



Research paper

(Received 26. Sep., 2024

Accepted 6. Nov., 2024)

Fire risk assessment in Tehran's 20th district with the fire risk grading method (FRAGM)

Alireza Cheraghi¹, Saeed Givvehchi², Afrasyab Kheirdast³, Akram safari Aghchehrood⁴

¹ Master's degree in Safety, Health and Environment (HSE), Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

² Associate Professor, Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Iran

³ PhD in Environmental Management, Faculty of Marine Sciences and Technologies, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.

⁴ Bachelor's degree in English translation, Faculty of Foreign Languages, Tehran Payam Noor University, Tehran, Iran

Abstract:

The current research deals with the issue of existing lack of safety and fire risk assessment in the 20th district of Tehran (Shahr Ray) in the area of Fadaiyan Islam Street. Qualitative risk assessment of fire risk with the FRAGM fire risk rating method is in a range of this area. At first, the entire area is divided into two parts, district 4 in the eastern part and district 2 in the western part of Fadaiyan Islam Street, and then based on seven indicators including: type of construction materials, availability of fire sources, fire extinguishing scenario, electrical wiring, Fire history, building density and area accessibility are analyzed and scored. The eastern part is divided into 7 sub-parts and the western part is divided into ten sub-parts. According to the findings of the research, the overall average of the total indicators of the western 1st to the western 10th range is 45.2 with a high evaluation degree, while the total evaluation of the indicators of the eastern 1st to the eastern 7th range is 32.28, which is an upward average evaluation grade. has been The results indicate that the greatest risk of risk is in the eastern part in terms of residential, Orkideh and Razi complex, and in terms of industrial Ebrahimi and Kazemzadeh streets. In the western part of Varamin vegetable oil factory and industrial production workshops in Shahid Ghaibi street, sub-Zohrevand street, the most risks have been assigned to them. Monitoring and inspection of informal workshops and organizing abandoned areas can prevent fire risk reduction.

Keywords: Risk Assessment, Fire, Fire Department, Hazard Rating, District 20 Municipality

*Corresponding Author: Alireza Cheraghi

Email: Arch.4494@gmail.com

Phone: 09125399828

DOI:10.48306/jumee.2024.480507.1057



مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۱۶ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۱

ارزیابی ریسک حریق در منطقه ۲۰ تهران با روش درجه بندی خطر حریق (FRAGM)

علیرضا چراغی^{*}، سعید گیوه چی^۲، افراسیاب خیردست^۳، اکرم سفری آغچه رود^۴

^۱ کارشناسی ارشد ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE)، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

^۲ دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، ایران

^۳ گروه مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران

^۴ کارشناس مترجمی زبان انگلیسی، دانشکده زبان های خارجی، دانشگاه پیام نور تهران، تهران، ایران

چکیده:

پژوهش حاضر بر موضوع عدم ایمنی موجود و ارزیابی ریسک حریق در منطقه ۲۰ تهران (شهری) در محدوده ای از خیابان فداپیان اسلام می پردازد. ارزیابی کیفی ریسک خطر حریق با روش درجه بندی خطرات حریق FRAGM در محدوده ای از این منطقه است. در ابتدا کل محدوده به دو بخش ناحیه ۴ در بخش شرقی و ناحیه ۲ در بخش غربی خیابان فداپیان اسلام تقسیم بندی شده و سپس بر اساس هفت شاخص شامل: نوع مصالح ساختمانی، در دسترس بودن منابع حریق، سناریوی اطفای حریق، سیم کشی برق، تاریخچه ی حریق، دانسیته ی ساختمان و قابلیت دسترسی منطقه تجزیه و تحلیل و امتیازبندی شده است. بخش شرقی به ۷ زیرقسمت و بخش غربی به ده زیر قسمت تسهیم شده است. طبق یافته های پژوهش میانگین کلی مجموع شاخص های محدوده ی یکم غربی تا دهم غربی، ۴۵/۲ با درجه ی ارزیابی بالا و میانگین مجموع ارزیابی شاخص های محدوده ی یکم شرقی الی هفتم شرقی ۳۲/۲۸ بوده است، که با درجه ی متوسط رو به بالا ارزیابی شده است. نتایج حاکی از آن است که بیشترین خطر ریسک، در بخش شرقی از نظر مسکونی، مجتمع ارکیده و رازی و از نظر صنعتی خیابان ابراهیمی و کاظم زاده است. در بخش غربی کارخانه روغن نباتی ورامین و کارگاه های تولید صنعتی در خیابان شهید غیبی فرعی خیابان زهره وند بیشترین ریسک ها را به خود اختصاص داده اند. نظارت و بازرسی نسبت به کارگاه های غیررسمی و ساماندهی به محدوده های رها شده می تواند از کاهش ریسک حریق جلوگیری کند.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، حریق، آتش نشانی، درجه بندی خطر، شهرداری منطقه ۲۰

۱- مقدمه

خطرات زیادی زندگی انسان و محیط زیست او را تهدید می کند. این خطرات گاهی به طور مستقیم از ناحیه خود انسان بروز می کند و گاهی به طور غیرمستقیم در اثر ساخته ها و تولیدات فکر بشری بروز می کند و گاهی بر اثر سوانح و بلایای طبیعی اتفاق می افتد. با توجه به ساختارهای مختلف ناهمگن در طول زمان، موجب شکل گیری اماکن و مراکز مختلف ناسازگار در محدوده مطالعاتی شده است. وجود انبارهای مختلف و مراکز تجاری و صنعتی از یک طرف در کنار مجتمع های مسکونی و اماکن آموزشی این معضل شهری را دوچندان کرده است. وجود کارخانجات، انبارها و ساختمان های مسکونی و مراکز آموزشی به لحاظ کمبود سطح ایمنی و حفاظت از حریق از جمله ریسک های غیر قابل قبول در محدوده مطالعاتی است. آسیب شناسی و شناخت مشکلات موجود در قالب ارزیابی ریسک حریق به همراه ارائه پیشنهادهای لازم می تواند تا حدود زیادی از وقوع حریق و کاهش اثرات زیان بار متعاقب آن جلوگیری نماید. با توجه به وجود تصرف های مسکونی، تجاری، ساختمان های بلند مرتبه، کارخانجات و شرکت های بزرگ تولیدی و صنعتی و از همه مهم تر بافت ناهمگون و متراکم شهری، آتش سوزی های بزرگی را در منطقه رقم زده است. از این جهت نبود یک سیستم جامع شهری جهت ارائه دستورالعمل های ایمنی موجب از هم گسیختگی و ایجاد مشکلات شهری و شهرنشینی شده است.

آسیب های روانی حاصل از خسارت های مالی و جانی همواره معضلات زیادی را بر جامعه ای انسانی وارد کرده است. کاهش خطر آتش سوزی، مجموعه عواملی است که با توجه به امکانات برای به حداقل رساندن آسیب پذیری و خطرات بلایا در سراسر تهران، به هدف جلوگیری (پیشگیری) یا محدود کردن اثرات جانبی مخاطرات، در چارچوب توسعه ای پایدار انجام می پذیرد [۱]. فرایند شناسایی و تحلیل ریسک یکی از اجزای اصلی سیستم کنترل داخلی اثربخش است [۲]. گسترش صنایع به خصوص در کشورهای توسعه یافته، افزایش خطرات و حوادث را به همراه داشته که گاهی این خطرات آمیخته با شرایط بحرانی نیز است که موجب پیچیده تر شدن شرایط و سخت تر شدن فرایند مدیریت ریسک شده است [۳]. بر اساس الزامات مبحث سوم مقررات ملی ساختمان، طراحی و ساخت ساختمان ها به نحوی انجام می گیرد که سازه با توجه به نوع کاربری، ابعاد و تعداد طبقات تا مدت مناسبی در برابر حریق مقاومت نموده و از تخریب ساختمان و گسترش حریق به فضاهای ساختمان های مجاور جلوگیری شود [۴].

در هنگام وقوع آتش سوزی، آتش نشانان برای خدمت رسانی به آسیب دیدگان به محل اعزام می شوند. آنها تا زمانی که برای ارایه ای خدمت اعزام شده اند، در دسترس نخواهند بود، بنابراین در هر اعزام، با مقدار احتمال معینی می توان حضور آنان در رویداد دیگری را منتفی دانست [۵]. مدل سازی توزیع ساختمان های مسکونی و جمعیت وابسته به آن جزء لاینفک در تجزیه و تحلیل خطرپذیری مستقیم و غیرمستقیم مرتبط با سوانح طبیعی و غیرطبیعی در محیط های شهری است [۶]. وقوع حریق در ساختمان های بلند ممکن است باعث خسارت زیادی به اموال و تلفات جانی شود. بنابراین شناخت ریسک های حریق یک گام مهم به منظور حفظ ایمنی حریق در ساختمان های بلند است [۷]. لازم است ساختمان ها مورد ارزیابی خطر قرار گرفته و در صورت نیاز، بهسازی یا مقاوم سازی آنها در دستور کار قرار گیرد. چون خطرات طبیعی و غیرطبیعی مانند انفجار و آتش سوزی ساختمان ها را تهدید می کند؛ پس لازم است که تمام جنبه های مختلف آسیب پذیری ساختمان در ارزیابی خطر آن در نظر گرفته شود [۸].

مهم ترین عاملی که در هنگام بروز حوادث طبیعی و انسانی، منجر به وقوع بحران می شود، آسیب پذیری کالبدی ابنیه است [۹]. کاهش زمان واکنش آتش نشانی به حوادث برای بهبود ایمنی عمومی جوامع، برای کارآمدتر کردن و تخصیص منابع اضطراری و افزایش آگاهی مردم مهم است [۱۰]. تجزیه و تحلیل اثربخشی فعالیت های پیشگیری از آتش سوزی می تواند راهبردهای پیشگیری از آتش سوزی را مشخص کند. [۱۱]. نتایج پژوهش حاکی از آن است که برای ارزیابی ریسک آتش سوزی معیارهای جنس سازه، تعداد علمک های گاز شهری و ارتفاع سازه بیشترین نقش را دارند [۱۲]. با بهره گیری از اصول و مبانی ایمنی حریق می توان میزان آسیب پذیری و ریسک ساختمان ها را کاهش داد [۱۳]. معماری پایدار ساختمان ها در برابر آتش سوزی، از زیرساخت های پایداری ابنیه است که از سال ۲۰۱۵ در مقیاس شاخص "کلانشهرهای پایدار" قرار دارد [۱۴]. مدیریت ریسک نیازمند ابزارهایی است که از نظر کمی خطر آتش سوزی را با ویژگی های ساختمان ها و مجموعه ها و اثربخشی اقدامات حفاظت از آتش مرتبط می کند [۱۵].

مدل گسترش حریق در ساختمان ها با در نظر گرفتن تابش حرارتی و توده های حرارتی ایجاد می شود و بر اساس این مدل تغییرات دود، دما و سایر عوامل در هنگام وقوع آتش سوزی به دست می آید [۱۳]. در شبیه سازی های عددی ریسک آتش سوزی در ساختمان ها محاسبه ای بازخورد حرارتی از شعله به سطوح مختلف سوخت های جامد، مایع و گاز نقش مهمی ایفا می کند [۱۴]. حوادث آتش سوزی به دلیل شهرنشینی سریع به شدت افزایش یافته است. بیش از ۹۰۰۰ حادثه ای آتش سوزی که منجر به تلفات بزرگ شد، در سال ۲۰۲۰

ثبت شده است [۱۵]. خطر آتش‌سوزی را نمی‌توان نادیده گرفت و ممکن است یکی از بزرگترین موانع برای سیستم‌های مختلف ساخت‌وساز پایدار باشد [۱۶]. با افزایش تقاضا برای خدمات آتش‌نشانی به دلیل رشد سریع جمعیت و توسعه زیرساخت‌ها، تعداد محدود ایستگاه‌های آتش‌نشانی، منابع انسانی و فیزیکی ناکافی، اتصال ضعیف و باریک خیابان‌ها، تأخیر در پاسخ به تماس‌ها برای خدمات اضطراری به میزان قابل توجهی منجر شده است [۱۷]. یک تعامل بین آگاهی عمومی ایمنی آتش‌سوزی و ضرر اقتصادی مستقیم ناشی از آتش‌سوزی وجود دارد، در حالی که چگونگی کمی‌سازی آگاهی عمومی ایمنی آتش‌نشانی هنوز یک چالش است [۱۸].

ریزش آتش، پدیده‌ای ناشی از افزایش دما یا آتش‌سوزی است که منجر به تغییرات ریزساختاری پیچیده در سازه می‌شود. هنگامی که سازه در معرض آتش‌سوزی قرار می‌گیرد، دستخوش تغییرات ریزساختاری پیچیده‌ای می‌شود. در دمای بالاتر از 300°C ، مقدار قابل توجهی از استحکام بنا از بین می‌رود، و قابلیت‌های ساختاری به طور قابل توجهی به خطر می‌افتد. [۱۹].

مدیریت ریسک نیازمند ابزارهایی است که از نظر کمی خطر آتش‌سوزی را با ویژگی‌های ساختمان‌ها و مجموعه‌ها و اثربخشی اقدامات حفاظت از آتش مرتبط می‌کند. چنین ابزارهایی باید برای متخصصان حفاظت از آتش و تصمیم‌گیرندگان مرتبط قابل دسترس و مفید باشند [۲۰]. با توجه به پیچیدگی رفتار آتش، پیش‌بینی نرخ انتشار گرما (HRR) یکی از چالش‌های بزرگ است، بنابراین، شناسایی عوامل کلیدی در عدم قطعیت برای توسعه مدل‌های قابل اعتماد برای ارزیابی خطر آتش‌سوزی ضروری است [۲۱]. در ارزیابی ریسک احتمالی (PRA)، تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان انسانی (HRA) برای شناسایی رویدادهای بالقوه شکست انسانی، می‌تواند به سناریوهای خطر کمک کند و احتمال خطای انسانی را تخمین بزند [۲۲]. نتایج پژوهشی نشان داد که افزایش سرعت انتشار گرما منجر به افزایش دما و مقادیر تشعشع در نزدیکی منبع آتش می‌شود که مستقیماً عواقب آسیب را افزایش می‌دهد. عملکرد دوده در درجه اول بر روی دید محیطی و در نتیجه بر سرعت تخلیه در ساختمان‌ها موثر بوده، که به نوبه خود بر زمان قرار گرفتن در معرض خطرات آتش‌سوزی و عواقب آسیب تأثیر می‌گذارد [۲۳]. تجزیه و تحلیل خطر آتش‌سوزی به طور فزاینده‌ای در ساختمان‌ها به عنوان ابزاری برای مدیریت ریسک ناشی از آتش‌سوزی و میزان پیامدهای آن استفاده می‌شود. با این حال، چنین روش‌هایی بسته به کد آتش‌نشانی که ساختمان بر اساس آن طراحی شده است، نتایج متفاوتی به دست می‌آید که می‌تواند اثربخشی این نوع تحلیل را به خطر بیندازد. با توجه به اینکه الزامات نظارتی برای ایمنی آتش‌سوزی از مکانی به مکان دیگر متفاوت است، روش‌های متمرکز بر تنها یک قانون ممکن است برای ساختمان‌هایی که تحت قوانین دیگر ساخته شده‌اند قابل اجرا نباشد [۲۴].

ارزیابی ریسک حریق و کاهش و کنترل آن در منطقه‌ی مطالعاتی یکی از اهداف پژوهش حاضر بوده است. با توجه به رخداد انواع آتش‌سوزی‌ها در منطقه و پتانسیل بالای بار اشتعال، نبود الزامات و قوانین پیشگیرانه، حوادث فاجعه‌باری را رقم زده است. ارزیابی ریسک به روش درجه بندی حریق در منطقه می‌تواند با تعیین سلسله‌مراتبی خطرات با راهکارهای عملیاتی مناسب روبرو شود. روش حاضر با شناختی کافی از خطرات می‌تواند باعث افزایش ایمنی و کاهش ریسک همراه باشد. با شناخت نقاط قوت و ضعف و تهدیدهای موجود در منطقه‌ی مطالعاتی به روش درجه بندی حریق در تصرف‌های ده‌گانه می‌توان اثربخشی کاهش مخاطرات را رقم زد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مقدمه

هدف از انجام پژوهش حاضر ارزیابی و کنترل نهایی ریسک حریق در منطقه ۲۰ تهران است که با توجه به وسعت منطقه و وجود خطرات آتش‌سوزی زیاد، به صورت مطالعه‌ی موردی در محدوده‌ی خیابان فداییان اسلام صورت گرفته است. روش پژوهش حاضر بصورت کیفی بوده و با روش درجه‌بندی خطر حریق FRAGM^۲ انجام شده است. در پژوهش حاضر که با استفاده از روش کیفی ارزیابی ریسک و استفاده از هفت شاخص تعریف شده است اقدام به دسته‌بندی ریسک‌ها در پنج طبقه به ترتیب شامل: خیلی بالا، بالا، متوسط، پایین و خیلی پایین شده است. همچنین از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و از نرم‌افزار Arc map^{۱۰} جهت مشخص کردن محدوده‌ی مطالعاتی و ریسک‌های منطقه استفاده شده است. نوآوری پژوهش حاضر، با تأکید بر شناخت مخاطرات و ارزیابی

^۱probabilistic risk assessment

^۲human reliability analysis

^۳ Fire Risk Assessment Grading Method

^۴Geographic Information System

ریسک حریق برای اولین بار در منطقه انجام شده است. شاید مطالعاتی در حوزه ارزیابی ریسک در منطقه‌ی مطالعاتی انجام شده باشد، ولی تاکنون بررسی ارزیابی ریسک حریق به روش درجه‌بندی در منطقه انجام نشده است.

۲-۲- مراحل انجام تحقیق

در روش پژوهش حاضر، انجام ارزیابی مراحل ریسک شامل پنج مرحله است: مرحله اول: شناسایی خطرات حریق. مرحله دوم: شناسایی افرادی که در معرض ریسک هستند. مرحله سوم: ارزیابی ریسک، وضعیت پیشگیری و کنترل‌های موجود. مرحله چهارم: ثبت یافته‌های ارزیابی ریسک حریق. مرحله پنجم: بازنگری و تجدید نظر.

مرحله‌ی اول - شناسایی خطرات حریق:

شناسایی خطرات حریق با توجه به معنا و مفهوم مثلث آتش و اینکه آتش‌سوزی چگونه بوجود می‌آید، شامل موارد زیر است: ۱- شناسایی منابع اکسیژن که در محیط به اندازه کافی وجود دارد. ۲- شناسایی منابع سوخت شامل مواد جامد، مایع و گاز. ۳- شناسایی منابع حرارتی که بصورت بالقوه در محیط پیرامون وجود دارد. ۴- شناسایی اعمال و شرایط نایمن

مرحله‌ی دوم: شناسایی افرادی که در معرض ریسک هستند

وجود افراد در محل و نحوه‌ی خروج اضطراری آنان در زمان وقوع حریق از اولویت‌های ریسک است. از این رو موارد مهم در ارزیابی ریسک وارده بر افراد به شرح ذیل است: ۱- سرعت احتمالی رشد و توسعه حریق. ۲- تعداد افراد حاضر در موقعیت. ۳- چگونگی اطلاع‌رسانی به افراد، ۴- نحوه فرار افراد و ۵- آگاهی از وقوع حریق، فرار از مسیرهای امن و تجمع در محل ایمن و از قبل پیش‌بینی شده.

مرحله‌ی سوم: ارزیابی ریسک، وضعیت پیشگیری و کنترل‌های موجود

در پژوهش حاضر، ارزیابی ریسک ناشی از حریق طبق جدول (۱) انجام شده است.

جدول (۱) برآورد سطح ساده ریسک [۲۵].

احتمال وقوع شدت پیامد	غیر محتمل (۱)	محتمل (۲)	بسیار محتمل (۳)
جزئی	۱	۲	۳
عمده	۲	۴	۶
شدید	۳	۶	۹

a. احتمال وقوع :

- ❖ غیر محتمل - فعالیتی است که دارای خطر حریق بوده و بطور معمول و گاه‌وبیگاه یک‌بار در ماه انجام گیرد.
- ❖ محتمل: فعالیتی دارای خطر حریق که بصورت مکرر و شاید هفتگی انجام شود.
- ❖ بسیار محتمل: فعالیتی در بردارنده خطر حریق بصورت همیشگی و روزانه و حتی بیش از یک‌بار در روز صورت می‌گیرد.

b. پیامد:

- ❖ جزئی: نتیجه‌ی خطری وقوع پذیر است و با اقدامات کنترلی فعلی، محبوس شدن یک نفر در حرارت و دود غیرمحتمل است.

- ❖ عمده: وقوع آتش‌سوزی و خطر وجود دارد و احتمال زیاد منجر به گیرافتادن شخص می‌گردد. سطح کنترل پایین‌تر از گروه قبل بوده و تعداد افراد و مصدومان در اثر دود و حرارت بیشتر از حالت قبل است.
- ❖ شدید: وقوع خطر محتمل است و کاهش سطح کنترل باعث گیرافتادن شخص در دود و حرارت، مانع فرار می‌شود. حریق به سرعت گسترش یافته و به دلیل زیاد بودن تعداد افراد، احتمال صدمات ناشی از دود و حرارت به صورت چشم‌گیری افزایش می‌یابد. برای درجه‌بندی میزان درجه ریسک از شاخص‌های جدول (۲) استفاده شده است.

جدول (۲) برنامه عملکرد مبتنی بر میزان درجه ریسک [۲۵]

میزان ریسک	عملکرد و مقیاس زمانی
۱	سطح فعلی ریسک قابل قبول و نیازی به اقدام اضافه نیست. کنترل‌های موجود باید در شرایط فعلی بماند.
۲	اگر چه سطح فعلی ریسک قابل قبول است، اما جهت کاهش ریسک به سطح پایین‌تر روش مقرون به صرفه‌ای در نظر گرفته شود.
۳-۴	ریسک در حد متوسط است و برای کاهش ریسک باید تلاش‌هایی انجام شود. لازم است هزینه اقدامات کنترلی به دقت انتخاب شده تا بازده مقرون به صرفه‌ای داشته باشد. کنترل‌های موجود باید پایش شوند.
۶	تا زمانی که ریسک حریق کاهش نیافته باشد کار نباید شروع شود. باید منابع قابل توجهی برای کاهش ریسک تخصیص یابد. در صورتیکه ریسک یک فعالیت در حال افزایش باشد باید اقدام فوریتی انجام گیرد. برای اطمینان از حفظ کنترل‌های موجود و کنترل‌های اضافی لازم است پایش صورت گیرد.
۹	تا زمانی که ریسک حریق کاهش نیافته کار نباید شروع یا ادامه یابد. اگر حتی با تخصیص منابع نامحدود، کاهش ریسک امکان پذیر نیست به ناچار کار باید تعطیل شود.

در مرحله سوم پس از تعیین میزان ریسک به بررسی کنترل‌های موجود پرداخته و راه‌هایی برای کنترل و کاهش ریسک در نظر گرفته می‌شود. این موارد عبارتند از: کاهش منبع حرارت، کاهش منابع سوخت (حداقل کردن پتانسیل سوخت)، کاهش منابع اکسیژن، کشف و هشدار حریق، امکانات، تسهیلات و وسایل فرار، وسایل اطفای حریق، نگهداری و تست، آموزش و روش‌های اطفاء حریق.

مرحله چهارم: ثبت یافته‌های ارزیابی ریسک

در مرحله ثبت یافته‌های ارزیابی ریسک دو رویکرد کلی وجود دارد:

- الف- استفاده از یک نقشه از محل کار یا ساختمان که در آن محل مواد قابل اشتعال، منابع حرارتی، مسیرهای فرار، محل نصب تجهیزات اعلام و اطفای حریق، منابع اصلی برق، روشنایی اضطراری و سایر الزامات مشخص شده است.
- ب- استفاده از یک فرم ساده که در آن موارد ذیل ثبت شده باشد: ۱- تاریخ ارزیابی ۲- خطرات شناسایی شده ۳- افراد یا گروه در معرض خطر (ریسک) ۴- کنترل ریسک‌های موجود ۴- عملیات بیشتری که مورد نیاز هستند (در چه زمانی و توسط چه کسی) ۵- سایر مواردی که باید در مستندسازی به آنها پرداخته شود شامل: طرح اضطراری، سوابق آموزشی، سوابق تست و نگهداری.

مرحله پنجم: بازنگری و تجدید نظر

جهت بازنگری و تجدید نظر ریسک، تغییرات اثرگذار بر میزان ریسک حریق و اقدامات کنترلی انجام شده در موقعیت حریق سنجیده می‌شود. این تغییرات عبارتند از: ۱- تغییر در تعداد کارکنان یا ساکنان، ۲- تغییر در فرایندهای کاری و تحول در نوبت کاری ایستگاه، ۳- تجهیزات و ماشین‌آلات جدید، ۴- ساختمان جدید یا توسعه در موقعیت قبلی و تقسیم‌بندی به مکان‌های کوچکتر، ۵- ورود مواد جدید با ساختار دیگر و تغییر در رفتار حریق و محصولات حریق. هر کدام از موارد مذکور می‌تواند باعث خطرات جدید یا افزایش ریسک شوند. بنابراین ارزیابی ریسک نیاز به بازنگری و تجدید نظر خواهد داشت. بدین طریق می‌توان اطمینان حاصل نمود که

۲-۴- ارزیابی کیفی ریسک به روش درجه‌بندی خطر حریق (FRAGM)

این روش عمدتاً برای ارزیابی ریسک حریق در محدوده‌ی شهری استفاده شده و به بررسی و امتیازدهی هفت مورد پرداخته شده است. با توجه به اینکه محدوده‌ی مورد مطالعه در منطقه شهری قرار دارد به همین جهت طبق شکل (۳) از روش کیفی برای ارزیابی ریسک استفاده شده است.

شکل (۳) مراحل ارزیابی ریسک حریق به روش درجه‌بندی خطر



۲-۵- بررسی شاخص‌های تحقیق

در گام اول طبق جدول (۳) شاخص‌های ارزیابی ریسک حریق مورد تجزیه و تحلیل و امتیازدهی قرار گرفته است. حداکثر نمره برای هر شاخص مشخص شده و جمع کل امتیازات نباید از ۱۰۰ بیشتر شود. جدول (۳) شاخص‌های ارزیابی ریسک حریق [۲۵]

مورد	حداکثر امتیاز
نوع مصالح ساختمانی	۲۵
در دسترس بودن منابع حریق	۱۵
سناریوی اطفای حریق	۱۵
سیم‌کشی برق	۵
تاریخچه‌ی حریق	۱۰
دانسیته‌ی ساختمان	۱۵
قابلیت دسترسی	۱۵
جمع کل	۱۰۰

شاخص اول: نوع مصالح ساختمانی^۱

میزان خطر بستگی به مصالح به کار رفته در ساختمان دارد که سهم عمده در شدت حریق دارند. بررسی گونه‌شناسی ساختمان، مصالح ساختمانی و موقعیت جانمایی آنها هر کدام تاثیر بالقوه در بروز حریق دارند. انواع ساختمان‌ها از لحاظ مصالح مصرفی عبارتند از: ۱- ساختمان بتنی: با استفاده از میلگرد و بتن مسلح ساخته شده و توانایی مقاومت در مقابل حریق از ۱ تا ۵ ساعت را دارا هستند. ساختمان‌های بتنی در مقابل آتش‌سوزی نسبت به دیگر ساختمان‌های فلزی مقاوم‌تر است. ۲- ساختمان‌های فلزی: با استفاده از ستون‌های آهنی ساخته شده و در مقابل آتش‌سوزی بسیار ضعیف بوده و با کوچکترین حریق فوراً گداخته و دچار کمانش شده و ساختمان خراب می‌شود. ۳- ساختمان‌های آجری: که از آجر در طبقات و دیوارها به عنوان جداکننده استفاده می‌شود. ۴- ساختمان‌های خشتی و گلی ۵- ساختمان‌های چوبی. قابلیت آفرزش آتش به آسانی و ادامه‌دار شدن شعله‌وری و گسترش حریق با توجه به گرمای آزاد شده و ایجاد کاهش دید در اثر تولید دود از موارد مهم مصالح ساختمانی است. از طرفی مقاومت مصالح در برابر آتش از موارد مهم در محصور کردن حریق است. فارغ از مقاوم بودن مصالح ساختمانی اعم از خارجی و داخلی باید هدف را بر روی مسافت پیمایش و خروج افراد در زمان معقول متمرکز نمود.

شاخص دوم: در دسترس بودن منابع حریق^۲

میزان خطر بستگی به مقدار سوخت در دسترس دارد که یک فاکتور اصلی در آتش‌سوزی است. مناطق پرخطر، فضاها یا بخش‌هایی از ساختمان، احتمال خطرآفرینی آنها بیش از اندازه معمول در تصرف‌های مسکونی است. اندازه، شکل و ترتیب قرار گرفتن مواد سوختنی در قدرت اشتعال و سرعت انتشار حریق موثر است.

شاخص سوم: سناریوی اطفای حریق^۳

توانایی یا اثربخشی خدمات‌دهی و سرویس‌های اطفای حریق در یک موقعیت از جمله قابلیت دسترسی به آب و فضای قابل دسترس برای مانور تیم آتش‌نشانی و نیروهای امدادی در سریع‌ترین زمان ممکن جهت انجام عملیات مناسب اطفایی در زمان وقوع حریق تعیین کرد.

شاخص چهارم: سیم‌کشی برق^۴

در بسیاری از مکان‌ها سیم‌کشی موقت برق انجام شده است و نگهداری از سیستم برق‌رسانی بسیار ضعیف است. گاهی به صورت مجموعه‌های ایزوله شده بسیار نزدیک به هم مشاهده می‌شود. عوامل ناشی از آتش‌سوزی‌های برق عبارتند از: کشیدن بار اضافی و استفاده‌ی غیراستاندارد از مدارات برقی و فرسودگی سیم‌ها، تقویت فیوزها، اتصال کوتاه و شل بودن اتصالات و کنتاکت‌ها

شاخص پنجم: تاریخچه‌ی حریق^۵

تاریخچه‌ی حریق اشاره به تعداد حریق‌های رخ داده در منطقه دارد. مناطقی که به طور خاص مستعد بروز حریق‌هایی با عوامل طبیعی یا انسان‌ساز هستند، درجه‌ی بالایی از خطر حریق را خواهند داشت. تاریخچه‌ی حریق و موارد مرتبط با آن در فایل‌هایی فهرست‌نویسی و شماره‌گذاری می‌شوند. سوابق آتش‌سوزی باید جهت مطالعه‌ی خطر حریق توسط مدیران، همه ذینفعان و مراتب حوزه قضایی حفظ و نگهداری شود. [۲۸].

^۱Building Materials

^۲Availability of fire sources

^۳Firefighting scenario

^۴Electrical wiring

^۵Fire History

شاخص ششم: دانسیته ساختمان

- خطر حریق بستگی به دانسیته‌ی ساختمان‌ها نیز دارد. بر اساس میزان درصد و تراکم ساختمان‌ها در محدوده مطالعاتی در چهار گروه دسته‌بندی می‌شوند:
- ۱- گروه کم‌خطر: بناهایی که بار محتویات حریق تا ۵۰ کیلوگرم در هر مترمربع باشد. مانند تصرف مسکونی، آموزشی، فرهنگی، مراقبتی و غیره.
 - ۲- گروه میان‌خطر: بناهایی با توجه به نوع تصرف بار محتویات حریق بین ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هر مترمربع باشد. مانند: تجاری، صنعتی، انباری
 - ۳- گروه پرخطر: بناهایی که به تناسب نوع تصرف، بار محتویات حریق در آن‌ها بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هر مترمربع باشد. مانند تصرف صنعتی و انبارهای بزرگ و غیره.
 - ۴- گروه بسیار پرخطر: بناهایی هستند که دارای بار محتویات حریق بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در هر مترمربع و بیشتر باشد. [۲۵].

جدول (۴) دسته‌بندی شاخص‌های پژوهش [۲۴].

دسته	شرح دانسیته‌ی ساختمان	نمره حداکثر ۱۵
بالا	بیش از ۸۰ درصد ساختمان‌ها در داخل منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ قرار دارند.	۱۵
متوسط	بین ۵۰ تا ۷۹ درصد ساختمان‌ها در داخل منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ قرار دارند.	۱۰
پایین	بین ۱۰ تا ۴۹ درصد ساختمان‌ها در داخل منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ قرار دارند.	۵
خیلی پایین	کمتر از ۱۰ درصد ساختمان‌ها در داخل منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ قرار دارند.	۱
دسته	شرح قابلیت دسترسی منطقه	نمره حداکثر ۱۵
بالا	هیچ راهی برای وسایل نقلیه در منطقه $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ وجود ندارد.	۱۵
متوسط	مسیر وسایل نقلیه در منطقه $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ بن بست است.	۱۰
پایین	یک جاده یکطرفه‌ی باریک برای وسایل نقلیه در منطقه $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ وجود دارد که منطقه‌ای خالی است. یا اینکه هیچ نوع راهی برای وسایل نقلیه در منطقه $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ که منطقه‌ای خالی است وجود ندارد.	۵
خیلی پایین	دسترسی خوب، جاده دوطرفه برای وسایل نقلیه در داخل منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ وجود دارد.	۱
دسته	شرح تاریخچه‌ی حریق	نمره حداکثر ۱۰
بالا	در طی ۵ سال گذشته در منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ چهار حادثه ثبت شده است.	۱۰
متوسط	در طی ۵ سال گذشته در منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ سه حادثه ثبت شده است.	۵
پایین	در طی ۵ سال گذشته در منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ دو حادثه ثبت شده است.	۳
خیلی پایین	در طی ۵ سال گذشته در منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ یک حادثه ثبت شده است.	۱
دسته	شرح سیم‌کشی برق	نمره حداکثر ۵
بالا	دسته‌ای از خانه‌ها و مغازه‌های موقت با سیستم سیم‌کشی نامناسب در مساحتی بیش از ۱۰۰ مترمربع در داخل منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ وجود دارند.	۵
متوسط	دسته‌ای از خانه‌ها و مغازه‌های موقت با سیستم سیم‌کشی نامناسب که در مساحتی بین ۵۰ تا ۱۰۰ مترمربع در داخل منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ گسترده شده‌اند.	۳
پایین	دسته‌ای از خانه‌ها و مغازه‌های موقت با سیستم سیم‌کشی نامناسب که در مساحتی بیشتر از ۲۵ مترمربع در داخل منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ گسترده شده‌اند.	۱
خیلی پایین	دسته‌ای از خانه‌ها و مغازه‌های موقت با سیستم سیم‌کشی نامناسب در مساحتی کمتر از ۲۵ مترمربع در داخل منطقه‌ای به مساحت $250\text{ m} \times 250\text{ m}$ گسترده شده‌اند.	۱
دسته	شرح سناریوی اطفای حریق	نمره حداکثر ۱۵

۱۵	جاده تک بانده برای جابجایی تجهیزات اطفای حریق کافی نیست و یا هیچ منبع آبی در داخل شعاع ۵۰ متری وجود ندارد.	بالا
۱۰	جاده تک بانده به تنهایی برای جابجایی تجهیزات اطفای حریق کافی است، اما جاده بن‌بست است و یا هیچ منبع آبی تا شعاع ۵۰ متری وجود ندارد.	متوسط
۵	جاده تک بانده است اما برای جابجایی تجهیزات اطفای حریق کافی است و یا هیچ منبع آبی تا شعاع ۵۰ متری وجود ندارد.	پایین
۲	جاده دو بانده است و برای جابجایی تجهیزات اطفای حریق کافی است، اما هیچ منبع آبی تا شعاع ۵۰ متری وجود ندارد.	خیلی پایین
نمره حداکثر ۱۵	شرح در دسترس بودن منابع حریق	دسته
۱۵	در دسترس بودن حداقل یک منبع حریق مانند پمپ‌بنزین، انبار گاز مایع و غیره در تا شعاع ۵۰ متری	بالا
۵	بیش از ۵ مصرف‌کننده گاز مایع تجاری مانند رستوران‌ها و تجارخانه‌های کوچک در منطقه‌ای به مساحت ۲۵۰ m × ۲۵۰ m وجود دارد.	متوسط
۳	بین ۳ تا ۵ مصرف‌کننده گاز مایع تجاری مانند رستوران‌ها و مراکز تجاری کوچک در منطقه‌ای به مساحت ۲۵۰ m × ۲۵۰ m وجود دارد.	پایین
۱	کمتر از ۳ مصرف‌کننده گاز مایع تجاری مانند رستوران‌ها و مراکز تجاری کوچک در منطقه‌ای به مساحت ۲۵۰ m × ۲۵۰ m وجود دارد.	خیلی پایین
نمره حداکثر ۲۵	شرح نوع مصالح ساختمان	دسته
۲۵	خانه‌هایی که نزدیک به یکدیگر قرار دارند از چوب، نی و سایر مواد ساخته شده‌اند که به سهولت آتش می‌گیرند و در یک مجموعه‌ی ۱۰ خانه‌ای در مساحتی به اندازه ۲۵۰ m × ۲۵۰ m قرار دارند.	بالا
۱۵	خانه‌هایی که نزدیک به یکدیگر بوده و از چوب، نی و سایر مواد سریع‌الاشتعال ساخته شده‌اند و در یک مجموعه‌ی ۵ تا ۱۰ خانه‌ای در مساحتی به اندازه ۲۵۰ m × ۲۵۰ m قرار دارند.	متوسط
۵	خانه‌هایی که نزدیک به یکدیگر بوده و از چوب، نی و سایر مواد سریع‌الاشتعال ساخته شده‌اند و در یک مجموعه‌ی ۲ تا ۵ خانه‌ای در مساحتی به اندازه ۲۵۰ m × ۲۵۰ m قرار دارند.	پایین
۱	خانه‌هایی که نزدیک به یکدیگر بوده و از چوب، نی و سایر مواد سریع‌الاشتعال ساخته شده‌اند و در یک مجموعه‌ی کمتر از ۲ خانه در مساحتی به اندازه ۲۵۰ m × ۲۵۰ m قرار دارند.	خیلی پایین

در ضوابط اختصاصی خودروهای آتش‌نشانی طبق جدول ۵، برای ساختمان‌های با ارتفاع کمتر از ۲۳ متر حداقل عرض مفید قابل قبول معبر ۶ متر و برای ساختمان‌های با ارتفاع بیش از ۲۳ متر، حداقل عرض مفید قابل قبول معبر ۸ متر است. فاصله محل استقرار خودروهای آتش‌نشانی تا ساختمان حداقل ۴/۵ متر و حداکثر ۱۰ متر است. حداقل مقاومت زمین محل استقرار خودروهای آتش‌نشانی ۲۶ تن است. [۳۰].

جدول (۵) ارتفاع ساختمان و عرض ترافیکی گذرهای اطراف پلاک [۳۰].

ردیف	عرض ترافیکی گذر	حداکثر ارتفاع ساختمان
۱	کمتر از ۶ متر	دو طبقه روی پیلوت
۲	۶ متر	سه طبقه روی پیلوت
۳	۸ متری	چهار طبقه روی پیلوت
۴	۱۰ متری	پنج طبقه روی پیلوت
۵	۱۲ متر لغایت ۲۲ (بن‌بست)	شش طبقه روی پیلوت
۶	۱۲ متر و بیشتر (بن‌باز)	محدودیت ندارد
۷	۲۲ متر و بیشتر (بن‌بست)	محدودیت ندارد

بر اساس نمرات اختصاص داده شده در هر یک از جداول ذکر شده برای تقسیم‌بندی یک منطقه یا یک مجتمع صنعتی خاص، درجه‌بندی مختلف ریسک حریق طبق جدول (۶) مشخص شده است.

جدول (۶) دسته‌بندی و درجه‌بندی میزان خطر حریق [۲۴].

درجه‌بندی خطر حریق	نمره کل
خیلی بالا	بیش از ۵۰
بالا	۵۰ تا ۳۰
متوسط	۳۰ تا ۱۵
پایین	۱۵ تا ۵
خیلی پایین	کمتر از ۵

براساس محدوده‌ی مشخص شده روی نقشه به ابعاد تقریبی ۲۵۰ متر در ۲۵۰ متر تقسیم می‌شود. از حاصلضرب اعداد مذکور به مساحت ۶۲۵۰۰ متر مربع یا ۶۲/۵ کیلومتر مربع بدست می‌آید. سپس در هر نقطه‌ی مشخص شده با توجه به هفت شاخص تعریف شده حاصل عدد و انطباق آن بر حسب رتبه تبدیل می‌گردد. البته در بعضی از قسمت‌ها از یک مجتمع مسکونی، تجاری و یا از یک مجتمع صنعتی خاص برای رتبه‌بندی خطر حریق استفاده شده است. بنابراین در بعضی از نقاط محدوده‌ی تعریف شده، مساحتی برای آن در نظر گرفته نشده است. بخش شرقی و غربی کل محدوده‌ی مورد پژوهش به مساحت ۱۷/۱۹۹ کیلومتر مربع است. البته در بعضی از نقاط با توجه به حریم‌بندی جغرافیای شهری، کوچه و خیابان‌ها را به عنوان ملاک جداسازی زیرمحدوده در نظر گرفته شده است. بنابراین در اکثر زیرمحدوده‌ها مساحتی تعریف شده است که اندکی بیشتر یا کمتر از محیط تعریف شده مذکور (۲۵۰متر×۲۵۰متر) است. در صنایع مختلف بدون در نظر گرفتن شاخص و مساحت تعریف شده، بررسی ارزیابی ریسک انجام شده است. لذا با توجه به نوع فعالیت‌های محدوده و میزان حوادث رخ داده و دیگر شاخص‌ها، از میان مجتمع‌های مسکونی، صنعتی و انباری موجود، کل محدوده به دو بخش شرقی و غربی تقسیم شده است. مولفه‌های مجتمع مسکونی رازی و ارکید، فروشگاه بزرگ نجم خاورمیانه، روغن‌نباتی ورامین، چیت‌ری، کارگاه‌های تولیدی و خدماتی و مراکز جمع‌آوری ضایعات کاغذ و کارتن و انبارهای محدوده‌ی خیابان زهره‌وند در جهت بهره‌برداری از مساحت‌های مورد تجزیه و تحلیل در رتبه‌بندی درجه خطر حریق استفاده شده است.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- ارزیابی شاخص‌های زیرمحدوده یکم غربی تا دهم غربی :

یافته‌های حاصل از پژوهش با توجه به جدول (۷) نشان داد که در زمینه‌ی مصالح ساختمانی با سازه‌ی تیرآهن و آجر، بتن آرمه و با توجه به قدمت زیاد مصالح، نمره‌ی بدست آمده بین ۲۵-۵ است، لذا شاخص مصالح ساختمانی با درجه پایین رو به بالا ارزیابی شده است. در منابع حریق با مصرف‌کننده‌های گاز مایع، پمپ بنزین فداییان اسلام و مراکز تجاری کوچک و نزدیک بودن فروشگاه نجم خاورمیانه، مراکز جمع‌آوری ضایعات کاغذ و کارتن با سوخت گازمایع، بین ۱۵-۳ است و درجه‌ی ارزیابی خطر آن پایین رو به بالا ارزیابی شده است.

ارزیابی شاخص سناریوی اطفای حریق با وجود شیر آب آتش‌نشانی (هیدرانت) بین ۱۰-۰ و با رتبه‌ی خیلی پایین‌تر بدست آمده است. در شاخص سیم‌کشی برق رتبه بین ۵-۱ بوده و درجه‌ی آن خیلی پایین رو به متوسط ارزیابی شده است. در شاخص تاریخچه حریق با ۹۸ مورد حریق و حادثه در پنج سال گذشته درجه بالا، عدد ۱۰ و درجه‌ی پایین عدد صفر است و درجه‌ی ارزیابی آن خیلی پایین رو به بالا بدست آمد. نمره‌ی دانسیته و فشردگی ساختمان بین ۱۵-۱ و با درجه‌ی خیلی پایین رو به بالا بدست آمد و در شاخص قابلیت دسترسی منطقه با نمره‌ی ۱۰-۱ با دسترسی پایین بدست آمد. در مجموع ارزیابی شاخص‌های محدوده‌ی یکم غربی تا دهم غربی، جمع نمرات بدست آمده در ضلع غربی به ترتیب ۴۴-۲۷-۲۳-۵۳-۲۵-۴۱-۲۹-۸۰-۶۹-۶۱ و میانگین کلی ۴۵/۲ با درجه‌ی ارزیابی بالا بدست آمد.

جدول (۷) شاخص ارزیابی محدوده یکم غربی تا دهم غربی (منبع: یافته‌های پژوهش؛ چراغی و همکاران، ۱۴۰۳)

شماره	درجه	تشریح - انتهای جنوبی در بخش یکم غربی محدوده با مساحت ۱۷۰۹۷ مترمربع	شاخص
۵-۲۵	پایین رو به بالا	سازه تیر آهن با آجر از نوع قدیمی، سقف شیروانی با تیر چوبی، بتن آرمه و در بعضی نقاط سازه فلزی،	مصالح ساختمانی
۳-۱۵	پایین رو به بالا	بین ۳ تا ۵ مصرف کننده گازمایع، وجود سیلندرهای گازمایع ۱۱ کیلویی برای سوخت، انواع جامدات و مایعات قابل اشتعال در انبارها، باراندازها، فروشگاه‌ها و کارخانجات تحت پوشش.	منابع حریق
۰-۱۰	خیلی پایین تر	جاده دوبانده فداییان اسلام و تک بانده خیابان سرزیم، شهید غیبی، زهره‌وند و وجود شیر آب آتش‌نشانی در محدوده آنها. جاده تک بانده از سمت غرب و جاده دوبانده از شرق نبود منبع آب.	سناریوی اطفای حریق
۱-۵	خیلی پایین رو به متوسط	سیم‌کشی‌ها عمدتاً فرسوده و نایمن و غیراستاندارد، گاهی مناسب است.	سیم‌کشی برق
۰-۱۰	خیلی پایین رو به بالا	در طی پنج سال گذشته ۹۸ مورد حریق داشته	تاریخچه حریق
۱-۱۵	خیلی پایین رو به بالا	بین ۱ تا ۸۰ درصد تراکم ساختمانی وجود دارد	دانشیته حریق
۱-۱۰	پایین	امکان تردد و دسترسی خوب جاده دو راهه و تک بانده	قابلیت دسترسی منطقه
۴۵/۲	بالا	باتوجه به نمره دریافتی و رتبه‌بندی آن / به رنگ نارنجی	میانگین

۳-۲- ارزیابی شاخص‌های زیرمحدوده یکم شرقی تا هفتم شرقی:

بخش شرقی محدوده از جنوب شرقی تا شمال شرقی محدوده خیابان فداییان اسلام در ناحیه ۴ از منطقه ۲۰ را دربر می‌گیرد. در این زیرمحدوده با توجه به یافته‌های پژوهش و جدول (۸) در شاخص‌های مصالح ساختمانی با سازه‌ی فلزی و آجر و بتن آرمه با درجه‌ی خیلی پایین رو به متوسط و نمره‌ی بین ۱۵-۱ ارزیابی شده است. در منابع حریق با وجود تجارخانه‌های کوچک، کارخانه‌ی منسوجات، مصارف گازمایع و پمپ بنزین فداییان اسلام رتبه خیلی پایین تا بالا و نمره‌ی ۱۵-۱ بدست آمد. در سناریوی اطفای حریق با دسترسی خیلی خوب و وجود شیر آب آتش‌نشانی (هیدرانت) درجه خیلی پایین تر و عدد ۲-۰ ارزیابی شده است. در شاخص سیم‌کشی برق با درجه‌ی خیلی پایین الی بالا ارزیابی و نمره ۵-۰ اختصاص داده شده است. در بررسی شاخص تاریخچه‌ی حریق، در پنج سال گذشته با ۷۲ مورد حریق رتبه خیلی پایین تر رو به بالا ارزیابی و عدد ۱۰-۰ اختصاص داده شد. در شاخص دانشیته و فشردگی ساختمان‌ها، با درجه‌ی خیلی پایین -بالا و نمره‌ی ۱۵-۱ مورد ارزیابی قرار گرفته است. در شاخص قابلیت دسترسی منطقه با دسترسی خوب درجه خیلی پایین، عدد ۱ اختصاص داده شده است. در مجموع ارزیابی شاخص‌های محدوده‌ی یکم شرقی الی هفتم شرقی به ترتیب ۸-۵-۵۲-۳۰-۳۰-۵۸ و ۴۳ بوده است که میانگین نمرات بدست آمده در محدوده‌ی شرقی ۲۸/۳۲ بوده است، که با درجه‌ی متوسط رو به بالا ارزیابی شده است.

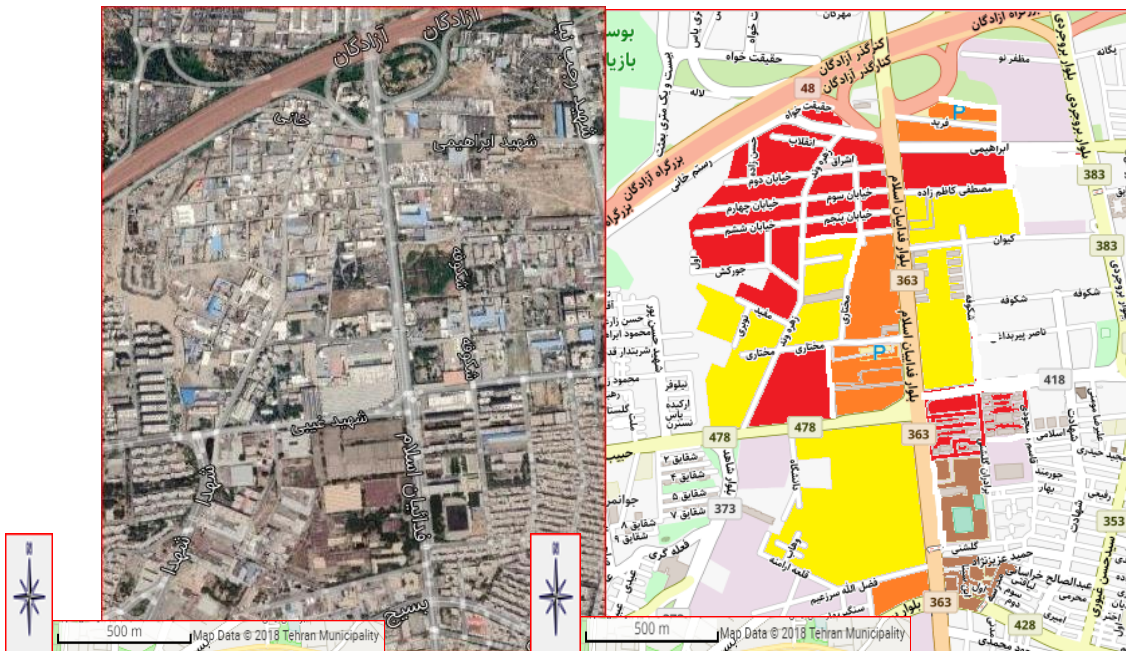
جدول (۸) شاخص ارزیابی زیرمحدوده‌ی یکم شرقی تا هفتم شرقی (منبع: یافته‌های پژوهش؛ چراغی و همکاران، ۱۴۰۳)

نمره	درجه	تشریح بخش شرقی	شاخصه
۱-۱۵	خیلی پایین الی متوسط	ترکیبی از سازه تیر آهن و آجر در ساختمان‌های قدیمی و ساختمان‌های مسکونی جدید با سازه بتن آرمه، سازه‌های تیر آهن و آجر با سقف شیروانی، نزدیک بودن تصرف های مسکونی نسبت به هم،	مصالح ساختمانی
۱-۱۵	خیلی پایین الی بالا	وجود تجارخانه‌های کوچک و کارگاه های تعمیراتی و فروش لوازم یدکی، وجود کارخانه منسوجات در محدوده تغییر کاربری در پارکینگ خودروها، بین ۳ تا ۵ مصرف کننده گاز مایع مانند رستوران، دسترس بودن پمپ بنزین فداییان اسلام در شعاع ۵۰ متری و وجود تجارخانه‌های کوچک، کارخانه دستمال کاغذی حریر، پارکینگ خودروهای توقیفی	منابع حریق
۰-۲	خیلی پایین تر	دوبانده فداییان اسلام، دوبانده بلوار بسیج و تک بانده بودن ابن سینا، شهید گلشنی، پروین اعتصامی، خیابان کیوان، خ کاظم زاده، خ ابراهیمی و خ فرید با دسترسی شیرآب آتش نشانی	سناریوی اطفای حریق
۰-۵	خیلی پایین الی بالا	اکثرا سیم کشی نامناسب و فرسوده ولی در ساختمان‌های جدید سیم کشی مناسب	سیم کشی برق
۰-۱۰	خیلی پایین تر - بالا	در طی پنج سال گذشته ۷۲ مورد حریق بزرگ داشته است.	تاریخچه حریق
۱-۱۵	خیلی پایین-بالا	بین ۱۰ الی ۸۰ درصد ساختمان‌ها در این محدوده قرار دارند	دانسیته ساختمان
۱	خیلی پایین	دسترسی خوب، جاده دوراوه و تک راهه در این محدوده	قابلیت دسترسی منطقه
۳۲/۲۸	متوسط رو به بالا	باتوجه به نمره دریافتی و رتبه بندی آن / به رنگ قهوه‌ای	میانگین

پس از بررسی شاخص‌ها در محدوده‌ی غربی و شرقی و تعیین درجه بندی خطر، با مشخص کردن رنگ زیرمحدوده‌ها طبق جدول (۹)، نقشه‌ی خطر محدوده (شکل ۴) بدست آمد.

جدول (۹) نمره دریافتی زیرمحدوده و رنگ بندی آن‌ها [۲۹].

نمره کل	درجه بندی خطر	رنگ زیرمحدوده
بیش از ۵۰	خیلی بالا	قرمز
۳۰ تا ۵۰	بالا	نارنجی
۱۵ تا ۳۰	متوسط	زرد
۵ تا ۱۵	پایین	قهوه‌ای
کمتر از ۵	خیلی پایین	آبی



شکل (۴) نقشه کلی محدوده با نقاط رنگ شده (منبع: واحد GIS معاونت توسعه و برنامه ریزی شهری)

بطور کل محدوده مطالعاتی دارای دو بخش شرقی و غربی نسبت به خیابان فداییان اسلام است. هر دو بخش شرقی و غربی از روگذر آزادگان تا فداییان اسلام از ضلع شمالی خیابان فداییان اسلام شروع شده و به ضلع جنوبی بلوار بسیج و پل سیما ختم می‌شود. بخش شرقی به هفت قسمت و بخش غربی به ده قسمت برای ارزیابی ریسک حریق تقسیم‌بندی شده است. کل مساحت مورد مطالعه در بخش غربی در حدود ۶۵۸۹۴۸ مترمربع است. کمترین سهم مساحت در زیرمحدوده اول در انتهای ضلع جنوبی در حدود ۳ درصد از کل مساحت و بیشترین سهم مساحت در زیرمحدوده دوم در قسمت جنوبی (چیت ری) در حدود ۲۳ درصد سهم از کل مساحت است. بنابراین در بخش غربی از ده محدوده مورد نظر چهار زیرمحدوده رتبه خیلی بالا و دو زیرمحدوده رتبه بالا و چهار زیرمحدوده رتبه متوسط دارند. از نظر نوع مصالح ساختمانی فقط در ساختمان‌های جدید تاسیس شده مانند: فروشگاه بزرگ نجم خاورمیانه و پلی کلینیک فداییان اسلام از سازه بتن آرمه استفاده شده است. در دیگر نقاط محدوده مورد پژوهش از بافت قدیمی و سازه تیر آهن و آجر ساخته شده است. از نظر منابع حریق وجود کارگاه‌های مختلف تولیدی با استفاده از منابع سوخت گاز مایع و تعدادی اماکن خدماتی تهیه غذا و رستوران‌های کوچک وجود دارد. وجود چند باب پارکینگ و باربری خودروهای سنگین از دیگر موارد منابع حریق است. پمپ بنزین فداییان اسلام از شمال به جنوب فداییان اسلام و انبار نظامی پادگان توحید منشعب از فداییان اسلام شمال به جنوب نیز از جمله موارد منابع حریق است. از منظر سناریوی اطفای حریق و قابلیت دسترسی منطقه به دلیل اشرافیت از خیابان دوبانده فداییان اسلام و مسیر دسترسی خیابان زهره‌وند و خیابان غیبی برای ایستگاه‌های آتش‌نشانی دولت‌آباد و جوانمرد قصاب و ایستگاه‌های کمکی بعثت و کیانشهر و شهری بسیار مناسب است. اما در محدوده مجتمع مسکونی ارکیده و رازی به علت پارک خودروها در اوقات شب، تردد و استقرار خودروهای سنگین، بالابر و نردبان آتش‌نشانی مشکل وجود دارد.

از نظر سیم‌کشی برق بجز کلینیک فداییان اسلام و فروشگاه بزرگ نجم خاورمیانه دیگر ساختمان‌ها از قدمت و سابقه بیشتری برخوردار هستند. به تبع ساختمان‌های قدیمی و تعریف در دستگاه‌های مصرفی در زمان خودش و استفاده مجدد از این اماکن برای کارگاه‌های تولید و صنعتی، سیم‌کشی جدید یا موقت بهره‌برداری شده که این امر خطرات و ریسک جدید ناشی از استفاده بی‌بیش از حد توان در مصرف برق را دارد. بیشترین آمار حریق ثبت شده (تاریخچه‌ی حریق) در زیرمحدوده‌های هشتم، نهم و دهم در ضلع شمالی از بخش غربی است. تاریخچه‌ی حریق در ناحیه ۲ از منطقه‌ی ۲۰ از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ (پنج ساله) به استناد آمار دریافتی از سازمان آتش‌نشانی تهران در حدود ۴۰۳ مورد حریق در ناحیه‌ی ۲ ثبت شده است. از این تعداد در حدود ۳۶۱ مورد معابر و گذرگاه‌ها، ۱۸ مورد انباری، ۸ مورد تجاری - حرفه‌ای، ۶ مورد خدماتی و ۱۰ مورد صنعتی بوده است. در محدوده‌ی تحت پژوهش ۹۸ مورد حریق ثبت شده که از این تعداد ۲۴ حادثه متعلق به زیرمحدوده‌ی هشتم و ۱۷ مورد حریق در زیرمحدوده‌ی نهم و ۲۹ حریق مربوط به زیرمحدوده‌ی دهم است. مابقی آتش‌سوزی‌ها مربوط به دیگر نقاط محدوده است. در واقع ۷۱ درصد از آتش‌سوزی‌ها در ضلع شمالی بخش

غربی محدوده‌ی مطالعاتی، یعنی خیابان فداییان اسلام خیابان شهید غیبی، خیابان فرعی زهره‌وند و کوچه‌های فرعی آن است. عمده‌ی این حریق‌ها مربوط به معابر، گذرگاه‌ها و سطل زباله است. تعداد کارگاه‌های کوچک فاقد ایمنی لازم و کاربری‌های مختلف تولید و خدماتی و مسیرهای خاکی با ساختار فیزیکی به هم چسبیده مخاطرات بسیار زیادی را در جهت ایجاد حریق مهیا می‌نماید. بافت فرسوده و تقسیم‌بندی اماکن قبلی به قطعات کوچکتر جهت اجاره دادن به کارگاه‌های تولید صنعتی و خدماتی از دیگر موارد بالقوه در بروز حریق و همچنین هم‌تراز بودن شیروانی‌ها سرعت سرایت حریق را دو چندان کرده است. از نظر دانسیته‌ی ساختمان، قسمت عمده‌ی ساختمان‌های موجود به دلیل داشتن قدمت بصورت پراکنده و فاقد تراکم است. از نظر هم‌جوار بودن سقف شیروانی‌ها و فاقد حوزه‌بندی مجزا، امکان سرایت حریق از کارگاه‌ها به همدیگر وجود دارد.

کل مساحت مورد مطالعه در بخش شرقی در حدود ۳۵۶۸۱۷ مترمربع است. کمترین سهم مساحت در زیرمحدوده‌ی هفتم در ضلع شمالی در حدود ۱۰ درصد از کل مساحت و بیشترین سهم مساحت از کل، در زیرمحدوده‌ی چهارم در قسمت میانی در حدود ۲۱ درصد است. در بخش شرقی با هفت زیرمحدوده، تعداد دو زیرمحدوده با رتبه خیلی بالا و یک زیرمحدوده با رتبه‌ی بالا و دو زیرمحدوده رتبه‌ی متوسط و دو زیرمحدوده با رتبه‌ی پایین وجود دارد. از نظر نوع مصالح ساختمانی مجتمع فرهنگی ورزشی جانبازان با ۶ طبقه روی زمین و دو طبقه منفی از سازه بتن آرمه و نمای شیشه‌ای ساخته شده است. دیگر سازه‌های بخش شرقی از یک تا دو طبقه بوده با سازه تیر آهن و آجر که سقف آن عمدتاً شیروانی فلزی با ساختار قدیمی است. از منظر منابع حریق استفاده از گاز مایع در بعضی از نقاط، تعدادی رستوران و تهیه غذاهای کوچک و قهوه‌خانه وجود دارد. در ضلع شمالی خیابان ابراهیمی و کاظم‌زاده روبروی پمپ بنزین فداییان اسلام از منابع دسترسی به حریق است. از نظر قابلیت دسترسی و سناریوی اطفای حریق به دلیل اشرافیت به خیابان دوبانده‌ی فداییان اسلام در مسیر شمال و برعکس و همچنین دسترسی خیابان‌های تک‌بانده اطراف و همچنین وجود شیرهای ایستاده‌ی آب آتش‌نشانی (هیدرانت‌ها) مشکل و ممانعتی وجود ندارد. از لحاظ سیم‌کشی برق بجز مجتمع مسکونی رازی و ارکیده و مجتمع فرهنگی جانبازان به دلیل نوساز بودن، مابقی ساختمان‌های اطراف از سابقه و قدمت ساخت بالا برخوردار هستند. استفاده‌ی صنوف و صنایع مختلف در این محدوده و استفاده‌ی نامناسب با توجه به تغییر مستاجران سیم‌کشی موقت برق و عدم رعایت در مصرف تجهیزات برقی، همواره مشکل در مجموعه برق‌رسانی وجود دارد. تاریخچه‌ی حریق در ناحیه ۴ از منطقه ۲۰ از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ (پنج ساله) با مراجعه به سامانه‌ی عملیات سازمان آتش‌نشانی تهران در حدود ۱۲۴ مورد حریق ثبت شده است. از این تعداد در حدود ۷۳ مورد معابر و گذرگاه‌ها، ۶ مورد انباری، ۳۴ مورد مسکونی و ۵ مورد تجاری - حرفه‌ای بوده است. از ۷۲ مورد حریق مربوط به محدوده مطالعاتی، ۱۸ مورد متعلق به زیرمحدوده‌ی سوم و ۴۱ حریق متعلق به زیرقسمت هفتم در بخش شرقی است. در واقع ۵۷ درصد از آتش‌سوزی‌ها در زیرقسمت هفتم بخش شرقی محدوده‌ی مطالعاتی در خیابان فداییان اسلام جنوب به شمال و خیابان‌های فرعی کیوان، کاظم‌زاده، ابراهیمی و فرید است. حریق‌های مسکونی در زیرمحدوده سوم یعنی مجتمع‌های مسکونی رازی و ارکیده با تعداد ۱۸ مورد حریق در حدود ۲۵ درصد از کل حریق بخش شرقی محدوده‌ی مطالعاتی است. دانسیته و فشردگی ساختمان فقط در مجتمع مسکونی رازی و ارکیده زیرمحدوده‌ی سوم بخش شرقی است. مابقی زیرمحدوده‌ی ساختمان‌ها بصورت پراکنده و جدا از هم ترکیب یافته است.

نتایج پژوهش حاضر با نتایج برخی پژوهش‌های انجام شده مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته است. پژوهش حاضر با پژوهش خیردست و همکاران (۲۰۲۴)، مبنی بر تاثیرات حاصل از خسارت‌های آتش‌سوزی بر مردم همسو بوده و همچنین با پژوهش میرمحمدصادقی و همکاران (۲۰۲۳) مبنی بر تاثیر گسترش صنایع و افزایش خطر و ریسک همسو است. با مقایسه نتایج پژوهش عادل‌زاده و همکاران (۲۰۱۸) همراستایی این پژوهش در جهت افزایش و ایجاد خسارت جانی و مالی اثبات شد. آسیب‌پذیری کالبدی در حوادث طبیعی یکی دیگر از مقایساتی بود که با پژوهش فیاض و همکاران (۲۰۲۴) انجام شده و هم‌جهت بودن آن مشخص شد. اما پژوهش حاضر با پژوهش پیرزاده و همکاران (۲۰۱۹)، مبنی رعایت مقررات ملی ساختمان در تناقض است، چون در بیشتر نواحی محدوده‌ی مطالعاتی مباحث مقررات ملی ساختمان رعایت نشده است. همچنین نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش مدیسون و همکاران (۲۰۱۹) در جهت کاهش زمان رسیدن به آتش‌سوزی در تناقض است، چون به علت تنگی معبر و ترافیک و عدم فرهنگ ایمنی در منطقه‌ی مطالعاتی، مدت زمان رسیدن به محل طولانی شده است.

۴- نتیجه گیری

باتوجه به بخش‌بندی محدوده به دو بخش غربی و شرقی می‌توان نتیجه گرفت که در بخش غربی میزان ریسک حریق به مراتب بیشتر از بخش شرقی است. در بخش شرقی تراکم ساختمان مسکونی نشان از عدم نظارت عوامل کنترل شهری ناظر بر ساخت‌وساز به استناد مقررات ملی ساختمان، موجب بروز این مخاطرات شده است. نبود پیش‌بینی لازم پارکینگ خودرو برای متصرفین مجتمع‌های مسکونی به همان مقدار تصرف غیراصولی خیابان‌های فرعی و کوچه‌ها را بیشتر کرده است. در نتیجه زمان رسیدن و استقرار خودروها و تجهیزات سنگین آتش‌نشانی از جمله بالابر و نردبان افزایش یافته است. در نهایت میزان افراد محبوس شده در دود و سرعت سرایت محصولات حریق و حرارت بیشتر شده است. در بخش غربی نبود عوامل کنترل شهری بخصوص بر کارگاه‌های کوچک که بسیار مهم و قابل توجه هستند، می‌تواند احتمال وقوع حریق‌های متعددی را بوجود آورد. نبود ایمنی و تجهیزات آتش‌نشانی موجب بروز لایه‌های مستعد حوادث و حریق شده و سوزاندن ضایعات جهت کاهش وزن و حجم آن علاوه بر تخریب محیط‌زیست شهر، باعث آلودگی هوا شده است. چنانچه میزان ضایعات زیاد باشد احتمال سرایت حریق به اطراف وجود دارد.

خیابان فداییان اسلام یکی از خیابان‌های دارای فعالیت و کسب و کار و مسکونی منطقه‌ی ۲۰ است. فشردگی ساختمان‌ها و بلوک‌ها با ارتفاع ۵ تا ۱۲ طبقه از جمله موارد سرایت حریق در زمان وقوع آتش‌سوزی است. نبود پارکینگ به تعداد واحدهای مسکونی تحت تصرف، موجب اشغال شدن پارک خودرو در مسیر تردد و در نتیجه مشکل استقرار خودروهای سنگین و نردبان آتش‌نشانی را فراهم آورده است. وجود ساخت‌وسازهای جدید و دارابودن سیستم اعلان و اطفایی حریق از موارد مهم در کاهش بروز حریق و سرایت آن است. به استناد بررسی علت حریق در ضایعات موجود در محدوده‌ی مطالعاتی و قسمت‌های مشخص شده، می‌توان نتیجه گرفت که عمده علت‌های حریق عمدی جهت پاکسازی محل است. مهم‌ترین مخاطرات منجر به حریق در بخش غربی که عمدتاً صنایع تولیدی و انباری شامل انبارهای کوچک و بزرگ، بدون داشتن ایمنی لازم و همجوار بودن با سقف شیروانی دیگر اماکن ساختمان‌ها است. در محدوده‌ی تحقیقاتی اماکنی که قبلاً در یک حوزه صنعتی فعالیت داشته‌اند و به دلایلی غیرفعال شده‌اند، در حال حاضر تحت عنوان انبار تغییر کاربری داده‌اند. فرسودگی و قدمت زیاد سازه‌های موجود به عنوان انبار یا کارگاه‌های صنعتی و حرفه‌ای از موارد بارز نبود ایمنی است. عدم تناسب سازه‌ها با نوع کاربری از دیگر موارد بالقوه مخاطرات در این محدوده است. در بخش شرقی محدوده‌ی تحقیقاتی، با توجه به وجود تصرف‌های مسکونی، عدم امکان استقرار مناسب نردبان و خودروهای بالابر آتش‌نشانی در زمان وقوع حریق در طبقات فوقانی ساختمان‌های ۱۱ طبقه ارکیده، میزان مخاطرات را دو چندان کرده است.

استفاده‌ی نادرست در بعضی از پارکینگ‌های خودرو در طبقات منفی، تحت عنوان تجارت‌خانه از دیگر مشکلات است. نبود ایمنی لازم و مناسب در پارکینگ مجتمع‌های مسکونی رازی و ارکیده بخصوص استقرار موتور سیکلت‌ها از دیگر مخاطرات این مجتمع مسکونی است. بسته‌شدن ورودی به مدخل شیب‌دار پارکینگ مجتمع مسکونی ارکیده از خیابان فداییان اسلام در عملیات تدافعی و تهاجمی آتش‌نشانان اخلاص ایجاد کرده است. در پاسخ به سوال بعدی پژوهش می‌توان گفت که ریسک‌های موجود با بالاترین میزان در محدوده‌ی بخش شرقی شامل ساختمان‌های مسکونی رازی و ارکیده، پارکینگ خودرو است، که با توجه به بلندمرتبه‌سازی از ریسک‌های موجود در بحث مسکونی و احتمال بروز تلفات انسانی است. استفاده از فضای بین بلوک‌های مجتمع مسکونی موجب اشغال نامناسب محدوده‌ی ساختمانی شده است. هرچند که از ایستگاه آتش‌نشانی دولت‌آباد تا مجتمع مسکونی رازی و ارکیده یک فاصله طولی ۸۰۰ متری وجود دارد؛ اما تصرف غیراصولی استقرار خودروهای بالابر و نردبان هیدرولیکی جهت عملیات اطفای حریق و نجات محبوسین احتمالی در طبقات فوقانی ریسک آسیب‌رسانی ناشی از حریق را دو چندان کرده است. عدم وجود سیستم‌های اعلام و اطفاء حریق فعال و قابل اطمینان موجب تاخیر در اعلام و به تبع فشردگی ساختمان‌ها (در هر طبقه ۴ واحد)، نزدیک بودن بعضی از بلوک‌ها به همدیگر، سرعت انتشار و سرایت حریق را بیشتر خواهد کرد. در زمینه صنعتی در ضلع شمال‌شرقی محدوده‌ی خیابان‌های فرعی از خیابان فداییان اسلام؛ شامل کارگاه‌های کوچک تولیدی و صنعتی واقع در دو خیابان کاظم‌زاده و ابراهیمی که علاوه بر اماکن کوچک تولیدی انبار کالاهای بازرگانی و همچنین کارخانه‌ی دستمال کاغذی حریر از دیگر موارد ریسک در این محدوده مطالعاتی است.

در محدوده‌ی بخش غربی، مهم‌ترین ریسک‌ها عبارتند از: فعالیت کارخانه روغن نباتی شماره ۲ ورامین با سابقه حدوداً ۷۰ ساله در خیابان شهید غیبی منشعب از فداییان اسلام است. علاوه بر آلودگی زیست‌محیطی به تبع ماهیت تولیدی خطرناک در این محدوده، یک ریسک بزرگ و غیرقابل قبول است. صنایع کوچک تولیدی، تعداد زیادی انبار کالای بازرگانی و مراکز جمع‌آوری ضایعات کاغذ و

کارتن در این بخش از محدوده فعالیت دارند. کارگاه‌های غیررسمی فاقد وجاهت قانونی و عدم رعایت موارد ایمنی از جمله موارد ریسک در زیرمحدوده ۸، ۹ و ۱۰ در ضلع شمال غربی محدوده است. انبار پادگان نظامی توحید از دیگر ریسک‌های موجود در این محدوده است. جمع‌آوری زائده‌های مهمات با بکارگیری کارگران خارجی بدون داشتن ابتدایی‌ترین ایمنی لازم از عمده‌ترین ریسک موجود در بخش غربی است.

۵-منابع

1. Kheirdast, A., Jozi, S. A., Rezaian, S., & Mirza Ebrahim Tehrani, M. (2024). Prioritizing Criteria Affecting Fire Identification and Command of Operations Using MCDM and NFPA Standards. *Emergency Management*, 12(2), 83-101.
2. Ghafari, H., Amiri, A., Salari, H., & Khodadadi, D. (2024). Presenting an Optimal Model of Internal Controls to Reduce the Risk of Enterprises. *Emergency Management*, 12(Economic Defense Special Issue), 128-150.
3. Mirmohammadsadeghi, A., Abniki, H., & Hasanpour, H. (2023). A Comprehensive Risk Management Framework for Transport of Hazardous Materials in the crisis. *Emergency Management*, 11.
4. Pirizadeh M, Aboutalebi M, Massoudi M. Proposing the simplified model for choosing the method of retrofitting in existing structures against fire risk. *Disaster Prev. Manag. Know.* 2019; 9 (3) :276-267 URL: <http://dpmk.ir/article-1-276-fa.html>
5. Kheirdast, A., Jozi, S.A., Rezaian, S. *et al.* Comparing the performance of genetic algorithm and particle swarm optimization algorithm in allocating and scheduling fire stations. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* (2024). <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05839-7>.
6. Mansouri, B., Jalilvand, P., & Ghafory-Ashtiany, M. (2019). Developing Building and Population Inventories Using Dasymetry and Remote Sensing Techniques for Urban Loss Estimation – Case Study: City of Sari. *Bulletin of Earthquake Science and Engineering*, 6(4), 169-179.
7. Adelizadeh, M., & Shabiri, S. M. (2018). Identifying fire risks for tall buildings: a factor analysis approach. *Ayman Shahr Scientific Journal*, 2(2), 104-123.
8. Fayyaz, M., Hosseyni, M., & DehghanNejad, M. (2024). Rapid Assessment of Building Risk Based on the IRVS Method - A Case Study of a Student Dormitory. *Passive Defense*, 15(2), 17-26.
9. mobaraki, O., Esmaeilpour, M., & ebrahimi, V. (2023). Assessing the Vulnerability of Urban Housing the Passive Defense approach. *Passive Defense*, 14(4), 57-74. <https://doi.org/20.1001.1.20086849.1402.14.4.6.2>.
10. Madison A, Joshua G, Claire, Gizem & Sallie, (2019): Modeling Response Time to Structure Fires, *The American Statistician*, DOI: 10.1080/00031305.2019.1695664.
11. Mark Taylor, Deb Appleton, Guy Keen & John Fielding (2019): Assessing the effectiveness of fire prevention strategies, *Public Money & Management*, DOI: 10.1080/09540962.2019.1579439.

12. Ghouchani M, Taji M, Darbaniyan M. (2019, Fall). Evaluation of the Effective Factors on Increasing the Risk of Damages to Urban Buildings in Post-Earthquake Fire Crisis by AHP Method. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK)*, 9(3), 293-306.
13. Kurd, Hazhir, VALIPOUR, FIROUZ, ZAROUSHANI, VIDA, POURTAGHI, GHOLAMHOSSEIN, & Malmir, Zahra. (2021). Fire Pathology in a Military Hospital Using the FRAME Technique. *JOURNAL OF MILITARY MEDICINE*, 23(5), 424-434. SID. <https://sid.ir/paper/966604/en>.
14. Bahrami, V., Etessam, I., & Shacheragi, A. (2020). 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. *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design*, 8(2), 80-67. doi: 10.22061/jsaud.2020.6600.1685.
15. Bratasz, Ł., & Berger, Ł. (2024). Fire Risk Assessment in Museums on the HERIE Web-based Decision-supporting Platform: Evaluación del Riesgo de Incendio en Museos en la Plataforma Web de Apoyo a la Toma de Decisiones HERIE. *Studies in Conservation*, 1–6. <https://doi.org/10.1080/00393630.2024.2369830>.
16. Hong, Y. (2024). Simplified identification of fire spread risk in building clusters based on digital image processing technology. *International Journal of Image and Data Fusion*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/19479832.2024.2366923>.
17. Xiong, C., Wang, Z., & Huang, X. (2024). Modelling flame-to-fuel heat transfer by deep learning and fire images. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 18(1). <https://doi.org/10.1080/19942060.2024.2331114>.
18. Raval, P., Motiani, R. (2024). Review of Fire Risk Factors for Fire Risk Assessment in Urban Areas: The Case of Ahmedabad, India. In: Patel, D., Kim, B., Han, D. (eds) Innovation in Smart and Sustainable Infrastructure. ISSI 2022. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 364. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3557-4_44.
19. Walls, R., Shewalul, Y., Babafemi, A.J., Flores-Quiroz, N. (2024). Eco-friendly vs Fire Safe? Conceptualising Fire Risk for Construction Systems Incorporating Waste and Biomass. In: Türker, U., Eren, Ö., Uygur, E. (eds) Sustainable Civil Engineering at the Beginning of Third Millennium. ACE 2023. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 481. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-1781-1_4.
20. Bratasz, Ł., & Berger, Ł. (2024). Fire Risk Assessment in Museums on the HERIE Web-based Decision-supporting Platform. *Studies in Conservation*, 69(sup1), 12–17. <https://doi.org/10.1080/00393630.2024.2369830>.
21. Sahin, E., Lattimer, B., Allaf, M. A., & Pacheco Duarte, J. (2024). Uncertainty quantification of unconfined spill fire data by coupling Monte Carlo and artificial neural networks. *Journal of Nuclear Science and Technology*, 61(9), 1218–1231. <https://doi.org/10.1080/00223131.2024.2310564>.
22. Albati, M., Sakurahara, T., Reihani, S., Kee, E., Yang, J., von Thaden, T., ... Mohaghegh, Z. (2024). Uncertainty-Based Validation Methodology and Experimental Analysis for External

- Control Room Human Performance Simulation: Application to Fire Probabilistic Risk Assessment of Nuclear Power Plants. *Nuclear Science and Engineering*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/00295639.2024.2366735>.
23. Wang, T., Wang, C., & Wang, Y. (2024). Assessment of Agent Avoidance Behavior in the Face of Fire Hazards. *Combustion Science and Technology*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/00102202.2023.2297239>.
24. de Lourdes Ferreira Minervino, B., Calmeiro, C. C., Von Kruguer, P. G., & Rodrigues, J. P. C. (2024). Fire Risk Analysis: A Proposal for Historic Buildings in Brazil. *International Journal of Architectural Heritage*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/15583058.2024.2308512>.
25. KC, K., Ardianto, R. & Wang, S. Examining fire service coverage and potential sites for fire station locations in Kathmandu, Nepal. *Urban Info* 3, 20 (2024). <https://doi.org/10.1007/s44212-024-00050-y>.
26. Hao, Y., Liu, C., Li, L. *et al.* Fire Loss Assessment Model Based on Internet Search Engine Query Data. *Fire Technol* (2023). <https://doi.org/10.1007/s10694-023-01509-1>.
27. Bidžević, I., Džidić, S. (2024). Fire Spalling of Concrete. In: Karabegovic, I., Kovačević, A., Mandzuka, S. (eds) *New Technologies, Development and Application VII. NT 2024. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 1070. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-66271-3_68. www.Tehran.ir.
28. NFPA 551 Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments, 2019 edition. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://webstoreansi.org/standards/nfpa/nfpa5512019&ved=2ahUKEwjw5_D2yKeIAxWZzwIHHQJkIO4QFnoECB0QAw&usg=AOvVaw0XJdWBXBemsKWMZamgRClh.
29. Setareh, H. and Kohpai A. 2011, fire risk assessment, Tehran, Fanavaran publications
۳۰. دفتر مقررات ملی ساختمان، مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی، ۱۴۰۲، محبت سوم مقررات ملی ساختمان (حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق)، انتشارات نشر نوآور.