



تعیین ریسک حریق با رویکردی مهندسی و ارائه استراتژی های حفاظتی کاربردی در یک نیروگاه حرارتی

غلامعباس شیرالی^۱، رسول یاراحمدی^۲، الهه کاظمی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۰۴

تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۴/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: از دهه ۷۰ تاکنون، علم مهندسی ایمنی شاهد پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه تدوین تکنیک‌ها و آیین‌نامه‌های مربوط به حریق بوده است. در ابتدا این روش‌ها، پس از وقوع حوادث و به‌منظور پیشگیری از حوادث مشابه، مورد توجه قرار می‌گرفت. اما با پیشرفت فناوری، پیش‌بینی و پیشگیری از بروز حریق در صنایع پیچیده‌ای نظیر نیروگاه‌ها، اهمیت پیدا کرد. این مطالعه باهدف تعیین سطح ریسک حریق در اتاق کنترل یک نیروگاه و ارائه راهکارهای مؤثر در پیشگیری از حریق انجام شده است.

روش بررسی: در این مطالعه بر اساس روش ارزیابی ریسک حریق برای مهندسين، بسته محاسباتی با استفاده نرم‌افزار Excel تهیه گردید. سپس برای ساختمان و محتویات، ساکنین و فعالیت‌ها در اتاق کنترل نیروگاه، محاسبات ارزیابی ریسک به‌صورت جداگانه انجام شد. در پایان با استفاده از الگوی روش FRAME، اقدامات کنترلی مناسب ارائه گردید.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد ریسک حریق ساختمان و محتویات ۱/۰۲، ساکنین ۲۰/۶ و فعالیت‌ها ۰/۵ می‌باشد. با توجه به حد قابل قبول ریسک در روش FRAME، فقط ریسک حریق فعالیت‌ها در محدوده قابل قبول قرار دارد. همچنین در صورت بروز حریق، میزان خسارت مورد انتظار در ساختمان، ۱۰-۲۰ درصد خواهد بود. در خصوص ریسک حریق برای ساکنین، اتخاذ اقدامات پیشگیرانه، جهت کاهش سطح ریسک الزامی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که روش FRAME، علاوه بر ارزیابی ریسک، می‌تواند ضمن تعیین نقاط ضعف و قوت سیستم‌های موجود، راهکارهای کنترلی مناسبی جهت مقابله با حریق در ساختمان‌های ساخته‌شده ارائه نماید.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی ریسک، حریق، FRAME، اتاق کنترل نیروگاه

مقدمه

رخ داده است که در مجموع باعث خساراتی معادل ۲۹۵۰

میلیون دلار شده است [۳].

ارزیابی حریق در بسیاری از کشورها از اوایل ۱۹۷۰ مورد توجه قرار گرفت. برخی از کشورهای در حال توسعه مانند انگلستان، ژاپن، استرالیا، آمریکا، کانادا و نیوزیلند، سرمایه‌گذاری زیادی در این بخش انجام دادند. محورهای این سرمایه‌گذاری‌ها طراحی حریق، اصول مهندسی ایمنی در برابر آتش، روش‌های پیش‌بینی و ارزیابی کمی خطرات حریق و همچنین روش‌های ارزیابی خسارات وارده به ساختمان‌ها بوده است [۴]. پس از پایان جنگ جهانی دوم، پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه تدوین استانداردها، آیین‌نامه‌های اجرایی و

ساخت و ایجاد ساختمان‌های بزرگ و پیچیده صنعتی، موجب افزایش تراکم افراد، عدم دسترسی سریع به فضای خارج، تأخیر در تخلیه ساکنین و در نتیجه افزایش مرگومیر ناشی از حریق شده است [۱]. آمارها نشان می‌دهد نیمی از مرگ‌های ناشی از حریق، در داخل ساختمان‌ها اتفاق می‌افتد [۲]. در سال ۲۰۱۱ فقط در ایالات متحده، تعداد ۱،۳۸۹،۵۰۰ مورد حریق گزارش شده است که موجب مرگ ۳۰۰۵ نفر، ۱۷۵۰۰ مورد صدمه به افراد غیرنظامی و حدود ۷ میلیارد دلار خسارت به اموال و تجهیزات گردیده است. همچنین ۱۷ مورد از ۲۲ حریق بزرگ در سال ۲۰۱۱، در ساختمان‌های غیرمسکونی

۱- استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات تکنولوژی های زیست محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

۲- عضو مرکز تحقیقات بهداشت کار ایران و دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۳- (نویسنده مسئول): کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، دانشکده بهداشت و دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، دانشکده بهداشت. kazemie187@yahoo.com

ساختمان‌های جدید یا در حال استفاده می‌باشد. برخلاف روش کدهای ساختمانی که بر پایه فرار ایمن و گریختن ساکنین است و در آن کدها و قوانین محدود موجود حفاظت تئوری و احتمالی را برای ساکنین فراهم می‌آورد، FRAME بر حفاظت از سازه، محتویات و فعالیت‌های آن استوار است. این روش سیستماتیک بسیاری از فاکتورهای مؤثر را در محاسبات تأثیر داده و نتیجه نهایی را به صورت عددی بیان می‌کند. روش FRAME برای مکان‌های روباز مناسب نیست. همچنین در طراحی، برای ایجاد حفاظت کافی و لزوم استفاده از روش حفاظتی اضافه، کاربرد دارد [۸].

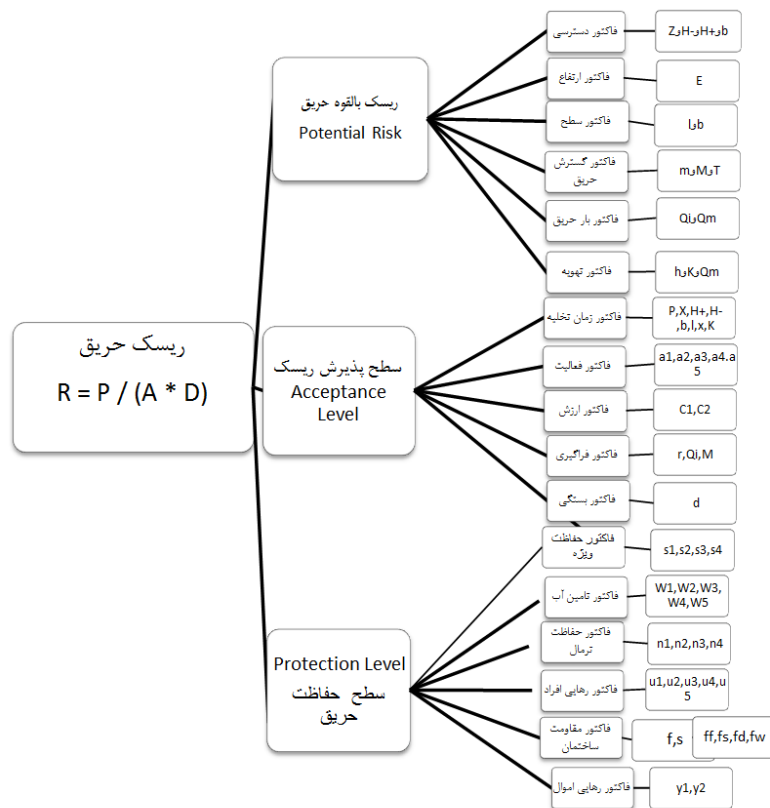
از جدیدترین حریق‌های صنعتی رخ داده در نیروگاه‌ها می‌توان به حریق در نیروگاه در حال ساخت روسیه در سال ۲۰۱۴ [۹]، آتش‌سوزی در نیروگاه Westar در Colwich در سال ۲۰۱۲ [۱۰]، حریق در نیروگاه Kleen در Middletown [۱۱] و آتش‌سوزی نیروگاه اتمی در ایالت تگزاس آمریکا ۲۰۱۲ [۱۲] اشاره کرد. از حریق‌های مهم در کشور نیز می‌توان حریق در نیروگاه سیکل ترکیبی گناوه [۱۳] و نیروگاه گازی زاهدان [۱۴] را نام برد. با توجه به اینکه شبکه انتقال قدرت برق در کشور به صورت سراسری است، بروز حریق در نیروگاه‌ها و گسترش آن به اتاق‌های کنترل به عنوان قلب و مرکز اصلی مدیریت فعالیت‌های سیستم که مسئولیت کنترل شبکه را داشته و کلیه اطلاعات مربوط به انتقال انرژی در این واحد ثبت، اعلام و تحلیل می‌گردد، بر عملکرد کل شبکه سراسر کشور تأثیر خواهد گذاشت. همچنین حریق در اتاق‌های کنترل می‌تواند موجب از کار افتادن کلیه راهکارهای کنترلی موجود و وقوع رویدادهای فاجعه‌بار شود [۱۵]. این مطالعه به عنوان اولین مطالعه باهدف ارزیابی مهندسی ریسک حریق در اتاق کنترل یک نیروگاه حرارتی می‌باشد و می‌تواند یک ارزیابی جامع از ریسک حریق، در هسته مرکزی نیروگاه (اتاق کنترل) انجام دهد. همچنین با توجه به اینکه در روش مورد استفاده، متغیرهای زیادی برای تعیین سطح ریسک حریق در نظر گرفته شده است، ارائه روش‌های کنترل ریسک حریق از دیدگاه فنی و مهندسی و تعیین نقاط

روش‌های ارزیابی حریق روی داد. این روش‌ها در ابتدا، پس از وقوع حوادث و به منظور پیشگیری از وقوع حوادث مشابه مورد توجه قرار گرفت. با توجه به اینکه اکثر حریق‌های بزرگ، برای اولین بار رخ می‌دهند، لذا پیش‌بینی حریق‌های محتمل و کوشش در راستای کاستن از شدت پیامد و احتمال وقوع حوادث، اهمیت بسزایی دارد. با توجه به موارد فوق، نیاز به استفاده از اصول تکنیکی ارزیابی ریسک، برای اجرای اقدامات ایمنی حریق در ساختمان‌ها و کمک به تصمیم‌گیری مدیریت در مورد انتخاب سیستم‌های حفاظت در برابر حریق، بیش از پیش احساس می‌شود [۵].

آن‌جی در بررسی ریسک حریق پایانه‌های فرودگاه، با روش شبیه‌سازی مهندسی ارزیابی ریسک حریق، نشان داد ریسک حریق برای ساکنین، بیشتر از خسارت به اموال و تجهیزات می‌باشد و در نتیجه باید به ایمنی کارکنان و مسافران توجه بیشتری شود. همچنین سطح ریسک برای ساختمان به جز یک اتاق، کمتر از ۰/۰۵ بوده است که با توجه به حد پذیرش ریسک در روش FRAME (کمتر و مساوی یک)، سطح ریسک ساختمان‌های فرودگاه قابل قبول می‌باشد [۶]. در پژوهش هاشم ستاره، سه روش از میان روش‌های ارزیابی ریسک حریق، مورد بررسی قرار گرفته که نتایج این پژوهش نشان داد، روش مهندسی ارزیابی ریسک حریق، به عنوان ابزاری برای کمک به حفاظت در برابر حریق و روشی مناسب و مقرون به صرفه برای ارزیابی ساختمان‌های جدید یا موجود، کاربرد دارد [۷].

در مطالعه حاضر نیز از روش FRAME، که یک روش کمی جهت ارزیابی ریسک حریق است، استفاده شده است. از مزایای اصلی این روش می‌توان به دقت، قابلیت اجرا در زمان کوتاه و هزینه کم اجرای آن اشاره کرد. FRAME جامع‌ترین، شفاف‌ترین، عملی‌ترین و شاید ساده‌ترین روش محاسباتی برای ارزیابی ریسک حریق در ساختمان‌هاست. همچنین راهی برای توجیه هزینه‌های وارد شده بر سیستم، در

¹ - Fire Risk Assessment Method for Engineering



شکل ۱- پارامترهای مؤثر بر محاسبه سطح ریسک حریق

ضعف سیستم امکان پذیر می باشد.

حریق به خارج، کاربری ساختمان و نوع فعالیتی که در واحد انجام می شود، همچنین خصوصیات افراد موجود در فضای مورد بررسی، در نظر گرفته شود.

روش بررسی

این پژوهش به صورت مطالعه موردی در یکی از نیروگاه های حرارتی کشور انجام شده است. با توجه به اینکه روش مورد استفاده لزوماً در محیط های بسته قابل اجراست، پس از بررسی واحدهای مختلف نیروگاه، اتاق کنترل به عنوان محل اجرای این روش انتخاب شد.

۱- تعیین و بررسی اولیه واحد مطالعاتی در ساختمان

اولین قسمت در ارزیابی ریسک، مشخص کردن سیستم مورد ارزیابی و به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز از سیستم جهت انجام مراحل ارزیابی ریسک حریق می باشد. در بررسی ساختمان باید نکاتی از جمله موقعیت واحد مورد بررسی از نظر ارتفاع از سطح زمین، امکان نفوذ

۲- تهیه چک لیست و جمع آوری اطلاعات

در ارزیابی مهندسی ریسک حریق، نیاز به اطلاعات زیادی از محل مورد ارزیابی می باشد. در نهایت این داده ها و اطلاعات باهم تلفیق شده تا سطح ریسک برای هر واحد محاسبه شود. به دلیل کثرت اطلاعات مورد نیاز جهت ارزیابی ریسک حریق، سرعت بخشیدن به کار، دسته بندی و نظام مند بودن اطلاعات و پارامترهای جمع آوری شده، اقدام به تهیه یک چک لیست گردید. این چک لیست با توجه با تمامی اطلاعات مورد نیاز ذکر شده در دستورالعمل اجرایی FRAME تهیه شده است. جمع آوری اطلاعات با حضور در واحد مطالعاتی و با

اصول ایمنی و حفاظت در برابر حریق، به اندازه کافی پیش‌بینی و ساخته نشده، یا امکانات مرتبط به مرور زمان و در اثر عدم نگهداری صحیح مستهلک و غیرقابل استفاده شده است. همچنین مطابق با طرح توسعه نیروگاه، امکانات مرتبط با ایمنی و حریق پیش‌بینی نشده است، لذا مغایرت‌های موجود دور از انتظار نیست. در زمان انجام مطالعه در تمام قسمت‌های نیروگاه از جمله اتاق کنترل، تنها سیستم حفاظت حریق مورد استفاده، انواع کپسول‌های اطفاء حریق بود که از نظر تعداد، اندازه مورد نیاز و محل جانمایی تابع اصول ایمنی نبودند. طرح

استفاده از چک‌لیست انجام شده است. در این مرحله با توجه به نوع اطلاعات مورد نیاز جهت ارزیابی ریسک از طریق مشاهده، مصاحبه با افراد و مسئولین مربوطه و یا با مراجعه به اسناد و مدارک اطلاعات مورد نظر جمع‌آوری گردید. به‌طور کلی این اطلاعات شامل مواردی از قبیل اطلاعات ساختاری ساختمان، سیستم‌های الکتریکی، سیستم‌های اطفاء حریق و تأسیسات، تعداد کارکنان شاغل در بخش مورد نظر و نوع فعالیت آن‌ها می‌باشد.

۳- تهیه بسته محاسباتی در نرم‌افزار Excel

به دلیل کثرت و پیچیدگی روابط مورد استفاده در ارزیابی ریسک و همچنین طولانی بودن محاسبات، جهت محاسبه سطح ریسک اقدام به تهیه یک بسته محاسباتی در نرم‌افزار Excel شده است و تمامی محاسبات مربوطه توسط نرم‌افزار انجام شده است. این بسته محاسباتی علاوه بر سرعت بخشیدن به محاسبات ریسک حریق، دقت کار را هم افزایش داده و امکان بروز خطا در محاسبات را کاهش می‌دهد. مطابق روش FRAME، ارزیابی ریسک حریق به‌طور جداگانه، برای ریسک حریق ساختمان و محتویات، افراد و فعالیت‌ها انجام می‌شود. در این مطالعه ارزیابی ریسک حریق بر طبق آخرین نسخه روش FRAME در سال ۲۰۰۸ انجام شده است [۹]. مطابق این روش ابتدا پارامترهای سطح بالقوه ریسک، سطح پذیرش ریسک و سطح حفاظت برای هر ریسک محاسبه شده و در نهایت، سطوح ریسک حریق برای ساختمان و محتویات (R_1)، افراد (R_2) و فعالیت‌ها (R_3)، به‌طور جداگانه محاسبه گردید. شکل ۱ پارامترهای مؤثر در محاسبه سطوح ریسک را به‌صورت کلی نشان می‌دهد.

یافته‌ها

با بررسی‌های صورت گرفته در نیروگاه مورد مطالعه مشخص شد، با توجه به اینکه از زمان احداث ساختمان نیروگاه زمان زیادی می‌گذرد، طراحی و ساخت بیشتر قسمت‌ها قدیمی بوده، همچنین در زمان ساخت بنا،

جدول ۱- داده‌های مورد استفاده جهت انجام محاسبات روش FRAME در نیروگاه مورد مطالعه

مقدار	زیر فاکتور	مقدار	زیر فاکتور
۶۰	f_s	داده‌های هندسی	
۶۰	f_f	H	۴
۰	f_d	H^+	۱۲
۶۰	f_w	L	۳۰
۱۲	u_1	B	۱۰
۶	u_2	داده‌های ویژه حریق	
۰	u_3	Q_i	۱۰۰۰
۰	u_4	Q_m	۶۰۰
۴	u_5	M	۴
۰	w_1	T	۱۰۰
۰	w_2	a_1	۰/۴
۲	w_3	a_2	۰/۴
۰	w_4	a_3	۰
۰	w_5	a_4	۰/۱
		a_5	۰
۲	Z	داده‌های ویژه روش	
۰	M	P	۳
۴	E	X	۰/۰۵
۰/۲	C_1	X	۳/۳۳
۰	C_2	K	۲
۰	n_1	S_1	۱۰
۰	n_2	S_2	۳
۰	n_3	S_3	۰
۲	n_4	S_4	۱۴
۰/۸	D	K	۱/۸۵
		Y_1	۳
		Y_2	۰

جدول ۱ آمده است. همچنین نتایج محاسبات انجام شده توسط نرم افزار، در جدول ۲ به تفصیل آورده شده است. برای محاسبه هر یک از سطوح ریسک سه گانه، ابتدا محاسبات سطح ریسک بالقوه (P) و سطح پذیرش ریسک (A) و سطح حفاظت برای ساختمان و محتویات (D) محاسبه شده، سپس با استفاده از معادلات مربوطه، سطوح ریسک مرتبط محاسبه گردید. نمودار ۱ نتایج سطح ریسک برای ساختمان و محتویات (R)، ساکنین (R₁) و فعالیتها (R₂) را نشان می دهد.

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش ریسک حریق برای 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 غیرقابل قبول روش FRAME قرار دارد. همچنین نتایج نشان داد ریسک حریق برای فعالیت هایی که در اتاق کنترل نیروگاه مورد مطالعه انجام می شود با میزان ۰/۵ در سطح قابل قبول قرار دارد. با توجه به سطح ریسک محاسبه شده برای ساختمان و محتویات و مطابق الگوی روش ارزیابی ریسک حریق برای مهندسی، انتظار می رود در صورت وقوع حریق در اتاق کنترل نیروگاه مورد مطالعه، ساختمان و محتویات ۲۰-۱۰ درصد آسیب ببینند. همچنین با توجه به سطح ریسک محاسبه شده جهت ساختمان و محتویات، بایستی نصب سیستم اعلام خودکار برای تشخیص و پاسخ سریع به حریق، در دستور کار قرار گیرد تا در صورت وقوع حریق احتمالی خسارات وارده به حداقل برسد.

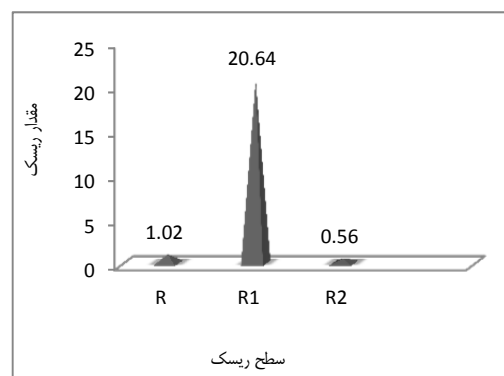
در مطالعه ساکنان ریسک ساختمان و محتویات در ساختمان اداری مورد مطالعه ۰/۶۱ بود که با توجه به تردد کم افراد و زیربنای مناسب ساختمان در محدوده قابل قبول قرار دارد [۱۶]. در مطالعات سرسنگی و مهدی نیا میزان ریسک حریق ساختمان، در بخش هایی مانند بخش اطفال بیمارستان های مورد مطالعه، به دلیل عدم امکان تحرک بیماران مخصوصاً کودکان در بخش اطفال، در نظر نگرفتن اصول ایمنی ساختمان از جمله راه های خروج، نبود سیستم اعلام و اطفاء حریق و

مدون و مشخصی برای اقدامات امداد و نجات افراد در شرایط اضطراری وجود نداشته و در مورد نصب علائم هشدار، خطر و راهنما نیز اقدامات کافی صورت نگرفته است.

خلاصه داده های مورد استفاده جهت انجام محاسبات روش FRAME در نیروگاه مورد مطالعه که توسط چک لیست های استاندارد این روش جمع آوری شده در

جدول ۲- نتایج نهایی سطح ریسک

مقدار عددی	سطح ریسک	مقدار عددی	زیر فاکتور های محاسبه شده
۱/۰۲	ساختمان و محتویات (R)	۴/۳۳	سطح ریسک بالقوه برای ساختمان و محتویات (P)
		۰/۹۹	سطح پذیرش ریسک برای ساختمان و محتویات (A)
		۴/۲۶	سطح حفاظت برای ساختمان و محتویات (D)
۲۰/۶	ساکنین (R ₁)	۴/۱	سطح ریسک بالقوه برای ساکنین (P ₁)
		۰/۰۷۳	سطح پذیرش ریسک برای ساکنین (A ₁)
		۲/۶۴	سطح حفاظت برای ساکنین (D ₁)
۰/۵	فعالیت (R ₂)	۰/۶۳	سطح ریسک بالقوه برای فعالیت (P ₂)
		۰/۳	سطح پذیرش ریسک برای فعالیت (A ₂)
		۲/۸۸	سطح حفاظت برای فعالیت (D ₂)



نمودار ۱- سطح ریسک برای ساختمان و محتویات (R)، ساکنین (R₁) و فعالیتها (R₂)

و قابلیت اشتعال دستگاه‌ها، عنوان شده است. در پژوهش ان جی نیز، ریسک حریق برای ساکنین چند فروشگاه کوچک در ساختمان فرودگاه مورد مطالعه، به دلیل تراکم افراد در مساحت کم و افزایش بار حریق، بالاتر از حد قابل قبول بوده است.

در مطالعه مهدی نیا، بخش‌های رادیولوژی و درمانگاه بیمارستان مورد مطالعه، بیشترین ریسک حریق برای ساکنین را داشته که علت آن را قرارگیری بخش رادیولوژی در زیرزمین بیمارستان و حرکت دود و سایر محصولات حریق به سمت بالا و مشکل در دسترسی و خروج ساکنین بخش رادیولوژی، عنوان شد. در پژوهش اخیر نیز اتاق کنترل نیروگاه مورد مطالعه به دلیل ابعاد ساختمان، تراکم افراد، موقعیت قرارگیری نسبت به سطح زمین و فقدان راه‌های خروجی ایمن، دارای ریسک حریق بالایی برای ساکنان بوده که علل این افزایش ریسک با نتایج حاصل از مطالعات پیشین مطابقت دارد.

سطح ریسک حریق فعالیت‌ها در اتاق کنترل نیروگاه مورد مطالعه ۰/۵ و در حد قابل قبول می‌باشد. در این اتاق کنترل با توجه به نوع فعالیت کارکنان که بیشتر نظارتی بوده، احتمال ایجاد حریق مورد انتظار نمی‌باشد و نتایج ارزیابی نیز مؤید این مطلب می‌باشد. در مطالعه سرسنگی ریسک حریق فعالیت‌ها در آشپزخانه به دلیل نوع فعالیت، بیمارستان با میزان ۷۷/۳۵، بالاترین ریسک را داشته است. علت این افزایش، نوع فعالیت و نبود سیستم حفاظتی مناسب بوده است.

به دلیل خسارات جبران‌ناپذیر حریق‌های صنعتی، تشخیص کمبودها و نقایص در وضعیت موجود که می‌تواند منجر به بروز حریق شود، الزامی است. مدیریت موفق ریسک و انتخاب درست روش‌های پیشگیرانه و حفاظتی، تنها بر اساس روش‌های ارزیابی ریسک امکان‌پذیر می‌باشد. طی سال‌های گذشته ابزارهای مختلفی برای ارزیابی ریسک حریق توسعه یافته و برای تشخیص قسمت حساس و آسیب‌پذیر، با موفقیت استفاده شده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد روش FRAME، علاوه بر ارزیابی ریسک، می‌تواند نقاط ضعف و قوت در سیستم جاری را تعیین کرده و با توجه

قرارگیری برخی بخش‌ها در طبقات بالا، در محدوده غیرقابل قبول قرار گرفته است [۱۷ و ۱۸]. همچنین ریسک حریق ساختمان و محتویات ساختمان فرودگاه هنگ کنگ، در پژوهش ان جی، به دلیل نصب سیستم اسپرینکلر در همه نقاط و رعایت مقررات ایمنی حریق در مراحل احداث ساختمان فرودگاه، در حد قابل قبول به دست آمد [۶]. 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 ذکر شده هم‌خوانی دارد.

همچنین نتایج نشان می‌دهد ریسک حریق افراد در اتاق کنترل نیروگاه مورد مطالعه ۲۰/۶ بود که در محدوده غیرقابل قبول قرار دارد. چون سطح ریسک محاسبه شده بالای ۴/۵ می‌باشد، باید اقدامات اساسی جهت کاهش سطح ریسک انجام شود. یکی از علل افزایش ریسک حریق ساکنین در این مطالعه، فاکتور دسترسی می‌باشد. به دلیل اینکه اتاق کنترل نیروگاه در طبقه بالا واقع شده و به جز راه‌پله اصلی از هیچ طرف دیگر، حتی پنجره‌ها، امکان دسترسی و خروج افراد در هنگام وقوع حریق وجود ندارد، فاکتور دسترسی و در نتیجه ریسک بالقوه حریق برای ساکنین افزایش یافته است. همچنین افزایش فاکتور تخلیه به دلیل تراکم افراد در مساحت کم اتاق کنترل، فقدان امکان خروج مناسب و عدم امکان استقرار در محل امن، باعث کاهش سطح پذیرش ریسک و در نتیجه، افزایش ریسک حریق برای ساکنین شده است.

در مطالعه ساکنان ریسک حریق ساکنان ساختمان اداری مورد مطالعه، ۱/۲۷ به دست آمده است. در این ساختمان علی‌رغم تعداد خروجی‌های زیاد، به دلیل مرتفع بودن ساختمان، ریسک حریق ساختمان بیشتر از حد قابل قبول بوده است. در مطالعه انجام شده توسط سرسنگی، بالاترین سطح ریسک ساکنین مربوط به بخش اطفال به میزان ۷۴/۴۸ و کمترین آن بخش آندوسکوپی ۲/۲۵ بوده است. علت اصلی بالا بودن سطح ریسک در این بخش‌ها، تحرک پذیری کم بیماران مخصوصاً اطفال، عدم امکان دسترسی به راه‌های خروج

- Protection Association, Quincy, MA, September, 2012.
4. Weicheng F, Jinhua S, L Shouxiang. Methodology of Fire Risk Assessment Beijing: Publishing Company of Science and Technology 2006, 151-168.
 5. Ramachandran G. The Economics of Fire Protection. 1 ed. London: E & FN Spon; 1998. 1-10.
 6. Ng M. Fire Risk Analysis Of The Airport Terminals. International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes 2003; 5(4): 103-107.
 7. Setare H, Koohpayee A, Nikpey A. Development of risk analysis in fire risk assessment, Conference: First National Conference on Safety in Ports, Tehran. 2005.
 8. Smet E. FRAME2008, Theoretical Basis and Technical Reference Guide, 2008, Accessed in 2013.
 9. Fire at a nuclear power plant under construction in Russia 2012. available from: www.javanemrooz.com/news/newsreader/asiran/show-2630825.aspx.
 10. Montenegro J, Heap B. Fire damages Westar power plant in Colwich. KWCH Eyewitness News. 2012. available from: http://articles.kwch.com/2012-11-28/colwich_35418325.
 11. Owens D, Courant H. Kleen Energy Power Plant In Middletown. Fire Reported. available from: <http://foxct.com/2014/02/12/fire-reported>.
 12. Fire at nuclear power plant in Texas. 2012. available from: <http://www.irinn.ir/news/5963>
 13. Ganaveh for fire station: Iran Insurance compensation of 8.5 billion riyals to Mapna 2013. available from: <http://etabarnews.com/fa/page/35227>
 14. Zahedan gas station had been burnt. 2009. available from: <http://www.zahedanfire.ir>
 15. Jafari MJ, Haji Hoseini AR, Halvani GH, Mehrabi Y, MI Ghasemi. 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(7): 60-71.
 16. Sakenaite J. A Comparison Of Methods Used For Fire Safety Evaluation. Civil and Transport Engineering 2010; 2(6): 36-42.
 17. Sarsanghi V, Saberi H, Malakootikhah M, Sadeghnia M. Fire Risk Assessment by FRAME Method of Shahid Beheshti Hospital in kashan, Conference: Sixteen Scientific Seminar Student Health Engineering Professional, kashan. 2013.
 18. Mahdinia M. analysis and evaluation of the performance of national regulations with the approach of the fire safety in a hospital bed[dissertation]. Tehran: univ. shahid Beheshti; 2010.
 19. Elicson T, Bouchard J, Lucek H, Harwood B. Calculation of Fire Severity Factors and Fire Non-Suppression Probabilities for a DOE Facility Fire PRA. International Topical Meeting on Probabilistic Safety Assessment and Analysis, Wilmington. 2011.
 20. NFPA 805: Performance-Based Standard for Fire Protection for Light Water Reactor Electric Generating Plants. Edition 2010 of NFPA 805. available from: <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/document-information-pages?mode=code&code=805>.

به سطح ریسک محاسبه شده، تکنیک‌های حفاظتی مناسبی را ارائه نماید.

بر اساس تعریف مقابله با حریق NFPA ۸۰۵:۲۰۰۱، روش‌های مقابله با حریق بایستی از تعادل اجزائی مثل تشخیص به موقع حریق و اطفاء آن، ارائه یک سطح حفاظت مناسب برای ساختمان و پیشگیری از حریق با روش‌های مدیریت نظام مند مواد قابل احتراق و منابع حریق، برخوردار باشند [۱۹ و ۲۰]. پژوهش حاضر نشان داد تحلیل نتایج حاصل از روش FRAME، با دارا بودن فاکتورهای فوق، می‌تواند راهکارهای مناسبی جهت مقابله با حریق در ساختمان‌های ساخته شده یا طراحی ساختمان‌های در حال ساخت، ارائه نماید.

از آنجاکه هزینه‌های مربوط به اقدامات حفاظتی نقش مهمی در مدیریت ریسک و انتخاب روش کنترلی دارد. در مطالعات آتی می‌توان در جهت امکان‌سنجی و هزینه اجرای اقدامات حفاظت حریق گام برداشت. همچنین بسط و توسعه روش FRAME و رفع کاستی‌های موجود به نحوی که امکان ارزیابی دقیق ریسک حریق در صنایع مختلف وجود داشته باشد، می‌تواند در مطالعات بعدی در نظر گرفته شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله، بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم مهندس الهه کاظمی می‌باشد که با حمایت مالی مرکز تحقیقات فناوری‌های زیست‌محیطی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز انجام شده است که بدین‌وسیله از دانشگاه مذکور تقدیر و تشکر می‌شود. همچنین نویسندگان، از همکاری مسئولین محترم نیروگاه مورد مطالعه نیز تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

منابع

1. Hirschler M. Fire Hazard and Fire risk Assessment, Philadelphia: ASTM Special Technical Publication; 1992: 209-223
2. Chu G, Sun J. Decision Analysis on Fire Safety Design Based on Evaluation Building Fire Risk to Life. Safety Science Journal. 2008; 46: 1125-1136.
3. An Overview of the US Fire Problem National Fire

Determining the Risk of Fire by Engineering Approach and Provide Practical Protection Strategies in a Thermal Power Plant

Gholam Abas Shirali¹, Rasoul Yarahmadi R², Elahe Kazemi³

Received: 2015/02/05

Revised: 2015/07/05

Accepted: 2015/07/26

Abstract

Background and aims: From the 70s onwards, safety engineering made significant progress in developing techniques and regulations relating to the fire. These methods were considered after happening accidents to prevent similar accidents. But, with the advancement of technology, the prediction and prevention of fire in complex industries such as power plants found way. This study is done to determine the risk of fire in the control room of a power plant and proposed effective strategies to fire prevention.

Methods: In this study, based on fire risk assessment methods for engineers, computational package was prepared by Excel software. Next to the building and contents, residents and activities in the plant control room, risk assessment calculations were carried out separately. At the end based of FRAME pattern, we proposed appropriate control measures.

Results: The results showed that the risk of fire for building and content is 1.02, residents 20.6 and activity 0.5. According to the acceptable level of risk in the method, only the risk of fire in activities was within the acceptable range. The results showed that in case of fire, the expected damage to buildings is 10-20%. For the fire risk for residents, it is required to take preventive measures to reduce the level of risk.

Conclusion: The results showed that the FRAME method, in addition to risk assessment can determine the strengths and weaknesses of existing systems and provide appropriate control measures to prevent fires in buildings.

Keywords: Risk assessment, Fire, FRAME, Power plant, Control room

1. Assistance professor, Occupational Health Eng Dept, Faculty of Health, Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

2. Iran Occupational Health Research Center and Associated professor Occupational Health Eng Dept, Faculty of Health, Iran University of Medical Science, Tehran, Iran.

3. **(Corresponding author):** BS in Occupational health Eng, Occupational Health Eng Dept, Faculty of Health, Semnan University of Medical Science and MS student in Occupational health Eng, Faculty of Health, Jondishapour University of Medical Science, Ahwaz, Iran. kazemie187@yahoo.com