌های آبی کاهش



حریق برای تجهیزات اطفاء از اهمیت بالایی برخوردار است تا بتوان تلفات جانی و خسارات مالی آتش‌نشانان را کاهش داد.

از آنجا که افراد معمولاً در تشخیص و خاموش کردن به‌موقع و دستی آتش‌سوزی، با مشکل مواجه می‌شوند، ربات‌های اطفاء به تدریج به تجهیزات اصلی در عملیات اطفاء و نجات تبدیل شده‌اند. یک پهپاد متصل به شبکه آب اطفایی برای مواقعی که دسترسی به آتش دشوار است، طراحی شده است.

علاوه بر این، ربات اطفاء حریق که کنترل PID و کنترل SMC را به کار می‌برد، به دقت با نقطه شروع آتش هماهنگ می‌شود. برای پوشش مؤثر محدوده آتش، پهپادها به دلیل انعطاف‌پذیری و توانایی پاسخ سریع، به‌طور گسترده استفاده می‌شوند.

محققان از پهپادها برای پاشش دقیق مواد بازدارنده شعله بر روی منبع آتش استفاده کردند و در نتیجه به مهار آتش دست یافتند. همچنین قابلیت استفاده از پهپادها در عملیات اطفاء حریق را با خاموش کردن خودکار آتش به کمک مقدار کمی ماده اطفاء‌کننده نشان دادند.

با این حال، استفاده از پهپادها با محدودیت‌هایی همراه است؛ از جمله ناتوانی آن‌ها در حمل مقدار قابل توجهی از ماده اطفاء‌کننده که این موضوع پاسخ‌گویی به نیازهای صحنه‌های آتش‌سوزی در مقیاس بزرگ را دشوار می‌سازد.

آتش‌سوزی‌ها تهدید جدی‌ای برای جان و اموال انسان‌ها محسوب می‌شوند و سالانه منجر به تلفات جانی زیاد و خسارات اقتصادی فراوان می‌گردند.

با پیشرفت سریع فناوری‌های صنعتی کامپیوتری، سیستم‌ها و تجهیزات اطفای حریق بطور فزاینده‌ای به سمت هوشمند شدن و خودکار شدن حرکت می‌کنند. تحقیق در زمینه روش‌های مؤثر برای عملیات اطفای حریق رباتیک، بخشی ضروری از سیستم‌های هوشمند حفاظت در برابر آتش است که تحلیل و پردازش داده‌های تصویری، به‌عنوان روش‌های اصلی برای اطفاء هوشمند به‌کار می‌روند.

در صحنه آتش‌سوزی، آتش‌نشانان دائماً به محافظت مؤثر در برابر دماهای بالا، گازهای سمی و سازه‌های ناپایدار نیاز دارند.

این اقدامات شامل استراتژی‌های پیشگیرانه هشدار زود هنگام دماهای بالا و سیستم‌های اعلام حریق خود تأمین انرژی (با منبع تغذیه مستقل) هستند. در صحنه‌های آتش‌سوزی در فضاهای باز مانند کارخانه‌های صنعتی و تأسیسات پتروشیمی، روش‌های سنتی اطفای حریق اغلب از نظر کارایی اجرا و اثربخشی کنترل ناکافی هستند که این موضوع چالش‌هایی را برای کاهش به‌موقع، مؤثر و ایمن حوادث آتش‌سوزی ایجاد می‌کند.

بنابراین، تحقیق در زمینه روش‌های مؤثر و هوشمند اطفای



حیاتی و همچنین روابط مکانی میان آن‌ها، نقش بسیار مهمی در فرآیند تصمیم‌گیری ربات آتش‌نشان ایفا می‌کنند؛ بنابراین، استفاده از توجه مکانی می‌تواند به ربات‌های آتش‌نشانی در درک روابط مکانی بین اهداف مهم در یک حادثه آتش‌سوزی کمک کند.

با اتکا بر یافته‌های پژوهشی ذکر شده، این مقاله قصد دارد روش موثری برای آتش‌نشانی خودران مبتنی بر فناوری‌های بینایی ماشین و یادگیری عمیق بررسی کند. برای رسیدن به این هدف، مشارکت‌های اصلی این مطالعه به شرح زیر می‌باشد:

- یک روش نوآورانه و کارآمد آتش‌نشانی خودران که شامل همکاری پهباد و ربات‌های آتش‌نشانی زمینی است، پیشنهاد شده است. به‌طور خاص، از طریق یادگیری انتها به انتها، فرایند آتش‌نشانی با راهبردهای کمک بصری پهباد هدایت می‌شود که بدین‌وسیله کارایی و واکنش‌پذیری ربات‌های آتش‌نشانی بهبود می‌یابد.
- یک مدل نوین به نام CG-DALNet برای تصمیم‌گیری و کنترل در ربات‌های آتش‌نشانی پیشنهاد شده است. این مدل، یک استراتژی ادغام چندمقیاسی تطبیقی و توجه مکانی ویژگی‌های محلی را در هم می‌آمیزد. برای افزایش مقاومت و کارایی مدل، یک مازول توجه دوگانه معرفی می‌گردد.

- آزمایش‌های عددی برای ارزیابی اثربخشی و عملکرد بالای مدل

که عملکرد چشمگیری در وظایف و سناریوهای مختلف از خود نشان می‌دهند. این مدل می‌تواند به‌صورت خودکار وزن‌های هسته‌های کانولوشنی را بر اساس ویژگی‌های متمایز داده‌های ورودی یاد بگیرد و آنها را تنظیم کند. Li و همکارانش بر این عقیده هستند که چنین قابلیت انطباقی به مدل این امکان را می‌دهد که اطلاعات کلیدی را بهتر شناسایی کرده و اطلاعات ویژگی در مقیاس‌های مختلف را به‌صورت مؤثر ادغام کند.

در کاربردهای عملی، صحنه آتش‌سوزی به‌طور مداوم در حال تغییر است و ارتفاع پرواز پهباد ممکن است متفاوت باشد؛ بنابراین، ادغام کارآمد ویژگی‌ها در مقیاس‌های مختلف می‌تواند به مدل‌های یادگیری عمیق کمک کند تا بهتر با نیازهای تصمیم‌گیری در عملیات آتش‌نشانی سازگار شوند.

علاوه بر این، بازنمایی تمایزبخش ویژگی‌ها برای درک صحنه بسیار حیاتی است، چرا که ویژگی‌های محلی سنتی تولیدشده توسط شبکه‌های عصبی کانولوشنی تمام‌پیوسته (یعنی FCNها) ممکن است منجر به طبقه‌بندی نادرست اشیاء و دسته‌های کنشی شوند. معرفی مکانیزم‌های توجه مکانی ثابت کرده است که با ایجاد روابط زمینی بهتر بر پایه ویژگی‌های محلی، عملکرد مدل را بهبود می‌بخشد.

در صحنه‌های پیچیده آتش‌سوزی، موقعیت برخی اهداف



Chaoxia و همکارانش برای پرداختن به این مسئله، یک مدل شبکه‌ای مبتنی بر Projection (نگاشت) و راهنمایی مکان توجه معرفی کردند که امکان ادراک چند وجهی در صحنه‌های آتش را فراهم می‌سازد و اثربخشی این روش را در هر دو حالت دارای آتش و فاقد آتش به اثبات رساندند. Imran و همکارانش یک ربات هوشمند آتش‌نشانی طراحی کردند که مجهز به قابلیت‌های یادگیری عمیق است. این سیستم به کاهش بار کاری آتش‌نشانان کمک می‌کند، خطاهای احتمالی ناشی از عملیات دستی را کاهش می‌دهد و امکان همکاری چند ربات در عملیات آتش‌نشانی را در نظر می‌گیرد. با این حال، جزئیات مشخصی در مورد نحوه اجرای عملیات مهار آتش توسط ارائه نشده است.

Dhiman و همکاران او یک ربات آتش‌نشانی مبتنی بر فناوری یادگیری عمیق و بینایی ماشین پیاده‌سازی کردند و مدل AlexNet را روی بستر Raspberry Pi برای تشخیص آتش به کار گرفتند تا هزینه ساخت ربات را کاهش دادند. با این حال، این روش محدودیت‌هایی دارد، از جمله دقت پایین در هدف‌گیری منبع آتش از طریق مرکز ساده تصویر بصری و تاکنون به یک استراتژی کامل آتش‌نشانی مبتنی بر یادگیری عمیق واقعی و همه‌جانبه دست نیافته است. مدل توجه هسته‌ای کانولوشنی Convolutional Kernel Attention از طراحی‌های بسیار نویدبخش شبکه‌های عصبی هستند

دقیق موقعیت‌یابی بصری برای کمک است که عملکرد آن در عملیات اطفاء را محدود می‌کند. McNeil و Lattimer برای افزایش قابلیت اطمینان در هشدار و اطفاء حریق، یک سیستم اطفاء خودکار با دید سه بعدی دوچشمی مادون قرمز طراحی کردند که چندین حسگر را یکپارچه می‌کند. این سیستم قادر خواهد بود در محیط‌هایی با دید کم و زیاد، عملیات اطفاء مؤثری انجام دهد؛ با این حال، به دلیل محدودیت در برد دید حسگرها، این روش برای اطفاء خودکار در فواصل نزدیک مناسب است، اما ممکن است نتواند نیازهای اطفاء خودکار در فضاهای باز و فواصل دور را برآورده سازد.

با پیشرفت پژوهش‌های مرتبط، فناوری یادگیری عمیق پتانسیل بسیار زیادی را در حوزه آتش‌نشانی نشان داده است، از جمله در زمینه‌هایی مانند پایش آتش، تشخیص آتش در محیط‌های نامطمئن، تشخیص دود، تصمیم‌گیری در عملیات آتش‌نشانی و عملیات مهار آتش Yadov یک سیستم نوآورانه برای تشخیص آتش پیشنهاد داد که یادگیری عمیق را با تصاویر بصری ترکیب می‌کند و بدین وسیله پهبادهای را به قابلیت‌های شناسایی آتش و عملکرد خودکار مجهز می‌سازد و اطلاعات حیاتی را در اختیار آتش‌نشانان قرار می‌دهد. تشخیص آتش برای دستیابی به آتش‌نشانی هوشمند و خودران امری حیاتی است.

TELETEK

DETECTORS

30 years of Excellence

www.sarian.ir
۰۲۱۶۸۵۱۳۰۰۰



اطلاعات معنایی صحنه آتش‌سوزی، بسیار حیاتی است. این فرآیند شامل ادغام ویژگی‌های چندمقیاسی و یادگیری موقعیت اهداف مهم می‌باشد.

بستر آزمایشی و جمع‌آوری داده برای ربات آتش‌نشان

سامانه آتش‌نشانی خودران شامل یک ربات آتش‌نشانی زمینی، یک پهپاد و یک ترمینال پردازش کامپیوتری است. ربات زمینی مجهز به یک توپ آتش است که مواد خاموش‌کننده را با نرخ ۳۰ لیتر در ثانیه پرتاب می‌کند. این ربات دارای کنترلر تعبیه‌شده NXP ARM9™ i.MX287 است که با فرکانس ۴۵۴ مگاهرتز عمل می‌کند و امکان کنترل دقیق جهت و سرعت توپ آتش را فراهم می‌کند.

نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی استفاده از تکنیک‌های بینایی کامپیوتری و یادگیری عمیق برای انجام عملیات اطفای حریق خودران توسط ربات‌های آتش‌نشانی در صحنه‌های آتش‌سوزی پرداخته است.

در ادامه یک روش نوآورانه برای کنترل خودران عملیات اطفای حریق با همکاری پهپاد ارائه گردید. با تجهیز پهپاد به یک دوربین تکان‌زدی، تصاویر زمینی از صحنه آتش‌سوزی ثبت می‌شود و مدل نوین CG-DALNet معرفی می‌گردد تا یک استراتژی هدایت بصری از ابتدا تا انتهای عملیات اطفای حریق توسط ربات فراهم شود.

پیشنهادی CG-DALNet انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که این مدل، با ورودی تصویر رنگی از دید پهپاد، قادر به دستیابی به قابلیت آتش‌نشانی خودران در هماهنگی با ربات‌های آتش‌نشانی است. این موضوع باعث بهبود توانایی‌های ادراکی و عملیاتی ربات‌ها در سناریوهای پیچیده آتش‌سوزی می‌شود.

جمع‌بندی

عملیات اطفای حریق و نجات، نقش حیاتی در حفظ ایمنی جان و مال ایفا می‌کنند، به‌ویژه در زمینه سامانه‌های هوشمند اطفای حریق. در این بخش، فرایند عملیاتی سامانه‌های خودران آتش‌نشانی که توسط ربات‌های آتش‌نشان اجرا می‌شوند، معرفی می‌گردد. در گام نخست، با استفاده از تصاویر بصری به‌دست‌آمده از پهپادهای پرنده، اطلاعات مربوط به صحنه آتش‌سوزی جمع‌آوری می‌شود. داده‌های تصویری آتش به‌صورت بی‌سیم و در زمان واقعی منتقل می‌شوند.

مدل CG-DALNet

در این بخش، معماری مدل CG-DALNet معرفی می‌شود؛ مدلی که از تصاویر آتش‌سوزی ثبت‌شده در محل حادثه توسط یک پهپاد بهره می‌برد. این تصاویر حاوی اطلاعات حیاتی‌ای درباره نقاط فرود آب‌پاشی، کانون‌های آتش و موقعیت ربات‌های آتش‌نشان هستند. استخراج و تلفیق مؤثر ویژگی‌های پیچیده محیطی برای درک

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166361524000551>

ارتباط مستقیم با مدرسين، مشاورين و کارشناسان ایمنی ، آتش‌نشانی ، HSE				
نام و نام خانوادگی	مدرک تحصیلی	زمینه فعالیت	تماس	ایمیل
ستار کریمی	کارشناس ارشد HSE	مشاور سیستم‌های مدیریت جامع ایمنی صنعتی	۰۹۱۲۰۷۷۰۷۰۴	imsatarkarimi@gmail.com
حسین جوینی	فوق لیسانس ایمنی صنعتی	مدرس و مشاور تخصصی آتش‌نشانی و HSE	۰۹۳۵۶۷۷۸۵۸	hossein_joveini@yahoo.com
رضا اسماعیلی	کارشناس اعلام و اطفاء حریق	مشاور، طراح و مجری سیستم اعلام و اطفاء	۰۹۱۲۲۴۴۴۸۷۵	reza@sarian.ir
امیر یاراحمدی	کارشناس برق ، الکترونیک	مشاور، طراح و مجری اعلام و اطفاء حریق	۰۹۱۲۹۰۹۱۲۵	yarahmadi@dejsanat.com
علیرضا سروری	کارشناس مهندسی حریق	مشاور و مدرس رشته مهندسی حریق	۰۹۱۲۲۴۴۷۱۸۸	Sarvari@live.com
کوروش عسگری	کارشناس HSE	مشاور و طراح سیستم‌های ایمنی و حریق	۰۹۱۳۶۰۶۶۷۶۳	kurosh.asgarii@gmail.com
مجتبی لطفی	کارشناس آتش‌نشانی و نجات	مشاور و مربی آتش‌نشانی و امداد و نجات	۰۹۱۲۶۲۶۸۷۹۱	mojtaba125lotfi@gmail.com
امیرحسین کشاورز	دکتری انرژی هسته‌ای	مشاور و مدرس HAZ-MAT و بحران	۰۹۱۲۲۸۷۱۶۸۰	amkeshavarzir@gmail.com
حسین ساکی	کارشناس ارشد HSE	مدرس و مشاور HSE	۰۹۱۲۱۹۵۷۸۶	HSEQ1981@gmail.com
میثم رستمی	کارشناس بهداشت حرفه‌ای	مشاور و مدرس استقرار سیستم‌های ایزو	۰۹۱۷۷۲۰۲۱۶۸	rostami.m@iran.ir
راضیه غلامی	دکترای شیمی	مشاور، مدرس و کارشناس رسمی دادگستری	۰۹۱۶۳۹۷۷۱۹	raziyehgholami65@gmail.com
جعفر غلامحسین‌نژاد	کارشناس آتش‌نشانی	مشاور و مدرس ایمنی و آتش‌نشانی	۰۹۱۵۵۱۰۸۶۲۵	gholamhoseyni@gmail.com
فرخ صبری	کارشناس آتش‌نشانی	مدرس و کارشناس رسمی بررسی علل حریق	۰۹۱۹۸۱۲۱۶۲۷	farokh.sabri@yahoo.com
محمدرضا جواهری	کارشناس ارشد HSE	مشاور و مدرس آتش‌نشانی شهری صنعتی	۰۹۱۲۵۵۸۳۶۷۹	fc.jvh.2448@gmail.com
رضا امیرنژاد	کارشناس ارشد HSE	مدرس، مشاور و ممیز HSE و آتش‌نشانی	۰۹۱۲۸۴۶۵۲۱۴	ramirnejhad@gmail.com
محمد موسی‌زاده	کارشناس برق و الکترونیک	مشاور و مدرس سیستم‌های اعلان حریق	۰۹۱۲۸۴۳۹۵۰۷	mohammad.m@mail.ru
خداوردی طاهری اصل	کارشناس ارشد آتش‌نشان	مشاور و مدرس مدیریت آتش‌نشانی	۰۹۱۲۱۲۷۶۱۷۴	ktaheriasl@yahoo.com
مهدی شجاعی	کارشناس ایمنی سوانح	سرممیز سیستم‌های ایمنی	۰۹۱۳۳۴۴۵۲۲۷	shojaei48m@yahoo.com
ناصر رهبر	کارشناس ارشد شیمی	مشاور، طراح و مجری سیستم‌های پیشگیری	۰۹۱۲۱۰۱۲۵۷۶	nsr.rahbar@gmail.com
حبیب کبیری	کارشناس ارشد آتش‌نشان	ارزیاب ریسک و مشاور مدیریت آتش‌نشانی	۰۹۱۲۲۲۶۴۳۴۶	habib.kabiri@gmail.com
فرامرز فرجی	کارشناس ارشد آتش‌نشان	مشاور و مدرس آتش‌نشانی و نجات و امداد	۰۹۱۲۱۰۴۲۹۹۵	faraji_rescue@yahoo.com
عادل قاسمی	کارشناس ارشد HSE	مشاور وزارت کار و ارزیاب ریسک و حوادث	۰۹۱۶۶۱۷۳۷۲۰	adelghasemy@yahoo.com
مجید حمیددوی	کارشناس ارشد ایمنی و حریق	مشاور وزارت کار و کارشناس حریق دادگستری	۰۹۱۶۳۰۵۲۵۶۲	majidhamidavi@yahoo.com
مهدی صادق‌زاده	کارشناس آتش‌نشانی	مشاور و مدرس آتش‌نشانی	۰۹۱۷۲۵۲۸۸۰	mehdi.sadeghzadeh2880@gmail.com
آرمین لاهوری	دکتری آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی	مشاور سلامت اسکلتی، عضلانی و ارگونومی	۰۹۱۲۹۲۸۹۱۶۱	armin.lahory@yahoo.com
علی صابری‌خواه	کارشناس HSE	مشاور HSE صنایع غذایی	۰۹۳۶۶۲۰۳۸۳۹	Ali.saberikhah@ramakdairy.com
کوروش طلاوری	کارشناس ارشد HSE	مدرس، مشاور و ممیز HSE و آتش‌نشانی	۰۹۱۶۳۵۳۳۲۵۳	talavari@gmail.com
پرویز رزمیان‌فر	کارشناس ارشد آتش‌نشان	مشاور و مدرس علوم تخصصی آتش‌نشانی	۰۹۱۲۸۱۶۱۰۷۵	p.razmiyanfar@gmail.com
محمدرضا کاظمی	کارشناس ارشد شهرسازی	مشاور و مدرس علوم مدیریت آتش‌نشانی	۰۹۱۲۶۱۱۲۷۷۴	mshkazemi@gmail.com
علی رستگارپناه	کارشناس اعلام و اطفاء حریق	مشاور، طراح و مجری سیستم اعلام و اطفاء	۰۹۱۲۵۷۰۸۳۴۲	ali.rastegarpanah@gmail.com
علیرضا خردمند	کارشناس پیشگیری از حریق	کارشناس و مشاور HSE و آتش‌نشانی	۰۹۱۵۵۲۰۶۷۵۸	Hse.kheradmam@yahoo.com
علیرضا یاوری	کارشناس آتش‌نشانی	مشاور و ممیز ایمنی و آتش‌نشانی	۰۹۱۳۳۲۷۷۳۹۶	yavari.ar@gmail.com
کلایدین نظریپوری	کارشناس ارشد مکاترونیک	مشاور کاربری‌ساز، عضو کمیته استاندارد	۰۹۱۲۱۸۵۸۷۵۵	klaydin.nazarpoorina@gmail.com
ابراهیم زیدآبادی	کارشناس آتش‌نشانی	مشاور و مدرس آتش‌نشانی	۰۹۱۵۹۷۱۷۳۲۷	Ebrahimhse125@yahoo.com
سیدحامد نورحسینی	کارشناس ارشد الکترونیک	مشاور سیستم‌های الکترونیک ایمنی و امنیتی	۰۹۱۲۱۲۷۲۶۵۵	h.nourhosseini@asec-int.com
ناصر دوستی	کارشناس ارشد برق	مشاور و طراح سیستم‌های اعلام و اطفاء	۰۹۱۲۵۵۹۵۳۲۹	n.dousty@asec-int.com
حسین مشهدی مسلم	کارشناس ارشد طراحی فرایند	مشاور و مدرس ایمنی فرایند	۰۹۱۲۱۲۱۱۶۶۲	h.mashhadimoslem@gmail.com
علی باغبانی	کارشناس ارشد مدیریت HSE	مشاور و مدرس HSE و مدیریت بحران	۰۹۱۷۷۷۶۵۵۱	bagbani_a@yahoo.com
محمد گودرزی	کارشناس ارشد HSE	مشاور و طراح سیستم‌های اعلام و اطفاء	۰۹۱۲۴۰۱۶۸۶۳	goodarzi15294@gmail.com
علی شاهمرادی	کارشناس مدیریت صنعتی	مشاور و مدرس آتش‌نشانی صنعتی	۰۹۱۳۱۸۱۷۳۹۸	shahmoradi1107@gmail.com
مرجان بدری	دکتری محیط زیست	مدرس دانشگاه و پژوهشگر HSE	۰۹۳۶۲۳۸۴۸۸۶	iransafesec@gmail.com
محسن مرشدی	کارشناس ارشد ایمنی حریق	مشاور و طراح سیستم اعلام و اطفاء حریق	۰۹۱۲۵۰۹۵۶۰	mohsen.morshedi@gmail.com
محمدرضا کشت‌ورز	کارشناس ارشد HSE	مدرس HSE ، حریق، پدافند و مدیریت بحران	۰۹۹۰۴۰۴۴۰۱	mrkeshtvarz@yahoo.com
سیف‌الله مولودی	کارشناس HSE	مشاور ایمنی و آتش‌نشانی صنایع	۰۹۱۲۰۳۴۱۸۰۸	kurdishboy872@gmail.com
مهدیه طهماسبی	کارشناس آتش‌نشانی	کارشناس و مشاور HSE و مدیریت بحران	۰۹۱۲۳۸۷۴۷۷۳	Lalehtahmasebi175@gmail.com
حسین سربازشید	کارشناس آتش‌نشانی	مشاور و مدرس ایمنی حریق و کارشناس رسمی دادگستری	۰۹۱۴۹۴۱۳۵۰۲	hossein.fire.125@gmail.com
علی بیگدلی	کارشناس ارشد HSE	مشاور و مدرس HSE ، بحران و کار در ارتفاع	۰۹۱۲۳۶۳۶۳۸۱	alibigdeli2955@gmail.com
رحمت فاتحی	کارشناس ارشد HSE	مشاور و مدرس آتش‌نشانی و مربی بین‌المللی دسترسی با طناب	۰۹۱۹۰۶۸۹۳۶۶	rahmatfatehi68@gmail.com
احمد غلامیان میراب	کارشناس آتش‌نشانی	کوچ مدیران آتش‌نشانی شهری و صنعتی	۰۹۱۲۵۸۴۹۶۵۰	iransafesec@gmail.com



آگراپاد پایار
راهکارهای جامع حفاظت و ایمنی
Agrupad Payar Eng. Group
Fire & Security Solutions



Comelit®
Passion and Innovation



EVPÜ



IRON MAN



RG SYSTEMS



MECH



济南玫德
MEIDE CASTING

فلو سوئیچ فهرست شده IronMan

سیستم اطفای حریق گازی

اعلام حریق آدرس پذیر هوشمند Comelit ایتالیا

مورد تایید سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی تهران

021 - 2640 8871 - 6
info@agrapadco.com
www.agrapadco.com

آدیش پاد مهر ADISHPAD MEHR



سیستم های ایمنی و حفاظتی | FIRE SAFETY & SECURITY SYSTEMS

نماینده رسمی شرکت **SIEMENS** در زمینه سیستم های اعلام و اطفاء حریق
نماینده انحصاری شرکت **DSPA** هلد در زمینه سیستم های اطفاء حریق آبروسل



تهران، اشرفی اصفهانی، بالاتر از حکیم،
Unit 12, 4th Floor, No.14, Nategh Nouri St.,
Ashrafi Esfahani Ave., Tehran, IRAN
کد پستی: ۱۴۷۳۱-۴۷۹۴۴ Postal Code: 14731-47944
تلفن: ۴۴۴۸ ۷۹ ۷۲ - ۴ Tel: +98 (21) 4448 79 72 - 4
فکس: ۴۴۴۸ ۷۹ ۷۵ Fax: +98 (21) 4448 79 75
www.adishpad.com info@adishpad.com



کدوم آتش نشان، کدوم شعله؟

Readers:

- utilities
- airports
- oil and gas
- civil defence
- fire departments
- retail, hotels & leisure
- installers and engineers
- road, rail & marine transport
- rescue and paramedic services
- government & municipal authorities
- manufacturing and process industries
- building design, construction & maintenance

Notice:

This magazine welcomes manuscripts, news releases and photographs, but can not be held responsible for loss or damage incurred in transit or in possession.

Notice:

No part of this magazine may be reproduced without prior permission from the publisher.



IRAN Fire Protection Engineering
Monthly E-Magazine

No. 82
September 2025

Concessionaire:
Ahmad Gholamian Mirab
www.iransafetytrade.com
iransafesec@gmail.com

Editor in chief:
Ahmad Gholamian mirab
iransafesec@gmail.com

International Manager:
int.manager@iransafesec.com

Geraphist and Layout:
IST Atelier

Address:
Tehran - IRAN

Post Code:
13389-55794

Line:
+98 (0)21 55 68 82 40
+98 912 584 96 50



ADVANCED
FIREFIGHTING
TECHNOLOGY

کارایی بالا، مصرف پایین

راندمان برابر ۵۰۰ لیتر آب



گوله پشته AFT مدل 10/01

- فن آوری واترمیست و CAFS
- کارایی بالا، فشار عملیاتی پایین
- نازل دو حالت جت و اسپری
- دارای نازل ویژه حریق‌های الکتریکی
- مناسب انواع فوم سبک
- مخزن ۱۰ لیتری استیل V4A
- رتبه اطفایی بالا A55/B233
- منطبق با استاندارد EN3
- قابل حمل انفرادی، شارژ آسان
- طراحی و ساخت آلمان

ایمن پخش ماهان، نماینده رسمی و انحصاری AFT در ایران

