مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دوره ۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، صفحات ۵۷ تا ٦٥

**مقاله پژوهشی**

# ارائه طرح بهینه سامانه کشف، اعلام و اطفاء حریق خودکار در آزمایشگاه‌های یک واحد آموزش دانشگاهی

رستم گلمحمدی[۱]، ایرج محمدفام[۱]، مسعود شفیعی مطلق[۲*]، ابراهیم درویشی[۳]، اکرم مرتضایی[٤]، فائزه عزیزیان[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱۵

## چکیده

**زمینه و هدف:** آزمایشگاه‌های مراکز آموزشی نظیر دانشگاه‌ها به دلیل دارا بودن انواع گوناگونی از مواد و تجهیزات دارای ریسک بالایی به لحاظ حریق می‌باشند. هدف مطالعه حاضر ارائه طرح بهبود ایمنی حریق در آزمایشگاه‌های یک واحد آموزش دانشگاهی مبتنی بر طراحی سامانه کشف، اعلام و اطفاء حریق خودکار بوده است.

**روش بررسی:** در مطالعه توصیفی- تحلیلی کاربردی حاضر ارزیابی ریسک حریق با استفاده از روش ارزیابی ریسک ارتش ایالات‌متحده آمریکا (MIL-STD-882) صورت گرفت. برای کلیه آزمایشگاه‌ها سامانه کشف و اعلام حریق طراحی گردید و سپس یک سامانه اطفاء حریق ثابت خودکار طراحی گردید.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج این مطالعه آزمایشگاه‌های شیمی آب و فاضلاب (۸۱/۲۵) و عوامل فیزیکی (٦۲/۵) به ترتیب بیشترین و کمترین درصد ریسک حریق را دارا بودند. بر طبق محاسبات و با در نظر گرفتن عوامل فنی، سامانه کشف مبتنی بر کاشف‌های دودی فتوالکتریک و حرارتی نرخ افزایشی و سامانه خاموش‌کننده بر مبنای $CO_2$ در این مکان‌ها طراحی گردید.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به بالا بودن ریسک حریق در آزمایشگاه‌ها و ویژگی‌های خاص این واحدها بهترین راهکار کنترلی حفاظت در برابر حریق طراحی و به‌کارگیری سامانه کشف، اعلام و اطفا، حریق خودکار بود که مناسب‌ترین روش اطفاء حریق برای چنین مکان‌هایی سامانه مبتنی بر ماده خاموش‌کننده دی‌اکسید کربن ($CO_2$) است.

**کلیدواژه‌ها:** ریسک حریق، کشف حریق، اطفاء حریق، آزمایشگاه آموزشی

۱. دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان ،ایران.

۲*.(نویسنده مسئول) دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، ایران.

پست الکترونیک: HSE.masoudshafii@yahoo.com

۳. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو مرکز تحقیقات بهداشت محیط و مربی گروه بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

٤. دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08 ]

## مقدمه

حریق یکی از خطرناک‌ترین پدیده‌هایی است که خسارات جانی و مالی عمده‌ای را به وجود می‌آورد و بر طبق تجربیات حاصل‌شده در سال‌های گذشته خطری مهم برای کلیه مراکز صنعتی، خدماتی، آموزشی، درمانی و تجاری است. بر طبق گزارش آمار ملی آمریکا هرساله تقریباً یک‌میلیون مورد آتش‌سوزی در انواع ساختمان‌ها و کارگاه‌ها به وجود می‌آید که در حدود ۸۰۰۰ کشته و بیش از ۲۰ میلیارد دلار خسارت بر جای می‌گذارد[۱]. همچنین بر طبق گزارش آمارهای حیاتی ملی( The National Vital Statistics Report) در سال ۲۰۱۰ در ایالات‌متحده آمریکا ۲۷۸۲ نفر براثر مواجهه با دود، حریق و شعله جان خود را از دست دادند[۲]. آزمایشگاه‌ها از دسته اماکن آموزشی مبتنی بر تجهیزات و فرآیندهای مهندسی می‌باشند که به دلیل دارا بودن انواع گوناگونی از مواد و تجهیزات فنی دارای ریسک بالایی به لحاظ مشخصات ایمنی هستند[۳].

دانشگاه‌ها یکی از بزرگ‌ترین نهادهای آموزشی در هر کشوری هستند و معمولاً تحولات علمی و تحقق تئوری‌ها به اصول علمی از دانشگاه‌ها آغاز می‌شود[۳]. اکثر دانشگاه‌ها دارای آزمایشگاه‌های آموزشی و تحقیقاتی هستند. آزمایشگاه برای کاربران، استادان و دانشجویان یک محیط کاری محسوب می‌شود که عملیات مختلفی مانند آزمایش‌های تجربی جهت شناسایی، تعیین ترکیب و ناخالصی‌ها و واکنش مواد، نحوه کار کردن با تجهیزات خاص، اندازه‌گیری و تعیین مقدار مواد گوناگون، کنترل کیفیت، تجزیه‌وتحلیل انجام می‌شود. در آزمایشگاه‌های دانشگاهی بسیاری از فرایندها برای کسب مهارت عملی یا صرفاً جهت آموزش دانشجویان صورت می‌گیرد و بسیاری از دانشجویان تجربه کار با مواد و تجهیزات را ندارند و این عامل امکان بروز اعمال ناایمن و حوادث را افزایش می‌دهد[۳].

در نگاهی گذرا محیط آزمایشگاهی پاکیزه و ایمن به نظر می‌رسد اما تنوع فعالیت‌های آزمایشگاه و انواع سوانح و حوادثی مانند برق‌گرفتگی، آتش‌سوزی، انفجار موجودیت آزمایشگاه را تهدید می‌کند. به‌طورکلی در این محیط‌ها به دلایلی همچون قابلیت اشتعال و واکنش‌پذیری متنوع مواد، خطر ریزش و پاشش مایعات و انتشار انواع گازها با قابلیت انفجار و احتراق، تجهیزات برقی و خطرات مربوط به جرقه و اضافه‌بار در آن‌ها، خطرات مربوط به سطوح داغ، اجاق‌ها یا وسایل با شعله باز، ریسک حریق و انفجار بالاست[۱, ۳].

تنوع مواد و تجهیزات، ماهیت و شدت خطرات متناسب با کمیت و کیفیت مواد موجود در آزمایشگاه‌ها باعث شده است که ارزیابی ایمنی آن‌ها با رویکرد پیشگیرانه اهمیت روزافزونی پیدا کند. وقوع حوادث ناگوار در آزمایشگاه‌ها همواره وجود داشته است که آتش‌سوزی معروف آزمایشگاه ادیسون یکی از آن‌ها است. خبرهای منتشرشده طی سال‌های اخیر در سطح آزمایشگاه‌های کشور نیز نگران‌کننده است زیرا علاوه بر خسارت به اموال خسارت به افراد را نیز شامل شده است. از این جمله، آتش‌سوزی آزمایشگاه عمومی و تجزیه دانشکده داروسازی دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۵، حادثه انفجار کپسول هیدروژن در آزمایشگاه دانشگاه تربیت مدرس تهران در سال ۱۳۸۵ که منجر به کشته شدن یک نفر و جراحت شدید یک نفر گردید[۴, ۵]. انفجار در آزمایشگاه میکروبی دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مشهد در سال ۱۳۹۰ که منجر به خسارت و رعب و وحشت دانشجویان و کارکنان دانشگاه شد[۶]، آتش‌سوزی آزمایشگاه شیمی دانشکده علوم دانشگاه خلیج‌فارس در سال ۱۳۹۰ براثر اتصالات برقی که ۴۰ درصد به این آزمایشگاه خسارت وارد کرد[۷]، انفجار ظروف ضایعات در آزمایشگاه شیمی دانشگاه بوعلی سینا در سال ۱۳۹۱ که منجر به مجروحیت ۶ نفر دانشجو گردید[۸]. لازم به ذکر است خیلی از حوادث آزمایشگاهی که منجر به مراجعه به مراکز درمانی نشود یا نیاز به مداخله آتش‌نشانی شهر و سایر سامانه‌های امدادرسانی نباشد معمولاً به‌طور رسمی ثبت نمی‌شوند. درنتیجه ارزیابی ریسک و حفاظت در برابر حریق با به کار گرفتن تمهیدات و تدابیر فنی- مهندسی و مدیریتی مناسب گامی مهم در حفاظت از سرمایه‌های انسانی، مالی و زیست‌محیطی آزمایشگاه‌ها می‌باشد[۹].

امروزه استفاده از سامانه‌های کشف، اعلام و اطفاء به‌منظور پیشگیری از وقوع حریق و بروز خسارت‌های ناشی از آن به‌صورت گسترده‌ای افزایش یافته‌است. با توجه به بالا بودن ریسک حریق در محیط‌های آزمایشگاهی و همچنین اهمیت این مکان‌ها، در صورت بروز آتش‌سوزی خسارات گاه جبران‌ناپذیری بر جای خواهد ماند. همچنین با توجه به این‌که در این مکان‌ها دانشجویان آموزش خاصی در رابطه با حریق ندیده‌اند و مسئولین آزمایشگاه‌ها نیز به‌صورت شبانه‌روزی حضور ندارند درنتیجه طراحی و اجرای



[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08 ]

سامانه‌های کشف، اعلام و اطفاء حریق خودکار در آزمایشگاه‌ها دارای اهمیت و ضرورت زیادی است.

موادی که امروزه به‌عنوان خاموش‌کننده‌های آتش در بیشتر اماکن صنعتی، اداری و خدماتی مورداستفاده قرار می‌گیرند به ترتیب آب، دی‌اکسید کربن، پودر و کف می‌باشند[۱, ۱۰]. صرفه اقتصادی، دسترسی آسان، ضریب اثربخشی بالا در اطفاء حریق، همچنین غیر سمی بودن و عدم آسیب به محیط‌زیست از مهم‌ترین عواملی هستند که در انتخاب بهترین ماده برای اطفاء حریق باید مدنظر قرار گیرد[۱, ۱۱-۱۳]. با توجه به اینکه عمده حریق‌های احتمالی در محیط‌های آزمایشگاهی مربوط به حریق‌های از دسته B، E و D می‌باشند و همچنین در استفاده از مواد خاموش‌کننده آب، پودر و کف معایب و محدودیت‌های خاصی در این‌گونه محیط‌ها وجود دارد؛ استفاده از مواد خاموش‌کننده از نوع گاز $CO_2$ به دلیل گستردگی استفاده، غیر سمی بودن، عدم آسیب به محیط‌زیست و کاربرد بالا برای اطفاء حریق در محیط‌های آزمایشگاهی مناسب است[۱۱].

آزمایشگاه‌های مراکز آموزشی ازجمله محیط‌های شغلی محسوب می‌گردند که باوجود حساسیت بسیار بالا در کار با مواد و تجهیزاتی خاص به لحاظ ایمنی به‌ویژه ایمنی حریق کمتر موردتوجه قرارگرفته‌اند. ازاین‌رو ضرورت دیده شد که ارزیابی ریسک حریق و ارائه راهکار فنی مهندسی مناسب در بهبود ایمنی و پیشگیری از وقوع حریق در محیط‌های آزمایشگاهی صورت گیرد. مطالعه حاضر در آزمایشگاه‌های آموزشی دانشکده بهداشت یکی از دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور باهدف ارزیابی ریسک حریق و ارائه طرحی جهت بهبود ایمنی در برابر آتش‌سوزی بر اساس طراحی سامانه کشف، اعلام و شبکه ثابت اطفاء حریق خودکار انجام گردید.

## روش بررسی

این مطالعه توصیفی- تحلیلی کاربردی جهت ارزیابی ریسک حریق و ارائه راهکار کنترلی مناسب در شش آزمایشگاه شامل آزمایشگاه‌های عوامل فیزیکی زیان‌آور، عوامل شیمیایی زیان‌آور، مواد زائد جامد خطرناک، میکروبیولوژی آب و فاضلاب، شیمی آب و فاضلاب و آزمایشگاه تحقیقات و تحصیلات تکمیلی دانشکده بهداشت انجام شده است. این مطالعه در دو مرحله انجام گردید بدین‌صورت که در مرحله یکم ارزیابی ریسک با تأکید بر پارامترهای مؤثر در ریسک حریق و همچنین تعیین نقاطی که بیشترین احتمال بروز حریق را دارند در آزمایشگاه‌ها انجام گردید. کلیه خطراتی که ممکن است باعث بروز آتش‌سوزی شوند نظیر اتصال کوتاه تجهیزات برقی، تماس هیترهای برقی و سطوح داغ با منابع قابل اشتعال موجود در آزمایشگاه‌ها، وجود مواد اکسیدکننده و مواد قابل اشتعال نزدیک یکدیگر و همچنین نقاطی که بیشترین احتمال بروز حریق را داشتند با استفاده از روش معرفی‌شده توسط استانداردهای ارتش ایالات‌متحده آمریکا (MIL-STD-882) مشخص گردید[۱۴, ۱۵].

در مرحله دوم با استفاده از استانداردهای انجمن ملی حفاظت در برابر حریق آمریکا (National Fire Protection Association (NFPA و با توجه به نقاط خطرناک در هر آزمایشگاه، ریسک حریق، بار حریق، سرعت اشتعال مواد موجود در هر آزمایشگاه و همچنین پارامترهایی نظیر مساحت و حجم کلی فضای هر آزمایشگاه سامانه کشف، اعلام و اطفاء حریق مبتنی بر ماده اطفایی دی‌اکسید کربن ($CO_2$) طراحی گردید[۱, ۱۶].

در طراحی سامانه کشف حریق با توجه به این‌که در آزمایشگاه‌ها اولین محصول حریق دود و حرارت است؛ برای افزایش ضریب ایمنی سامانه در کشف به‌موقع حریق هر دو نوع کاشف دودی فتوالکتریک و حرارتی نرخ افزایشی به‌صورت توأم طراحی گردید. طراحی کاشف‌های حریق بر این اساس که مساحت پوششی هر کاشف دودی ۵۰ مترمربع و کاشف حرارتی ۳۷ مترمربع است صورت گرفت. در تعیین محل نصب هر یک از کاشف‌ها برای هر کاشف دودی و حرارتی به‌صورت مستقل اصول فاصله و ارتفاع مجاز مطابق با استاندارد کشوری IPS-E-SF-260 رعایت گردید. با توجه به این‌که مسئولین آزمایشگاه‌ها و دانشجویان هم می‌توانند به‌عنوان منبع کشف و اعلام حریق باشند درنتیجه اعلام‌کننده‌های دستی (شستی‌های حریق) برای هر آزمایشگاه طراحی گردید. محل شستی‌ها در مسیرهای عبور و خروج اضطراری به‌گونه‌ای طراحی گردید که حد دسترسی به آن‌ها بیش از ۳۰ متر نباشد و در فاصله ۱/۵ متری از درها و خروجی‌های هر آزمایشگاه نصب شوند[۱۱].

برای متصل نمودن کاشف‌ها به یکدیگر از سامانه متعارف Conventional استفاده گردید. برای منطقه بندی (زون‌بندی)، هر آزمایشگاه به‌عنوان یک منطقه در نظر گرفته شد. در هر آزمایشگاه تعدادی کاشف، شستی حریق و آژیرهای اعلام حریق



[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08 ]

مجهز به چراغ چشمک‌زن قرار گرفت و همه این تجهیزات اعلام حریق در هر آزمایشگاه به یک تابلوی کنترل حریق محلی متصل شدند که این تابلو عملیات مدیریت کاشف‌های هر آزمایشگاه که به آن متصل شده است را بر عهده دارد. معمولاً این تابلوها مجهز به آژیر حریق نیز می‌باشند و در صورت دریافت سیگنال از هر کاشفی آژیر تابلو به صدا درمی‌آید و منطقه‌ای که کاشف عمل نموده است را نشان می‌دهند[۱۷]. محل عبور کابل‌های اتصال کاشف‌ها و دیگر اجزای سامانه اعلام حریق با دقت از محل‌هایی طراحی گردید که در صورت وقوع حریق، احتمال بروز آسیب به اتصالات و سیم‌کشی‌ها در کمترین مقدار ممکن باشد. درنهایت همه تابلوهای کنترل حریق محلی هر آزمایشگاه به یک تابلوی کنترل مرکزی در داخل اتاق نگهبانی مرکزی دانشگاه متصل شود که در صورت بروز آتش‌سوزی در هر آزمایشگاه ابتدا تابلوی محلی با راه‌اندازی آژیرهای نصب‌شده در داخل هر آزمایشگاه و راهرو مجاور وقوع حریق را اعلام نماید و تابلو مرکزی در اتاق نگهبانی نیز آزمایشگاهی که دچار حریق شده است را نشان خواهد داد تا در کمترین زمان ممکن محل وقوع حریق مشخص گردد و اطفاء حریق صورت گیرد.

برای طراحی سامانه اطفاء حریق مبتنی بر CO2 میزان دی‌اکسید کربن موردنیاز برای اطفاء حریق با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

$$W = \frac{V.C.A_c}{S(100-C)}$$

رابطه ۱

برای جبران نشتی دی‌اکسید کربن به بیرون از آزمایشگاه براثر تهویه از رابطه ۲ استفاده گردید.

$$R = \frac{C \times E}{S(100-C)}$$

رابطه ۲

برای جبران میزان نشتی دی‌اکسید کربن از طریق دریچه‌ها ابتدا سطح دریچه‌های موجود در هر آزمایشگاه مشخص شد سپس میزان گاز دی‌اکسید کربن نشتی از این دریچه‌ها از طریق رابطه ۳ محاسبه گردید.

$$R = 5.59 \times C \times P \times A \times \sqrt{\frac{2gh(\rho_1 - \rho_2)}{\rho_1}}$$

رابطه ۳

با توجه به طراحی صورت گرفته مخازن دی‌اکسید کربن موردنیاز سامانه در داخل حیاط دانشکده بهداشت قرار داده شد درنتیجه برای مسیر طولانی لوله‌کشی بعضی از آزمایشگاه‌ها افت فشار به‌دقت محاسبه گردید و همچنین میزان اضافی دی‌اکسید کربن برای پر کردن داخل لوله‌ها نیز از طریق جداول موجود در NFPA 12 محاسبه و منظور گردید[۱۱, ۱۶]. افشانه‌های گاز دی‌اکسید کربن( CO2) تا حد امکان در نزدیکی نقاط پرخطر طراحی گردید تا در صورت بروز آتش‌سوزی در کمترین زمان ممکن اطفاء حریق صورت گیرد و از گسترش حریق به نقاط دیگر و خسارات بیشتر جلوگیری شود.

## یافته‌ها

بررسی ریسک حریق در آزمایشگاه‌های مختلف نشان داد که بیشترین و کمترین درصد ریسک خطراتی که در کارگاه‌ها منجر به آتش‌سوزی می‌شوند به ترتیب در آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب و عوامل فیزیکی بوده است. در شکل ۱ درصد ریسک حریق نسبت به سایر ریسک‌های شناسایی‌شده در هر یک از آزمایشگاه‌ها نشان داده شده‌است.

بر اساس نتایج محاسبات ۲۰ کاشف دودی فتوالکتریک و ۲۷ کاشف حرارتی نرخ افزایشی طراحی گردید که بیشترین تعداد کاشف طراحی‌شده در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی بود. تعداد کاشف‌های دودی و حرارتی طراحی‌شده برای هر یک از آزمایشگاه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده‌است.

سامانه کشف و اعلام حریق آزمایشگاه طراحی‌شده عوامل فیزیکی زیان‌آور به‌عنوان نمونه در شکل ۲ نشان داده شده‌است.

نتایج طراحی سامانه اطفاء حریق خودکار شامل وزن موردنیاز گاز دی‌اکسید کربن (CO2)، درصد تراکم موردنیاز و قطر لوله ورودی به هر آزمایشگاه برای اطفاء حریق در جدول ۲ نشان داده شده‌است. بیشترین میزان وزن CO2 موردنیاز در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی بود. به‌طورکلی ۵۰۸۰ کیلوگرم ماده اطفائی CO2 برای کلیه آزمایشگاه‌ها برآورد گردید.

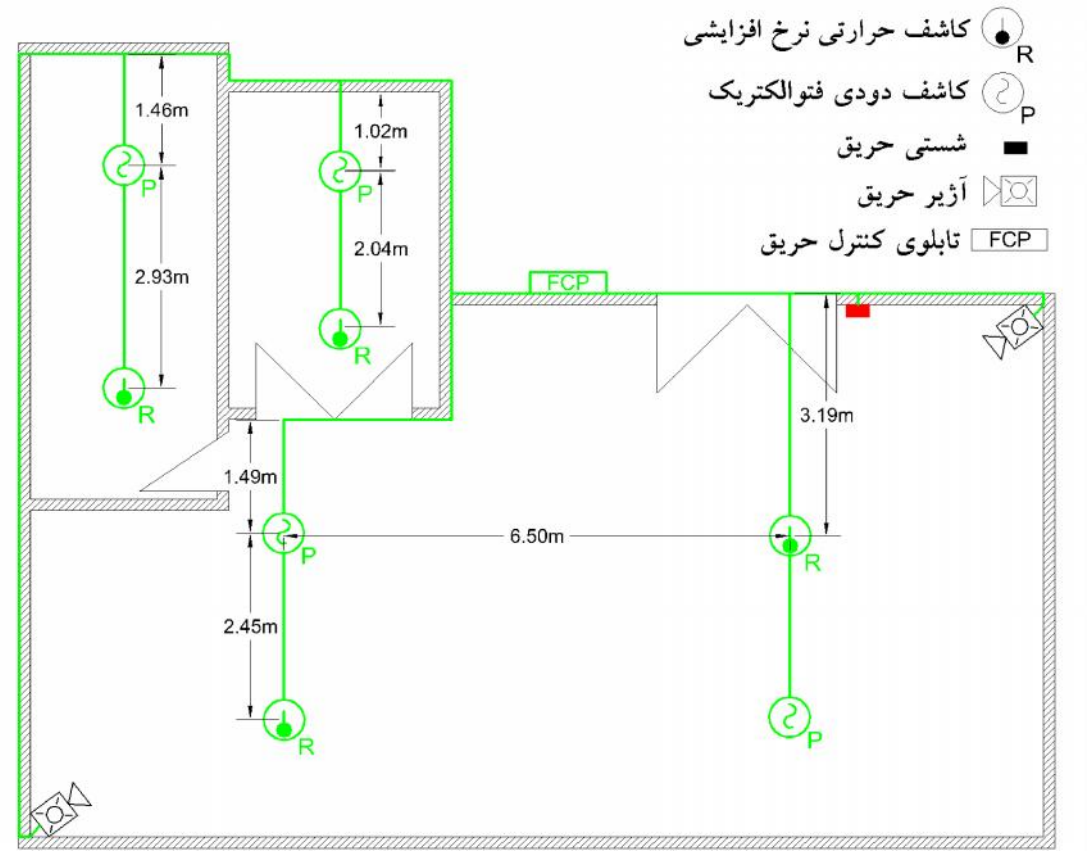
در شکل ۳ سامانه کشف، اعلام و اطفاء حریق طراحی‌شده برای آزمایشگاه عوامل فیزیکی زیان‌آور به‌صورت نمونه نشان داده شده‌است.



[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08 ]

**جدول ۱- تعداد کاشف‌های دودی فتوالکتریک و حرارتی نرخ افزایشی برای هر از آزمایشگاه‌ها**

| ردیف | نام آزمایشگاه | مساحت ($m^2$) | تعداد کاشف دودی فتوالکتریک | تعداد کاشف حرارتی نرخ افزایشی | تعداد آژیر حریق | تعداد شستی حریق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | عوامل فیزیکی | ۱۰۰ | ٤ | ٤ | ۲ | ۱ |
| ۲ | عوامل شیمیایی | ۹۵ | ۳ | ٤ | ۲ | ۱ |
| ۳ | مواد زائد جامد خطرناک | ۱۰۰ | ۳ | ٤ | ۲ | ۱ |
| ٤ | میکروبیولوژی آب و فاضلاب | ۱۰۰ | ۳ | ٤ | ۲ | ۱ |
| ۵ | شیمی آب و فاضلاب | ۹۱ | ۲ | ۳ | ۲ | ۱ |
| ٦ | تحصیلات تکمیلی | ۲۳۰ | ۵ | ۸ | ٤ | ۲ |
| ۷ | جمع | ۷۱٦ | ۲۰ | ۲۷ | ۱٤ | ۷ |



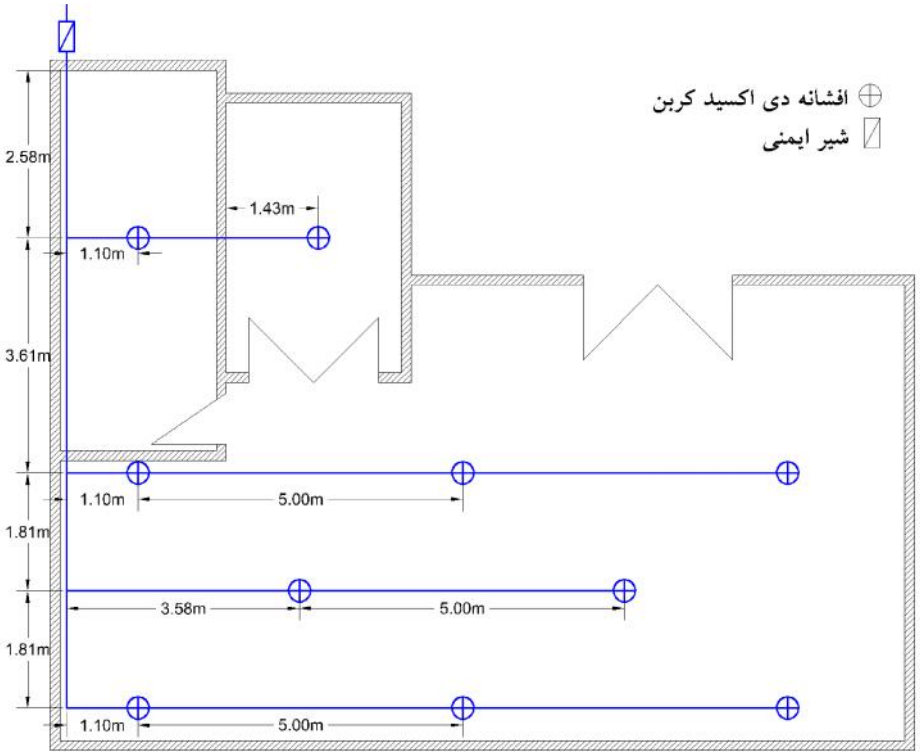

**شکل ۲- سامانه کشف و اعلام حریق طراحی‌شده برای آزمایشگاه عوامل فیزیکی**



[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08 ]

**جدول ۲- نتایج طراحی سامانه اطفاء حریق CO2**

| ردیف | نام آزمایشگاه | وزن $CO_2$ موردنیاز (kg/min) | درصد تراکم | قطر لوله ورودی (in) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | عوامل فیزیکی | ۷۳۸ | ۵۰ | ۳ |
| ۲ | عوامل شیمیایی | ۷۳۸ | ۵۰ | ۳ |
| ۳ | مواد زائد جامد خطرناک | ۷۶۰ | ۵۰ | ۳ |
| ٤ | میکروبیولوژی آب و فاضلاب | ۷۶۰ | ۵۰ | ۳ |
| ۵ | شیمی آب و فاضلاب | ۷٤۲/۷ | ۵۰ | ۳ |
| ٦ | تحصیلات تکمیلی | ۱۳٤۰ | ۵۰ | ٤ |




**شکل ۳- سامانه اطفاء حریق خودکار طراحی‌شده برای آزمایشگاه عوامل فیزیکی**

## بحث

نتایج به‌دست‌آمده از فرآیند ارزیابی ریسک در این مطالعه بیانگر وجود خطرات بسیاری با ریسک بالا ازلحاظ وقوع حریق بود به‌طوری‌که درصد ریسک خطراتی که می‌تواند در هر آزمایشگاه منجر به وقوع حریق شود در آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب و آزمایشگاه عوامل شیمیایی بیشتر از آزمایشگاه‌های دیگر بود. نتایج نشان داد که خطر وقوع حریق کلیه آزمایشگاه‌های موردبررسی را تهدید می‌نماید. حجم و چگالی زیاد مواد شیمیایی و اکسیدکننده قابل اشتعال و انفجار در آزمایشگاه، مناسب نبودن راه خروج اضطراری، عدم وجود تجهیزات دستی مناسب و سامانه‌های کشف، اعلام و اطفاء حریق و تراکم بالای مراجعه‌کنندگان در اغلب این آزمایشگاه‌ها و عدم آگاهی و آموزش‌های لازم برای دانشجویان از دلایل اصلی بالا بودن سطح ریسک وقوع حریق در آن‌ها بودند.



[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08 ]

علاوه بر این دلایل؛ وجود انواع دستگاه‌های برقی آنالیز مواد در آزمایشگاه‌ها نیز می‌تواند در بالا بودن ریسک حریق آزمایشگاه‌ها تأثیر بسزایی داشته باشد زیرا احتمال ریخت‌وپاش آب و بعضی مواد شیمیایی به داخل سامانه الکتریکی و اتصال کوتاه مدار الکتریکی دستگاه‌ها و درنتیجه آتش‌سوزی وجود دارد.

بر اساس مطالعات انجام‌شده در این زمینه، ارزیابی ریسک حریق ابزار مؤثری برای ارزیابی اقدامات مختلف پیشگیری از وقوع حریق و یا ارزیابی وسایل تشخیص و خاموش کردن حریق فراهم می‌کند[۹, ۱۲, ۱۸]. نتایج مطالعه کیایی و همکاران که وضعیت ایمنی آزمایشگاه های بالینی مراکز آموزشی درمانی دانشگاه علوم پزشکی قزوین در سال ۱۳۹۰ را مورد ارزیابی قراردادند بامطالعه حاضر همخوانی داشت به‌طوری‌که بر اساس نتایج این مطالعه چگالی بالای مواد سوختنی، عدم وجود تهویه مناسب و خطر وجود گازهای قابل‌احتراق از دلایل اصلی بالا بودن ریسک حریق در آزمایشگاه‌ها بوده است[۱۰]. همچنین نتایج مطالعه پوررضا و همکاران که در بخش های آزمایشگاه و رادیولوژی بیمارستان دانشگاه علوم پزشکی گیلان انجام دادند نیز بامطالعه حاضر همخوانی داشت به‌طوری‌که بر اساس نتایج این مطالعه، ضعف حفاظت و ایمنی در برابر حریق به مسائلی چون فقدان راه‌های خروجی اضطراری، فقدان سامانه اعلام و اطفاء حریق خودکار و آموزش‌های کارکنان مربوط بود[۱۸].

نتایج مطالعه حلوانی و همکاران که به شناسایی و ارزیابی خطرات آزمایشگاه های دانشگاه علوم پزشکی یزد با استفاده از چک لیست‌های استاندارد پرداختند بامطالعه حاضر همسو بود به‌طوری‌که نتایج ارزیابی خطر حریق نشان داد که به دلایلی همچون وجود شلنگ‌های گاز رابط مستعمل و فرسوده، عدم قرارگیری کپسول های اطفاء حریق در جای مناسب و شارژ نکردن آن‌ها در تاریخ تعیین‌شده، عدم آشنایی کارکنان با روش صحیح استفاده از کپسول‌های اطفاء حریق، عدم وجود سیستم اطفاء حریق در محیط آزمایشگاه و عدم وجود درهای خروج اضطراری ریسک حریق بالاست لذا با توجه به بالا بودن ریسک حریق یک سری اقدامات مدیریتی در کوتاه‌مدت پیشنهاد و اجرا گردید[۳].

در مطالعه حاضر با توجه به عمده کاستی‌ها و نقص‌های موجود و ریسک بالای حریق در کلیه آزمایشگاه‌ها، وضعیت قرارگیری نامناسب آن‌ها به لحاظ مقررات ملی ایمنی حریق ساختمان و همچنین با در نظر گرفتن این موضوع که در آزمایشگاه‌های دانشگاهی عمدتاً دانشجویان و افراد کم‌تجربه به‌صورت متفرقه در آنجا حضور دارند و نیز با در نظر گرفتن میزان کارایی و میزان هزینه موردنیاز به‌عنوان بهترین راهکار کنترلی برای ارتقاء سطح ایمنی حریق و کاهش ریسک حریق در آزمایشگاه‌ها، در کنار اجرای اقدامات پیشگیرانه فنی و مدیریتی سامانه‌های کشف، اعلام و اطفاء حریق طراحی گردید. در حال حاضر برای آزمایشگاه‌های دانشکده بهداشت سامانه اعلام حریق نصب شده‌است که می‌تواند در کشف به‌موقع حریق و درنتیجه اقدام سریع برای اطفاء حریق، بخصوص در مواردی که مسئولین آزمایشگاه‌ها حضور ندارند مؤثر واقع شود.

بر طبق طبقه‌بندی سازمان NFPA آزمایشگاه‌ها از دسته مکان‌های با خطر متوسط یا معمولی محسوب می‌شود و با توجه به اهمیت کشف حریق در مراحل اولیه، به کار گرفتن توأم کاشف‌های دودی فتوالکتریک و حرارتی نرخ افزایشی که چیدمان آن‌ها به‌صورت مستقل از یکدیگر انجام شده‌است و محدوده حفاظتی کاشف‌ها به‌طور کامل همدیگر را پوشش می‌دهند باعث افزایش ضریب ایمنی سامانه کشف حریق گردید[۱۱]. همچنین با رعایت تدابیری نظیر تعیین محل نصب کاشف‌ها با توجه به محتمل‌ترین نقاط بروز حریق بر اساس ماهیت مواد سوختنی و محصولات اولیه حریق(دود یا حرارت یا هردو) و مطابق با استاندارد کشوری IPS-E-SF-260 سامانه کشف قابلیت اطمینان بالاتری دارد. با توجه به این‌که آزمایشگاه‌های دانشکده بهداشت در قسمت‌هایی از دانشگاه قرارگرفته‌است که تردد چندانی در بعدازظهرها و بخصوص در پایان هفته وجود ندارد درنتیجه در صورت بروز حریق در حضور مسئول آزمایشگاه امدادخواهی زمان نسبتاً زیادی نیاز دارد که ممکن است باعث گسترش حریق شود در چنین مواقعی با استفاده از شستی‌های حریق طراحی‌شده می‌توان به‌سرعت اعلام حریق صورت گیرد. آژیر و چراغ‌های چشمک‌زن اعلام حریق که به‌صورت توأم طراحی گردید در کشف سریع‌تر مکان بروز حریق توسط نیروهای اطفاء حریق و نیروهای امدادی بسیار مؤثر است. با توجه به این‌که مساحت آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی بیشتر از آزمایشگاه‌های دیگر بود درنتیجه تعداد کاشف و میزان $CO_2$ موردنیاز طراحی‌شده برای این آزمایشگاه بیشتر از سایر آزمایشگاه‌ها بود.

بر طبق نتایج ارزیابی ریسک و با توجه به ماهیت مواد قابل اشتعال در آزمایشگاه‌ها دانشکده و همچنین وجود دستگاه‌های



[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08 ]

گران‌قیمت الکتریکی در آزمایشگاه‌ها بهترین ماده اطفایی گاز دی‌اکسید کربن ($CO_2$) در نظر گرفته شد زیرا این ماده اطفایی برای حریق‌های الکتریکی بسیار مناسب است و همچنین بعد از خاموش کردن آتش اثری از خود بر جای نمی‌گذارد و باعث خرابی تجهیزات و ماشین‌آلات نمی‌شود و مکانیسم خاموش‌کنندگی مناسبی برای محیط‌های آزمایشگاهی دارد[۱, ۱۱, ۱۶].

همچنین علاوه بر این ارائه آموزش‌های تخصصی مکرر به همراه پوسترهای هشداردهنده نکات ایمنی برای گروه‌های مختلف از دانشجویان، نظم و نظافت آزمایشگاهی، طراحی سامانه تهویه عمومی و موضعی مناسب، نصب و جانمایی و شارژ به‌موقع کپسول‌های اطفاء دستی نیز به‌عنوان راهکارهای تکمیلی پیشنهاد می‌گردد.

## نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه و با توجه به انواع ریسک‌های حریق در آزمایشگاه‌ها و ویژگی‌های به‌خصوص این واحدها می‌توان گفت بهترین راهکار کنترلی برای حفاظت آزمایشگاه‌ها در برابر حریق طراحی و به‌کارگیری سامانه‌های کشف، اعلام و اطفا، حریق بود که سامانه اطفاء حریق مبتنی بر ماده اطفایی گاز دی‌اکسید کربن ($CO_2$) بهترین سامانه اطفاء حریق برای چنین محیط‌هایی است.

## منابع


1. Brauer RL. Safety and health for engineers. Second ed: John Wiley & Sons; 2006.

2. Murphy SL, Xu J, Kochanek KD. Deaths: final data for 2010. National vital statistics reports. 2013;61(4):21-25.

3. Halvani GH, Soltani gardefaramarzi R, Alimohammadi M, Kyani Z. dentification and risk assessment in medical university laboratories using standardized checklists. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2011;3(1):21-7. [persian]

4. www.magiran.com/n1049545.[persian]

5. http://www.isna.ir/fa/news/8511-02206.[persian]

6. http://www.isna.ir/fa/news/9011-12447.[persian]

7. http://boushehr.irna.ir/fa/News/2000087906.[persian]

8.http://www.hamedanpayam.com/shownews/specific/0xde035483f5bac9ba.html.[persian]

9. Golmohamadi R, Mohammadfam I, Shafiee motlagh M, Faradmal J. [Developing the Frank and Morgan technique for industrial fire risk assessment]. Journal of Health and Safety at Work. 2013;3(3):1-10. [persian]

10 .Kiyaiee M, Mahdavi A, Edris H, Nazari M, Abas imani z, Hajian M, et al. [Safety assessment of clinical laboratories in hospitals of Qazvin University of Medical Sciences]. Alborz University of Medical Sciences Journal, 2012;1(4):207-12. [persian]

11 .Golmohammadi R. Fire Engineering. Fanavaran; 2012.[persian]

12. Guang-wang Y, Hua-li Q. Fuzzy Comprehensive Evaluation of Fire Risk on High-Rise Buildings. Procedia Engineering. 2011;11:620-4.

13. HUANG Yan-bo, HAN Binga ZZ. Research on Assessment Method of Fire Protection System. Procedia Engineering. 2011;11:147-55.

14. Vincoli JW. Basic Guide to System Safety. Second ed: John Wiley & Sons; 2006.

15. Mohammadfam I. Safety engineering. Fanavaran; 2011. [persian]

16. Association NFP. NFPA 12 Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems. 2000.

17. Association NFP. NFPA 72 National Fire Alarm Code, 2002 edition. National Fire Protection Association, Quincy; 2002.

18. Pourreza A, Akbarihaghighi F. [Maintenance and Safety Management at Diagnostic Units of Gilan University of Medical Sciences' Hospitals]. Health Information Management. 2008;3(2):93-102.[persian].




[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08 ]

Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014; 1(1):57-65

*Research Article*

# Planning an Automatic Fire Detection, Alarm, and Extinguishing System for Research Laboratories

Rostam Golmohamadi[1], Iraj Mohamadfam[1], Masoud Shafiee Motlagh [2*], Ebrahim Darvishi[3], Akram Mortezaie[4], Faeze Azizian[4]

Received: 1/12/2013 Accepted: 30/12/2013

## Abstract

**Background & Objectives:** Educational and research laboratories in universities have a high risk of fire, because they have a variety of materials and equipment. The aim of this study was to provide a technical plan for safety improvement in educational and research laboratories of a university based on the design of automatic detection, alarm, and extinguishing systems.

**Methods**: In this study, fire risk assessment was performed based on the standard of Military Risk Assessment method (MIL-STD-882). For all laboratories, detection and fire alarm systems and optimal fixed fire extinguishing systems were designed.

**Results**: Maximum and minimum risks of fire were in chemical water and wastewater (81.2%) and physical agents (62.5%) laboratories, respectively. For studied laboratories, we designed fire detection systems based on heat and smoke detectors. Also in these places, fire-extinguishing systems based on $CO_2$ were designed.

**Conclusion**: Due to high risk of fire in studied laboratories, the best control method for fire prevention and protection based on special features of these laboratories is using automatic detection, warning and fire extinguishing systems using $CO_2$.

**Keywords**: Fire detection, Fire extinguishing, Research laboratories

**Please cite this article as:** Golmohamadi R, Mohamadfam I, Shafiee motlagh M, Darvishi E, Mortezaie A, Azizian F. Planning an Automatic Fire Detection, Alarm, and Extinguishing System for Research Laboratories. *Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014; 1(1):57-65.*

1. Department of Occupational Health, School of Public Health and Health Sciences Research Center, Hamadan University of Medical Sciences , Hamadan, Iran.
2*.(Corresponding author) PhD student of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: HSE.masoudshafii@yahoo.com
3. MSc student of Occupational Health Engineering, Kurdistan Environmental Health Research Center, Department of Occupational health, Kurdistan University of Medical Sciences, Faculty of health, Sanandaj, Iran.
4. BS student of Occupational Health, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08 ]