

## ارزیابی ریسک حریق در آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی با استفاده از روش FRAME

مصطفی میرزایی علی‌آبادی<sup>۱</sup>، فاطمه رستمی<sup>۲</sup>، محسن مهدی‌نیا<sup>۳</sup>، اعظم کرمی مسافر<sup>۲</sup>، جلیل درخشان<sup>۲</sup>،  
مریم فیض‌عارفی<sup>\*۴</sup>

۱. استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، کمیته تحقیقات دانشجویی، همدان، ایران
۳. دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۴. مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران

## چکیده

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۱  
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۷

**زمینه و هدف:** آزمایشگاه‌های تحقیقاتی دانشگاه‌ها نقش مهمی در ارتقای آموزش عالی برعهده دارند. عواملی همچون مواد شیمیایی آتشگیر و تنوع فعالیت‌های آزمایشگاهی، موضوع ایمنی حریق را به یکی از چالش‌های اصلی ایمنی در این مکان‌ها تبدیل کرده است. پیشگیری از حریق جهت حفظ ایمنی افراد حاضر در آزمایشگاه‌ها و واحدهای مجاور آن اهمیت بسزایی دارد. لذا تحقیق حاضر با هدف ارزیابی ریسک حریق آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این تحقیق توصیفی - تحلیلی از روش ارزیابی ریسک حریق FRAME استفاده شد. اطلاعات با استفاده از چک‌لیست جمع‌آوری و داده‌های حاصل از چک‌لیست در برنامه محاسباتی FRAME وارد شد. پس از محاسبه ریسک حریق ساختمان، افراد و فعالیت آزمایشگاه‌های مورد بررسی با توجه سطح ریسک رتبه‌بندی شدند. همچنین علاوه بر تعیین کارایی تأسیسات و حفاظت‌های موجود در آزمایشگاه‌هایی با ریسک بالا، سیستم حریق مناسب پیشنهاد شد.

**یافته‌ها:** با توجه به سطح ریسک به‌دست‌آمده، اقدامات حفاظتی موجود تنها سطح حفاظت کافی را برای ۳۵ درصد فعالیت‌ها و ۳۷ درصد ساختمان‌ها تأمین می‌کند. اما در هیچ آزمایشگاهی حفاظت مناسب برای افراد تأمین نشده است و آموزش ایمنی حریق به کارکنان الزامی به‌نظر می‌رسد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به بالا بودن ریسک حریق برای افراد در همه آزمایشگاه‌ها و اهمیت حفظ ایمنی افراد توصیه می‌شود اقدامات مدیریتی و مناسب به‌منظور کاهش ریسک تا حد قابل قبول در اولویت برنامه‌های ایمنی قرار گیرد.

## کلیدواژه‌ها:

ارزیابی ریسک، FRAME،  
آزمایشگاه.

## ۱. مقدمه

پاکیزه و ایمن به‌نظر می‌رسند، به‌دلیل قابلیت اشتعال و واکنش پذیری متنوع مواد، خطر ریزش و پاشش مایعات، انتشار انواع گازها با قابلیت انفجار و حریق، تجهیزات برقی و نیز تنوع فعالیت‌های آزمایشگاهی، خطر حریق و انفجار در این محیط‌ها زیاد است. [۵، ۷] خطرات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی - عفونی،

آزمایشگاه‌ها همواره نقشی محوری در آموزش و پژوهش در دانشگاه‌ها برعهده داشته‌اند؛ بنابراین توجه به شرایط و خصوصیات این محیط‌ها و تأمین سطح ایمنی مناسب برای آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. [۲] اگرچه محیط‌های آزمایشگاهی

\* نویسنده مسئول: مریم فیض‌عارفی

نشانی: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی شوشتر، شوشتر، ایران

تلفن: ۰۶۱۳۶۲۲۸۹۲۶

رایانه: f.arefi1390@gmail.com

شناسه ORCID: 0000-0001-7832-3123

شناسه ORCID نویسنده اول: 0000-0003-3772-6780

مجله علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دوره ۲۷، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۸، ص ۷۳۹-۷۴۶

آدرس سایت: http://jsums.medsab.ac.ir رایانه: journal@medsab.ac.ir

شاپای چاپی: ۱۶۰۶-۷۴۸۷

حاصل از پرسش‌نامه در برنامه<sup>۱</sup> FRAME وارد و سطح ریسک حریق محاسبه شد. همچنین برای بررسی کارایی اقدامات و حفاظت‌های موجود، ابتدا ریسک حریق محاسبه گردید و براساس سطح ریسک به‌دست‌آمده، درمورد کارایی سیستم‌های حفاظتی موجود قضاوت شد. چنانچه سطح ریسک هر واحد بالاتر از حد قابل قبول (عدد یک) باشد، اقدام حفاظتی متناسب برای کاهش سطح ریسک به میزان قابل پذیرش پیشنهاد شد. در روش FRAME، برای ارزیابی ریسک حریق روابط و فرمول‌های مختلف و متعدد به‌کار می‌رود و با محاسبات پیچیده و طولانی، درنهایت سطح ریسک برای هر سه حالت ذکرشده به طور جداگانه محاسبه می‌شود.

ارزیابی مهندسی ریسک حریق یک روش ارزیابی خطر است که با محاسباتی، ریسک حریق را برای سه جنبه متفاوت به‌طور جداگانه ارزیابی می‌کند. این سه جنبه عبارت‌اند از: ریسک برای ساختمان و محتویات آن (R)، ریسک برای افراد (R<sub>1</sub>) و ریسک برای فعالیت‌هایی که در ساختمان انجام می‌شود (R<sub>2</sub>). در این روش، برای ارزیابی ریسک حریق از روابط و فرمول‌های مختلف و متعدد استفاده می‌شود و با محاسبات پیچیده و طولانی - که در ادامه توضیح داده می‌شود - درنهایت سطح ریسک برای هر سه جنبه ذکرشده به‌طور جداگانه و از طریق رابطه کلی زیر محاسبه می‌شود. در این رابطه، ریسک حریق به‌صورت خارج قسمت ریسک بالقوه بر سطح پذیرش و سطح حفاظت تعریف می‌شود.

$$R = \frac{P}{A \times D}$$

در این رابطه، P ریسک بالقوه، A سطح پذیرش ریسک و D سطح حفاظت است که برای محاسبه هر یک از این سه پارامتر، کمیت‌ها و پارامترهای دیگری باید محاسبه و استخراج شود. در این روش، درنهایت نتیجه محاسبات، یعنی ریسک حریق (R)، به‌صورت یک عدد بدون واحد به‌دست می‌آید. با توجه به اینکه ایمنی امری نسبی است، این عدد همیشه بزرگ‌تر از صفر خواهد بود. برای تصمیم‌گیری درمورد ریسک موجود دو حالت وجود دارد:

در حالت اول اگر  $R \leq 1$  باشد، مطابق رابطه فوق نشان می‌دهد که صورت کسر کوچک‌تر یا مساوی مخرج بوده؛ به این معنا که اقدامات حفاظتی و سطح پذیرش ریسک در سطح برابر یا بالاتر از ریسک بالقوه موجود است و سطح ریسک هم قابل قبول. به عبارت دیگر، فضای مورد بررسی از نظر ایمنی حریق

ارگونومیک و یا خطرات روانی - اجتماعی آزمایشگاه‌ها کمتر از دیگر محیط‌های کاری نیست. [۳] بنابراین تأمین ایمنی همواره یکی از موارد ضروری در آزمایشگاه‌هاست. [۴]

آزمایشگاه‌های آموزشی و پژوهشی در دانشگاه‌ها دارای نارسایی‌ها و خطرات فراوانی هستند و احتمال وقوع حوادث و اتفاقات مختلف در آن‌ها وجود دارد. [۵] آمار حوادث رخ داده در آزمایشگاه‌ها تاحدودی گویای این واقعیت است. براساس آمار ارائه شده در ایالات متحده، در سال ۲۰۰۵م نزدیک به ۱۰,۰۰۰ حادثه در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی به‌وقوع پیوست و تقریباً ۲ نفر از هر ۱۰۰ محقق در یک حادثه آزمایشگاهی مجروح شدند. [۶] در کشور چین نیز بااینکه در سال‌های اخیر جهت افزایش ایمنی تجهیزات در دانشگاه‌ها سرمایه‌گذاری شده است، هنوز هم بسیاری از مسائل ایمنی در آزمایشگاه‌ها وجود دارد. [۸] یکی از دلایل اصلی بالا بودن ریسک حریق در اغلب آزمایشگاه‌ها تراکم زیاد مراجعه‌کنندگان و عدم آگاهی و آموزش کافی دانشجویان است. [۹] در مدیریت بحران، مراکز آموزشی جزو ارکان اصلی جامعه به‌شمار می‌روند. باوجود به‌کارگیری سیستم‌های ایمنی در بخش‌های مختلف مراکز آموزشی مانند آزمایشگاه، کتابخانه و انبارها، هنوز بسیاری از حوادث در این مناطق گزارش شده است. در طی چند دهه گذشته، حوادث بزرگ منجر به مرگ‌ومیر، زیان‌های اقتصادی و آسیب به اسناد ارزشمند گزارش شده است. انفجار در آزمایشگاه بیوشیمی در دانشگاه تربیت مدرس تهران (۱۹۹۶) منجر به مرگ یک نفر و از دست رفتن تجهیزات آزمایشگاه شد. [۱۱] با توجه به تعداد ساکنان و پیچیدگی ساختمان مراکز آموزشی، در زمان حریق تخلیه ساختمان با مشکل مواجه می‌شود و ممکن است تلفات زیادی در پی داشته باشد. در تحقیقات گذشته، شایع‌ترین علت حوادث آزمایشگاهی خطای عملیاتی و انسانی ذکر شده است. [۱۱-۱۲] با توجه اهمیت ایمنی آزمایشگاه‌ها در کیفیت دانشگاه، این پژوهش با هدف ارزیابی ریسک حریق آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی همدان و رتبه‌بندی آزمایشگاه‌ها از لحاظ سطح ریسک حریق انجام شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش توصیفی - مقطعی در بهار ۱۳۹۶ در تمام آزمایشگاه‌های پردیس دانشگاه علوم پزشکی همدان (۴۶ آزمایشگاه) انجام شد. اطلاعات با استفاده از چک‌لیست مبتنی بر روش ارزیابی ریسک که در مطالعه مهدی‌نیا و همکاران [۱۳] طراحی و استفاده شده است، جمع‌آوری و سپس داده‌های

در سطح رضایت‌بخشی قرار دارد. مشخص است که هرچه این عدد به سمت صفر میل کند، شرایط مطلوب‌تر خواهد بود. در حالت دوم اگر  $R > 1$  باشد، گویای آن است که در حالت موجود ریسک بالقوه بالاتر از حاصل ضرب سطح حفاظت و سطح پذیرش خواهد بود و اقدامات انجام‌شده در زمینه ایمنی کافی نیست. در این حالت، ریسک به‌دست‌آمده قابل قبول نیست. به بیان دیگر، محل مورد مطالعه از نظر ایمنی در سطح مطلوبی نیست. هرچه عدد ریسک به‌دست‌آمده از یک بیشتر باشد، شرایط از نظر ایمنی حریق در وضعیت بدتری قرار دارد. مراحل پژوهش به شرح زیر بود:

۱. بررسی محل مورد مطالعه و تقسیم‌بندی فضا به واحدهای مطالعاتی؛
۲. جمع‌آوری اطلاعات و به‌دست آوردن پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه سطح ریسک؛
۳. محاسبه ریسک بالقوه برای اموال، افراد و فعالیت‌ها در هر واحد؛
۴. محاسبه سطح پذیرش ریسک برای اموال، افراد و فعالیت‌ها در هر واحد؛
۵. محاسبه سطح حفاظت برای اموال، افراد و فعالیت‌ها در هر واحد؛
۶. محاسبه ریسک کلی حریق برای اموال، افراد و فعالیت‌ها در هر واحد؛
۷. تعیین کارایی اقدامات کنترلی موجود و ارائه راه‌حل کنترلی با توجه به سطح ریسک.

در این روش، از روابط و فرمول‌های محاسباتی پیچیده و مشکل استفاده می‌شود. برای اینکه محاسبات به‌سادگی صورت گیرد و درضمن از صحت و دقت کافی برخوردار باشد، از نرم افزار Excel استفاده شد تا با در دست داشتن اطلاعات جمع‌آوری‌شده در چک‌لیست‌ها و وارد کردن اطلاعات، نتایج صحیح و دقیق به‌دست آید.

در اولین مرحله از ارزیابی ریسک، اطلاعات کلی درمورد محل مورد بررسی جمع‌آوری شد. این اطلاعات شامل مواردی از قبیل نوع و کاربری ساختمان، نوع سازه، تعداد طبقات، مساحت زیربنای کل ساختمان و قدمت ساختمان بود. این اطلاعات با مراجعه به محل، بررسی اسناد و مصاحبه با افراد به دست آمد. بعد از بررسی اجمالی ساختمان، کل ساختمان به واحدهای مطالعاتی حریق تقسیم‌بندی شد.

همان‌طور که ذکر شد، فاکتورهای زیادی در محاسبات سطح ریسک به‌کار می‌رود که این فاکتورها با مراجعه به محل و مشاهده، مطالعه اسناد موجود، مصاحبه با افراد مسئول و در بعضی موارد با اندازه‌گیری پارامترها به‌دست آمد. با توجه به

دستورالعمل اجرای روش و درنظر گرفتن تمام فاکتورهای مورد نیاز و همچنین ریزفاکتورهای تأثیرگذار در محاسبات، چک لیستی تهیه و با مراجعه به محل مورد مطالعه همه اطلاعات لازم جمع‌آوری و دسته‌بندی شد. یکی از سه پارامتر مورد نیاز برای محاسبه ریسک حریق در این روش، ریسک بالقوه در واحد است. برای محاسبه ریسک بالقوه لازم است شش فاکتور مختلف دیگر محاسبه شود: بار حریق (q)، گسترش حریق (i)، سطح (g)، تراز (e)، تهویه (v) و دسترسی (z). بسته به نوع ریسک بالقوه‌ای که محاسبه می‌شود (اموال، افراد و فعالیت‌ها)، فاکتورهای مداخله‌گر در محاسبات متفاوت است. برای به‌دست آوردن این شش فاکتور، ابتدا از طریق اندازه‌گیری، مشاهده و محاسبه، ریزفاکتورهای دیگری محاسبه شد. بعد از محاسبه شش فاکتور ذکرشده، ریسک‌های بالقوه سه‌گانه مطابق روابط ارائه‌شده از حاصل ضرب این فاکتورها برای واحد موردنظر به دست می‌آمد.

برای محاسبه سطح پذیرش ریسک در واحد مورد نظر، مانند محاسبه ریسک بالقوه، ابتدا فاکتورهای مختلفی محاسبه شد. این فاکتورها شامل پنج عامل اثرگذار در سطح پذیرش ریسک بود: فعالیت (a)، زمان تخلیه (t)، ارزش (c)، فراگیری حریق (r) و بستگی (d). برای محاسبه این فاکتورها هم ابتدا نیاز به اندازه‌گیری و محاسبه پارامترهای دیگری بود که فایل آموزش آن در اختیار است. در محاسبه سطح پذیرش ریسک نیز بسته به نوع ریسک مورد محاسبه (اموال، افراد و فعالیت‌ها) فاکتورهای مورد استفاده متفاوت خواهد بود که نوع فاکتورهای دخیل در محاسبات در روابط مشخص شده است. بعد از محاسبه فاکتورهای پنج‌گانه، سطح پذیرش ریسک در واحد برای سه حالت مختلف ساختمان و محتویات آن، افراد و فعالیت‌ها به‌طور جداگانه محاسبه شد. مانند دو پارامتر ریسک بالقوه و سطح پذیرش، برای محاسبه سطح حفاظت که سومین پارامتر مورد استفاده برای محاسبه ریسک حریق به‌روش FRAME است، چندین فاکتور باید محاسبه می‌شود. این فاکتورها شامل تأمین آب (W)، حفاظت نرمال (N)، حفاظت ویژه (S)، مقاومت در برابر حریق (F)، رهایی (U) و بازیابی اموال (Y) بود. مانند محاسبه ریسک بالقوه و سطح پذیرش، بسته به اینکه سطح حفاظت برای چه نوع ریسکی محاسبه می‌شود، فاکتورهای دخیل در محاسبات متفاوت بود که این موضوع در روابط مورد استفاده مشخص شده است. بعد از محاسبه شش فاکتور ذکرشده در بالا، سطح حفاظت در واحد برای ساختمان و محتویات آن، افراد و فعالیت‌ها به‌طور جداگانه و از طریق روابط مربوطه محاسبه شد.

برای محاسبه ریسک حریق در واحد مورد بررسی از رابطه زیر استفاده شد. در این رابطه، سه پارامتر ریسک بالقوه، سطح

در حد قابل قبول است و اقدامات فعال و غیرفعال کارایی لازم برای تأمین ایمنی مناسب را داشته‌اند. اگر سطح ریسک بالاتر از یک باشد، اقدامات فاقد کارایی مناسب هستند و هرچه این عدد بزرگ‌تر از یک باشد، عملکرد اقدامات ایمنی موجود ضعیف‌تر خواهد بود.

### ۳. یافته‌های پژوهش

پایش‌های میدانی نشان داد که در هیچ‌کدام از آزمایشگاه‌های مورد بررسی سیستم اطفای حریق خودکار وجود نداشت؛ سایر سیستم‌های حفاظتی از قبیل شیلنگ آتش‌نشانی و راه‌های خروج اضطراری تعبیه نشده بود؛ هیچ اقدامی برای شرایط اضطراری وقوع حریق پیش‌بینی نشده بود؛ به کارکنان آزمایشگاه‌ها و دیگر کارمندان حاضر در واحدهای مجاور در زمینه نحوه عملکرد در زمان وقوع حریق آموزش کافی و مناسب داده نشده بود. ریسک حریق به تفکیک ساختمان و محتویات، کارکنان و ریسک فعالیت در جدول ۱ آمده است.

پذیرش و سطح حفاظت استفاده می‌شود که همه آن‌ها در مراحل قبلی محاسبه شده‌اند. بسته به اینکه هدف محاسبه چه ریسکی است (اموال، افراد و فعالیت‌ها)، پارامتر محاسبه شده در مراحل قبلی در رابطه اصلی قرار می‌گیرد و ریسک مورد نظر محاسبه می‌شود.

$$R = \frac{P}{A \times D}$$

برای ارزیابی اقدامات کنترلی باید به این نکته توجه کرد که هدف اولیه اجرای اقدامات کنترلی حفاظت در چه بخشی (ساختمان و محتویات، افراد و فعالیت‌ها) بوده است. بسته به اینکه هدف کدام‌یک از این سه مورد بود، برای ارزیابی کارایی اقدامات کنترلی، همان نوع ریسک محاسبه شده در نظر گرفته شد تا اقدامات انجام شده مورد قضاوت قرار گیرد. اگر با در نظر گرفتن اقدامات موجود، سطح ریسک محاسبه شده عددی کوچک‌تر مساوی یک باشد، نشان می‌دهد که سطح ریسک

جدول ۱. ریسک حریق ساختمان، کارکنان و فعالیت به تفکیک دانشکده و آزمایشگاه‌ها

دانشکده	نام آزمایشگاه	ریسک ساختمان و محتویات	ریسک کارکنان	ریسک فعالیت
بهداشت	ارگونومی	0.45	4.329	0.563
	شیمی محیط	2.655	25.608	3.203
	عوامل شیمیایی	1.54	24.231	1.863
	عوامل فیزیکی	0.547	6.084	0.709
	فیزیولوژی کار	0.563	14.462	0.758
	مواد زائد جامد	0.307	4.418	0.31
	میکروبیولوژی	0.503	4.727	0.542
پزشکی	انگل‌شناسی	3.757	9.715	4.86
	ایمنی‌شناسی	1.397	15.669	1.713
	ایمنی و سرولوژی	2.528	14.82	2.829
	بافت‌شناسی	2.29	4.768	1.8
	بیوشیمی بالینی	1.13	4.616	0.898
	بیوشیمی	3.728	8.439	2.573
	بیولوژی مولکولی	0.371	6.258	0.455
	پاتولوژی	1.617	6.425	1.308
	تحقیقات حیوانات	1.933	12.601	1.491
	تغذیه و کنترل مواد غذایی	5.416	45.806	4.572
	حشره‌شناسی	1.945	32.087	3.146
	سالن مولاژ	1.302	6.646	1.45
	علوم تشریح	0.667	5.539	0.619
	فیزیک پزشکی	1.89	8.956	1.804
	فیزیولوژی	2.232	5.971	1.547
	فارچ‌شناسی	2.52	8.62	3.321
	کشت سلولی	1.202	14.726	1.188
	مولکولی انگل‌شناسی	0.804	5.469	0.645
	میکروپزشکی	5.097	23.718	6.625

1.308	6.853	1.122	هماتولوژی	
0.911	11.883	0.671	ویروس‌شناسی	
1.302	8.454	1.015	ایمونولوژی و بانک خون	پیراپزشکی
2.057	14.458	1.573	ایمونولوژی (توان بخشی)	توان بخشی
1.927	3.487	1.594	تغذیه و بیوشیمی	
1.6	8.885	1.594	میکروبیولوژی (توان بخشی)	
1.655	10.758	1.65	ویروس‌شناسی (توان بخشی)	
1.19	34.087	1.269	بیوتکنولوژی دارویی	داروسازی
0.536	6.907	0.416	سم‌شناسی	
0.484	4.201	0.363	شیمی دارو	
0.305	2.9	0.23	گیاهان دارویی	
0.376	3.937	0.307	آزمایشگاه شیمی ۱	
1.495	17.884	1.312	آزمایشگاه شیمی ۲	
1.678	18.623	1.143	فارماسیوتیکس	
0.525	5.753	0.404	فارماکوگنوزی	
0.658	4.935	0.541	فارماکولوژی	
0.376	3.937	0.307	کنترل میکروبی	
1.012	6.742	0.855	گیاهان دارویی و هرباریوم	
2.412	6.962	2.372	مواد دندان‌پزشکی	دندان‌پزشکی

حفاظتی موجود برای کارکنان قابل قبول نیست. کارایی تأسیسات حفاظتی در بخش فعالیت‌ها نیز وضع مناسبی نداشت و فقط ۳۹ درصد از فعالیت‌های در حال انجام شدن در آزمایشگاه‌ها دارای تأسیسات حفاظتی بودند. از مجموع ۴۶ آزمایشگاه مورد بررسی، فقط ۱۷ آزمایشگاه (۳۷ درصد) به لحاظ ساختمان و محتویات دارای کارایی مناسب بودند.

با توجه به نتایج جدول ۱، نتایج کارایی تأسیسات حفاظتی، با توجه به محاسبه ریسک حریق برای ساختمان و محتویات، کارکنان و نوع فعالیت آن مطابق توضیحات مندرج در بخش روش‌ها، در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج شکل ۱، سطح ریسک محاسبه شده برای کارکنان در همه آزمایشگاه‌ها (۱۰۰ درصد) بیشتر از یک محاسبه شده؛ بنابراین تأسیسات



شکل ۱. کارایی تأسیسات حفاظتی موجود آزمایشگاه‌ها

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد در برخی از آزمایشگاه‌ها به دلیل نبود سیستم اعلام حریق، ریسک حریق بالا بوده و از طرفی آزمایشگاه‌های دانشگاه در سطح همکف واقع نشده است؛ در نتیجه فرایند امداد و نجات و نیز اطفای حریق، در صورت بروز خطرات و آتش‌سوزی احتمالی، با مشکل مواجه خواهد شد. با توجه به این نکته که وجود هر نوع سیستم اطفای حریق به عنوان عاملی مؤثر در کنترل حریق مورد بررسی قرار گرفت، نبود فایر باکس یک نقص تلقی شد و ریسک حریق در آزمایشگاه را افزایش داد.

کمترین سطح پذیرش ریسک مربوط به آزمایشگاه‌های شیمی ۱ و عوامل شیمیایی بوده است؛ از این جهت که مواد شیمیایی متنوع‌تر و به مقدار بیشتر در این آزمایشگاه‌ها وجود داشت که ذخیره و نگهداری آن‌ها به روش ایمن صورت نمی‌گیرد؛ در حالی که کمد‌های مخصوص مواد شیمیایی برای آن‌ها لازم است تا هم در مقابل حریق مقاوم باشند و هم به سبب وجود تهویه مناسب کمد‌ها، از تجمع بخارات شیمیایی و بروز حریق مواد قابل اشتعال پیشگیری شود. در مطالعه مهدی‌نیا و همکاران [۱۳]، بیشترین مقادیر ریسک بالقوه مربوط به بخش‌های CCU، داخلی مردان و طبقه اول ساختمان دیالیز و کمترین مقدار سطح پذیرش ریسک مربوط به طبقه اول بخش دیالیز مشاهده شد. رضایی و همکاران [۱۴] در تحقیق خود با استفاده از روش FRAME ریسک حریق در هتل را بررسی کردند و دریافتند که بیشترین ریسک بالقوه برای طبقات زیرین هتل بوده است؛ همچنین آن‌ها از جمله دلایل افزایش ریسک حریق به این موارد اشاره کردند: فقدان سیستم اطفای حریق خودکار و فایر باکس و ناکافی بودن تعداد خاموش‌کننده‌های دستی.

در پژوهش حاضر، ریسک حریق برای کارکنان در تمام آزمایشگاه‌ها بالاتر از سطح ریسک قابل قبول بوده است. همچنین با توجه به ریسک محاسبه‌شده برای افراد، کارایی تجهیزات حفاظتی همه آزمایشگاه‌ها قابل قبول نیست که به دلیل عدم آموزش صحیح و کافی ایمنی حریق به کارکنان و آماده نبودن آن‌ها در شرایط بروز حریق است. این یافته با نتایج مطالعه مهدی‌نیا و همکاران همخوانی داشته است. نتایج بررسی رضایی و همکاران [۱۴] نیز نشان داد که ریسک حریق برای کارکنان بالاتر از ریسک حریق ساختمان و فعالیت بوده است. با توجه به نتایج محاسبه ریسک فعالیت، کارایی تجهیزات حفاظتی بعضی آزمایشگاه‌ها در شرایط مناسبی قرار داشت که عمدتاً شامل آزمایشگاه‌های دانشکده بهداشت و داروسازی بود.

آزمایشگاه‌های دانشکده بهداشت در طبقات پایین قرار داشت و در نتیجه در مواقع حریق، امکان دسترسی میسر بود و نیز مجهز به سیستم خودکار اعلام حریق بود و دانشکده داروسازی نیز به دلیل تازه‌تأسیس بودن، با استاندارد ایمنی حریق مطابقت بیشتری داشت. در مطالعه سرسنگی و همکاران [۱۵] نیز، ریسک حریق برای افراد در همه واحدهای مورد ارزیابی بیمارستان شهید بهشتی کاشان بیشتر از یک محاسبه شد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد در ۶۹/۵ درصد آزمایشگاه‌ها ریسک حریق برای افراد بالاتر از ۶ به دست آمده است که در این شرایط به کارگیری هم‌زمان تمامی اقدامات فعال و غیرفعال ایمنی حریق نمی‌تواند حداقل سطح ایمنی قابل قبول را برای افراد تأمین کند؛ زیرا مطابق معادله حریق نسبت ریسک بالقوه بر سطح پذیرش ریسک به قدری بالاست که با در نظر گرفتن بیشترین حد امکانات حفاظتی ممکن، باز هم سطح ریسک حریق بالاتر از یک خواهد بود. به این منظور باید جهت کاهش ریسک حریق یا افزایش سطح پذیرش، اقدامات اساسی و مدیریتی صورت گیرد تا ریسک حریق به سطح قابل پذیرش کاهش یابد. برای تأمین اقداماتی که سطح ریسک را به سطح قابل قبول برساند، مقرون به صرفه بودن اقدامات نیز حائز اهمیت است. از آنجا که در هیچ‌کدام از آزمایشگاه‌های مورد بررسی، سیستم اطفای حریق خودکار و شیلنگ آتش‌نشانی و همچنین راه‌های خروج اضطراری در مواقع اضطراری در نظر گرفته نشده است و همچنین در مورد نحوه اطفای حریق آموزش کافی و مناسب به کارکنان آزمایشگاه‌ها داده نشده، ریسک حریق در آزمایشگاه‌ها زیاد و کارایی تأسیسات حفاظتی کم است.

در مطالعه پوررضا و همکاران [۱۶] که در بخش‌های آزمایشگاه و رادیولوژی بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی گیلان انجام شد، فقط در ۱۷ درصد از آزمایشگاه‌ها سیستم اعلام خطر وجود داشت و امکانات اطفای حریق مناسب بود. نتایج این پژوهش نشان داد علت نارسایی حفاظت و ایمنی مسائلی همچون نبود راه‌های خروج اضطراری، سیستم اعلام خطر، آموزش کارکنان و سیستم اطفای حریق است. در تحقیق مهدی‌نیا و همکاران نیز [۱۳]، با در نظر گرفتن یک طرح امدادی مشخص برای امداد، نجات و مراقبت از افراد، ریسک حریق تا ۳۰ درصد کاهش یافت؛ چون به این ترتیب سطح حفاظت افراد افزایش یافت و نقش مدیریتی در کاهش میزان ریسک حریق بارز شد. نتایج مطالعه حلوانی و همکاران [۵] نشان داد که آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد نارسایی‌ها و خطرات فراوانی دارد و احتمال

های خروج اضطراری مناسب و کافی در نظر گرفته شود و در زمینه اطفای حریق آموزش‌های لازم و کافی به کارکنان داده شود تا توانمندی‌های آن‌ها در این امر افزایش یابد. توصیه دیگر مجهز کردن آزمایشگاه‌ها به سیستم اعلام و اطفای حریق خودکار است.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از دانشگاه علوم پزشکی همدان به دلیل حمایت مالی از این پژوهش که در قالب طرح تحقیقاتی دانشجویی به شماره ۹۵۱۰۲۸۶۱۵۸ انجام شده است، ابراز می‌نمایند. لازم است ذکر شود که به دلیل استفاده از چک‌لیست استاندارد در مطالعه، طبق نظر کمیته اخلاق دانشگاه، نیازی به اخذ کد اخلاق نبود.

وقوع رویدادهای مخرب با پیامدهای وخیم در آن‌ها زیاد است؛ لذا با توجه به زیاد بودن ریسک رویدادها لازم است در کوتاه مدت اقدامات مدیریتی موازی در این خصوص به عمل آید. با توجه به ارزیابی‌های انجام‌شده، ریسک به‌دست‌آمده برای افراد در همه آزمایشگاه‌ها بالا بود. نظر به اهمیت حفظ ایمنی افراد می‌توان با راهکارهای مدیریتی این ریسک را کاهش داد و جزو اولویت برنامه‌های ایمنی قرار داد. نتایج نشان داد بیشترین ریسک حریق ساختمان و محتویات مربوط به آزمایشگاه‌هایی است که مواد شیمیایی در آن‌ها به‌صورت روزانه استفاده می‌شود که در این صورت، توصیه می‌گردد با اتخاذ راهکارهای ایمن برای ذخیره و نگهداری مواد شیمیایی، ریسک حریق را به سطح قابل قبولی کاهش دهند. از سوی دیگر به دلیل ارزش اقتصادی زیاد تجهیزات آزمایشگاهی، تلاش در جهت مدیریت ریسک‌های موجود در آزمایشگاه‌ها اهمیت بسیاری می‌یابد. همچنین جهت کاهش حوادث انسانی در صورت بروز حریق، توصیه می‌شود راه

### References

- [1]. Wu T-Ch, Li C-Ch, Chen C-H, Shu Ch-M. Interaction effects of organizational and individual factors on safety leadership in college and university laboratories. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2008; 21(3): 239-54.
- [2]. Feisel LD, Rosa AJ. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*. 2005; 94(1): 121-30.
- [3]. Wu T-Ch, Li CC, Shu YH. Measuring safety culture in departments of electrical and electronic engineering at universities. *Proceedings of 10th UICEE annual conference on engineering education*; 2007.
- [4]. Wu T-C. Safety leadership in the teaching laboratories of electrical and electronic engineering departments at Taiwanese Universities. *Journal of safety research*. 2008; 39(6): 599-6.
- [5]. Halvani Gh, Soltani R, Alimohammadi M, Kivani Z. Identification and evaluation laboratory hazards in Yazd University of Medical Sciences by standard checklists; 2011. (persian)
- [6]. Coghlan K. Investigating laboratory accidents. *Professional Safety*. 2008; 53:56, (1).
- [7]. Brauer RL. *Safety and health for engineers*: John Wiley & Sons; 2016.
- [8]. Zhiqiang Zh. Investigation and inspiration of laboratory safety and environmental protection from Japanese universities [J]. *Experimental Technology and Management*. 2010; 7(3):16 7-4.
- [9]. 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. (persian)
- [10]. Kodur VKR, Dwaikat M. Performance-based fire safety design of reinforced concrete beams. *Journal of Fire Protection Engineering*. 2007; 17(4): 293-320.
- [11]. Nouri J, Mansouri N, Abbaspour M, Karbassi A, Omidvari M. Designing a developed model for assessing the disaster induced vulnerability value in educational centers. *Safety science*. 2011; 49(5): 679-85.
- [12]. Omidvari M, Mansouri N, Nouri J. A pattern of fire risk assessment and emergency management in educational center laboratories. *Safety science*. 2015; 73: 34.
- [13]. Mahdiniya M, Yarahmadi R, Jafari M, Koohpaie A, Khazaei M. Fire Risk Assessment and the Effect of Emergency Planning on Risk Reduction in a Hospital. *Qom Univ Med Sci J*. 2011; 5(3): 71-8. (persian)
- [14]. Rezaee M, Givehchi S, Nasrabadi M. Fire Risk Assessment in Hotels and Resorts Using FRAME (A case study of four-star hotels in Mashhad). *Occupational Hygiene and Health Promotion Journal*. 2017; 1(2): 80-93. (persian)
- [15]. Sarsangi V, Saberi H, Malakutikhah M, Sadeghnia M, Rahimizadeh A, Aboee Mehrizi E. Analyzing the Risk of Fire in a Hospital Complex by "Fire Risk Assessment Method for Engineering" (FRAME). *International Archives of Health Sciences*. 2014; 1(1): 9-13.
- [16]. Pourreza A AHF, Khodabakhshinejad V. Management of Safety in Detection Wardes of Hospitals of Gilan University of Medical Sciences and Health Services. *Health Information Management*. 2006; 2(3).

## Analyzing the Risk of Fire in Laboratories University of Medical Sciences Used FRAME Method

Mostafa Mirzaie Ali Abadi<sup>1</sup>, Fatemeh Rostami<sup>2</sup>, Mohsen mahdinia<sup>3</sup>, Azam karami mosafar<sup>2</sup>, Jalil derakhshan<sup>2</sup>, Maryam Feiz Arefi<sup>4\*</sup>

1. Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, University of Medical Sciences Hamadan, Hamadan, Iran
2. MSc, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Student Research Committee, University of Medical Sciences Hamadan, Hamadan, Iran
3. Ph.d student, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, University of Medical Sciences Hamadan, Hamadan, Iran
4. Instructor, Department of Occupational Health Engineering, Shoushtar Faculty of Medical Sciences, Shoushtar, Iran

### Abstract

**Introduction:** Universities research laboratories play an important role in promoting higher education. Factors such as the presence of various types of flammable chemicals, and a variety of laboratory activities have turned the issue of fire safety into one of the main safety challenges in the lab. Fire prevention is important to protect the safety of people in laboratories and adjacent units. This study was conducted to evaluate the risk of fire at the University of Medical Sciences Laboratories.

**Methods:** In this descriptive-analytical study, risk assessment method of FRAME was used. The data was collected using a checklist and the data from the checklist was entered into the FRAME computational program. After calculating the fire risk of the building and the contents, individuals and activities, then the labs were ranked according to the level of risk. In addition to determining the efficiency of existing facilities and protection for high risk labs and lacking adequate protection system was proposed a suitable fire system.

**Results:** In according to the level of risk are gained, the effectiveness of existing protective measures provides only adequate protection for 35% of activities and 37% of buildings. However, considering the calculated risk for individuals, no adequate protection for individuals is provided in any laboratory. Fire safety training is mandatory for employees.

**Conclusion:** Considering the high risk of fire risk for individuals in all laboratories and the importance of the safety of individuals, it is recommended that appropriate management measures be taken to reduce safety risks to safety priorities.

**Received:** 2018/07/02

**Accepted:** 2018/11/18

**Keywords:** Risk Assessment, FRAME, Laboratory.