

Analysis of Fire Safety in Office Buildings Applying Fire Safety Evaluation System

Iman Chahardeh¹ , Hanieh Nikoomaram^{2,*} , Seyed Mohammadreza Miri Lavasani²

¹ MSc Student, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Assistant Professor, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

* **Corresponding Author:** Hanieh Nikoomaram, Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: hani.nikoo@gmail.com

Abstract

Received: 29/01/2021

Accepted: 11/05/2021

How to Cite this Article:

Chahardeh I, Nikoomaram H, Miri Lavasani SM. Analysis of Fire Safety in Office Buildings Applying Fire Safety Evaluation System. *J Occup Hyg Eng.* 2021; 8(3): 19-26. DOI: 10.52547/johe.8.3.19

Background and Objective: Fire outbreaks in buildings have diverse negative consequences for the occupants' life safety and assets. Determining the level of fire safety is of great help in the provision of appropriate solutions to increase fire safety and reduce the negative consequences. Therefore, the present study aimed to analyze the level of fire safety in office buildings.

Materials and Methods: This analytical-descriptive study was conducted to analyze the fire safety level in office buildings of a car manufacturing company on the basis of three aspects: fire control, egress routes, and general fire safety. This study was performed using Fire Safety Evaluation System (FSES) methodology and NFPA 101A.

Results: Based on the results, the fire control aspect was revealed to have the best condition in all seven buildings under the study, and they obtained the required scores in this regard. On the other hand, egress routes had the worst condition. In terms of general fire safety, all the selected buildings, except one building, maintained the required requirements.

Conclusion: As evidenced by the obtained results, conducting more than two fire exit drills per year would make the condition of the selected buildings acceptable in the aspect of egress routes. It could also have a significant effect on the improvement of general fire safety. Moreover, installing a quick-response automatic sprinkler system with entire building coverage would enhance the overall fire safety condition in buildings. Furthermore, considering smoke control systems could make the condition of the buildings better in terms of egress routes and general fire safety.

Keywords: Fire; Office Building; Safety Analysis

تجزیه و تحلیل سطح ایمنی در برابر حریق در ساختمان‌های اداری با استفاده از روش FSES

ایمان چهارده^۱ ، هانیه نیکومرام^{۲*} ، سید محمدرضا میری لوسانی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
^۲ استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
 * نویسنده مسئول: هانیه نیکومرام، گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. ایمیل: hani.nikoo@gmail.com

چکیده

سابقه و هدف: وقوع آتش‌سوزی در ساختمان‌ها پیامدهای منفی متعددی را برای ایمنی جان ساکنان، اموال و دارایی‌ها و ... به همراه دارد. تعیین سطح ایمنی حریق راهکار مناسبی برای افزایش ایمنی و در نتیجه کاهش پیامدهای ناشی از حریق است. بدین منظور هدف مطالعه حاضر، تجزیه و تحلیل سطح ایمنی حریق در ساختمان‌های اداری است.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۲۱

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

مواد و روش‌ها: این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی است که سطح ایمنی حریق ساختمان‌های اداری یک شرکت خودروسازی را از سه جنبه کنترل حریق، مسیرهای خروج و ایمنی عمومی حریق تجزیه و تحلیل می‌کند. مطالعه حاضر با استفاده از سیستم ارزشیابی ایمنی حریق (FSES) و بر مبنای NFPA 101A انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد مطلوب‌ترین وضعیت در هفت ساختمان بررسی شده، مربوط به کنترل حریق است و تمامی ساختمان‌ها در این زمینه امتیاز لازم را گرفتند. همچنین بدترین وضعیت، مسیرهای خروج است. در زمینه ایمنی عمومی حریق نیز تمامی ساختمان‌ها به جز یک ساختمان، انطباق لازم را داشتند.

نتیجه‌گیری: برگزاری بیش از دو مانور خروج اضطراری در زمان حریق در سال وضعیت ساختمان‌ها را در زمینه مسیرهای خروج به حالت قابل قبول می‌رساند و تأثیر بسزایی در بهبود وضعیت ایمنی عمومی حریق در ساختمان‌ها دارد. همچنین نصب سیستم آب‌فشان خودکار از نوع پاسخ سریع به‌طوری که پوشش‌دهنده سراسر ساختمان باشد، وضعیت ایمنی حریق را در تمامی ساختمان‌ها ارتقا می‌بخشد. ایجاد سامانه کنترل دود نیز وضعیت ساختمان‌ها را در زمینه‌های مسیرهای خروج و ایمنی عمومی حریق بهبود می‌دهد.

واژگان کلیدی: تجزیه و تحلیل ایمنی؛ حریق؛ ساختمان اداری

مقدمه

ایران سالانه حدود ۲۰ تا ۱۰۰ هزار حادثه حریق رخ می‌دهد که ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ مورد از آن‌ها منجر به مرگ، ۴۵۰۰ مورد موجب جراحات شدید و خسارات مالی می‌شود. همچنین نزدیک به ۴۵۰ میلیارد ریال خسارات مالی ایجاد می‌کند [۴].

بروز آتش‌سوزی در ساختمان‌ها پیامدهای منفی متعددی را به همراه دارد که برای ایمنی جان ساکنان، دارایی‌ها، محیط‌زیست و ... مضر است. هنگامی که یک ساختمان دچار حریق می‌شود، پایداری آن به‌طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۵]. طی دهه‌های گذشته، طراحی ساختمان‌های جدید بیش‌ازپیش تحت تأثیر ملاحظات ایمنی حریق قرار گرفته است. مقررات و استانداردها به گونه‌ای تدوین شده‌اند که تأثیر این

آتش یکی از ضروریات زندگی امروزی است و نمی‌توان آن را از زندگی انسان‌ها حذف کرد. مدیریت خطر حریق به‌منظور پیشگیری از وقوع حوادث ناگوار ناشی از حریق و کاهش پیامدهای آن ضروری است [۱]. حریق یکی از مهم‌ترین خطراتی است که مراکز صنعتی، تجاری، اداری، آموزشی و درمانی را تهدید می‌کند [۲]. آتش‌سوزی یکی از خطرناک‌ترین پدیده‌هایی است که خسارات جانی و مالی عمده‌ای را به همراه دارد [۳]. طبق آخرین آمار انجمن بین‌المللی خدمات آتش‌نشانی و نجات و بر اساس گزارش سازمان‌های آتش‌نشانی، در ۵۷ کشور بزرگ دنیا سالانه ۲/۵ تا ۴/۵ میلیون حریق و ۱۷ تا ۶۲ هزار مرگ‌ومیر مستقیم ناشی از حریق روی می‌دهد. بر اساس آمار موجود، در

الزامات در فرایند تصمیم‌گیری اهمیت فزاینده‌ای دارد؛ بنابراین، مقررات ایمنی حریق توجه بیشتری را از طرف ذی‌نفعان مختلف جلب می‌کند و کارشناسان ایمنی و آتش‌نشانی دائم آن را بررسی می‌شود [۲].

سطح ایمنی حریق در یک ساختمان منعکس‌کننده تعامل پیچیده بین بسیاری از پدیده‌ها از جمله شروع، رشد و گسترش آتش‌سوزی، واکنش اجزای ساختمان، واکنش ساکنان و پاسخ آتش‌نشانی به آتش‌سوزی است [۶]. به‌طورکلی ایمنی حریق با خطر مرتبط است. احتمال وقوع آتش‌سوزی جدی در هر ساختمان کم است، اما پیامدهای احتمالی آتش‌سوزی بسیار هنگفت است [۷]. مطالعات نشان می‌دهد تمام پیامدهای ناشی از حریق در حالی رخ می‌دهد که با ارزیابی خطر حریق، برآورد سطح ایمنی در برابر حریق و به‌کارگیری اصول ایمنی، ۷۵ درصد از این آتش‌سوزی‌ها قابل پیش‌بینی و پیشگیری هستند [۸].

بنابراین، ارزیابی و مدیریت خطر حریق اهمیت بسزایی دارد. همچنین باید برنامه‌ریزی‌های واکنش در شرایط اضطراری هم در پیش‌بینی‌های مدیریتی لحاظ شود [۹].

مجموعه الزامات حفاظت از جان افراد (NFPA 101) یکی از پرکاربردترین استانداردها برای اقدامات حفاظت از انسان‌ها بر اساس ساختار ساختمان و ویژگی‌های ساکنان است، به‌طوری‌که پیامدهای آتش‌سوزی و سایر آسیب‌های مرتبط با آن را به حداقل می‌رساند [۱۰]. همچنین NFPA 101 راهنمایی است که رویکردهای نوین را برای حفاظت از جان افراد بر اساس NFPA 101 ارائه می‌دهد. از هر یک از این رویکردها می‌توان به‌عنوان ابزاری برای تعیین میزان انطباق با الزامات NFPA 101 استفاده کرد. سیستم ارزشیابی ایمنی حریق (Fire Safety Evaluation System: FSES) روشی نیمه‌کمی برای تجزیه‌وتحلیل سطح ایمنی در برابر حریق است که NFPA 101 ارائه کرده است. این روش سطح ایمنی ایجادشده با مجموعه‌ای از اقدامات حفاظتی را با میزانی مقایسه می‌کند که در استاندارد مشخص شده است [۱۱].

تجزیه‌وتحلیل سطح ایمنی ساختمان‌ها در برابر حریق با در نظر گرفتن عوامل مختلفی از قبیل نوع کاربری ساختمان، مشخصات سازه، سیستم‌ها و تجهیزات اعلام و اطفای حریق موجود، ویژگی‌های ساکنان و ... ضمن ارائه تحلیل درست و دقیق از وضعیت موجود ایمنی ساختمان، به‌منظور افزایش ایمنی و در نتیجه کاهش پیامدهای ناشی از وقوع حریق راهکارهای مؤثری را پیشنهاد می‌دهد؛ بنابراین، ضروری است که این مهم با استفاده از استانداردهای به‌روز و کاربرد روش‌های نوین و ابزارهای علمی انجام پذیرد.

گرچه تاکنون مطالعاتی در زمینه ارزیابی خطر حریق ساختمان‌ها انجام شده است، اما تعداد پژوهش‌های مرتبط با ارزشیابی سطح ایمنی ساختمان‌ها در برابر حریق به‌ویژه در

روش کار

این مطالعه با هدف تجزیه‌وتحلیل ایمنی در برابر حریق از سه جنبه کنترل حریق، مسیرهای خروج و ایمنی عمومی حریق به‌منظور ارائه راهکارهای افزایش ایمنی حریق در ساختمان‌های منتخب یک شرکت خودروسازی انجام شده است. انتخاب ساختمان‌ها و گردآوری داده‌های مربوطه از طریق چک‌لیست و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به کمک تنظیم کاربرگ‌های ارزشیابی ایمنی حریق و امتیازهای مربوطه بر اساس روش سیستم ارزشیابی ایمنی حریق (Fire Safety Evaluation System: FSES National Fire Protection Association: NFPA) و بر مبنای الزامات استاندارد انجمن ملی حفاظت از حریق آمریکا (NFPA) و کد NFPA101A انجام شد.

این پژوهش در چهار گام اجرا شد. در گام نخست، تعدادی از ساختمان‌های اداری واقع در یک شرکت خودروسازی با در نظر گرفتن معیارهایی از قبیل تعداد کارکنان، میزان تردد کارکنان، پیمانکاران و ...، سابقه وقوع حریق، تعداد حریق‌های قبلی، پیامدهای حریق‌های قبلی و نگهداری اسناد و تجهیزات دارای حساسیت انتخاب شدند. معیارهای مذکور صرفاً برای انتخاب ساختمان‌ها به‌منظور اجرای مراحل آتی مطالعه تعریف شد و در ارزیابی ایمنی ساختمان‌ها در برابر حریق دخیل نبود.

در گام دوم، کاربرگ‌های تجزیه‌وتحلیل سطح ایمنی حریق در ساختمان‌های منتخب تنظیم شد. در این گام از الزامات استاندارد NFPA101A، با عنوان سیستم ارزشیابی ایمنی حریق استفاده شد که مجموعه‌ای از متغیرها را در خصوص تعیین سطح ایمنی حریق مطرح می‌کند [۱۱]. با توجه به تعریف ساختمان‌های اداری، در این مطالعه از کاربرگ‌های مربوط به تصرفات تجاری (Business Occupancies) استفاده شد. از طریق کاربرگ الزامات ایمنی مورد نیاز برای ساختمان‌های منتخب، حداقل امتیاز اجباری مورد نیاز ساختمان در سه جنبه کنترل حریق، مسیرهای خروجی و ایمنی عمومی حریق بر اساس اطلاعات زمینه‌ای واردشده (ارتفاع، قدمت و تعداد طبقات) برآورد شد. سپس با کمک کاربرگ، امتیاز کسب‌شده ساختمان در سه جنبه مذکور، دوازده متغیر ایمنی مؤثر بر وضعیت ایمنی حریق ساختمان‌ها برای هر یک از ساختمان‌های منتخب ارزشیابی شد. ارزش ایمنی هر متغیر به نحوی تعیین شد که بهترین توصیف از وضع ساختمان را ارائه کند. متغیرهای مورد ارزشیابی شامل سازه، جداسازی خطرات، منافذ عمودی، آب‌فشان خودکار،

ساختمان برای اجرای این مطالعه انتخاب شد. این ساختمان‌ها به ترتیب از ساختمان ۱ تا ساختمان ۷ شماره‌گذاری شدند. بدین ترتیب که ساختمان‌های منتخب بیشترین تعداد کارکنان مستقر را داشت و میزان تردد سایر افراد به آنجا زیاد بود. همچنین سابقه وقوع حادثه حریق و شدت پیامدهای حریق در آنجا قابل توجه‌تر بود و نگهداری اسناد و تجهیزات دارای حساسیت در آن‌ها از سایر ساختمان‌ها بیشتر بود.

حداقل امتیاز مورد نیاز ساختمان‌های منتخب در سه جنبه کنترل حریق، مسیرهای خروجی و ایمنی عمومی حریق بر اساس اطلاعات زمینه‌ای وارد شده، در جدول ۱ آورده شده است. نتایج امتیاز کسب‌شده ساختمان‌های منتخب بر اساس متغیرهای ایمنی در جدول ۲ آمده است. امتیاز انطباق کسب‌شده ساختمان‌ها در هر سه جنبه نیز در شکل ۱ آمده است. با توجه به شکل ۱، ساختمان ۷ و ۲ با کسب امتیاز مناسب در هر سه زمینه کنترل حریق، خروجی و ایمنی عمومی حریق به‌عنوان منطبق‌ترین ساختمان‌ها تعیین شدند. همچنین از میان این دو ساختمان، ساختمان ۷ با کسب امتیاز بیشتر به‌عنوان بهترین ساختمان از نظر ایمنی حریق تعیین شد. با بررسی کاربرگ‌های این ساختمان، با توجه به حداقل امتیاز مورد نیاز، در ۱۱ متغیر امتیاز مناسب را کسب کرد و تنها در زمینه منافذ عمودی نقص داشت. همچنین ساختمان ۵ به دلیل به‌دست نیاموردن امتیاز مناسب در هر دو زمینه خروجی و ایمنی عمومی حریق بیشترین عدم انطباق را در زمینه ایمنی حریق داشت.

هشدار حریق، کشف دود، مواد پوشاننده سطوح داخلی، کنترل دود، دسترسی به خروجی، سامانه خروجی، جداسازی اتاق/ راهرو و برنامه واکنش در برابر شرایط اضطراری بود. پس از آن با استفاده از کاربرگ ارزشیابی انطباق ایمنی حریق، با مقایسه امتیاز کسب شده با حداقل امتیاز اجباری مورد نیاز، وضعیت ساختمان‌ها از نظر ایمنی حریق در هر سه جنبه ارزیابی شد. در تحلیل نتایج، امتیاز انطباق مدنظر قرار گرفته شد. ارزشیابی سایر ملاحظات که مورد توجه قرار نگرفته بود، با استفاده از کاربرگ الزامات ایمنی حریق ساختمان انجام شد. در کاربرگ نتیجه‌گیری، با ترکیب نتایج کاربرگ انطباق ایمنی حریق و کاربرگ الزامات ایمنی حریق ساختمان، حداقل سطح ایمنی حریق که با NFPA 101، کد ایمنی زندگی، برای مشاغل تجاری مقرر شده است، برای هر ساختمان بررسی شد.

در گام سوم نتایج نهایی کاربرگ‌های تکمیل‌شده برای ساختمان‌های منتخب تجزیه و تحلیل شد. در نهایت نتایج تجزیه و تحلیل سطح ایمنی حریق برای ساختمان‌های منتخب با یکدیگر مقایسه شد. در گام چهارم با توجه به الزامات استانداردهای NFPA و نتایج حاصل از گام سوم، راهکارهای افزایش ایمنی حریق در ساختمان‌ها پیشنهاد شد.

نتایج

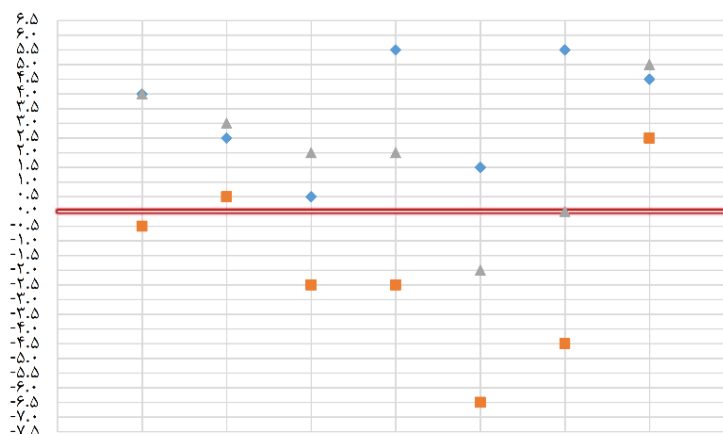
با توجه به معیارهای تعریف‌شده و اطلاعات گردآوری‌شده برای تمام ساختمان‌های اداری (۱۴ ساختمان)، در نهایت ۷

جدول ۱: حداقل امتیاز مورد نیاز در سه جنبه کنترل حریق، مسیرهای خروجی و ایمنی عمومی حریق

| ساختمان | ارتفاع ساختمان | کنترل حریق S _a | خروجی S _b | ایمنی عمومی حریق S _c |
|-----------|----------------|---------------------------|----------------------|---------------------------------|
| ساختمان ۱ | ۳ طبقه | ۰ | ۰ | ۰ |
| ساختمان ۲ | ۴ طبقه | ۲ | ۰ | ۲ |
| ساختمان ۳ | ۳ طبقه | ۰ | ۰ | ۰ |
| ساختمان ۴ | ۳ طبقه | ۰ | ۰ | ۰ |
| ساختمان ۵ | ۲ طبقه | -۱ | ۰ | -۱ |
| ساختمان ۶ | ۳ طبقه | ۰ | ۰ | ۰ |
| ساختمان ۷ | ۲ طبقه | -۱ | ۰ | -۱ |

جدول ۲: امتیاز کسب‌شده ساختمان‌ها در سه جنبه کنترل حریق، مسیرهای خروجی و ایمنی عمومی حریق

| ساختمان | ارتفاع ساختمان | کنترل حریق S ₁ | خروجی S ₂ | ایمنی عمومی حریق S ₃ |
|-----------|----------------|---------------------------|----------------------|---------------------------------|
| ساختمان ۱ | ۳ طبقه | ۴ | -۰/۵ | ۴ |
| ساختمان ۲ | ۴ طبقه | ۴/۵ | ۰/۵ | ۵ |
| ساختمان ۳ | ۳ طبقه | ۰/۵ | -۲/۵ | ۲ |
| ساختمان ۴ | ۳ طبقه | ۵/۵ | -۲/۵ | ۲ |
| ساختمان ۵ | ۲ طبقه | ۰/۵ | -۶/۵ | -۳ |
| ساختمان ۶ | ۳ طبقه | ۵/۵ | -۴/۵ | ۰ |
| ساختمان ۷ | ۲ طبقه | ۳/۵ | ۲/۵ | ۵ |



| | ساختمان ۱ | ساختمان ۲ | ساختمان ۳ | ساختمان ۴ | ساختمان ۵ | ساختمان ۶ | ساختمان ۷ |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ♦ کنترل حریق | ۴ | ۲.۵ | ۰.۵ | ۵.۵ | ۱.۵ | ۵.۵ | ۴.۵ |
| ■ خروج | -۰.۵ | ۰.۵ | -۲.۵ | -۲.۵ | -۶.۵ | -۴.۵ | ۲.۵ |
| △ ایمنی عمومی حریق | ۴ | ۳ | ۲ | ۲ | -۲ | ۰ | ۵ |

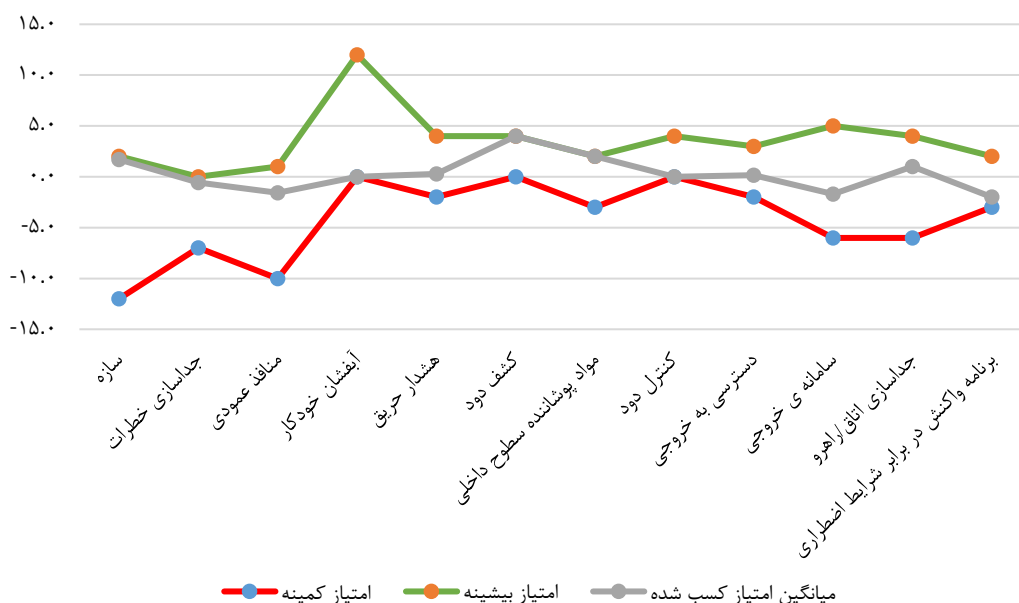
شکل ۱: نتایج ارزشیابی انطباق ساختمان‌های منتخب در هر سه جنبه بررسی شده

حریق است و تمامی ساختمان‌های منتخب (۷ ساختمان) در این زمینه امتیاز مناسبی دارند. بدترین وضعیت در زمینه خروجی است که ۵ ساختمان انطباق لازم را نداشتند و تنها دو ساختمان (ساختمان ۷ و ۲) با کسب امتیاز مناسب توانستند انطباق لازم را کسب کنند. در زمینه ایمنی عمومی حریق نیز تمامی ساختمان‌های منتخب به جز یک ساختمان (ساختمان ۵) انطباق لازم را کسب کردند. با بررسی میانگین امتیاز کسب شده متغیرهای ایمنی ساختمان‌ها (شکل ۳) مشخص شد که تمامی

در زمینه کنترل حریق، ساختمان ۶ و ۴ با کسب ۵/۵ امتیاز بهترین وضعیت و بیشترین سطح انطباق را در میان ساختمان‌های منتخب داشتند. در زمینه خروجی، ساختمان ۷ با کسب ۲/۵ امتیاز بهترین وضعیت و بیشترین سطح انطباق را داشت. همچنین در زمینه ایمنی عمومی حریق، ساختمان ۷ با کسب ۵ امتیاز بهترین وضعیت و بیشترین سطح انطباق را داشت. بررسی وضعیت ایمنی حریق ساختمان‌ها در هر سه جنبه (شکل ۲) نشان می‌دهد که مطلوب‌ترین وضعیت در زمینه کنترل



شکل ۲: وضعیت ایمنی حریق ساختمان‌ها در هر سه جنبه بررسی شده



شکل ۳: میانگین امتیاز متغیرهای ایمنی ساختمان‌ها

۷ و اداری ساختمان ۲، حداقل معادل آن سطحی است که توسط NFPA 101، کد ایمنی جان افراد، برای تصرفات تجاری مقرر شده است.

بحث

در مطالعه رضایی و کرمانی حصار شهابی، ارزیابی خطر حریق با بهره‌گیری از روش مهندسی ارزیابی خطر حریق (Fire Risk Assessment Method for Engineering: FRAME Computerized) و مقایسه نتایج (Fire Safety Evaluation System: CFSES) آن (مطالعه موردی یک ساختمان اقامتی در شهر مشهد) انجام شده است. در روش FRAME خطر حریق در سه حالت مختلف یعنی برای ساختمان و محتویات آن، افراد و همچنین برای فعالیت‌های داخل ساختمان برآورد می‌شود. محققان با بررسی نتایج به‌دست‌آمده از روش CFSES به این نتیجه رسیدند که امتیاز مورد نیاز در جنبه ایمنی عمومی و وضعیت خروج‌ها کمتر از وضعیت استاندارد است [۱۲]. در مطالعه حاضر نیز از روش FSES استفاده شد. همچنین وضعیت خروجی در وضعیت غیرقابل قبولی قرار داشت که راهکارهایی برای بهبود تا وضعیت قابل قبول پیشنهاد شد.

در مطالعه خاک‌کار و همکاران، ارزیابی خطر حریق در مجتمع‌های تجاری منطقه ۱۲ تهران و ارتباط آن با ویژگی‌های سازه‌ای و کاربری آن‌ها با استفاده از استاندارد NFPA101 و نرم افزار CFSES انجام شد. بر اساس نتایج آن‌ها، هیچ‌یک از مجتمع‌ها نمره قابل قبول را در بخش راه‌های خروجی کسب نکردند. همچنین بین سطوح خطر ایمنی حریق با تعداد طبقات، نوع و ضریب فعالیت مجتمع‌ها ارتباط معناداری وجود نداشت

ساختمان‌ها در متغیرهای آب‌فشان خودکار، کنترل دود و برنامه واکنش در شرایط اضطراری امتیاز مطلوبی دریافت نکرده‌اند. سازه تمامی ساختمان‌ها در وضعیت مطلوب غیر قابل اشتعال قرار دارد. جداسازی خطرناک در بیشتر ساختمان‌ها (۶ ساختمان) بدون نقص است. نزدیک به نیمی از ساختمان‌ها منافذ عمودی باز دارند. بیشترین امتیاز منفی در این زمینه متعلق به ساختمان ۱ است و این معضل به دلیل وجود منافذ باز و حفاظت‌نشده در بحث منافذ عمودی این ساختمان است. هیچ‌کدام از ساختمان‌ها آب‌فشان خودکار ندارند. بیشتر ساختمان‌ها (۶ ساختمان) سامانه هشدار حریق با قابلیت اعلام به اداره آتش‌نشانی و سامانه کشف دود دارای پوشش در کل ساختمان دارند. به دلیل وجود سامانه‌های کشف دود و هشدار حریق در بیشتر ساختمان‌ها، این متغیرها اثرگذاری مثبت بیشتری در میان سایر متغیرها دارند.

میانگین امتیاز متغیر مواد پوشاننده سطوح داخلی ساختمان‌ها در مطلوب‌ترین حالت است که این موضوع به دلیل نرخ گسترش شعله کمتر از ۲۵ در تمامی سطوح داخلی ساختمان‌ها است. هیچ‌یک از ساختمان‌ها سیستم کنترل دود ندارند. بیشتر ساختمان‌ها جداسازی مناسب بین اتاق‌ها و راهروها دارند. در هیچ‌یک از ساختمان‌ها، برنامه واکنش در برابر شرایط اضطراری و مانور خروج حریق سالانه انجام نمی‌شود. با بررسی کاربرگ‌های الزامات ایمنی حریق ساختمان ملاحظات مورد نیاز مشخص شد که تمام ملاحظات ایمنی حریق در تمامی ساختمان‌ها محقق شده است. به همین ترتیب با بررسی کاربرگ‌های ارزشیابی انطباق و الزامات ایمنی حریق برای تمام ساختمان‌های منتخب و ثبت نتایج حاصل از آن در کاربرگ نتیجه‌گیری مشخص شد سطح ایمنی حریق تنها در دو ساختمان

های خروجی نیز اشاره شده است. در مطالعه مذکور، امتیاز ایمنی حریق تنها در ۵ ساختمان از ۲۲ ساختمان (۲۷/۷ درصد) در هر سه حیطة ایمنی قابل قبول بود که در مطالعه حاضر نیز تنها ۲ ساختمان از ۷ ساختمان منتخب (۲۸/۶ درصد) در هر سه مورد امتیاز قابل قبول را کسب کردند [۱۷].

بررسی تمام مطالعات پیشین بیانگر این است که بیشتر تمرکز ملاحظات ایمنی در ساختمان‌ها به موضوع کنترل حریق است و بحث ایمنی عمومی حریق و مسیرهای خروجی کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت موضوع ایمنی در برابر حریق در ساختمان‌ها، پژوهش حاضر با هدف تجزیه و تحلیل ایمنی حریق از سه جنبه کنترل حریق، مسیرهای خروج و ایمنی عمومی حریق به منظور ارائه راهکارهای افزایش ایمنی حریق در ساختمان‌های منتخب یک شرکت خودروسازی انجام شد. بدین منظور از کاربرگ‌های ارزشیابی ایمنی حریق و امتیازهای مربوطه بر اساس روش FSES و الزامات NFPA101A استفاده شد. نتایج نشان داد به‌طور کلی ساختمان‌ها در جنبه‌های کنترل حریق و ایمنی عمومی حریق انطباق لازم را داشتند، ولی در جنبه مسیرهای خروج، وضعیت نامطلوبی داشتند.

با توجه به نتایج تحقیق، برگزاری بیش از دو مانور خروج اضطراری در زمان حریق در سال (با برنامه رسمی سازمانی) وضعیت ساختمان‌های منتخب را در زمینه مسیرهای خروج به حالت قابل قبول می‌رساند و تأثیر بسزایی نیز در بهبود وضعیت ایمنی عمومی حریق در تمام ساختمان‌های منتخب دارد. نصب سیستم آب‌فشان خودکار از نوع پاسخ سریع به‌طوری که پوشش دهنده سراسر ساختمان باشد، با تأثیر مثبت در هر سه جنبه ارزیابی شده، وضعیت ایمنی حریق را در تمامی ساختمان‌ها ارتقا می‌بخشد. ایجاد سامانه کنترل دود نیز وضعیت ساختمان‌ها را در زمینه‌های مسیرهای خروج و ایمنی عمومی در برابر حریق بهبود می‌بخشد.

با توجه به ماهیت برخی متغیرها مانند سازه یا دسترسی به مسیرهای خروجی که به‌سختی قابل تغییر و اصلاح است، ضروری است قوانین ایمنی حریق در مراحل ساخت به‌طور سختگیرانه‌تری اجرا شود. همچنین با توجه به اینکه حداقل امتیاز مورد نیاز ساختمان‌ها با افزایش تعداد طبقات افزایش می‌یابد، توجه به ایمنی حریق در مراحل ساخت ساختمان‌ها و پس از آن، بیش از پیش اهمیت دارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است که در دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات انجام شده است.

[۱۳] در این مطالعه نیز وضعیت خروجی در حالت غیرقابلی قبولی قرار داشت. همچنین با بررسی جدول حداقل امتیاز مورد نیاز مشخص شد با افزایش ارتفاع و تعداد طبقات، حداقل امتیاز ایمنی مورد نیاز نیز افزایش می‌یابد.

در مطالعه صیاد مالکی و همکاران، بر اساس استاندارد NFPA101 و با استفاده از روش‌های میدانی و کتابخانه‌ای وضعیت ایمنی حریق در تعدادی از مراکز خرید بررسی شد. همچنین پس از اتمام ارزیابی خطر، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، تمام مراکز خرید با تکیه بر نظرات خبرگان رتبه‌بندی شد [۱۴]. در مطالعه حاضر رتبه‌بندی ساختمان‌های منتخب با استفاده از نرم‌افزار اکسل و بر اساس امتیازات کسب‌شده در سه حیطة کنترل حریق، خروجی امتیاز و ایمنی حریق انجام شد. بر این اساس مشخص شد رتبه‌بندی ساختمان‌ها و قیاس آن‌ها با یکدیگر درک بهتری از وضعیت ایجاد می‌کند.

خاک‌کار و همکاران در پژوهشی دیگر به بررسی انطباق نرم افزار CFSES با مقررات ملی ایران برای ارزیابی ایمنی حریق مجتمع‌های تجاری پرداختند و به این نتیجه رسیدند قوانین موجود در مجموع تمامی ۱۲ متغیر ارزیابی‌شده در نرم افزار CFSES را پوشش می‌دهد. نرم‌افزار، متغیرهای جمعیت نیروی انسانی، نوع فعالیت، وضعیت ایمنی برق و پسماند، تعمیرات، نگهداری و وجود تجهیزات اطفای حریق غیر از آب‌فشان‌ها را بررسی نمی‌کند [۱۵]. اما در مطالعه حاضر، به دلیل بهره جستن از آخرین نسخه استاندارد NFPA 101A، این ملاحظات در کاربرگ‌ها گنجانده شد و می‌توان اظهار کرد که استفاده از کدهای جدید NFPA، تمام الزامات مورد نیاز را پوشش می‌دهد.

مشابه تحقیق حاضر، رجبی و همکاران در مطالعه‌ای به‌منظور ارتقای وضعیت یک ساختمان اداری در مجتمع گاز پتروشیمی پارس جنوبی از منظر ایمنی به ارزیابی ریسک حریق پرداختند و مشخص شد به‌طور کلی خطر حریق ساختمان در هر سه حیطة ایمنی حریق، قابل قبول است و اتخاذ تدابیری مشابه آنچه در مطالعه حاضر نیز به آن اشاره شد، نظیر وضعیت سامانه آب‌فشان، افزایش تعداد برنامه‌های واکنش در برابر شرایط اضطراری و در نظر گرفتن تدابیر کنترل دود ممکن است موجب بهبود وضعیت ایمنی حریق ساختمان شود [۱۶].

در پژوهش رجبی و همکاران، ارزشیابی ایمنی حریق با استفاده از نرم‌افزار CFSES در ۲۲ ساختمان تجاری انجام شد که به‌طور میانگین چهار طبقه داشتند. نتایج نهایی مطالعه نیز مشابه مطالعه حاضر با استفاده از نرم‌افزار اکسل تجزیه و تحلیل شد. در بین متغیرهای ایمنی حریق بررسی‌شده در ساختمان‌ها، متغیرهای کنترل دود و آب‌فشان بدترین وضعیت را داشتند که در این مطالعه نیز به اهمیت نصب سامانه خودکار کشف، اعلام و اطفای حریق و تدوین و اجرای برنامه واکنش در برابر شرایط اضطراری اشاره شده است؛ به اقداماتی نظیر اصلاح وضعیت راه

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ‌گونه تضاد منافع و تعارضی وجود نداشته است.

سهم نویسندگان

ایمان چهارده: تدوین‌کننده نسخه اصلی مقاله و نگارنده پایان‌نامه

هانیه نیکومرام: استاد راهنما در تدوین مقاله و پایان‌نامه
سید محمدرضا میری لواسانی: استاد مشاور در تدوین پایان‌نامه

ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش تمام ملاحظات اخلاقی رعایت شده است و بر اساس این ملاحظات، نام مکان بررسی‌شده در پژوهش ذکر نشده است.

حمایت مالی

این پژوهش بدون حمایت مالی انجام شده است.

REFERENCES

1. Askaripoor T, Shirali GA, Yarahmadi R, Kazemi E. 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. *Saf Health Work*. 2018; **8**(1):93-102.
2. Van Weyenberge B, Deckers X, Caspeele R, Merci B. Development of an integrated risk assessment method to quantify the life safety risk in buildings in case of fire. *Fire technol*. 2019; **55**(4):1211-42. DOI: [10.1007/s10694-018-0763-6](https://doi.org/10.1007/s10694-018-0763-6)
3. Jahangiri ME, Rajabi FA, Darooghe FA. Fire risk assessment in the selected Hospitals of Shiraz University of Medical Sciences in accordance with NFPA101. *Iran Occup Health*. 2016; **13**(1):99-106.
4. Parchami M, Mirzaei M, Kalatpour O. Identification and Analysis of Critical Activities of Fire Department for Residential Fire Scenarios Using Task and Training Requirements Analysis Methodology. *J Occup Hyg Eng*. 2020; **7**(1):41-50. DOI: [10.29252/johe.7.1.41](https://doi.org/10.29252/johe.7.1.41)
5. Rahardjo HA, Prihanton M. The most critical issues and challenges of fire safety for building sustainability in Jakarta. *J Build Eng*. 2020; **29**(4):101133. DOI: [10.1016/j.jobe.2019.101133](https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101133)
6. Beck VR, Yung D. The development of a risk-cost assessment model for the evaluation of fire safety in buildings. *Fire Saf Sci*. 1994; **4**:817-28.
7. Buchanan AH, Abu AK. Structural design for fire safety. John Wiley & Sons; 2017.
8. Shahedi Aliabadi S, Assary MJ, Kalatpour O, arei, E.; Mohammadfam, I. "Consequence Modeling of Fire on Methane Storage Tanks in a Gas Refinery". *J Occup Hyg Eng*. 2016; **3**(1).
9. Feiz Arefi M, Delju H, Ghasemi F, Kalatpour O. Accident Scenarios Identification and Assessment in the Central Oxygen of Hospital through FTA and evaluation of the control Systems by LOPA. *J Occup Hyg Eng*. 2020; **7**(2):26-32. DOI: [10.52547/johe.7.2.22](https://doi.org/10.52547/johe.7.2.22)
10. Koffel WE. Changes to NFPA 101-2018: NFPA 101-2018: Life Safety Code has three important updates that are vital to fire protection engineers. *Consult Specif Eng*. 2019; **56**(1):26-31.
11. Brzezińska D, Bryant P. Risk Index Method—A Tool for Sustainable, Holistic Building Fire Strategies. *Sustainability*. 2020; **12**(11):4469. DOI: [10.3390/su12114469](https://doi.org/10.3390/su12114469)
12. Šakėnaitė J. A comparison of methods used for fire safety evaluation. *Science Future of Lithuania*. 2010; **2**(6):36-42. DOI: [10.3846/mla.2010.109](https://doi.org/10.3846/mla.2010.109)
13. Khakkar S, Ranjbarian M, Khodakarim S, Pouyakian M. Evaluation of Fire Risk in Commercial Complexes of District 12 of Tehran and its Relationship with their Structural and Usage Characteristics. *Saf Health Work*. 2020; **10**(3):273-89.
14. Hesarshahi AK, Mirzaei R, Gholamnia R. Fire Risk Assessment in Selected Commercial Buildings in Mashhad, Iran, Based on NFPA 101 Standard in 2018. *Revista J Rescue Relief*. 2019; **11**(3):184-91. DOI: [10.52547/jorar.11.3.184](https://doi.org/10.52547/jorar.11.3.184)
15. Khakkar S, Ranjbarian M, Pouyakian M. Study of CFSES software compliance with Iranian national standards for fire safety assessment of commercial complexes. *Journal of Health in the Field*. 2019; **7**(1):26-35. DOI: [10.22037/jhf.v7i1.23734](https://doi.org/10.22037/jhf.v7i1.23734)
16. 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. *J Fire Prot. Eng*. 2005; **15**(3):145-72. DOI: [10.1177/1042391505049437](https://doi.org/10.1177/1042391505049437)
17. Rajabi F, Jahangiri M, Tavana Shooli F, Rastkar Sh. Fire risk Assessment in Multi-story Commercial Buildings Using Computerized Fire Safety Evaluation System: A Case Study in Shiraz. *J Health Syst Res*. 2019; **15**(1):74-82. DOI: [10.32592/hsr.2019.15.1.106](https://doi.org/10.32592/hsr.2019.15.1.106)