

Identifying and Ranking of Critical Factors Affecting Fire Safety in High-Rise Buildings in the City of Karaj using the ANP-DEMATEL Integrated Approach

Received: 06 May 2024, Accepted: 19 June 2024

Seyed Hossein Mousavi¹, Soheil Sobhanardakani^{2*}, Seyed Ali Jozi³

¹M.Sc. in Health, Safety & Environment, Department of Environmental Science, College of Basic Sciences and Modern Technologies, Electronic Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

²Ph.D. in Environmental Science, Professor in Environmental Science, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.

³Ph.D. in Environmental Science, Professor in Environmental Science, Department of the Environment, College of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

*Corresponding Author:
s_sobhan@iauh.ac.ir

How to Cite This Article:

Mousavi SH, Sobhanardakani S, Jozi SA. Identifying and Ranking of Critical Factors Affecting Fire Safety in High-Rise Buildings in the City of Karaj using the ANP-DEMATEL Integrated Approach. Journal of Environmental Health Engineering. 2024;11(4):422-42.

ABSTRACT

Background: Since firefighting in high-rise buildings requires special equipment and expertise and is associated with many risks for residents and rescuers; the firefighting of these buildings has become one of the safety problems in megacities. Therefore, this study was conducted to identify and rank critical factors affecting fire safety in high-rise buildings in the city of Karaj using the ANP-DEMATEL integrated approach.

Materials and Methods: In this descriptive study, six criteria including: 'firefighting regulations', 'fire safety training', 'policies and equipment management', 'review of previous incidents', 'attitudes of contractors in design and construction', as well as the 'speed of rescue operations' and 32 sub-criteria were identified from the similar studies and their screened using the Delphi technique. Then the criteria and sub-criteria of each criterion were subjected to pairwise comparisons and weighting. The internal relationships between the criteria were determined using DEMATEL technique; also, the final prioritization and weighting of the results were done using ANP and DEMATEL via the Super Decisions software. In so doing, 10 experts from the Karaj Fire Protection Organization were selected in a non-probabilistic way to respond.

Results: Based on the results obtained, the 'speed of rescue operations' criterion with a final weight of 0.222 was assigned the first priority among the others. On the other hand, the 'policies and equipment management' criterion, as the most influential criterion, has had the most interaction with other criteria. Also, the 'attitudes of contractors in design and construction' criterion was recognized as the most effective criterion. This is despite the fact that 'not using low-quality and cheap materials with the aim of more profit' sub-criterion with a final weight of 0.061 had the first priority among the sub-criterias.

Conclusion: In conclusion, it can be acknowledged that in order to increase the speed of operations, it is better to have enough fire stations in different parts of the city, and at the same time, special routes for traffic in crowded city centers should be considered for fire engines. At the same time, it is necessary to use the latest equipment and technologies in the world regarding the fire extinguishing of high-rise buildings and make sufficient investments in this regard. At the same time, there should be sufficient supervision in the construction stages, including the design and use of fire-resistant materials.

Keywords: Fire safety, High-rise buildings, Speed of rescue operations, MCDM approach, Iran

DOI:
[10.61186/jehc.11.4.422](https://doi.org/10.61186/jehc.11.4.422)

شناسایی و رتبه‌بندی عوامل حیاتی مؤثر بر ایمنی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه شهر

کرج با استفاده از تلفیق روش‌های ANP-DEMATEL

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۳۰

سید حسین موسوی^۱، سهیل سبحان اردکانی^{۲*}، سیدعلی جوزی^۳

^۱کارشناس ارشد مهندسی ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه و فن‌آوری‌های نوین، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲دکترای تخصصی علوم محیط‌زیست، استاد گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

^۳دکترای تخصصی علوم محیط‌زیست، استاد گروه محیط‌زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: از آنجا که اطفای حریق در ساختمان‌های بلندمرتبه به تجهیزات و تخصص ویژه‌ای نیاز دارد و با ریسک‌های فراوانی برای ساکنان و امدادرسانان همراه است؛ لذا، این عملیات به یکی از معplat ایمنی در کلان‌شهرها تبدیل شده است. از این‌رو، این پژوهش با هدف شناسایی و رتبه‌بندی عوامل حیاتی مؤثر بر ایمنی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه شهر کرج انجام شد.

مواد و روش‌ها: در اجرای این پژوهش توصیفی-کاربردی، پس از تعیین معیارهای اصلی تحقیق شامل: "مقررات آتش‌نشانی"، "آموزش ایمنی حریق"، "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات"، "بررسی حوادث پیشین"، "نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت" و همچنین "سرعت عملیات نجات"، نسبت به طراحی پرسنل نامه و توزیع آن بین ۱۰ نفر از آتش‌نشانان با سابقه شهر کرج در حوزه ایمنی حریق و ساختمان اقدام، اولویت‌بندی و وزن‌دهی نهایی معیارها با استفاده از تلفیق روش‌های ANP-DEMATEL در نرم‌افزار سوپر دیزاین انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که معیار "سرعت عملیات نجات" با وزن نهائی برابر با ۰/۰۲۲ اولویت اول را به خود اختصاص داده است. از طرفی، معیار "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات" به عنوان تأثیرگذارترین معیار، از بیشترین تعامل با سایر معیارها برخوردار بود. همچنین، معیار "نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت" به عنوان تأثیرپذیرترین معیار شناخته شد. این در حالی است که زیرمعیار "عدم استفاده از مصالح بی‌کیفیت و ارزان با هدف سوددهی بیش‌تر" با وزن نهائی برابر با ۰/۰۶۱ از اولویت اول در بین زیرمعیارها برخوردار بود.

نتیجه گیری: به منظور بالا بردن سرعت عملیات اطفای حریق بهتر است ایستگاه‌های آتش‌نشانی به تعداد کافی در بخش‌های مختلف شهر مستقر باشند و در عین حال مسیرهای ویژه‌ای برای تردد در مراکز شلوغ شهری برای ماشین آلات آتش‌نشانی در نظر گرفته شود. ضمن آن‌که لازم است تجهیزات و فناوری‌های به روز دنیا در خصوص اطفای حریق ساختمان‌های بلندمرتبه مورد استفاده قرار گیرند و سرمایه‌گذاری کافی در این خصوص انجام پذیرد. در عین حال باید نظارت کافی در مراحل ساخت و ساز اعم از طراحی و استفاده از مصالح مقاوم در برابر حریق اعمال شود.

واژه‌های کلیدی: ایمنی حریق، ساختمان بلندمرتبه، سرعت عملیات نجات، تصمیم‌گیری چندمعیاره، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

s_sobhan@iauh.ac.ir

نحوه استناد به این مقاله:

Mousavi SH, Sobhanardakani S, Joz SA. Identifying and Ranking of Critical Factors Affecting Fire Safety in High-Rise Buildings in the City of Karaj using the ANP-DEMATEL Integrated Approach. Journal of Environmental Health Engineering. 2024;11(4):422-42.

DOI:
[10.61186/jehc.11.4.422](https://doi.org/10.61186/jehc.11.4.422)

مقدمه

مرتبه و برج وجود دارد که علی‌رغم ثبت سوابق ناگوار بروز آتش‌سوزی در آن‌ها، بر اساس گزارش‌های سازمان آتش‌نشانی همچنان در هیچ‌کدام از مراحل طراحی، ساخت و نظارت این ساختمان‌ها، مقررات و اصول اینمی حریق، آن‌چنان که باید و شاید مورد توجه قرار نمی‌گیرد که این مسئله می‌تواند در آینده به تکرار یک غنم‌نامه همچون پلاسکو منجر شود. بنابراین، به‌منظور حفاظت از ساکنین چنین بنایی و برنامه‌ریزی و آمادگی برای مقابله با حریق در آن‌ها، ابتدا باید عوامل مؤثر بر اینمی آتش‌سوزی در این اماکن شناسایی و بررسی مناسبی در راستای اجرای سیاست‌های حفاظتی و نظارتی آتی انجام و بدین صورت جان و مال شهر و ندان از گزند آسیب‌های احتمالی حفظ شود.

تاکنون در خصوص شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر اینمی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه چندین مطالعه در ایران و سایر کشورها انجام شده است. در پژوهشی که با هدف بررسی نقش اجرای سیستم‌های اعلام و اطفای حریق در ساختمان‌های بلندمرتبه در کاهش آتش‌سوزی انجام شد، نتایج نشان داد که آشناکردن مردم با ضوابط و دستورالعمل‌های حریق و دادن اطلاعات در مورد اثرات زیان‌آور حریق و آگاهی‌رسانی نسبت به روش‌های مطلوب اینمی حریق ساختمان‌های بلند، نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت کنترل حریق در ساختمان‌های بلند دارد.^۱ از طرفی، در پژوهشی که با هدف بررسی اینمی در برابر آتش‌سوزی ساختمان‌های بلندمرتبه بتنی شهر بوشهر با تأکید بر عملکرد راه‌پله و آسانسور انجام شد، نتایج نشان داد که طراحی ساختمان و پلان راه‌پله‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در سرعت تخلیه ساکنان در موقع وقوع آتش‌سوزی دارد.^۲ همچنین، عادلی‌زاده و شبیری (۲۰۱۹)^۳ در پژوهشی که با هدف شناسایی ریسک‌های حریق برای ساختمان‌های بلندمرتبه انجام شد، گزارش کردند که "ریسک عوامل فاجعه‌ساز"، "ریسک تجهیزات اینمی حریق در ساختمان"، "ریسک تیپ اطلاعات حریق"، "ریسک وضعیت مدیریت

آتش‌سوزی یکی از مهم‌ترین رویدادهای تأثیرگذار در هر سه مقوله اینمی، بهداشت و محیط‌زیست است که می‌تواند در زمانی کوتاه، دارایی و سلامتی افراد را با خطر مواجه کند.^۴ وقوع حوادث حریق و انفجار همه ساله خسارت‌های مالی، جانی و محیط‌زیستی فراوانی را متوجه کشورهای مختلف جهان از جمله ایران می‌کند. از طرفی، هم‌زمان با پیشرفت فناوری‌های نوین، ساختمان‌های سر به فلک کشیده هر روز از گوش و کنار شهرها بیرون می‌آیند که هر کدام از آن‌ها کانون تمرکز جمعیت و ثروت قابل توجهی هستند و در صورت بروز حادثی از قبیل آتش‌سوزی در این ساختمان‌ها، خسارت‌های غیرقابل جبرانی حادث خواهند شد. لذا، این موضوع توجه به اینمی حریق آسمان-خراس‌ها را به عنوان یکی از وظایف مدیران شهری ضروری کرده است.^۵ بدیهی است که هرچه ارتفاع ساختمان‌ها بیش‌تر باشد، با افزایش تعداد طبقات و تراکم جمعیت و تجهیزات داخل آن‌ها، هنگام رخداد آتش‌سوزی، چالش‌های بیش‌تری گریبان‌گیر آتش‌نشانان خواهد بود، چراکه با توجه به تراکم سکونت در منازل مسکونی و محیط‌های اداری یا تجاری چنین ساختمان‌هایی، آتش می‌تواند به سرعت در آن گسترش پیدا کند.^۶ ضمن آن‌که حفظ جان افراد در ساختمان‌های بلند به‌طور قطع نسبت به ساختمان‌های دیگر هم سختی بیش‌تری دارد و هم نیروی بیش‌تری را می‌طلبد، چراکه دسترسی به طبقات بالایی برای نیروهای امدادی از دشواری بیش‌تری برخوردار خواهد بود. همه این دلایل باعث می‌شود رعایت ضوابط اینمی حریق در ساختمان‌های بلندمرتبه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد.^۷

امروزه، وقایع گذشته در ایران از جمله حریق و ریزش ساختمان پلاسکو (بلندترین ساختمان تجاری در ایران) در سال ۱۳۹۵، بیش از پیش، توجه مدیران و کارشناسان سازمان آتش‌نشانی را به مدیریت اینمی و ریسک حریق ساختمان‌های بلندمرتبه جلب کرده است.^۸ در مناطق مختلف کلان‌شهر کرج نیز تعداد بسیاری ساختمان بلند-

مدیریت بهتر حریق‌های احتمالی در ساختمان‌های مرتفع سریلانکا کمک کند. علاوه بر این، در پژوهشی که با هدف بررسی عوامل حیاتی مؤثر بر ایمنی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه در شارجه امارات انجام شد، نتایج نشان داد که "عوامل مدیریتی"، "عوامل انسانی" و "عوامل فنی" بر ایمنی ساختمان‌های بلندمرتبه تأثیر دارند و "مقررات آتش‌نشانی"، "مقررات ساخت و اجرا"، "بررسی حوادث پیشین"، "سرعت عملیات نجات"، "رفتار انسانی"، "تعمیر و نگهداری مناسب"، "آموزش اصول آتش‌نشانی"، "طراحی ساختمان"، "دانش حریق"، "نوع مواد قابل احتراق" و "فرهنگ‌سازی ایمنی آتش‌سوزی" نیز به عنوان اثرگذارترین زیرمعیارهای این حوزه معرفی شدند.^{۱۲}

طبق آمارهای موجود، نیمی از مرگ‌ومیرهای ناشی از حریق در ایران در ساختمان‌های بلند روی می‌دهد که خود در ترکیب با مشکلات موجود در حوزه‌های ایمنی و پیشگیری، با ضعف در آموزش ایمنی مرتبط است.^{۱۳} طبق آخرین سرشماری‌ها، در شهر کرج بیشتر از ۲۵۰۰۰ ساختمان با ارتفاع پنج تا ۱۷ طبقه وجود دارد که از آن جمله می‌توان به مهرآمال واقع در عظیمیه با ۲۵ طبقه، برج رونیکا واقع در شهرکرد با ۱۹ طبقه، نیکامال واقع در خیابان واقع در مرکز شهر با ۱۶ طبقه، نیکامال واقع در مرکز بهشتی با ۱۵ طبقه و ساختمان شهرداری کرج واقع در مرکز شهر با ۱۳ طبقه اشاره کرد. این آمار لزوم توجه به مقوله ایمنی حریق در چنین سازه‌هایی را نمایان ساخته و خود بیان‌گر اهمیت و ضرورت اجرای این پژوهش است. لذا، این پژوهش با هدف شناسایی و رتبه‌بندی عوامل حیاتی مؤثر بر ایمنی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه شهر کرج با استفاده از تلفیق روش‌های ANP-DEMATEL در سال ۱۴۰۲ انجام یافت.

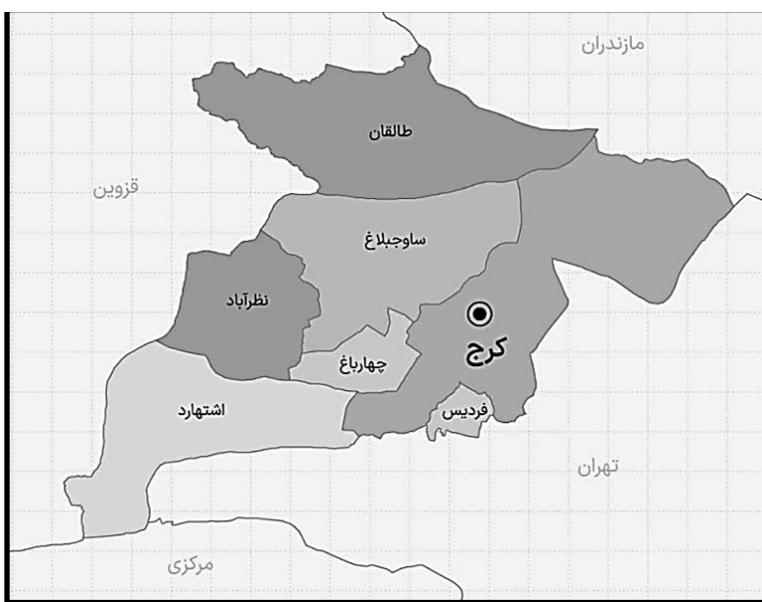
ایمنی حریق، "ریسک رفتار انسانی"، "ریسک عملکرد حریق ساختمان" و "ریسک تخلیه ایمن در موقع حریق"، ریسک‌های اصلی در زمینه حریق ساختمان‌های بلندمرتبه هستند. علاوه، در پژوهشی که با هدف بررسی متغیرهای مؤثر بر طراحی مسیرهای تخلیه اضطراری ساختمان‌های بلندمرتبه در برابر آتش‌سوزی بر اساس روش معادلات ساختاری MICMAC و تحلیل ANP انجام شد، نتایج نشان داد که طراحی مسیر خروج اضطراری در ساختمان زمانی می‌تواند در بحران آتش‌سوزی مؤثر واقع شود که جانمایی آن‌ها در مسیرهای اصلی عبور و مرور باشد و قرار دادن مسیرهای تخلیه اضطراری در کنج‌ها و گوشه‌های ناخوانای ارتباطی موجب بیاستفاده ماندن و ترس از استفاده مسیرهای تخلیه اضطراری در زمان بحران می‌شود.^{۱۴} از دیگر سو، در پژوهشی که با هدف بررسی نحوه پیشگیری؛ شناسایی و اطفاعی حریق در ساختمان‌های بلندمرتبه انجام شد، نتایج نشان داد که ایمنی حریق ساختمان‌های بلندمرتبه به ترتیب تحت تأثیر "مهندسی سازه‌ای ساختمان"، "مهارت‌های رفتاری ساکنین"، "سیستم هشدار و خاموش‌کردن آتش" و "طراحی ایمنی" قرار دارد.^{۱۵} در پژوهشی دیگر، گلوبرمن (۲۰۲۰) با بررسی رفتارهای ایمنی حریق در میان ساکنان ساختمان‌های بلندمرتبه مسکونی در هاوایی، گزارش کرد که "نگرش نسبت به ایمنی در برابر حریق"، "وجود فرهنگ ایمنی حریق"، "توانایی ادراک شده برای آمادگی در برابر آتش-سوزی"، "قصد و انگیزه آماده‌سازی" و "رفتارهای آمادگی در برابر آتش‌سوزی ساکنان" در مدیریت حریق این ساختمان‌ها بسیار تأثیرگذار هستند. همچنین، پریرا و آليس (۲۰۲۲)^{۱۶} گزارش کردند که "رعایت اصول ایمنی آتش-سوزی" و پاییندی به مقررات آتش‌سوزی ساختمان، "آموزش آتش‌نشانان"، "طراحی مناسب و ایمن ساختمان" و "تجزیه و تحلیل مسیر تخلیه اضطراری" می‌تواند به

سرشماری نفوس و مسکن، نزدیک به ۱/۶ میلیون نفر برآورد شده است. کرج در ۳۶ کیلومتری غرب تهران، در کرانه غربی رود کرج و در دامنه جنوبی رشته‌کوه البرز گسترشده شده است. موقعیت جغرافیایی شهر کرج در شکل ۱-۳ نمایش داده شده است^{۱۴}:

مواد و روش‌ها

معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

کرج یکی از شهرستان‌های شرقی استان البرز است که پرجمعیت‌ترین شهرستان این استان و چهارمین شهرستان پرجمعیت ایران است. جمعیت این شهر برابر با ۲۰۰۰۰۰۰ نفر است.



شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی شهر کرج

پژوهش نسبت به رتبه‌بندی ۶ معیار اصلی و ۳۴ زیرمعیار مؤثر بر اینمی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه شهر کرج (جدول ۱) و تعیین روابط درونی میان آن‌ها اقدام شد.

پس از آن، معیارها و زیرمعیارها به عنوان پیش‌فرض در پرسش‌نامه اولیه دلفی به خبرگان ارائه شده و با اختصاص امتیاز از یک تا ۱۰ به هر یک از زیرمعیارها توسط خبرگان، نسبت به غریب‌آلن‌ها اقدام شد.

در گام سوم، نسبت به محاسبه روابط درونی میان معیارهای اصلی تعیین شده در مرحله قبل با استفاده از تکنیک دلفی اقدام شد.

سپس، معیارهای نهایی و نیز زیرمعیارهای مشخص شده در گام دوم هر یک به طور مجزا، دو به دو با طیف ۹ درجه ساعتی مقایسه شده و وزن نسبی معیارها و زیرمعیارها

روش اجرای پژوهش

در اجرای این پژوهش توصیفی-کاربردی، پس از انجام مطالعه‌های کتابخانه‌ای، نسبت به طراحی مدل مفهومی پژوهش با الگو گرفتن از پژوهش عمر و همکاران (۲۰۲۳)^{۱۵} اقدام و بر این اساس، جامعه مورد مطالعه و حجم نمونه تعیین، و پس از آن پرسش‌نامه‌های دلفی (Delphi)، پرسش‌نامه طیف ۹ درجه ساعتی مقایسات زوجی و پرسش‌نامه تعیین روابط درونی دیمتل (DEMATEL) به منظور گردآوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز برای آزمون فرضیه‌ها طراحی و توزیع شدند. پردازش اطلاعات حاصل نیز با استفاده از روش ANP-DEMATEL انجام شد. بر این اساس، در مرحله اول با استناد به مدل مفهومی

ضریب توافق کنдал محاسبه شد و در مواردی که مقادیر این ضریب از 0.30 ، بزرگتر و سطح معناداری از 0.05 کوچکتر بود؛ نتیجه گرفته شد که نظرات خبرگان در هر یک از مراحل دلخواه با یکدیگر توافق دارد.¹⁵

از سوی دیگر، برای به دست آوردن پایابی پرسش‌نامه مقایسات زوجی از محاسبه مقدار نرخ ناسازگاری استفاده شد. بدین صورت که در صورت کوچکتر بودن نرخ ناسازگاری از 0.100 ، نتیجه گرفته شد که نظرات خبرگان با یکدیگر سازگار هستند.

روش و ابزار پردازش داده‌ها

در این پژوهش، معیارهای تاثیرگذار بر اطافی حریق ساختمان‌های بلندمرتبه شامل: "مقررات آتش‌نشانی"، "آموزش ایمنی حریق"، "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات"، "بررسی حوادث پیشین"، "نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت" و "سرعت عملیات نجات" با استفاده از روش ANP رتبه‌بندی شدند و سپس، روابط درونی بین معیارهای مذکور به کمک روش تصمیم‌گیری دیمتری تعیین شدند. پس از آن، این دو روش با یکدیگر در نرم‌افزار سوپر دسیژن ادغام و رتبه نهایی زیرمعیارها استخراج شدند.

به دست آمد. پس از آن، وزن حاصل از مقایسه‌های زوجی و اوزان به دست آمده در دیمتری توسط نسخه ۳.۲ نرم‌افزار سوپر دسیژن (Super Decision) ادغام شده و از این طریق، وزن نهایی زیرمعیارها به دست آمد. دسته‌بندی ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت بهم در جدول ۲ آورده شده است.

جامعه آماری

جامعه آماری این پژوهش شامل افراد خبره و کارشناس حوزه مربوطه بودند که بر اساس روش نمونه‌گیری هدفمند و با درنظر گرفتن محدودیت‌های پژوهش، تعداد ۱۰ نفر از خبرگان و صاحب نظران سازمان آتش‌نشانی فردیس همگی با بیشتر از ۱۰ سال سابقه کار در زمینه مورد پژوهش؛ به عنوان جامعه مورد بررسی در این مطالعه انتخاب شدند.

بررسی روائی و پایایی داده‌ها

در این پژوهش، برای بررسی پایابی پرسش‌نامه دلخواه با استفاده از ویرایش ۲۰ نرم‌افزار SPSS نسبت به محاسبه ضریب توافق (هماهنگی) کنдал اقدام شد. بدین صورت که برای هر مرحله دلخواه به صورت جداگانه، مقدار

جدول ۱. معیارها و زیرمعیارهای پژوهش

زیرمعیار	معیار	ردیف
فرآگیر بودن و قابل اجرا بودن در همه ساختمان‌ها با توجه به امکانات موجود	مقررات آتش‌نشانی	۱
همسوی با اهداف بهبود مستمر کنترل حریق		۲
برخورداری از شرایط و قابلیت تحقیق و توسعه		۳
مشخص بودن برنامه‌های امداد و نجات		۴
بازرسی دوره‌ای و منظم ساختمان به لحاظ ایمنی		۵
وجود ساختار صدور گواهی‌نامه ایمنی بر اساس معیارهای دقیق و مشخص		۶
وجود مقررات سخت‌گیرانه برخورد با متخلفین		۷
برنامه‌ریزی و اجرای آموزش آتش‌نشانان		۸
ارزیابی اثربخشی آموزش‌های ایمنی حریق		۹
ارتقای آگاهی ساکنین ساختمان نسبت به علل و عاقب آتش‌سوزی		۱۰
آموزش نحوه استفاده از تجهیزات اطفای حریق به ساکنین	آموزش ایمنی حریق	۱۱
برخورداری از خط مشی و رویه مناسب مدیریت ایمنی حریق		۱۲

شناسانی و رتبه‌بندی عوامل حیاتی مؤثر بر اینمنی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه شهر کرج با استفاده از تئفیق روش‌های ANP-
DEMATEL

برخورداری از روش و طرحی برای مقابله با شرایط اضطراری		۱۳
ناظرت بر سیستم‌های اینمنی و مدیریت ریسک‌های موجود	سیاست‌ها و مدیریت	۱۴
مدیریت زمان و هزینه‌ها در مقابله با حریق	تجهیزات	۱۵
استفاده از تجهیزات مناسب با ساختمان‌های منطقه در ایستگاه‌های آتش‌نشانی		۱۶
نگهداری پیشگیرانه تجهیزات الکتریکی و سیستم‌های هشداردهنده		۱۷
بررسی حوادث توسط متخصصین سازمان آتش‌نشانی		۱۸
بررسی حوادث توسط متخصصین قضایی و شرکت‌های بیمه	بررسی حوادث پیشین	۱۹
جمع‌آوری و ثبت داده‌های مناسب برای بررسی حوادث توسط مراجع ذی صلاح		۲۰
تخصیص نیروی کافی و کارکنان مجبوب برای بررسی حوادث پیشین		۲۱
واضح بودن رویه‌ها و روش‌های بررسی حوادث حریق		۲۲
عدم استفاده از مصالح بی‌کیفیت و ارزان با هدف سوددهی بیشتر		۲۳
توجه به اینمنی حریق در مراحل طراحی		۲۴
توجه به تراکم جمعیتی ساختمان و راههای خروج اضطراری	نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت	۲۵
استفاده از مصالح عایق حریق در مراحل ساخت		۲۶
نگاه به اینمنی حریق به عنوان یک الزام دولتی		۲۷
کنترل مباحث اینمنی حریق از سوی شرکت‌های مشاور		۲۸
به کارگیری ماشین‌آلات و تجهیزات مدرن و مناسب		۲۹
تمرین و مانورهای کافی آتش‌نشانان		۳۰
شرایط ترافیکی مساعد منطقه	سرعت عملیات نجات	۳۱
توزیع جغرافیایی مناسب و منطقی ایستگاه آتش‌نشانی		۳۲
تعداد کافی نیروهای آتش‌نشان		۳۳
ساختمان‌های سریع گزارش‌دهی وقوع حریق		۳۴

جدول ۲. ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت بهم بر اساس مقیاس ۹ درجه ساعتی

درجه اهمیت در مقایسه دو به دو	مقدار عددی
ترجیح یکسان	۱
یکسان تا بهنسبت مرجح	۲
بهنسبت مرجح	۳
بهنسبت تا قویاً مرجح	۴
قویاً مرجح	۵
قویاً تا بسیار قوی مرجح	۶
ترجیح بسیار قوی	۷
بسیار تا بی‌اندازه مرجح	۸
بی‌اندازه مرجح	۹

یافته‌ها

نتایج غربال‌گری زیرمعیارها

دولتی" توسط خبرگان از پرسشنامه مرحله دوم دلفی حذف شد که بر این اساس، تعداد زیرمعیاری مؤثر بر اینی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه شهر کرج به ۳۲ مورد کاهش یافت.

با توجه به عدم تغییر زیرمعیارها در مرحله دوم تکنیک دلفی، می‌توان اذعان داشت که اجماع گروهی حاصل شده، و این مرحله به منزله مرحله نهایی تلقی شد (جدول ۵). از طرفی، مقادیر ضریب توافق کنдал بزرگ‌تر از $0/30$ و سطح معناداری کوچک‌تر از $0/001$ توافق کامل کارشناسان در مرحله نهایی تکنیک دلفی را نشان داد (جدول ۶).

نتایج تکنیک دلفی برای غربال زیرمعیارها و دست‌یابی به زیرمعیارهای نهایی و همچنین نتایج محاسبه ضریب هماهنگی کنдал برای بررسی هماهنگی دیدگاه کارشناسان در مرحله اول دلفی به ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ آورده شده است. بر این اساس، مقادیر ضریب هماهنگی کنдал بزرگ‌تر از $0/30$ و سطح معناداری کوچک‌تر از $0/001$ نشان داد که کارشناسان در مرحله اول دلفی کاملاً با هم توافق داشته‌اند.

از طرفی، زیرمعیارهای "همسوی" با اهداف بهبود مستمر کنترل حریق" و "نگاه به اینی حریق به عنوان یک الزام

معیار	نیز معیار	مقررات آتش‌نشانی (C1)	آموزش ایمنی حریق (C2)	سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات (C3)	بررسی حادث پیشین (C4)
کارشناس ۱	فرآگیر و قابل اجرا بودن در همه ساختمان‌ها توجه به منابع موجود همسوسی با اهداف بهبود مستمر کنترل حریق	۵	۷	۵	۹
کارشناس ۲	برخورداری از شرایط قابلیت پژوهش و توسعه مشخص بودن سازوکارهای امنیاد و بجات	۴	۸	۴	۸
کارشناس ۳	بازرگی و منظم ساختمان به باحاطه اینمنی وجود سازوکار صدور گواهی نامه اینمنی بر اساس معیارهای دقیق و مشخص	۷	۹	۷	۹
کارشناس ۴	وجود مفروقات سخت گیرانه برخورد با متخلفین بندهزینی و اجرای آموزش آتش‌نشانان	۹	۷	۷	۷
کارشناس ۵	از زیانی اثربخشی آموزش‌های اینمنی حریق ارتقای آگاهی ساکنین ساختمان نسبت به علل و عواقب آتش‌سوزی	۹	۹	۹	۹
کارشناس ۶	آموزش نهود استفاده از تجهیزات اطفای حریق به ساکنین برخورداری از خطمنشی و رویدی مناسب مدیریت اینمنی حریق	۹	۹	۹	۹
کارشناس ۷	برخورداری از روش طرحی برای مقابله با شرایط اضطراری نظرارت بر سیستم‌های اینمنی و مدیریت رسیکهای موجود	۹	۹	۹	۹
کارشناس ۸	مدیریت زمان و هزینه‌های در مقابله با حریق استفاده از تجهیزات مناسب با ساختمان‌های منطقه در ایستگاه‌های آتش‌نشانی	۹	۹	۹	۹
کارشناس ۹	نگهداری پیشگیرانه تجهیزات الکتریکی و سیستم‌های هشداردهنده بررسی حادث توسط متخصصین سازمان آتش‌نشانی	۹	۹	۹	۹
کارشناس ۱۰	بررسی حادث توسط متخصصین قضائی و شرکت‌های پیشه جمع‌آوری و ثبت داده‌های مناسب برای بررسی حادث توسط مراجع ذیصلاح	۹	۹	۹	۹
میانگین	تفصیل نیروی کافی و کارکنان مجرب برای بررسی حادث پیشین واضح بودن رویدها و روش‌های بررسی حادث حریق	۷/۴۰	۶/۴۰	۷/۳۰	۸/۴۰

جدول ۴. مقادیر ضریب توافق کنال در مرحله اول تکینک دلفی

جدول ۵. خلاصه نتایج مرحله نهایی، تکنیک دلفی

معیار	زیرمعیار	مقررات آشنایی (C1)	آموزش ایمنی-حریقت (C2)
کارشناس ۱	فرآیند و قابل اجرا بودن در همه ساختمان‌ها با توجه منابع موجود	۰	۰
کارشناس ۲	برخورداری از مشایه و قابلیت پژوهش و توسعه	۹	۰
کارشناس ۳	مشخص بودن سازوکارهای امداد و نجات	۹	۰
کارشناس ۴	بازرسی دوره‌ای و منظم ساختمان به لحاظ ایمنی	۰	۰
کارشناس ۵	وجود سازوکار صدور گواهی نامه ایمنی بر اساس معیارهای دقیق و مشخص	۰	۰
کارشناس ۶	وجود مقررات ساختگر آن بخود با مختلفین	۰	۰
کارشناس ۷	برنامه‌ریزی و اجرای آموزش آشنایی‌سازان	۰	۰
کارشناس ۸		۰	۰
کارشناس ۹		۰	۰
کارشناس ۱۰		۰	۰
میانگین	۹/۶۰ ۹/۰۰ ۹/۲۰ ۸/۸۰ ۹/۴۰	۹/۱۰	۹/۲۰

DEMATEL

ازیزی اثربخشی آموزش‌های اینمنی حریق	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
ارتقای آگاهی ساکنین ساختمان نسبت به علل و عواقب آتش‌سوزی	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
آموزش نهود استفاده از تجهیزات اطفای حریق به ساکنین	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
سیستم‌ها و مدیریت تجهیزات (C3)	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
برخورداری از خطمشی و رویدی مناسب مدیریت اینمنی حریق	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
برخورداری از روش و طرحی برای مقابله با شرایط اضطراری	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
نظارت بر سیستم‌های اینمنی و مدیریت ریسک‌های موجود	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
مدیریت زمان و هزینه‌ها در مقابله با حریق	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
استفاده از تجهیزات متناسب با ساختمان‌های مخلقه در ایستگاه‌های آتش‌نشانی	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
نگهداری پیش‌گیرانه تجهیزات الکترونیک و سیستم‌های هشداردهنده آتش‌نشانی	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
بررسی حادث توسط مختصین سازمان آتش‌نشانی	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
حوادث توسط مختصین نقاشی و شرکت‌های پیشه	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
جمع‌آوری و ثبت داده‌های مناسب برای بررسی حادث توسط مراجعه‌نی - صلاح پیشین	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
نتصیب نیروی کافی و کارکنان مجرب برای بررسی حادث پیشین	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
واضح بودن رویده و روش‌های بررسی حادث حریق	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
بررسی حادث توسط مختصین نقاشی و شرکت‌های پیشه	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت (C5)	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
تووجه به اینمنی حریق در مراحل طراحی	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
توجه به تراکم جمعیتی ساختمان و راههای خروج اضطراری	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
استفاده از مصالح عالیه حریق در مراحل ساخت	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
عدم استفاده از مصالح بی‌کینیت و ارزان با هدف سوددهی پیش‌تر	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت (C5)	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
کشتل مباحث اینمنی حریق از سوی شرکت‌های مشغول	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
به کارگیری ماسنین آلات و تجهیزات مدرن و مناسب	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
سرعت عملیات (C6)	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
تزریق تراویکی مساعد محفظه	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
توزع جفرافیایی متنس و منطقی ایستگاه آتش‌نشانی	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
تعداد کافی نیروهای آتش‌نشان	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
مسازوگاری اینمنی حریق	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

جدول ۱۴: مقادیر ضریب توافق کنکال در مرحله هماهنگ تکمیلی دلفی

مرحله نهایی	۳۲	۱.	۳۱	۵۷۸۰	۵۹۶۰	کای-اسکوئر	درجه آزادی	تعداد کارشناسان	تعداد گوبه	معناداری
				۵۳۷۰	۵۴۰۰	ضریب کندال	دراجه آزادی	درجه آزادی	تعداد کارشناسان	تعداد گوبه

مرحله ۱ - نتایج محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (M)

بدین منظور، نسبت به محاسبه میانگین حسابی ساده نظرات کارشناسان اقدام و ماتریس ارتباط مستقیم یا M تشکیل شد که نتایج آن در جدول ۷ آورده شده است.

نتایج محاسبه روابط درونی میان معیارهای اصلی

در این پژوهش، برای محاسبه ارتباط‌های متقابل بین معیارهای اصلی تحقیق از تکنیک دیمتل استفاده شد که ماتریس ارتباطات داخلی حاصل از این تکنیک، هم رابطه‌های و معلولی بین عوامل، و هم اثربازی و اثرگذاری متغیرها را نشان داد.

جدول ۷. نتایج ماتریس ارتباط مستقیم

جمع سطرها	C6	C5	C4	C3	C2	C1	
۱۷/۳	۳/۳۰	۳/۹۰	۳/۹۰	۳/۲۰	۳/۰۰	.	C1
۱۷/۲	۳/۵۰	۳/۶۰	۳/۵۰	۳/۳۰	.	۲/۳۰	C2
۱۸/۷	۳/۶۰	۴/۰۰	۳/۸۰	.	۳/۵۰	۳/۸۰	C3
۱۷/۷	۳/۲۰	۲/۴۰	.	۳/۶۰	۳/۸۰	۳/۷۰	C4
۱۶/۹	۲/۹۰	.	۲/۸۰	۳/۷۰	۳/۸۰	۳/۷۰	C5
۱۵/۸	.	۲/۳۰	۲/۴۰	۳/۰۰	۳/۷۰	۳/۴۰	C6
	۱۶/۵۰	۱۸/۲۰	۱۶/۴۰	۱۶/۸۰	۱۷/۸۰	۱۷/۹۰	جمع ستون‌ها

بزرگ‌ترین عدد برابر با ۱۸/۷ بود که همه مقادیر جدول برای حصول به ماتریس نرمال (جدول ۸) بر معکوس این عدد ضرب شد.

$$K = \frac{1}{\max \sum_{j=1}^n a_{ij}} = \frac{1}{18.7} = 0.050$$

$$\Rightarrow N = 0.050 \times M$$

مرحله ۲ - نتایج محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم نرمال (N = K × M)

بدین منظور، ابتدا جمع همه سطرها و ستون‌ها محاسبه شد که در این ماتریس، معکوس بزرگ‌ترین عدد سطر و ستون K را تشکیل می‌دهد. با استناد به جدول ۷،

جدول ۸. نتایج ماتریس نرمال‌شده

C6	C5	C4	C3	C2	C1	N
۰/۱۸۰	۰/۲۱۰	۰/۲۱۰	۰/۱۷۰	۰/۱۶۰	.	C1
۰/۱۹۰	۰/۱۹۰	۰/۱۹۰	۰/۱۸۰	.	۰/۱۸۰	C2
۰/۱۹۰	۰/۲۱۰	۰/۲۰۰	.	۰/۱۹۰	۰/۲۰۰	C3
۰/۱۷۰	۰/۱۸۰	.	۰/۱۹۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	C4
۰/۱۶۰	.	۰/۱۵۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	۰/۲۰۰	C5
.	۰/۱۸۰	۰/۱۳۰	۰/۱۶۰	۰/۲۰۰	۰/۱۸۰	C6

نسبت به معکوس کردن ماتریس حاصل اقدام شد. در نهایت، ماتریس نرمال در ماتریس معکوس ضرب شد که نتیجه نهایی در جدول ۹ آورده شده است.

$$T = N \times (I - N)^{-1}$$

مرحله ۳ - نتایج محاسبه ماتریس ارتباط کامل

برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل (T)، ابتدا ماتریس همانی (I) تشکیل و پس از کسر ماتریس همانی از ماتریس نرمال،

جدول ۹. نتایج ماتریس ارتباط کامل

C6	C5	C4	C3	C2	C1	T
۱/۹۶	۲/۱۴	۱/۹۷	۱/۹۸	۲/۰۶	۱/۹۴	C1
۱/۹۵	۲/۱۲	۱/۹۵	۱/۹۸	۱/۹۲	۲/۰۸	C2
۲/۰۹	۲/۲۸	۲/۰۹	۱/۹۶	۲/۲۱	۲/۲۴	C3
۱/۹۹	۲/۱۶	۱/۸۴	۲/۰۴	۲/۱۳	۲/۱۴	C4
۱/۹۱	۱/۹۳	۱/۹۰	۱/۹۷	۲/۰۶	۲/۰۷	C5
۱/۸۷	۱/۹۷	۱/۷۸	۱/۸۴	۱/۹۴	۱/۹۴	C6
۱۱/۵۷	۱۲/۵۹	۱۱/۵۳	۱۱/۷۶	۱۱/۳۳	۱۲/۴۰	جمع ستون‌ها

کوچک‌تر از آستانه بودند برابر با صفر به دست آمده و این خود نشان داد که آن رابطه را نمی‌توان علی در نظر گرفت. نتایج نشان داد که شدت آستانه برابر ۲۰۱ است. بر این اساس، الگوی روابط معنی‌دار در جدول ۱۰ و از طرفی، الگوی روابط علی معیارها نیز در جدول ۱۱ آورده شده‌اند.

مرحله ۴- نتایج نمایش نقشه روابط شبکه

برای تعیین نقشه روابط شبکه (Network)، نسبت به محاسبه شدت آستانه Relation Map، NRM اقدام شد. بدین منظور، فقط روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگ‌تر بود، در NRM نمایش داده شدند. بر این اساس، همه مقادیر ماتریس T که

جدول ۱۰. نتایج بررسی الگوی روابط معنی‌دار معیارهای اصلی

C6	C5	C4	C3	C2	C1	FINAL
*	۲/۱۴	*	*	۲/۰۶	*	C1
*	۲/۱۲	*	*	*	۲/۰۸	C2
۲/۰۹	۲/۲۸	۲/۰۹	*	۲/۲۱	۲/۲۴	C3
*	۲/۱۶	*	۲/۰۴	۲/۱۳	۲/۱۴	C4
*	*	*	*	۲/۰۶	۲/۰۷	C5
*	*	*	*	*	*	C6

جدول ۱۱. نتایج بررسی الگوی روابط علی معیارهای اصلی

D-R	D+R	R	D	نماد معیار
-۰/۳۵	۲۴/۴۵	۱۲/۴۰	۱۲/۰۵	C1
-۰/۳۵	۲۴/۳۲	۱۲/۳۳	۱۱/۹۸	C2
۱/۱۱	۲۴/۶۳	۱۱/۷۶	۱۲/۸۷	C3
۰/۷۷	۲۳/۸۳	۱۱/۵۳	۱۲/۲۰	C4
-۰/۷۵	۲۴/۴۳	۱۲/۵۹	۱۱/۸۴	C5
-۰/۴۳	۲۲/۷۱	۱۱/۵۷	۱۱/۱۴	C6

عوامل سیستم است که بر این اساس، معیار "نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت" از بیشترین میزان تاثیرپذیری برخوردار بوده است. از طرفی، بردار افقی (D+)، میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، هرچه مقدار D + R عاملی بیشتر

در جدول ۱۱، جمع عناصر هر سطر (D) نشان‌دهنده میزان تاثیرگذاری آن معیار بر سایر معیارهای مدل است. بر این اساس، معیار "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات" از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار بوده است. جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نیز بیان‌گر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر

نتایج تعیین وزن معیارهای اصلی

در این پژوهش، برای تعیین وزن معیارهای اصلی، ابتدا این معیارها بر اساس هدف به صورت زوجی توسط خبرگان مقایسه شدند. با توجه به این که از نظر بیشتر از یک فرد خبره استفاده شد، مقادیر با استفاده از تکنیک میانگین هندسی و نرمال‌سازی و در نهایت بردار ویژه محاسبه شدند. بر این اساس، اعداد حاصل، ضریب اهمیت هر یک از معیارهای اصلی را نشان دادند که نتایج محاسبه‌ها در جدول ۱۲ آورده شده است.

باشد، بدین مفهوم است که آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم داشته است. بر این اساس، معیار "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات" از بیشترین تعامل با سایر معیارهای مورد مطالعه برخوردار بود. بردار عمودی (D - R)، قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به طور کلی، مقادیر مثبت D - R نشان‌دهنده آن است که متغیر مدنظر یک متغیر علی است و مقادیر منفی نیز بیان‌گر متغیر معلول بودن آن است. بر این اساس، معیارهای "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات" و "بررسی حوادث پیشین"، متغیر علی، و معیارهای "مقررات آتش‌نشانی"، "آموزش ایمنی حریق"، "نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت" و "سرعت عملیات نجات" نیز، متغیر معلول، هستند.

جدول ۱۲. نتایج اولویت‌بندی معیارهای اصلی بر اساس هدف

بردار ویژه	میانگین هندسی	سرعت عملیات نجات	نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت	بررسی حوادث پیشین	سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات	آموزش ایمنی حریق	مقررات آتش‌نشانی
۰/۰۴۸	۰/۳۱۷	۰/۳۴۲	۰/۲۸۸	۰/۲۴۶	۰/۱۹۲	۰/۲۱۷	۱
۰/۱۹۳	۱/۲۸	۰/۷۸۱	۱/۰۹	۱/۱۱	۱/۰۳	۱	۴/۶۱
۰/۲۱۳	۱/۴۱	۰/۷۴۳	۱/۴۱	۱/۵۱	۱	۰/۹۷۵	۵/۲۰
۰/۱۸۳	۱/۲۲	۰/۶۱۳	۲/۱۶	۱	۰/۶۶۴	۰/۹۰۰	۴/۰۶
۰/۱۴۰	۰/۹۳۰	۰/۷۹۴	۱	۰/۴۶۳	۰/۷۱۲	۰/۷۱۲	۳/۴۷
۰/۲۲۲	۱/۴۸	۱	۱/۲۶	۱/۶۳	۱/۳۵	۱/۲۸	۲/۹۳
سرعت عملیات نجات							

نتایج مقایسه زوجی زیرمعیارها

نتایج مقایسه زوجی زیرمعیارهای "مقررات آتش‌نشانی" نشان داد که "فراگیر بودن و قابل اجرا بودن در همه ساختمان‌ها با توجه منابع موجود" با وزن نرمال‌شده برابر با ۰/۲۲۷ اولویت اول، زیرمعیار "مشخص بودن سازوکارهای امداد و نجات" با وزن نرمال‌شده برابر با ۰/۲۲۶ اولویت دوم، زیرمعیار "بازرسی دوره‌ای و منظم ساختمان به لحاظ ایمنی" با وزن نرمال‌شده برابر با ۰/۱۹۰ اولویت سوم، زیرمعیار "برخورداری از شرایط و قابلیت تحقیق و توسعه" با وزن نرمال‌شده برابر با ۰/۱۷۲ اولویت چهارم، زیرمعیار "وجود سازوکار صدور گواهی نامه ایمنی بر اساس معیارهای

نتایج بردار ویژه بیان‌گر آن است که معیارهای "سرعت عملیات نجات"، "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات"، "آموزش ایمنی حریق"، "بررسی حوادث پیشین"، "نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت" و "مقررات آتش‌نشانی" با وزن نرمال‌شده برابر با ۰/۲۲۲، ۰/۲۱۳، ۰/۱۹۳، ۰/۱۸۳ و ۰/۱۴۰ به ترتیب اولویت‌های اول تا ششم را به خود اختصاص دادند.

همچنین، مقادیر نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده برابر با ۰/۰۲۰ (کوچکتر از ۱۰۰) نشان داد که مقایسه‌های انجام شده قابل اعتماد بوده است.

خطمشی و رویه مناسب مدیریت اینی حریق" با وزن نرمال شده برابر با $0/124$ اولویت آخر را به خود اختصاص دادند.

همچنین، مقادیر نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده برابر با $0/026$ (کوچکتر از $0/100$) نشان داد که مقایسه‌های انجام شده قابل اعتماد بوده است.

نتایج مقایسه زوجی برای تعیین اولویت زیرمعیارهای "بررسی حوادث پیشین" نشان داد که زیرمعیار "بررسی حوادث توسط متخصصین قضایی و شرکت‌های بیمه" با وزن نرمال شده برابر با $0/246$ اولویت اول، زیرمعیار "بررسی حوادث توسط متخصصین سازمان آتش‌نشانی" با وزن نرمال شده برابر با $0/237$ اولویت دوم، زیرمعیار "جمع‌آوری و ثبت داده‌های مناسب برای بررسی حوادث توسط مراجع ذی‌صلاح" با وزن نرمال شده برابر با $0/235$ اولویت سوم، زیرمعیار "تخصیص نیروی کافی و کارکنان مجرب برای بررسی حوادث پیشین" با وزن نرمال شده برابر با $0/199$ اولویت چهارم، و زیرمعیار " واضح بودن رویه‌ها و روش‌های بررسی حوادث حریق" با وزن نرمال شده برابر با $0/083$ اولویت آخر را به خود اختصاص دادند.

علاوه بر این، مقادیر نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده برابر با $0/098$ (کوچکتر از $0/100$) نشان داد که مقایسه‌های انجام شده قابل اعتماد بوده است.

نتایج مقایسه زوجی برای تعیین اولویت زیرمعیارهای "نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت" نشان داد که زیرمعیار "عدم استفاده از مصالح بی‌کیفیت و ارزان با هدف سوددهی بیشتر" با وزن نرمال شده برابر با $0/367$ اولویت اول، زیرمعیار "توجه به تراکم جمعیتی ساختمان و راههای خروج اضطراری" با وزن نرمال شده برابر با $0/266$ اولویت دوم، زیرمعیار "توجه به اینی حریق در مراحل طراحی" با وزن نرمال شده برابر با $0/232$ اولویت سوم، زیرمعیار "استفاده از مصالح عایق حریق در مراحل ساخت" با وزن نرمال شده برابر با $0/070$ اولویت چهارم، و زیرمعیار "کنترل مباحث اینی حریق از سوی شرکت‌های مشاور" با وزن

دقیق و مشخص" با وزن نرمال شده برابر با $0/100$ اولویت پنجم و زیرمعیار "وجود مقررات سختگیرانه برخورد با متخلفین" با وزن نرمال شده برابر با $0/086$ اولویت آخر را به خود اختصاص دادند.

به علاوه، مقادیر نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده برابر با $0/065$ (کوچکتر از $0/100$) نشان داد که مقایسه‌های انجام شده قابل اعتماد بوده است.

نتایج مقایسه زوجی برای تعیین اولویت زیرمعیارهای "آموزش اینی حریق" نشان داد که زیرمعیار " برنامه‌ریزی و اجرای آموزش آتش‌نشانان" با وزن نرمال شده برابر با $0/315$ ، زیرمعیار "ارتقای آگاهی ساکنین ساختمان نسبت به علل و عواقب آتش‌سوزی" با وزن نرمال شده برابر با $0/255$ ، زیرمعیار "ارزیابی اثربخشی آموزش‌های اینی حریق" با وزن نرمال شده برابر با $0/240$ و زیرمعیار "آموزش نحوه استفاده از تجهیزات اطفای حریق به ساکنین" با وزن نرمال شده برابر با $0/190$ به ترتیب اولویت‌های اول تا آخر را به خود اختصاص دادند.

از طرفی، مقادیر نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده برابر با $0/050$ (کوچکتر از $0/100$) نشان داد که مقایسه‌های انجام شده قابل اعتماد بوده است.

نتایج مقایسه زوجی برای تعیین اولویت زیرمعیارهای "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات" نشان داد که زیرمعیار "استفاده از تجهیزات مناسب با ساختمان‌های منطقه در ایستگاه‌های آتش‌نشانی" با وزن نرمال شده برابر با $0/273$ اولویت اول، زیرمعیار "نگهداری پیشگیرانه تجهیزات الکتریکی و سیستم‌هایی هشداردهنده" با وزن نرمال شده برابر با $0/184$ اولویت دوم، زیرمعیار "مدیریت زمان و هزینه‌ها در مقابله با حریق" با وزن نرمال شده برابر با $0/150$ اولویت سوم، زیرمعیار "ناظر بر سیستم‌های اینی و مدیریت ریسک‌های موجود" با وزن نرمال شده برابر با $0/142$ اولویت چهارم، زیرمعیار "برخورداری از روش و طرحی برای مقابله با شرایط اضطراری" با وزن نرمال شده برابر با $0/128$ اولویت پنجم و زیرمعیار "برخورداری از

ایستگاه آتش نشانی" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۱۳۸ اولویت پنجم، و زیرمعیار "سازو کارهای سریع گزارش دهی و قوع حریق" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۱۰۸ اولویت آخر را به خود اختصاص دادند.

از طرفی، مقادیر نرخ ناسازگاری مقایسه های انجام شده برابر با ۰/۰۵۹ (کوچکتر از ۰/۱۰۰) نشان داد که مقایسه های انجام شده قابل اعتماد بوده است.

نتایج اولویت بندی زیر معیارها با تکنیک ANP
برای تعیین اولویت نهائی معیارهای مدل با تکنیک ANP نسبت به محاسبه "سوپر ماتریس اولیه (ناموزون)"، "سوپر ماتریس موزون" و در نهایت "سوپر ماتریس حد" اقدام شد که نتایج اولویت بندی نهائی زیر معیارها بر اساس "سوپر ماتریس حد" در جدول ۱۳ آورده شده است.

نرمال شده برابر با ۰/۰۶۵ اولویت آخر را به خود اختصاص دادند.

همچنین، مقادیر نرخ ناسازگاری مقایسه های انجام شده برابر با ۰/۰۹۶ (کوچکتر از ۰/۱۰۰) نشان داد که مقایسه های انجام شده قابل اعتماد بوده است.

نتایج مقایسه زوجی برای تعیین اولویت زیر معیارهای "سرعت عملیات نجات" نشان داد که زیر معیار "به کار گیری ماشین آلات و تجهیزات مدرن و مناسب" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۲۲۱ اولویت اول، زیر معیار "شرایط ترافیکی مساعد منطقه" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۱۸۴ اولویت دوم، زیر معیار "تمرینات و مانورهای کافی آتش نشانان" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۱۸۰ اولویت سوم، زیر معیار "تعداد کافی نیروهای آتش نشان" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۱۶۹ اولویت چهارم، زیر معیار "توزیع جغرافیایی مناسب و منطقی

جدول ۱۳. نتایج اولویت بندی نهائی زیر معیارها

معیار	زیر معیار	وزن نهائی	رتبه بندی نهائی
مقررات آتش نشانی	فرآگیر بودن و قابل اجرا بودن در همه ساختمان ها با توجه منابع موجود	۰/۰۳۸۰	۱۱
	برخورداری از شرایط و قابلیت تحقیق و توسعه	۰/۰۲۸۸	۲۰
	مشخص بودن سازو کارهای امداد و نجات	۰/۰۳۷۸	۱۲
	بازرسی دوره ای و منظم ساختمان به لحاظ ایمنی	۰/۰۳۱۸	۱۶
	وجود سازو کار صدور گواهی نامه ایمنی بر اساس معیارهای دقیق و مشخص	۰/۰۱۶۷	۲۸
	وجود مقررات سخت گیرانه برخوردار با متخلقین	۰/۰۱۴۴	۲۹
آموزش ایمنی حریق	برنامه ریزی و اجرای آموزش آتش نشانان	۰/۰۴۲۲	۵
	ارزیابی اثربخشی آموزش های ایمنی حریق	۰/۰۳۲۱	۱۵
	ارتقای آگاهی ساکنین ساختمان نسبت به علل و عاقب آتش سوزی	۰/۰۳۹۳	۷
	آموزش نحوه استفاده از تجهیزات اطفالی حریق به ساکنین	۰/۰۵۳۷	۲
	برخورداری از خط مشی و رویه مناسب مدیریت ایمنی حریق	۰/۰۲۰۷	۲۶
	برخورداری از روش و طرحی برای مقابله با شرایط اضطراری	۰/۰۲۱۴	۲۵
سیاست ها و مدیریت تجهیزات	نظرارت بر سیستم های ایمنی و مدیریت ریسک های موجود	۰/۰۲۳۷	۲۳
	مدیریت زمان و هزینه ها در مقابله با حریق	۰/۰۲۵۱	۲۲
	استفاده از تجهیزات مناسب با ساختمان های منطقه در ایستگاه های آتش نشانی	۰/۰۴۵۶	۳
	نگهداری پیشگیرانه تجهیزات الکتریکی و سیستم های هشدار دهنده	۰/۰۳۰۸	۱۷
	بررسی حوادث توسط متخصصین سازمان آتش نشانی	۰/۰۳۸۹	۸
	بررسی حوادث توسط متخصصین قضایی و شرکت های بیمه	۰/۰۴۰۳	۶
بررسی حوادث پیشین	جمع آوری و ثبت داده های مناسب برای بررسی حوادث توسط مراجع ذی صلاح	۰/۰۳۸۵	۱۰
	تخصیص نیروی کافی و کارکنان مجرب برای بررسی حوادث پیشین	۰/۰۳۲۶	۱۴
	واضح بودن رویه ها و روش های بررسی حوادث حریق	۰/۰۱۳۶	۳۰
	عدم استفاده از مصالح بی کیفیت و ارزان با هدف سوددهی بیشتر	۰/۰۶۱۳	۱

۹	۰/۰۳۸۷	توجه به اینمی حریق در مراحل طراحی	نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت
۴	۰/۰۴۴۴	توجه به تراکم جمعیتی ساختمان و راههای خروج اضطراری	
۳۱	۰/۰۱۱۷	استفاده از مصالح عایق حریق در مراحل ساخت	سرعت عملیات نجات
۳۲	۰/۰۱۰۹	کنترل مباحث اینمی حریق از سوی شرکت‌های مشاور	
۱۳	۰/۰۳۶۹	به کارگیری ماشین آلات و تجهیزات مدرن و مناسب	
۱۹	۰/۰۳۰۱	تمرینات و مانورهای کافی آتش‌نشانان	
۱۸	۰/۰۳۰۷	شرایط ترافیکی مساعد منطقه	
۲۴	۰/۰۲۳	توزيع جغرافیایی مناسب و منطقی ایستگاه آتش‌نشانی	
۲۱	۰/۰۲۸۲	تعداد کافی نیروهای آتش‌نشان	
۲۷	۰/۰۱۸	سازوکارهای سریع گزارش‌دهی و قوع حریق	

شرکت‌های مشاور" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۱۰۹ اولویت آخر را به خود اختصاص دادند.

بحث

افزایش جمعیت و شیوه امروزی زندگی در کلان‌شهرها، شهر را به توسعه عمودی، و شهر و ندان را به زندگی در ساختمان‌های بلندمرتبه سوق داده است. از طرفی، وقوع حوادث و سوانحی همچون آتش‌سوزی، جزء اجتناب‌ناپذیر زندگی بشری است. بدون تردید حفظ جان افراد در این نوع ساختمان‌ها از اهمیت و در عین حال دشواری فراوانی برخوردار است که می‌تواند به علت دسترسی بسیار سخت به طبقات بالایی و دشواری انجام عملیات امداد و نجات باشد. لذا، توجه به عوامل حیاتی مؤثر بر اینمی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه ضروری است. بلندمرتبه‌سازی یکی از پدیده‌های قرن ۲۱ در صنعت ساختمان و شهرسازی است که روز به روز در حال گسترش است^{۱۵} و از آنجایی که ساختمان‌های بلندمرتبه تعداد زیادی جمعیت را در خود جای می‌دهند، توجه ویژه به مقوله اینمی در برابر آتش‌سوزی در آن‌ها بسیار حائز اهمیت است و لذا، تأمین اینمی این‌بنها نیازمند انجام برنامه‌ریزی و مدیریت اینمی است. از این‌رو، علی‌رغم پیشنهاد رویکردهایی چون عدم تخلیه و محافظت در محل، استفاده از طبقات پناه و فضاهای پناه‌گیری و به کارگیری آسانسورها، همچنان یکی از اصلی‌ترین موضوعات مورد توجه مرتبه با ساختمان‌های بلندمرتبه

بر این اساس:

زیرمعیار "عدم استفاده از مصالح بی‌کیفیت و ارزان با هدف سوددهی بیشتر" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۶۱۳ اولویت اول، زیرمعیار "آموزش نحوه استفاده از تجهیزات اطفای حریق به ساکنین" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۵۳۷ اولویت دوم، زیرمعیار "استفاده از تجهیزات مناسب با ساختمان‌های منطقه در ایستگاه‌های آتش‌نشانی" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۴۵۶ اولویت سوم، زیرمعیار "توجه به تراکم جمعیتی ساختمان و راههای خروج اضطراری" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۴۴۴ اولویت چهارم، زیرمعیار "برنامه-ریزی و اجرای آموزش آتش‌نشانان" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۴۲۲ اولویت پنجم، زیرمعیار "بررسی حوادث توسط متخصصین قضایی و شرکت‌های بیمه" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۴۰۳ اولویت ششم، زیرمعیار "ارتقای آگاهی ساکنین ساختمان نسبت به علل و عواقب آتش‌سوزی" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۳۹۳ در اولویت هفتم، زیرمعیار "بررسی حوادث توسط متخصصین سازمان آتش‌نشانی" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۳۸۹ اولویت هشتم، زیرمعیار "توجه به اینمی حریق در مراحل طراحی" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۳۸۷ اولویت نهم، زیرمعیار "جمع‌آوری و ثبت داده‌های مناسب برای بررسی حوادث توسط مراجع ذیصلاح" با وزن نرمال شده برابر با ۰/۰۳۸۵ اولویت دهم، ... و زیرمعیار "کنترل مباحث اینمی حریق از سوی

بیشتر" با وزن نرمال شده برابر با $0/0613$ و اولویت اول، و زیرمعیار "کنترل مباحثت ایمنی حریق از سوی شرکت‌های مشاور" با وزن نرمال شده برابر با $0/0109$ اولویت آخر را به خود اختصاص دادند.

در این خصوص، لیو و همکاران (۲۰۱۲) با تحلیل عاملی دلایل آتش‌سوزی ساختمان‌های بلندمرتبه و اقدامات حفاظتی در برابر حریق، گزارش کردند که معیار "ایمنی و پیشگیری" از درجه اول اهمیت در مدیریت حریق برخوردار است.^{۲۲} فلاحی و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی تأثیر زمان تخلیه در برنامه‌ریزی مدیریت ایمنی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه مسکونی در راستای کاهش آسیب‌پذیری، اذعان داشتند که "زمان تخلیه" و عوامل اثرگذار بر آن از جمله "تعداد متصرفان در ساختمان و در هر طبقه"، "تراکم افراد در راه‌پله"، "سرعت حرکت افراد"، "تعداد طبقات ساختمان"، "تعداد راه‌پله‌های ساختمان" و "عرض مؤثر راه‌پله" نقش مهمی در نجات افراد در هنگام آتش‌سوزی دارد و با کاهش دادن این زمان و تسريع فرآیند تخلیه و خروج اضطراری از طریق آموزش و ایجاد آمادگی در ساختمان و حتی کاربرد آسانسورها می‌توان در مدت زمان کوتاه‌تری جان افراد بیشتری را نجات داد. لذا، این پژوهشگران پیشنهاد دادند که توجه به عامل زمان در طراحی معماری مسیر خروج در آئین‌نامه‌های ساختمانی باید الزامی شود.^{۲۳} سجادی مهر (۲۰۲۳)^۹ در پژوهشی که با هدف بررسی نحوه پیشگیری، شناسایی و اطفای حریق در ساختمان‌های بلندمرتبه، معیارهای "عوامل برای ایمنی حریق ساختمان‌های بلندمرتبه، معیارهای "عوامل مرتبط با مهندسی سازه‌ای ساختمان" و "عوامل مهارت‌های رفتاری ساکنین" به ترتیب از اولویت‌های اول و دوم برخوردار بوده‌اند. حال آن‌که در این پژوهش معیار "سرعت عملیات نجات" از بیشترین اولویت برخوردار بود. این در حالی است که پريرا و آلیس (۲۰۲۲)^{۱۱} با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان‌های مرتتفع سریلانکا برای مدیریت ریسک آتش‌سوزی، معیارهای "رعایت اصول ایمنی آتش-

انجام تخلیه اضطراری ایمن و به موقع ساکنان از طریق راه‌پله هاست.^{۱۷-۲۰}

زمانی که در ساختمان‌های بلندمرتبه حریق رخ می‌دهد، عملیات امداد و نجات بسیار دشوار و حساس خواهد بود و این مسئله جان و مال افراد را تهدید می‌کند.^{۲۱} در کشور ایران تجهیزات و ضوابط ایمنی و آتش‌نشانی، مناسب با گسترش ساختمان‌های بلند توسعه نیافرته است^۵ و بر همین اساس و طبق آمارهای موجود، نیمی از مرگ و میرهای ناشی از حریق در ایران در ساختمان‌های بلند روی می‌دهد که خود تحت تأثیر مشکلات موجود در حوزه‌های ایمنی، پیشگیری و همچنین ضعف در آموزش ایمنی است.^{۱۳} طبق آمار موجود، در شهر کرج بیشتر از ۲۵۰۰ ساختمان با ارتفاع پنج تا ۱۷ طبقه وجود دارد که هر کدام می‌تواند با ریسک مواجهه با آتش‌سوزی مواجه باشد. لذا، این پژوهش با هدف شناسایی و رتبه‌بندی عوامل حیاتی مؤثر بر ایمنی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه شهر کرج با استفاده از روش تلفیقی ANP-DEMATEL انجام یافت. بدین منظور، ۶ معیار و ۳۴ زیرمعیار انتخاب و نسبت به غربالگری زیرمعیارها با استفاده از نظر ۱۰ نفر آتش‌نشان با سابقه شهر کرج طی دو مرحله دلفی اقدام شد که نخبگان با حذف دو زیرمعیار در نهایت ۳۲ زیرمعیار را برای اجرای این پژوهش انتخاب کردند. نتایج نشان داد که معیار "سرعت عملیات نجات" با وزن نرمال شده برابر با $0/222$ ، اولویت اول، معیار "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات" با وزن نرمال شده برابر با $0/213$ اولویت دوم، معیار "آموزش ایمنی حریق" با وزن نرمال شده برابر با $0/193$ اولویت سوم، معیار "بررسی حوادث پیشین" با وزن نرمال شده برابر با $0/183$ اولویت چهارم، معیار "نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت" با وزن نرمال شده برابر با $0/140$ اولویت پنجم و معیار "مقررات آتش‌نشانی" با وزن نرمال شده برابر با $0/048$ اولویت آخر را به خود اختصاص دادند. از طرفی، نتایج ترکیب تکنیک‌های ANP و DEMATEL نشان داد که از بین ۳۲ زیرمعیار، زیرمعیار "عدم استفاده از مصالح بی‌کیفیت و ارزان با هدف سوددهی

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش که با هدف شناسایی و رتبه‌بندی عوامل حیاتی مؤثر بر اینی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه شهر کرج انجام یافت نشان داد که معیار "سرعت عملیات نجات" اولویت اول را در بین معیارها به خود اختصاص داده است و از این‌رو، چنان‌چه عملیات امدادرسانی به ساختمان‌های بلندمرتبه دچار حریق با سرعت مناسبی انجام نشود، حریق گسترش یافته و شانس و موفقیت امدادرسانی به ساکنان ساختمان و اطفای حریق را کاهش می‌دهد. همچنین، معیار "سیاست‌ها و مدیریت تجهیزات" به عنوان تأثیرگذارترین معیار از بیشترین تعامل با سایر معیارها برخوردار بود؛ لذا، می‌توان اذعان داشت که هرگونه تلاش و موفقیتی در زمینه مدیریت حریق ساختمان‌های بلندمرتبه، پیوندی نزدیک با سیاست‌هایی دارد که به لحاظ تدارک تجهیزات اینی حریق در این ساختمان‌ها در نظر گرفته می‌شود که همین موضوع لزوم سختگیری‌های بیش‌تر در این زمینه و نیز نظارت بیش‌تر بر تناسب تجهیزات با ساختمان را نمایان می‌سازد. از طرفی، معیار "نگرش پیمانکاران در طراحی و ساخت" به عنوان تأثیرپذیرترین معیار شناخته شد؛ لذا، اگر در روند ساخت و طراحی ساختمان‌ها، بینش و نگرش مناسبی در خصوص اهمیت رعایت نکات اینی حریق مدنظر گرفته نشود، مقدمه‌ای برای شدت گرفتن ریسک بروز حریق و نایمین شدن ساختمان فراهم می‌آید. به علاوه، در اولویت قرار گرفتن زیرمعیار "عدم استفاده از مصالح بی‌کیفیت و ارزان بهمنظر سودده‌ی بیش‌تر" را می‌توان با این موضوع مرتبط دانست که چنان‌چه برای کاهش هزینه‌های ساخت از مواردی ضروری همچون مصالح استاندارد چشم‌پوشی شود و یا کیفیت فلای قیمت شود؛ می‌توان انتظار داشت که در شرایط بحرانی، ساختمان مقاومت مناسبی در برابر حریق از خود نشان ندهد. اجرای این پژوهش با محدودیت‌هایی از جمله محدودیت زمانی اجرای پژوهش؛ استفاده از ابزار پرسشنامه به عنوان ابزار اصلی گردآوری داده‌ها که می‌تواند با اعمال

سوزی، "پاییندی به مقررات آتش‌سوزی ساختمان، آموزش آتش‌نشان"، "طراحی مناسب و ایمن ساختمان" و "تجزیه و تحلیل مسیر تخلیه اضطراری" را مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر اینی حریق ساختمان‌های بلندمرتبه معرفی کردند که با پژوهش حاضر همخوانی دارد. از طرفی، سانگ و همکاران (۲۰۲۲)^{۳۳} با بررسی طراحی‌های جدید اینی آتش‌سوزی ساختمان‌های بلندمرتبه در چین، معیار "چگونگی طراحی ساختمان‌های بلندمرتبه" را در اینی آتش‌نشانی این ساختمان‌ها مؤثر دانستند. همچنین، کومار و همکاران (۲۰۲۳)^{۴۴} با ارزیابی اینی آتش‌سوزی برای افراد سالمند ساکن ساختمان‌های مسکونی بلندمرتبه در هند، همانند پژوهش حاضر با تأکید بر معیار "آموزش آتش‌نشانان"، تمرینات و مانورهای کافی آتش‌نشانان برای نجات افراد مسن و کم‌توان را به عنوان معیاری مهم در نظر گرفته و همچنین بر لزوم توجه به معیار "طراحی ساختمان‌ها" تاکید کردند. از دیگر سو، عمر و همکاران (۲۰۲۳)^{۱۲} با بررسی عوامل حیاتی مؤثر بر اینی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه شهر شارجه امارات، معیارهای "مقررات آتش‌نشانی"، "مقررات ساخت و اجرا"، "بررسی حوادث پیشین"، و "سرعت عملیات نجات" را به عنوان مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر اینی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه معرفی کردند که با پژوهش حاضر همخوانی دارد. در پژوهشی دیگر، وو و لین (۲۰۲۴) با ارزیابی اینی آتش‌سوزی در ساختمان‌های مسکونی مرتفع در ویتنام با تاکید بر دانش و آگاهی ساکنان، در دسترس بودن امکانات اینی آتش‌سوزی و به علاوه اثربخشی مدیریت اینی آتش‌سوزی گزارش کردند که هر چند بیش‌تر ساکنان از دانش اولیه در مورد اینی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه برخوردار بودند، اما آمادگی آن‌ها برای مواجهه با یک رویداد آتش‌سوزی کافی نبود.^{۲۵}

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست مصوب واحد الکترونیکی دانشگاه آزاد اسلامی با کد ۵۰۳۳۲۹۳۰۰۶۹۰۷۶۴۲۱۶۰۲۵۱۶۲۸۲۷۲۰۵ بدین‌وسیله نویسنده‌گان از حوزه معاونت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه برای فراهم کردن امکانات اجرای مطالعه سپاسگزاری می‌کنند.

نظر شخص پاسخگو بر اساس سود و منفعت شخصی وی مواجه باشد و محدود بودن دامنه اجرای پژوهش به آتش-نشانی کرج مواجه بود. لذا، ضمن توصیه به اجرای پژوهش مشابه در مقوله ایمنی آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه در سایر استان‌ها، برگزاری دوره‌های آموزشی برای پیمانکاران بهمنظور آشنازی آن‌ها با تمهیدات مناسب برای چگونگی پیشگیری از آتش‌سوزی، و همچنین تعلیق فعالیت، عدم اعطای گواهی پایان کار و جریمه ساختمان‌هایی که ضمن استفاده از مصالح بی‌کیفیت، از مصالح ضدحریق استفاده نمی‌کنند، برای ارتقای ایمنی ساختمان‌های بلندمرتبه در برابر حریق پیشنهاد می‌شود.

References

1. Khakkar S, Ranjbarian M, Khodakarim S, et al. Evaluation of fire risk in commercial complexes of district 12 of Tehran and its relationship with their structural and usage characteristics. *J Health Saf Work* 2020; 10(3): 273-89 (In Persian).
2. Shakir I, Jasim MA, Weli SS. High rise buildings: Design, analysis, and safety: An overview. *Int J Archit Eng Technol* 2021; 8: 1-13.
3. Hosseini S, Davarzani M. Survey the rules and fire safety in the design of high-rise residential buildings based on topic 3 of the national building regulations. Fifth International Conference and Exhibition of Fire and Urban Safety, Sharif University of Technology 2022; 9 p (In Persian).
4. Kodur V, Kumar P, Rafi MM. Fire hazard in buildings: Review, assessment and strategies for improving fire safety. *PSU Research Review*, 2020; 4(1): 1-23.
5. Adelizadeh M, Shobeiri SM. Identifying fire risks for high-rise buildings: A factor analysis approach. *J Saf City* 2019; 2(6): 6-11 (In Persian).
6. Hosseini M, Mirakbary SF. The role of fire alarm and fire extinguisher systems in high-rise buildings in reducing fires. Third National Conference on Urban Fire Service & Safety, Tehran Municipality 2019; 16 p (In Persian).
7. Rostami F, Dastgheibi SM, Jokar S, et al. Fire safety of high-rise buildings with emphasis on the performance of stairs and elevators, a case study: a concrete building in city of Bushehr. 4th Comprehensive Conference on Disaster Management & HSE, 2018; 13 p (In Persian).
8. Bahrami V, Etessam I, Shacheragi A. A Review of the factors influencing the design of emergency evacuation routes for high-rise buildings against fire based on MICMAC structural equation method and ANP analysis. *J Sustain Archit Urban Des* 2021; 8(2): 67-80 (In Persian).
9. Sadjadimehr SS. Fire in high-rise buildings, prevent; identification and extinguishment. The First International Conference on Architecture, Civil Engineering, Earth Sciences and Healthy Environment. 2023; 20 p (In Persian).
10. Glaberman G. Fire safety behaviors among residential high-rise building occupants in Hawai'i: A qualitative study. *Hawai'i J Health Soc Welfare*, 2020; 79(8): 249.
11. Perera L, Allis C. Fire Safety Performance of High-rise buildings in Sri Lanka. The SLIIT International Conference on Engineering and Technology, 2022; PP. 69-78.
12. Omar M, Mahmoud A, Abdul Aziz SAB. Critical factors affecting fire safety in high-rise buildings in the Emirate of Sharjah, UAE. *Fire* 2023; 6(2): 68.
13. Moradi A. The effect of education and public participation in the management of urban incidents (Fire in a high-rise building). *J New Res Approach Manage Account* 2023; 6(87): 1718-30 (In Persian).
14. Mehrifar Y, Abasi M, Samimi K, et al. Determination of key safety performance indicators using Delphi Method: A case study on Electricity Distribution Company in Alborz Province. *J Health Saf Work* 2023; 13(2): 289-308 (In Persian).
15. Valizadeh H, Sobhanardakani S, Kargari N. Prioritization of the effectiveness factors on the safety education for employees of the Fardis Fire Protection Organization using Multi-Criteria Decision-Making Model. *J Environ Health Eng* 2024; 11(3): 268-86 (In Persian).
16. Jahanshahi Javaran M, Panahi B. Identifying and ranking the risks involved in the construction projects of high-rise buildings of Mashhad. *J Eng Construct Manage* 2019; 3(4): 43-52 (In Persian).
17. Barney G. Vertical transportation in tall buildings. *Elevator World* 2003; 51(5): 66-75.
18. Lay S. Alternative evacuation design solutions for high- rise buildings. *Struct Des Tall Spec Buildings* 2007; 16(4): 487-500.
19. Liao YJ, Liao GX, Lo SM. Influencing factor analysis of ultra-tall building elevator evacuation. *Procedia Eng* 2014; 71: 583-590.
20. Fallahi A, Hafezi MR, Omidkhah A. The effect of evacuation time on fire safety management planning in two high-rise residential buildings. 2019; 11(25): 125-36 (In Persian).
21. Ghuge HG, Kulkarni RA, Kulkarni UR, et al. Fire rescue system for high rise building. In 2019 5th International Conference on Computing, Communication, Control and Automation, IEEE 2019; pp. 1-5.
22. Liu X, Zhang H, Zhu Q. Factor analysis of high-rise building fires reasons and fire protection measures. *Procedia Eng* 2012; 45: 643-648.
23. Song LZ, Zhu J, Liu ST, et al. Recent fire safety design of high-rise buildings. *J Urban Dev Manage* 2022; 1(1): 50-7.
24. Kumar A, Khar, R, Sankat S, et al. Fire safety assessment for older adults in high-rise residential buildings in India: a comprehensive study. *Int J Build Pathol Adapt* 2023; 41(3): 625-46.
25. Vu M, Lin S-Y. Empirical assessment of fire safety in high-rise residential buildings in Vietnam and residents' knowledge and awareness regarding fire safety. *Fire Safety J* 2024; 146: 104162.