

## ارزیابی ریسک حریق و تعیین کارایی روش های حفاظت فعال و غیر فعال در کاهش ریسک حریق در اتاق کنترل یک ساختمان صنعتی

طالب عسکری پور<sup>۱</sup> - غلامعباس شیرالی<sup>۲</sup> - رسول یار احمدی<sup>۳</sup> - الهه کاظمی<sup>۴\*</sup>

kazemie187@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۸

### مکیده

**مقدمه:** خسارت های سنگین انسانی و اقتصادی ناشی از حریق، ضرورت برخورد علمی با حریق های صنعتی بزرگ، سرمایه گذاری جهت توسعه تکنولوژی حفاظت در برابر حریق و تعیین موثرترین تکنیک ها جهت محدود کردن خسارات را نمایان می سازد. این مطالعه با هدف بررسی میزان تأثیر روش های حفاظت فعال و غیر فعال، بر کاهش سطح ریسک حریق در اتاق کنترل یک نیروگاه حرارتی انجام گردید.

**روش کار:** در این مطالعه، در فاز اول، با استفاده از روش مهندسی ارزیابی ریسک حریق، سطح ریسک حریق برای ساختمان و محتویات، ساکنین و فعالیت ها محاسبه شد. در فاز دوم، از بین ۳۶ زیر فاکتور مؤثر در سطح ریسک، اصلاح سه زیر فاکتور از اقدامات حفاظت غیر فعال و دو زیر فاکتور از اقدامات حفاظت فعال در کاهش سطح ریسک حریق ساکنین مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته ها:** نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سطح ریسک حریق ساکنین (۲۰/۶۴) بالاتر از حد قابل قبول می باشد. اصلاح سه زیر فاکتور بار ثابت حریق، شماره ی طبقه، تغییر ابعاد و مساحت اتاق کنترل تا ۴۰ درصد و نصب سیستم اطفاء حریق خودکار و آموزش استفاده از تجهیزات اطفاء حریق و تخلیه اضطراری تا ۳۳ درصد در کاهش سطح ریسک حریق مؤثر می باشد.

**نتیجه گیری:** روش های حفاظت فعال و غیر فعال، با وجود تأثیر در کاهش سطح ریسک، به صورت جداگانه قادر به تأمین سطح ایمنی قابل قبول در برابر حریق نمی باشند. بنابراین استفاده توأم این روش ها جهت حفاظت از ساختمان ها، افراد و پیش گیری از ایجاد وقفه در فعالیت سیستم، ضروری می باشد.

### کلمات کلیدی: حریق، روش های حفاظت غیر فعال و فعال، ارزیابی ریسک حریق

۱- مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

۳- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، عضو مرکز تحقیقات بهداشت کار ایران، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۴- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

### مقدمه

حریق یکی از مهم ترین خطراتی است که مراکز صنعتی، تجاری، آموزشی و درمانی را تهدید می نماید (۱، ۲). هم چنین به دلیل افزایش تراکم ساکنین در محیط های مسکونی و صنعتی و عدم دسترسی سریع به فضای خارج در زمان وقوع حریق، تخلیه ساکنین بسیار سخت بوده که این مساله باعث افزایش تلفات خواهد شد (۳).

بر اساس گزارش آمارهای ملی در سال ۲۰۱۰ در ایالات متحده آمریکا، ۲۷۸۲ نفر بر اثر مواجهه با دود، حریق و شعله جان خود را از دست دادند (۱). این آمار در کشورهای جنوب غربی آسیا ۱۱/۶ مورد، شرق مدیترانه ۶/۴ مورد و آفریقا ۶/۱ مورد (به ازاء هر یک میلیون نفر جمعیت در سال) بوده است. در ایران نیز طبق بررسی های انجام شده، هر سال بین ۶۰۰ تا ۹۰۰ مورد حریق به ازاء هر یک میلیون نفر جمعیت روی داده که اغلب آن ها در محیط های کار بوده است (۴).

آتش یکی از ضروریات زندگی امروزی است و نمی توان آن را از زندگی انسان ها حذف کرد ولی نیاز به مدیریت ریسک حریق برای تعادل بین مزایا و معایب آن و پیش گیری از وقوع حوادث ناگوار ناشی از حریق، امری ضروری می باشد (۵). افزایش آمار وقوع حوادث ناشی از حریق در ساختمان ها و پروژه های صنعتی، موجب روند رو به تکامل روش های حفاظت در برابر حریق گردیده است (۷-۹). با وجود این که روش های زیادی برای ارزیابی ریسک و طراحی سیستم های پیش گیری و حفاظت از حریق وجود دارد، ولی مطالعات کمی در خصوص نحوه استفاده کاربردی و عملی از نتایج این روش ها وجود دارد. هم چنین اکثر روش های ارزیابی ریسک حریق در صنایع، برای ارزیابی یک

فرایند خاص کاربرد داشته، امکان تعمیم نتایج آن ها به تمامی واحدهای یک صنعت و صنایع مشابه وجود ندارد (۱۰، ۱۱). هم چنین مطالعاتی که میزان کارایی این روش ها را در حفاظت از حریق در ساختمان ها بررسی نماید، بسیار محدود می باشد. روش های حفاظت در برابر حریق نیز به طور کلی در دو گروه اقدامات فعال و اقدامات غیر فعال طبقه بندی می شوند. در روش حفاظت غیر فعال، سیستم های طراحی شده به دلیل این که قسمتی از فرایند یا ساختمان هستند، بدون نیاز به راه اندازی و فعال شدن، می توانند از ایجاد و گسترش حریق جلوگیری نمایند. براساس آیین نامه های حفاظت در برابر حریق، احداث ساختمان های مقاوم در برابر حریق، تدارک راه های خروج از ساختمان و تخلیه ایمن ساکنین، از جمله مهم ترین روش های حفاظت غیر فعال شمرده می شوند. روش های حفاظت فعال در واقع قسمتی از تأسیسات حفاظت در برابر حریق هستند که با انجام یک سری عملیات مکانیکی در شرایط اضطرار، موجب کنترل حریق می گردند. سیستم های اعلام حریق، سیستم های کنترل و اطفای حریق و حضور گروه های آتش نشانی نیز از جمله روش های حفاظت فعال محسوب می شوند (۱۲-۱۴).

تاکنون مطالعات اندکی جهت بررسی تأثیر روش های مختلف حفاظت از حریق انجام شده است. پژوهش Ibrahim در ساختمان میراث فرهنگی در کوالالمپور مالزی نشان داد، سیستم حفاظت غیر فعال به میزان ۰/۳۷۱، مدیریت آتش ۰/۱۸۴، سیستم حفاظت فعال ۰/۲۷۳ و ویژگی های ساختمان ۰/۱۷۱، در کاهش سطح ریسک حریق تأثیر دارند (۱۵، ۱۶). در پژوهش Charters نیز مشخص شد طراحان سیستم با انجام

قابل اجراست. لذا پس از بررسی واحد‌های مختلف نیروگاه، اتاق کنترل به عنوان محل اجرای این روش انتخاب شد.

تهیه چک لیست جهت جمع‌آوری اطلاعات به دلیل کثرت اطلاعات مورد نیاز جهت ارزیابی ریسک حریق، سرعت بخشیدن به کار، دسته‌بندی و نظام‌مند نمودن اطلاعات و پارامترهای جمع‌آوری شده، اقدام به تهیه یک چک لیست مبتنی بر دستورالعمل اجرایی روش FRAME گردید.

در این روش، برای ارزیابی ریسک حریق از روابط ریاضی متعدد استفاده شده تا عوامل موثر در شروع، گسترش و اطفاء حریق با هم تلفیق شود. در نهایت سطوح ریسک حریق برای ساختمان و محتویات (R)، افراد (R) و فعالیت‌ها (R)، به طور جداگانه محاسبه می‌گردد. هر یک از سطوح ریسک حریق به صورت خارج قسمت ریسک بالقوه بر سطح پذیرش در سطح حفاظت تعریف می‌شود (۲۲) که رابطه نهایی آن، در معادله (۱) نمایش داده شده است:

$$R = \frac{P}{A \times D} \quad (1)$$

تهیه بسته محاسباتی در نرم افزار EXCEL

با هدف سرعت بخشیدن به محاسبات، افزایش دقت و کاهش امکان بروز خطا، یک بسته محاسباتی در نرم افزار EXCEL تهیه شد. با وارد کردن ۳۶ زیرعامل جمع‌آوری شده توسط چک لیست در بسته محاسباتی، ابتدا ۱۲ عامل اصلی محاسبه گردید. سپس ریسک بالقوه، سطح پذیرش و سطح حفاظت و در نهایت هر یک از سطوح ریسک  $R_1$  و  $R_2$  و به صورت جداگانه، محاسبه شد. در شکل (۱) مراحل اجرای محاسبات روش FRAME به ترتیب

اقدامات حفاظت غیر فعال در مرحله اولیه طراحی، با صرف کم‌ترین هزینه اضافی و با افزایش افزونگی و قابلیت اطمینان، قادر به کاهش سطح ریسک حریق در واحدهای بزرگ می‌باشند (۱۷). در مطالعه یاراحمدی مشخص گردید که قوانین ملی ساختمان جهت حفاظت در برابر حریق در بیمارستان‌ها فاقد کارایی لازم بوده، جهت کاهش سطح ریسک نیاز به بازنگری و اصلاح قوانین موجود می‌باشد (۱۸). هم‌چنین مطالعه امیدوار نشان داد عواملی مانند ساختار سازمانی، افراد و تجهیزات تشخیص و کنترل حریق، از مهم‌ترین عوامل موثر در سطح ریسک حریق می‌باشد (۱۹).

با توجه به این که استفاده از روش‌های ارزیابی حریق و طراحی سیستم‌های پیش‌گیری از حریق در سازه‌های صنعتی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران کم‌تر مورد توجه قرار گرفته و هم‌چنین با توجه به اهمیت نیروگاه‌ها در توسعه اقتصادی این کشورها (۲۰، ۲۱)، این مطالعه با هدف ارزیابی مهندسی ریسک حریق و بررسی میزان تأثیر اقدامات حفاظت فعال و غیر فعال در کاهش ریسک حریق در اتاق کنترل یک نیروگاه حرارتی انجام شده است.

### روش کار

این مطالعه توصیفی-تحلیلی کاربردی، جهت تعیین میزان تأثیر اقدامات حفاظت فعال و غیر فعال، بر کاهش سطح ریسک حریق در یک نیروگاه حرارتی در جنوب غربی ایران انجام شده است. مطالعه حاضر با استفاده از روش مهندسی ارزیابی ریسک حریق (FRAME) انجام گردید (۲۲). روش FRAME یک روش کمی جهت ارزیابی ریسک حریق بوده و لزوماً در محیط‌های بسته

از این زیر عوامل، در کاهش ریسک حریق ساکنین پرداخته شد.

از میان این زیر عوامل، جهت بررسی میزان تأثیر اجرای اقدامات حفاظت غیر فعال در کاهش ریسک حریق ساکنین، اصلاح سه زیر عامل بار ثابت حریق، شماره ی طبقه و تغییر ابعاد و مساحت اتاق کنترل، با استفاده از نرم افزار مورد بررسی قرار گرفت. هم چنین میزان تأثیر اصلاح زیر عوامل نصب سیستم اطفاء حریق خودکار، آموزش استفاده از وسایل اطفاء حریق و تخلیه اضطراری که از

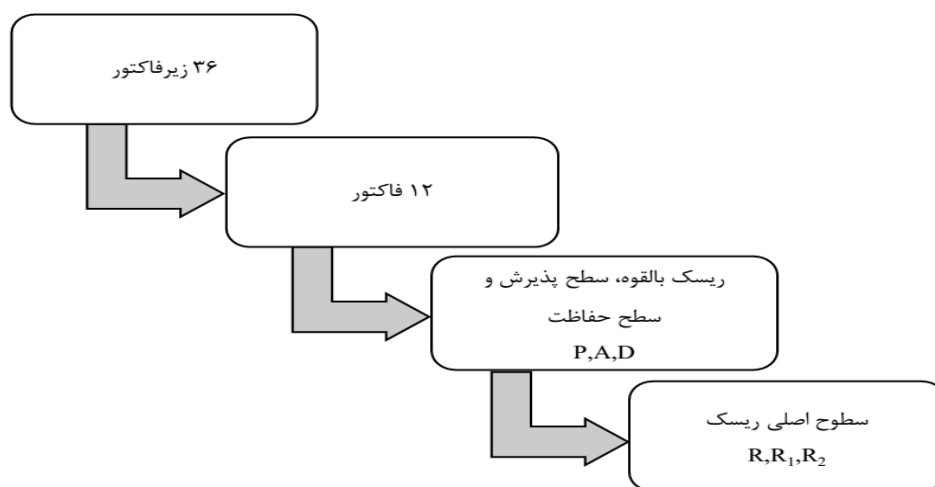
آورده شده است. هم چنین بر اساس دستورالعمل روش، مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی ریسک، با راهنمایی که در جدول (۱) آورده شده، می تواند در انتخاب روش کنترلی و مدیریت حریق مفید باشد.

تعیین کارایی اقدامات حفاظت فعال و غیر فعال در کاهش ریسک حریق

با توجه در این روش، تغییر هر یک از زیر عوامل، در محاسبه سطوح ریسک موثر است، در فاز دوم این پژوهش، به بررسی میزان تاثیر ۵ مورد

جدول ۱. راهنمای روش FRAME جهت انتخاب روش کنترلی، براساس سطح ریسک محاسبه شده

ردیف	سطح ریسک	روش پیشنهادی بر اساس دستورالعمل روش FRAME
۱	کم تر از عدد یک	استفاده از سیستم های خاموش کننده دستی و ایستگاه آتش نشانی با تجهیزاتی مثل فایر باکس و ... کافی است. گاهی ممکن است اقدامات اضافی برای حفاظت از ساکنین یا فعالیت ها لازم باشد.
۲	بیش تر از یک و کم تر از ۱/۶	استفاده از یک سیستم خودکار تشخیص حریق، برای هشداردهی و پاسخ سریع تیم آتش نشانی، الزامی است. هم چنین تأمین منابع آب کافی و اتخاذ تدابیر اضافی برای حفاظت از ساکنین یا فعالیت ها ضروری می باشد.
۳	بیش تر از ۱/۶ و کم تر از ۴/۵	استفاده از سیستم های اطفاء خودکار از جمله اسپرینکلر ضروری است. اگر سطح ریسک از ۲/۷ بالاتر باشد، باید از تأمین منبع آب کافی، اطمینان حاصل شود. با انجام مراحل فوق، در اغلب موارد نیاز به اتخاذ تدابیر اضافی برای حفاظت از ساکنین نمی باشد، اما ممکن است حفاظت بیش تری برای برخی فعالیت ها لازم باشد.
۴	بیش تر از ۴/۵	در این مرحله باید از تلفیقی از راه کارهایی ذکر شده قبلی برای کاهش سطح ریسک حریق استفاده گردد. استفاده از هریک از راه کارها به تنهایی مؤثر نمی باشد.



شکل ۱. مراحل اجرای محاسبات روش FRAME در نرم افزار EXCEL

محدوده غیر قابل قبول قرار دارد. هم چنین سطح ریسک حریق فعالیت ها ( $R_2$ ) با میزان ۰/۵۴ در محدوده قابل قبول قرار دارد. شکل (۲) نتایج محاسبه سطح ریسک ساختمان و محتویات، ساکنین و فعالیت ها را در اتاق کنترل نیروگاه مورد مطالعه نشان می دهد.

در روش FRAME زیر عوامل متعددی در تعیین میزان ریسک حریق دخالت دارد که با اصلاح هر یک از این زیر عوامل، عامل مربوطه و در نتیجه ریسک حریق تغییر خواهد کرد. با توجه به این که میزان ریسک حریق ساکنین در این پژوهش، به صورت قابل ملاحظه در محدوده غیر قابل قبول روش FRAME قرار دارد، لذا اصلاح زیر عوامل بار ثابت حریق، شماره ی طبقه و تغییر ابعاد و مساحت اتاق کنترل بر کاهش سطح ریسک حریق ساکنین، مورد بررسی قرار گرفت. هم چنین تأثیر اصلاح زیر عوامل نصب سیستم اطفاء حریق خودکار، آموزش استفاده از وسایل اطفاء و تخلیه اضطراری که از جمله اقدامات حفاظت فعال می باشند، نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول (۲) نتایج ارزیابی سطح ریسک حریق در صورت اجرای هر یک از اقدامات ذکر شده و درصد تأثیر آن ها بر کاهش سطح ریسک حریق ساکنین را نشان می دهد.

جمله اقدامات حفاظت فعال می باشند، نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت تأثیر هم زمان اقدامات حفاظت فعال و غیر فعال در کاهش سطح ریسک حریق محاسبه شد.

در این مطالعه از آخرین نسخه روش فریم در سال ۲۰۰۸، جهت محاسبه ریسک حریق ساختمان و محتویات، افراد و فعالیت ها استفاده شد (۲۲). لازم به ذکر است اعتبار روش FRAME در مطالعات مختلف مورد تأیید قرار گرفته، هم چنین عوامل تأثیرگذاری که در این روش استفاده می شوند، با عواملی مطرح در استانداردها و قوانین بین المللی حفاظت در برابر حریق هم خوانی دارد (۲۳).

### یافته ها

در این پژوهش از روش ارزیابی مهندسی ریسک حریق FRAME، جهت تعیین کمی ریسک حریق ساختمان، فعالیت ها و ساکنین اتاق کنترل استفاده شد. نتایج نشان می دهد، ریسک حریق برای ساکنین ( $R_1$ )، با میزان ۲۰/۶۴ بالاترین سطح را دارد. ریسک حریق ساختمان و محتویات ( $R$ ) نیز ۱/۰۲ به دست آمد. از آن جا که مطابق راهنمای روش FRAME، سطح ریسک قابل قبول کم تر از ۱ می باشد، لذا ریسک حریق ساکنین و ساختمان و محتویات در این پژوهش در



شکل ۲. سطح ریسک برای ساختمان و محتویات ( $R$ )، ساکنین ( $R_1$ ) و فعالیت ها ( $R_2$ ) در وضعیت موجود

جدول ۲. نتایج حاصل از اجرای اقدامات حفاظت فعال و غیر فعال و درصد تأثیر آن‌ها بر کاهش سطح ریسک ساکنین

نوع اقدامات حفاظتی	شرایط محاسبه سطح ریسک	میزان سطح ریسک	درصد تأثیر اقدامات حفاظتی بر کاهش سطح ریسک ساکنین
وضعیت موجود	سطح ریسک محاسبه شده با شرایط موجود	۲۰/۶۴	----
اقدامات حفاظت غیر فعال	سطح ریسک محاسبه شده با فرض کاهش بار ثابت حریق از طریق احداث ساختمان غیر قابل سوختن یا حداکثر ده درصد قابل سوختن	۱۸/۱۴	۱۱/۷
	سطح ریسک محاسبه شده با فرض احداث ساختمان اتاق کنترل در طبقه هم کف به جای طبقه چهارم جهت افزایش سطح دسترسی و تسهیل خروج اضطراری	۱۳/۴۰	۳۵/۱
اقدامات حفاظت فعال	سطح ریسک محاسبه شده با فرض احداث ساختمان اتاق کنترل با ابعاد و مساحت دو برابر مساحت فعلی	۱۲/۵۴	۴۰
	سطح ریسک محاسبه شده با فرض استفاده از سیستم های خاموش کننده و تهویه دود خودکار	۱۴/۶۶	۲۹
اقدامات حفاظت فعال	سطح ریسک محاسبه شده با فرض آموزش استفاده از خاموش کننده های دستی و تخلیه اضطراری	۱۳/۹	۳۲/۶۵
اقدامات حفاظت فعال و غیر فعال	سطح ریسک محاسبه شده با فرض به کارگیری کلیه اقدامات فوق	۳/۸۱	۸۱/۵

رعایت شود، سطح ریسک حریق نسبت به وضع موجود ۱۱/۷ درصد کاهش خواهد داشت. در صورتی که محل احداث بنای اتاق کنترل، طبقه هم کف در نظر گرفته شود، به دلیل افزایش سطح دسترسی و تسهیل خروج ساکنین در صورت بروز حریق، سطح ریسک حریق ۳۵/۱ درصد کاهش خواهد داشت. هم چنین در صورتی که در طراحی اولیه، فضای کافی جهت افراد و تجهیزات در نظر گرفته شده و پیش بینی لازم جهت طرح توسعه انجام شود، سطح ریسک ۴۰ درصد نسبت به وضعیت موجود کاهش خواهد یافت.

در خصوص اقدامات حفاظت فعال، با توجه به این که سیستم اعلام یا اطفاء خودکار در اتاق کنترل وجود ندارد، در صورت نصب سیستم اعلام، اطفاء و تهویه خودکار، میزان ریسک حریق ۲۹ درصد کاهش می یابد. از سویی چنان چه آموزش استفاده از خاموش کننده های دستی و تخلیه اضطراری انجام شود، میزان ریسک حریق ساکنین

هم چنین مطابق جدول (۲)، در صورت اجرای هم زمان پنج اقدام حفاظت فعال و غیر فعال یاد شده، سطح ریسک حریق اتاق کنترل مورد مطالعه، به ۳/۸ خواهد رسید.

### بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که ریسک حریق ساکنین، با میزان ۲۰/۶ بالاترین سطح را داشته و پس از آن ریسک حریق ساختمان و محتویات با میزان ۱/۰۲، هر دو در محدوده غیر قابل قبول روش FRAME قرار دارند. هم چنین نتایج نشان داد ریسک حریق فعالیت هایی که در اتاق کنترل نیروگاه مورد مطالعه انجام می شود با میزان ۰/۵۴ در سطح قابل قبول قرار دارد.

از طرفی نتایج پژوهش حاضر در خصوص تاثیر اقدامات حفاظت غیرفعال نشان داد، چنان چه استانداردهای لازم در ساخت بنا، مطابق با فصل سوم آیین نامه مقررات ملی ساختمان ایران،

برای ساکنین شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد به کارگیری اقدامات حفاظت غیر فعال، تاثیر قابل ملاحظه ای در کاهش ریسک حریق ساکنین دارد.

با توجه به نوع فعالیت و وجود دستگاه های الکتریکی در اتاق کنترل، بهترین روش اطفاء، سیستم اطفاء حریق گازی  $CO_2$  می باشد. این سیستم شامل تعدادی سیلندر گاز  $CO_2$  (تعداد سیلندرها متناسب با حجم مکان حریق محاسبه می شود) بوده و طراحی و نصب آن برای مراکزی مانند سایت های کامپیوتری، پست های برق، موتورخانه ها و انبارهای کشتی و... توصیه شده و پس از اطفاء حریق، اثری از خود بر جا نگذاشته و باعث خرابی تجهیزات نمی شود (۲۴). نتایج نشان داد، استفاده از اقدامات حفاظت فعال مورد بررسی در این مطالعه، تا ۳۳ درصد در کاهش سطح ریسک حریق ساکنین موثر خواهد بود.

در مطالعه Sakenaite، ریسک ساختمان و محتویات در یک ساختمان اداری ۰/۶۱ به دست آمد که با توجه به تردد کم افراد و زیر بنای مناسب ساختمان در محدوده قابل قبول قرار دارد (۲۳). از طرفی ریسک حریق ساختمان و محتویات ساختمان فرودگاه هنگ کنگ، به دلیل نصب سیستم اسپرینکلر در همه نقاط و رعایت مقررات ایمنی حریق در مراحل احداث ساختمان فرودگاه، در حد قابل قبول تعیین گردید (۲۵). در پژوهش اخیر نیز با توجه به قرار گرفتن اتاق کنترل در ارتفاع بالا نسبت به سطح زمین، عدم امکان دسترسی جهت اطفاء و نبود سیستم اعلام و اطفاء خودکار، ریسک حریق ساختمان و محتویات بالا بوده و با نتایج حاصل از مطالعات

اتاق کنترل، ۳۳ درصد نسبت به وضعیت موجود کاهش خواهد یافت.

در نهایت نتایج این پژوهش نشان داد چنان چه پنج اقدام حفاظت فعال و غیر فعال مورد بررسی در این مطالعه، به صورت توأم در اتاق کنترل به کار گرفته شود، سطح ریسک حریق ساکنین نسبت به وضعیت موجود ۸۱/۵ درصد کاهش خواهد یافت.

با توجه به این که از زمان احداث ساختمان نیروگاه زمان زیادی گذشته، طراحی و ساخت بیش تر قسمت ها قدیمی است و در زمان ساخت بنا، اصول ایمنی حفاظت در برابر حریق و امکانات مرتبط، به اندازه کافی پیش بینی و رعایت نشده، یا به مرور زمان و در اثر عدم نگه داری صحیح، مستهلک و غیر قابل استفاده شده است، لذا بالا بودن سطح ریسک حریق ساکنین و ساختمان مورد مطالعه دور از انتظار نمی باشد.

سطح بالای ریسک حریق برای کارکنان در این مطالعه، اهمیت توجه به سلامت و امنیت نیروی انسانی شاغل در اتاق کنترل نیروگاه را برجسته تر می کند. یکی از علل افزایش ریسک حریق ساکنین در این مطالعه، عامل دسترسی می باشد. به دلیل این که اتاق کنترل در طبقه بالا واقع شده و به جز راه پله اصلی از هیچ طرف دیگر، حتی پنجره ها، امکان دسترسی و خروج افراد در هنگام وقوع حریق وجود ندارد، عامل دسترسی و در نتیجه ریسک بالقوه حریق برای ساکنین افزایش یافته است. هم چنین افزایش عامل تخلیه به دلیل تراکم افراد، فقدان امکان خروج مناسب و استقرار در محل امن باعث کاهش سطح پذیرش ریسک و در نتیجه، افزایش ریسک بالقوه حریق

ذکر شده هم خوانی دارد.

در مطالعه Ibrahim، روش های حفاظت غیر فعال با امتیاز ۰/۳۷۱ بیش ترین میزان تأثیر حفاظت از حریق دارد. هم چنین روش های حفاظت فعال نیز با امتیاز ۰/۲۷۳ در رتبه بعدی قرار می گیرد (۱۶). در پژوهش حاضر نیز روش های حفاظت غیر فعال موجب کاهش سطح ریسک تا ۴۰ درصد شده است. از سویی روش های حفاظت فعال موجب کاهش سطح ریسک تا ۳۳ درصد خواهد شد که نتایج مطالعه حاضر با مطالعه Ibrahim هم خوانی دارد. هم چنین نتایج مطالعه دیگر نشان داد که آموزش و افزایش سطح آگاهی کارکنان، با افزایش امکان کنترل حریق ارتباط معنی داری داشته که نتیجه آن کاهش سطح ریسک حریق می باشد که نتایج این مطالعه با پژوهش حاضر هم خوانی دارد (۲۶).

مطالعه مهدی نیا نیز نشان داد سطح ریسک حریق ساکنین در بیمارستان مورد مطالعه بالاتر از حد قابل قبول بوده و استفاده از روش های حفاظت فعال نظیر وجود یک برنامه امداد و تخلیه مناسب، میانگین و انحراف معیار سطح ریسک کاهش قابل توجه (نزدیک به ۳۰ درصد) خواهد داشت (۲۷) که نتایج این پژوهش نیز با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

### نتیجه گیری

استفاده از زیر عوامل و متغیرهای متعدد در محاسبه ریسک حریق در روش FRAME، موجب افزایش قابلیت اعتماد به نتایج ارزیابی ریسک می گردد. هم چنین امکان انتخاب اقدامات حفاظتی با بیش ترین تأثیر در کاهش سطح ریسک را فراهم می آورد. اجرای اقدامات حفاظت غیر فعال در ساختمان ها، با وجود داشتن هزینه اولیه بالا، در کاهش سطح ریسک و در نتیجه کاهش خسارات جانی و اقتصادی ناشی از حریق، بسیار تأثیرگذار می باشند. به علاوه اغلب تجهیزات حفاظت فعال، به طور خودکار و بدون دخالت انسان وارد عمل شده، در نتیجه با حذف خطاهای انسانی، حفاظت با اطمینان بیش تری را فراهم می آورند.

این پژوهش نشان داد اقدامات حفاظت فعال و غیر فعال، با وجود تأثیر در کاهش سطح ریسک، به صورت جداگانه قادر به تأمین سطح ایمنی قابل قبول در برابر حریق نمی باشند. ولی در صورتی که به صورت هم زمان در ساختمان ها مورد استفاده قرار گیرند، علاوه بر پوشش کاستی های یک دیگر، تأثیر بسیار قابل ملاحظه ای در کاهش ریسک حریق خواهند داشت. لذا استفاده توأم از این روش ها، جهت حفاظت از ساختمان ها، افراد و پیش گیری از ایجاد وقفه در فعالیت سیستم، ضروری می باشد.

### REFERENCES

1. Miniño AM, Murphy SL, Xu J, Kochanek KD. Deaths: final data for 2008. National vital statistics reports: from the Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, National Vital Statistics System. 2011;59(10):1-126.

2. Hirschler MM. Fire hazard and fire risk assessment: ASTM International; 1992.
3. Chu G, Sun J. Decision analysis on fire safety design based on evaluating building fire risk to life. Safety science. 2008;46(7):1125-36.
4. Mock C, Peck M, Peden M, Krug E, Organization WH. A WHO plan for burn prevention and care.



- Geneva: World Health Organization. 2008:3.
5. Zegordi S, Nik ER, Nazari A. Power plant project risk assessment using a fuzzy-ANP and fuzzy-TOPSIS method. *International Journal of Engineering-Transactions B: Applications*. 2012;25(2):107.
  6. Benichou N, Kashef AH, Reid I, Hadjisophocleous GV, Torvi DA, Morinville G. FIERA system: a fire risk assessment tool to evaluate fire safety in industrial buildings and large spaces. *Journal of Fire Protection Engineering*. 2005;15(3):145-72.
  7. Hui L, Yongqing W, Shimei S, Baotie S. Study on safety assessment of fire hazard for the construction site. *Procedia Engineering*. 2012;43:369-73.
  8. Chen J, Zhang Y, Sun J. Fire prevention and contingency rescue for project under construction. *Journal of Wuhan Institute of Technology*. 2009;31:48-51.
  9. Wei Z. Application of Computer Simulation Technology [CST] in Buildings' Performance-Based Fire Protection Design. *Procedia Engineering*. 2012;37:25-30.
  10. Golmohamadi R, Mohammadfam I, Shafie M, Faradmal J. Developing the Frank and Morgan technique for industrial fire risk assessment. *Health and Safety at Work*. 2013;3(3):1-10. (In Persian)
  11. Nezamodini Z, Rezvani Z, Kian K. Fire and explosion risk assessment in a process unit using Dow's Fire and Explosion Index. *Health and Safety at Work*. 2015;4(4):29-38. (In Persian)
  12. Baldwin R, Thomas P. Passive and active fire protection-the optimum combination. *Fire Safety Science*. 1973;963:-1--.
  13. Parkinson WR. Fire resistant container having both active and passive protection. Google Patents; 1991.
  14. Lie T, editor *Structural fire protection 1992*: American Society of Civil Engineers.
  15. Ibrahim M, Abdul-Hamid K, Ibrahim M, Mohd-Din A, Yunus RM, Yahya M. The development of fire risk assessment method for heritage building. *Procedia Engineering*. 2011;20:317-24.
  16. Ibrahim M, Ibrahim MS, Mohd-Din A, Abdul-Hamid K, Yunus R, Yahya MR. Fire risk assessment of heritage building—perspectives of regulatory authority, restorer and building stakeholder. *Procedia engineering*. 2011;20:325-8.
  17. Charter S. The application of fire risk assessments in building design and management. *Fire Protection Engineering*. 2013.
  18. Yarahmadi R, Gholizade A, Jafari M, Kohpae A, Mahdinia M. Performance Assessment and analysis of national building codes with fire safety in all wards of a hospital. *Iran Occupational Health*. 2009;6(1):28-36. (In Persian)
  19. Omidvari M, Mansouri N. Fire and spillage risk assessment pattern in scientific laboratories. *International Journal of Occupational Hygiene*. 2015;6(2):68-74.
  20. Jafari M, Haji Hoseini A, Halvani GH, Mehrabi Y, Ghasemi M. Prediction and Analysis of Human Errors in Operators of Control Rooms at 400 kV Posts and the Effectiveness of the Proposed Measures. *Iran Occupational Health*. 2012;9(3):60-71. (In Persian)
  21. Shirali GA, Askaripoor T, Kazemi E, Zohoorian Azad E, Marzban M. Assessment and risks ranking in a combined cycle power plant using degree of Belief approach in fuzzy logic. *Iran Occupational Health*. 2014;11(5):20-9. (In Persian)
  22. FRAME Organization. Theoretical basis and technical reference guide. Brussels: FRAME Publication; 2008. Available at: [http://www.framemethod.net/indexen\\_html\\_files/FRA ME2008TRG.pdf](http://www.framemethod.net/indexen_html_files/FRA ME2008TRG.pdf).
  23. Šakėnaitė J. A comparison of methods used for fire safety evaluation. *Science-Future of Lithuania/*

- Mokslas-Lietuvos Ateitis. 2011;2(6):36-42.
24. Association NFP. NFPA 12: Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems. 2000.
25. Ng M. Fire Risk Analysis Of The Airport Terminals. International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes. 2003;5(4):103-7.
26. Zamanian Z, Evazian M, Hazeghi I, Daneshmand H. Fire safety status in the hospitals of Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran. International Journal of Occupational Hygiene. 2015;5(3):96-100.
27. Mahdinia M YR, Gafari MG, Koohpayee A, Kazayee M. Fire Risk assessment and a plan of rescue, evacuation and reduce the amount of hospital care. Qom university of medical sciences journal 2011;5(3):71-8. (In Persian)

## Fire risk assessment and efficiency study of active and passive protection methods in reducing the risk of fire in a control room of an industrial building

Taleb Askaripoor<sup>1</sup>, Gholam Abbas Shirali<sup>2</sup>, Rasool Yarahmadi<sup>3</sup>, Elahe Kazemi<sup>4,\*</sup>

<sup>1</sup> Lecturer, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Occupational Health, Occupational Health Research Center, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>4</sup> M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

### Abstract

**Introduction:** Extensive human and economic losses due to the fire accidents shows the necessity of scientifically dealing with major industrial fires, investing in the development of fire protection technologies and determination of the most effective techniques to limit damages. This study is conducted to evaluate the effect of active and passive protection methods on reducing the level of fire risk, in the control room of a thermal power plant.

**Material and Method:** In the first phase of this study, fire risk level for buildings, goods, occupants and activities was calculated using Fire Risk Assessment Method for Engineering. In the second phase, from 36 sub-factors affecting risk level, three sub-factors of passive protection measures and two sub-factors of active protection measures were analyzed and modified, in reducing the fire risk level of occupants.

**Result:** The results of the present study showed that occupants' fire risk level (20.64) is above the acceptable level. Correction of three sub-factors, including constant fire load, floor number, and changing the dimensions and area of the control room up to 40% and installing an automatic fire extinguishing system and training the occupants to use fire extinguishing equipment and emergency evacuation up to 33%, is effective in reducing the fire risk level.

**Conclusion:** Passive and active protection methods, despite their impacts on reducing the level of risk, cannot provide an acceptable level of fire safety independently. Therefore, combined use of these methods is essential to protect buildings and people, and prevent any interruption in the system's activities.

**Key words:** *Fire, Active and Passive Methods, Fire Risk Assessment*

\* Corresponding Author Email: [kazemie187@yahoo.com](mailto:kazemie187@yahoo.com)