



Sustainable Development of Geographical Environment

Journal homepage: <https://egsdejournal.sbu.ac.ir>



Statistical Analysis of Fire Crisis in Urban Land-Uses (Case Study: Karaj Metropolis)

Akbari*, M.,

Department of Geography and Urban Planning, Yasouj University, Yasouj, Iran

ARTICLE INFO

Keywords:

- Statistical Analysis
- Fire
- Land-use
- Karaj
- CODAS
- Merec

Original Article

Article history:

Received: 11/09/2022

Accepted: 05/07/2023

ABSTRACT

One of the most important challenges that Iran's metropolises face is the fire crisis and the burning of urban land-uses. The present study analyzed the fire crisis in urban uses in Karaj metropolis, the fourth largest city in Iran. The research has been Quantitative, and by using Merec and CODAS techniques, the statistical analysis of fire crisis indicators in Karaj metropolis has been done. The scope of the research comprises 12 Districts of Karaj metropolis, and 10 indicators related to the fire crisis in urban uses in the Districts of Karaj city have been investigated. The research findings show that District 11 of Karaj metropolis has the highest score with a score of (3.859), and this District is in a green state, and the number of fires that occurred in the urban land-uses of this District was limited. In CODAS technique, District 6 Karaj metropolis with a score (-3.566), District 10 with a score (-2.605), District 2 with a score (-2.469), District 7 with a score (-0.488) and District 4 with score (-0.274) the lowest. They took the points. The biggest fire crisis in the urban land-uses of Karaj metropolis belongs to District 6. The number of fires in the urban land-uses of Districts 6, 10, 2, 7, and 4 has been high, and these Districts are red. The average of the nearest neighborhood fire crisis score in urban land-uses in Districts of Karaj metropolis was dispersed. Most fires occurred for residential use in Karaj, especially in the mentioned areas. Several factors play a role in this field. However, the main reason for this danger is due to the non-observance of construction principles and structure standards, which, if correctly observed, citizens will not fall into the trap of fire and subsequent accidents.



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Citation:

Akbari, M., (2023). Statistical Analysis of Fire Crisis in Urban Land-Uses (Case Study: Karaj Metropolis), *Sustainable Development of Geographical Environment*: Vol. 5, No. 8, (154-170).
<https://doi.org/10.52547/sdge.5.8.154>

* Corresponding author E-mail address: (Mahmoodakbari91@yahoo.com) / Orcid ID: 0000-0003-0420-6607

Extended abstract

Background and purpose

Fire has long been an essential threat to urban safety, the physical environment, and the quality of urban life. One of the most important challenges threatening cities is the risk of creating and spreading fire in urban environments. Currently, Iran's metropolises are facing various problems, and one of the problems that the country's metropolises are dealing with is the fire crisis and, on the other hand, the weakness of their existing service infrastructures. The present study was conducted with the aim of statistical analysis of the fire crisis in the land-uses of Karaj metropolis the fourth largest city in Iran.

Methodology

The current research has a small nature, and using Merce and CODAS techniques, the statistical analysis of the fire crisis in urban uses in Karaj metropolis has been done. The scope of the research comprises 12 districts of Karaj metropolis, and 10 indicators related to the fire crisis in urban uses in 12 districts of Karaj metropolis have been investigated. The required data, taken from the statistics of Karaj in 2018, were weighted by the Merce technique and used in CODAS technique. The indicators studied in this quantitative research are the number of fires in residential use, the number of fires in educational use, the number of fires in healthcare use, the number of fires in service use, the number of fires in commercial use, The number of fires occurred in industrial use, the number of fires occurred in warehouse use, the number of fires occurred in the use of urban green spaces, the number of fires occurred in vehicles, and the number of fires occurred in the use of roads and crossings.

Findings and discussion

The research findings show that District 11 of Karaj metropolis has the highest score (3.859), and this District is green. The number of fires that occurred in the urban uses of this area was limited. In CODAS technique, Karaj District 6 with a score (-3.566), District 10 with a score (-2.605), District 2 with a score (-2.469), District 7 with a score (-0.488), and District 4 got the lowest points with a score of (-0.274). The most fire crisis in the urban uses of Karaj metropolis belongs to District 6. The number of fires that occurred in the urban uses of Districts 6, 10, 2, 7, and 4 has been high, and these areas are red. The average of the closest neighborhood of the fire crisis score in urban uses in the areas of Karaj metropolis was scattered.

Conclusion

Most fires related to residential and educational use occurred in District 6, most health and medical fires in District 4, and most service fires in District 5. City managers must pay special attention to these Districts. The most fires related to the commercial uses of Karaj city occurred in District 3, the most industrial fires in District 10, and the most urban green space use fires in District 2. The most fires on the roads and crossings in District 5, and it is necessary for city managers to pay special attention to these areas. Most fires occurred for residential use in Karaj, especially in the mentioned areas. Several factors play a role in this field. However, the main reason for this danger is due to the non-observance of construction principles and structure standards, which, if correctly observed, citizens will not fall into the trap of fire and subsequent accidents.

Keywords: Statistical Analysis, Fire, Land-use, Karaj, CODAS, Merce.



تحلیل آماری بحران حریق در کاربری‌های شهری (مطالعه موردی: کلانشهر کرج)

محمود اکبری*

گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

چکیده

یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که کلانشهرهای ایران با آن مواجه هستند، مسأله بحران حریق و آتش‌سوزی کاربری‌های شهری است. پژوهش حاضر با هدف تحلیل آماری بحران حریق در کاربری‌های کلانشهر کرج به عنوان چهارمین شهر بزرگ ایران انجام شده است. پژوهش ماهیت کمی داشته و با استفاده از تکنیک‌های مرک و کوداس به تحلیل آماری نماگرهای بحران حریق در کلانشهر کرج پرداخته شده است. محدوده پژوهش را مناطق ۱۲ گانه کلانشهر کرج تشکیل داده و ۱۰ شاخص مرتبط با بحران حریق در کاربری‌های شهری در مناطق شهر کرج مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که منطقه ۱۱ کلانشهر کرج با امتیاز (۳/۸۵۹) بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده و این منطقه در وضعیت سبز قرار گرفته است؛ تعداد حریق‌های به وجود آمده در کاربری‌های شهری این منطقه محدود بوده است. در تکنیک کوداس منطقه ۶ کرج با امتیاز (-۳/۵۶۶)، منطقه ۱۰ با امتیاز (-۲/۶۰۵)، منطقه ۲ با امتیاز (-۲/۴۶۹)، منطقه ۷ با امتیاز (-۰/۴۸۸) و منطقه ۴ با امتیاز (-۰/۲۷۴) کمترین امتیازات را به خود اختصاص دادند. بیشترین بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج متعلق به منطقه ۶ بوده است. تعداد حریق‌های به وجود آمده در کاربری‌های شهری مناطق ۶، ۱۰، ۲، ۷ و ۴ زیاد بوده است و این مناطق در حالت قرمز قرار دارند. میانگین نزدیک‌ترین همسایگی امتیاز بحران حریق در کاربری‌های شهری در مناطق کلانشهر کرج به صورت پراکنده بوده است. بیشترین آتش‌سوزی‌های شکل گرفته در شهر کرج و به ویژه در مناطق ذکر شده در کاربری‌های مسکونی رخ داده است. عوامل متعددی در این زمینه نقش دارند؛ ولی دلیل اصلی وقوع این مخاطره به خاطر عدم رعایت اصولی ساخت و ساز و استانداردهای سازه است که اگر به‌طور صحیح رعایت شود، شهروندان در دام حریق و حوادث بعد از آن نخواهند افتاد.

اطلاعات مقاله

واژه‌های کلیدی:

- تحلیل آماری
- حریق
- کاربری زمین
- کرج
- کوداس
- مرک

مقاله: پژوهشی

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۴



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

استناد:

اکبری، م.، (۱۴۰۲). تحلیل آماری بحران حریق در کاربری‌های شهری (مطالعه موردی: کلانشهر کرج)، توسعه پایدار محیط جغرافیایی: سال ۵، شماره ۸، (۱۷۰-۱۵۴).
<https://doi.org/10.52547/sdge.5.8.154>

مقدمه

انسان از زمان‌های بسیار قدیم مجبور بوده با خطرات احتمالی زندگی کند (Cantizano et al, 2022). بلایای طبیعی و انسان‌ساز تهدیدات قابل توجهی برای محیط زیست و زندگی انسان در سراسر جهان است. در میان این بلایا، آتش‌سوزی یکی از مخرب‌ترین تهدیدات است که بیشترین تلفات انسانی را به همراه دارد (Zhao et al, 2023). در سال‌های اخیر، تعداد آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلندمرتبه بالا بوده است و این گونه آتش‌سوزی‌ها جان و مال مردم را با خطرات جدی مواجه می‌کند (Omar et al, 2023). آتش‌سوزی در محیط‌های شهری اغلب با عواقب جدی همراه است. طبق آمار منتشر شده توسط انجمن بین‌المللی خدمات آتش‌نشانی و نجات، در سال بیش از ۸ میلیون حادثه آتش‌سوزی در سراسر جهان رخ می‌دهد که منجر به مرگ بیش از ۱۲۰۰۰۰ نفر می‌شود (Liu et al, 2022). آتش‌سوزی شهری از دیرباز یک تهدید مهم برای ایمنی شهری، محیط فیزیکی و کیفیت زندگی بوده است (Zhang et al, 2020). آتش‌سوزی در ساختمان‌های بلند مرتبه و مجتمع‌های مسکونی به دلیل تراکم بالای جمعیت و ارزش اقتصادی بالای ساختمان‌ها و اقلام آن یکی از بلایای بزرگ شهری است. تمرکز بالای افراد و اموال، عملیات اطفای حریق و تخلیه را در صورت وقوع آتش‌سوزی بسیار دشوار می‌کند. ارزش اقتصادی خود ساختمان، ساخت و ساز در داخل آن و دارایی ساکنان ساختمان بر اهمیت موضوع مدیریت بحران آتش‌سوزی تأکید دارد (Masoumi et al, 2019). با وجود اینکه شهرنشینی غالباً با بهبود رفاه اجتماعی و اقتصادی مردم همراه است؛ ولی تمرکز زیاد جمعیت و شهرنشینی در مناطق کم درآمد جهان، ظرفیت‌های برنامه‌ریزی محلی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و این امر منجر به ظهور مشکلات مختلف از جمله آلودگی و تخریب محیط زیست شده است (Joshi et al, 2022). شهرنشینی به عنوان یک محرک کلیدی مستعد برای خطر بلایا است (Oliver-Smith et al, 2017). با توجه به وجود تراکم بالای سرمایه‌های انسانی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی در محدوده شهرها، برنامه‌ریزی قبل از بروز بحران‌ها و شناسایی ابعاد مختلف و سناریوهای محتمل، نقش مهمی در افزایش کارآمدی مدیریت بحران شهری و کاهش هزینه‌ها، آسیب‌ها و خسارت‌های ناشی از وقوع بحران خواهد داشت. یکی از مهمترین چالش‌هایی که همواره شهرها را تهدید می‌نماید خطر ایجاد و گسترش حریق در محیط‌های شهری است (شیخ کاظم برزگری و معظم، ۱۳۹۲). در حال حاضر کلانشهرهای ایران با معضلات گوناگونی مواجه هستند و یکی از معضلاتی که کلانشهرهای کشور با آن درگیر هستند، مسأله بحران حریق و آتش‌سوزی و از سوی دیگر ضعف زیرساخت‌های خدماتی است. در این پژوهش تلاش شده است که با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخص مرکب و کوداس به تحلیل آماری بحران حریق در کاربری‌های شهری در کلانشهر کرج پرداخته شود. نماگرهای مورد بررسی توسط تکنیک مرکب وزن دهی شده‌اند و این وزن‌ها در تکنیک کوداس به کار گرفته شدند. پژوهش به دنبال بررسی سؤالات زیر بوده است:

- بیشترین حریق‌های به وجود آمده در کاربری‌های صنعتی در کدام منطقه شهر کرج شکل گرفته است؟
- بیشترین حریق‌های کاربری‌های فضای سبز شهری در کدام منطقه شهر کرج رخ داده است؟

مبانی نظری و پیشینه

بحران به عنوان یک وضعیت ناپایدار تعریف می‌شود که در آن به احتمال زیاد یک پیامد بسیار نامطلوب قریب الوقوع است (Haza et al, 2021). فرآیندی که در آن خطر وارد شدن خسارت به جامعه، محیط زیست و غیره وجود داشته باشد، به عنوان بحران شناخته می‌شود (Bukhoriev, 2018). بحران یک رویداد استرس‌زا است (Al Thani and Obeidat, 2020). بحران همچنین به عنوان یک وضعیت غیرعادی که برای هر سازمان رخ می‌دهد، آنچه باعث تهدید بقای آن می‌شود، شناخته می‌شود (Al-Khashali and Al-Qutob, 2007). بلایای آتش‌سوزی یکی از مهمترین بلایای جهانی است که امنیت عمومی و توسعه اجتماعی را به طور جدی تهدید می‌کند (Mao et al, 2020). فراوانی فزاینده آتش‌سوزی تهدیدی جدی برای جان، اموال و ایمنی افراد ساکن در شهرها به همراه دارد (Han et al, 2021).

آتش سوزی‌های شهری در سال‌های اخیر به دلیل تعارضات عمیق بین جمعیت شهری، منابع و محیط زیست به‌طور فزاینده‌ای تکراری بوده است. این آتش سوزی‌ها امنیت، دارایی و جان افراد را به شدت تهدید می‌کند و فعالیت‌های اقتصادی عادی را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Han et al, 2021) و بر کیفیت زمین، تنوع زیستی، خدمات اکوسیستم و جوامع محلی تأثیر منفی می‌گذارد (Marchi et al, 2018). برای اینکه شهرها ایمن، تاب‌آور و پایدار شوند، باید تلاش کرد تا به‌طور جامع به کاهش خطر بلایا پرداخته و آن را در برنامه‌ریزی و توسعه شهری ادغام کرد (Marchi et al, 2018). طرح‌های مربوط به کاربری زمین همراه با قوانین و مقررات ساختمانی می‌تواند به مقابله با خطر بلایا کمک کند (Zimmermann and Keiler, 2015). برنامه‌ریزی کاربری اراضی حساس به ریسک ابزاری برای کاهش خطر بلایای آینده با اجتناب از ایجاد خطر جدید است. محققان سعی کرده‌اند علاوه بر عوامل طبیعی، عوامل اجتماعی - اقتصادی مانند هزینه زمین و دسترسی به جاده‌ها را برای ارائه طرح‌های جامع کاربری اراضی لحاظ کنند. قوانین و مقررات مربوط به ساختمان یکی از ابزارهای شهرداری برای رسیدگی به خطر حریق و آتش‌سوزی است (Joshi et al, 2022). لی و همکاران (۲۰۱۸) عوامل مؤثر بر وقوع آتش سوزی در ساختمان‌های بلند را به منظور راه اندازی یک سیستم شاخص ارزیابی بررسی کردند. عوامل اصلی مورد استفاده برای این منظور، امکانات سخت افزاری ایمنی آتش‌سوزی، توانایی تخلیه ایمنی در برابر آتش‌سوزی، قابلیت پیشگیری از آتش‌سوزی ساختمان و وضعیت مدیریت ایمنی آتش‌سوزی ساختمان است. معصومی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش ارزیابی خطر آتش‌سوزی در مناطق متراکم شهری با استفاده از تکنیک‌های ترکیب اطلاعات با استفاده از انواع داده‌های مکانی خطر آتش‌سوزی در منطقه بسیار متراکم با ساختمان‌های بلند در شهر زنجان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحلیل حساسیت این پژوهش نشان می‌دهد که عامل تربیت اجتماعی مؤثرترین عامل در خطر آتش‌سوزی است. جوشی و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهش برنامه‌ریزی شهری به عنوان ابزاری برای کاهش خطر بلایا در اوتاراخاند هیمالیا به این نتیجه رسید که اوتاراخاند رشد بی‌سابقه جمعیتی و شهرنشینی سریعی را تجربه می‌کند. ابزارهای برنامه‌ریزی شهری مانند طرح‌های کاربری زمین و مقررات ساختمانی اجازه می‌دهد تا اقدامات خطر و بلایا در شکل شهری به سرعت در حال ظهور باشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ابزارهای برنامه‌ریزی به اندازه کافی خطرات شهری را بررسی نمی‌کنند. اکبری (۱۴۰۰) در پژوهش به کارگیری تکنیک کوداس جهت سنجش زیرساخت‌های شهری در کلانشهرهای ایران به این نتیجه رسید که کلانشهر تهران نسبت به دومین شهر بزرگ ایران یعنی کلانشهر مشهد در نماگرهای بررسی شده مربوط به زیرساخت‌های شهری تقریباً (۸/۹۵۷) اختلاف امتیاز دارد. این کلانشهر نسبت به سومین شهر بزرگ ایران یعنی کلانشهر اصفهان یک فاصله (۹/۰۵۶) و نسبت به سایر کلانشهرهای کشور اختلاف امتیاز زیادی وجود دارد. اختلاف امتیازهای به دست آمده از تکنیک کوداس نشان دهنده نابرابری کلانشهرهای ایران در میزان زیرساخت‌های شهری موجود در آنها است.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر ماهیت کمی دارد و با استفاده از تکنیک‌های مرک و کوداس به تحلیل آماری بحران حریق در کاربری‌های شهری در کلانشهر کرج پرداخته شده است. محدوده پژوهش را مناطق ۱۲ گانه کلانشهر کرج تشکیل داده است و تعداد ۱۰ شاخص مرتبط با بحران حریق در کاربری‌های شهری در ۱۲ منطقه کلانشهر کرج مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های مورد نیاز که از آمارنامه شهر کرج در سال ۱۳۹۸ گرفته شده است، توسط تکنیک مرک^۱ وزن دهی شده و در تکنیک کوداس^۲ به کار گرفته شدند. شاخص‌های مورد مطالعه در این پژوهش کمی تعداد حریق صورت گرفته در کاربری مسکونی، تعداد حریق صورت گرفته در کاربری آموزشی، تعداد حریق صورت گرفته در کاربری بهداشتی و درمانی، تعداد حریق صورت گرفته در کاربری خدماتی، تعداد حریق صورت گرفته در کاربری تجاری، تعداد حریق صورت گرفته در کاربری صنعتی، تعداد حریق صورت گرفته در کاربری انبار، تعداد حریق صورت گرفته در کاربری فضای سبز شهری،

تعداد حریق صورت گرفته در وسایط نقلیه و تعداد حریق صورت گرفته در کاربری معابر و گذرگاه‌ها بوده است. داده‌ها و شاخص‌های پژوهش از آمارنامه شهر کرج در سال ۱۳۹۸ گرفته شده است.

تکنیک مرک

وزن معیارها در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره عناصر اساسی هستند که به‌طور قابل توجهی بر نتایج تأثیر می‌گذارد. در این پژوهش از تکنیک مرک برای وزن‌دهی نماگرهای مربوط به بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج استفاده شده است. تکنیک مرک در سال ۲۰۲۱ توسط کشاورز قراپایی و همکاران ارائه شده است. مراحل تکنیک مرک عبارت است از:

تشکیل ماتریس تصمیم: یک ماتریس تصمیم در این مرحله ساخته می‌شود که امتیاز هر گزینه را در مورد هر معیار نشان می‌دهد. عناصر این ماتریس با x_{ij} نشان داده می‌شوند و این عناصر ($x_{ij} > 0$) باید بزرگ‌تر از صفر باشند. فرض کنید n گزینه و m معیار وجود داشته باشد، شکل ماتریس تصمیم‌گیری به صورت رابطه ۱ است:

رابطه (۱)

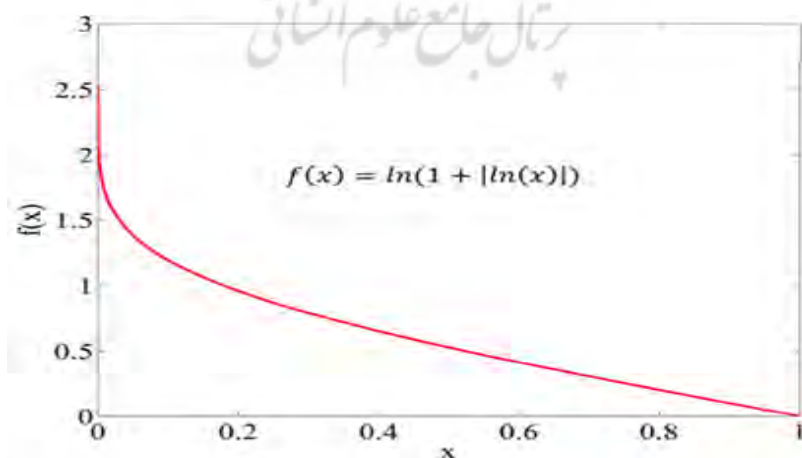
$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{im} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

نرمال سازی: استانداردسازی در تمامی روش‌های تصمیم‌گیری استفاده می‌شود در این تکنیک از نرمال سازی خطی برای بی بعد کردن عناصر ماتریس تصمیم استفاده شده است. عناصر ماتریس نرمال شده با n_{ij} نشان داده می‌شوند. اگر B مجموعه معیارهای سودمند را نشان دهد و H نشان دهنده مجموعه‌ای از معیارهای غیرسودمند، می‌توانیم از رابطه ۲ برای نرمال سازی استفاده کنیم:

رابطه (۲)

$$n_{ij}^x = \begin{cases} \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}} & \text{if } j \in B \\ \frac{x_{ij}}{\max_k x_{kj}} & \text{if } j \in H \end{cases}$$

محاسبه عملکرد کلی گزینه‌ها (Si): در این مرحله یک سنجش لگاریتمی با وزن معیارهای برابر جهت به دست آوردن عملکرد کلی گزینه‌ها اعمال می‌شود. این اندازه‌گیری براساس یک تابع غیرخطی است و در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: وزن مقایسه‌ای معیارها
(Keshavarz Ghorabae et al, 2021)

با توجه به مقادیر نرمال به دست آمده از مرحله قبل، می توان اطمینان حاصل کرد که مقادیر کوچک تر n_{ij} مقادیر بیشتری از عملکرد (S_i) را به همراه دارد. برای این محاسبه از رابطه ۳ استفاده می شود:

رابطه ۳

$$S_i = \ln(1 + (\frac{1}{m} \sum_j |\ln(n_{ij}^x)|))$$

محاسبه عملکرد گزینه ها با حذف اثرات معیارها (S'_i): در این مرحله با حذف هر یک از معیارها، عملکرد گزینه ها محاسبه می شود. در این مرحله از معیار لگاریتمی مشابه مرحله قبل استفاده می کنیم. تفاوت این مرحله و مرحله قبل در این است که عملکرد گزینه ها براساس حذف هر معیار به طور جداگانه محاسبه می شود. برای محاسبه این مرحله از معادله رابطه ۴ استفاده می شود:

رابطه ۴

$$S'_{ij} = \ln(1 + (\frac{1}{m} \sum_{k, k \neq j} |\ln(n_{ik}^x)|))$$

محاسبه مجموع انحرافات مطلق (E): در این مرحله، اثر حذف معیار j براساس مقادیر به دست آمده از مرحله ۳ و مرحله ۴ محاسبه می شود E_j اثر حذف معیار j را نشان دهد. با استفاده از فرمول رابطه ۵ می توانیم مقادیر E_j را محاسبه کنیم:

رابطه ۵

$$E_j = \sum_i |S'_{ij} - S_i|$$

محاسبه اوزان نهایی (W): اوزان نهایی معیارها در این مرحله مشخص می شود. وزن هر معیار با استفاده از اثرات حذف (E_j) محاسبه می شود. برای محاسبه w از رابطه ۶ استفاده می شود (Keshavarz Ghorabae et al, 2021).

رابطه ۶

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k}$$

تکنیک کوداس

تکنیک کوداس یکی از روش های تصمیم گیری چند شاخص است که هدف آن رتبه بندی گزینه ها براساس تعدادی معیار است. مراحل تکنیک کوداس به صورت زیر است:

اولین گام در این روش تشکیل ماتریس تصمیم است. حالت کلی ماتریس تصمیم به صورت رابطه ۷ است:

رابطه ۷

$$X = [x_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & x_{2m} \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{nm} \end{bmatrix}$$

دومین گام نرمال سازی ماتریس تصمیم است استاندارد سازی با استفاده از روابط زیر انجام می شود؛ اگر معیار جنبه مثبت داشته باشد از رابطه ۸ و اگر معیار جنبه منفی داشته باشد از رابطه ۹ استفاده می شود.

رابطه ۸

$$n_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & \text{if } j \in N_b \end{cases}$$

رابطه ۹

$$n_{ij} = \begin{cases} \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & \text{if } j \in N_c \end{cases}$$

سومین گام روش کوداس تشکیل ماتریس نرمال وزن دار است. یعنی باید وزن معیارها را در ماتریس نرمال ضرب کرد.

رابطه ۱۰

$$r_{ij} = w_j n_{ij}$$

در این گام باید فاصله اقلیدسی^۳ و فاصله تاکسی^۴ از ایده‌آل منفی را محاسبه نمود. این فواصل از روابط ۱۱ تا ۱۳ به دست می‌آیند. در این روابط nsj ایده‌آل منفی معیارها است.

رابطه (۱۱)

$$E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - ns_j)^2}$$

رابطه (۱۲)

$$T_i = \sum_{j=1}^m |r_{ij} - ns_j|$$

در این گام باید ماتریس ارزیابی نسبی را با استفاده از رابطه ۱۳ ایجاد کنیم که در این رابطه Ψ نشان دهنده یک تابع آستانه برای تشخیصی برابری فاصله اقلیدسی دو گزینه است.

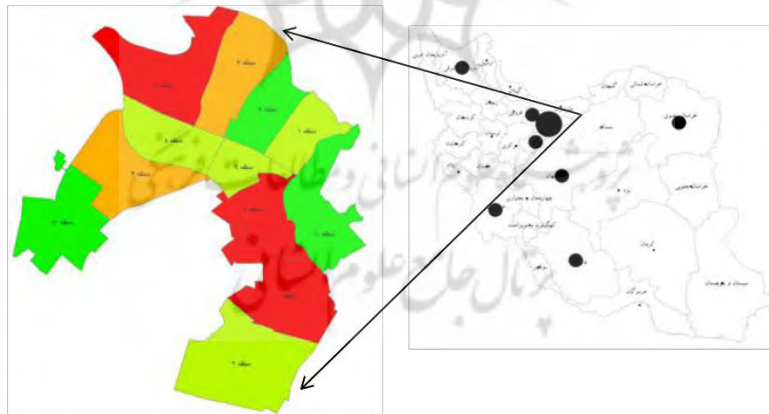
رابطه (۱۳)

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + (\varphi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k))$$

در این گام با جمع مقادیر h_{ik} گزینه‌ها می‌توان آنها را رتبه‌بندی نمود هر چه مقدار h_{ik} بزرگ‌تر باشد گزینه رتبه بهتری دارد (Keshavarz Ghorabae et al, 2016).

محدوده مورد مطالعه

کلانشهر کرج یکی از کلانشهرهای ایران و مرکز استان البرز است. این کلانشهر به خاطر واقع شدن در منطقه کلان شهری تهران از موقعیت جغرافیایی ممتازی برخوردار است. شهر کرج پس از تهران بزرگ‌ترین شهر مهاجرپذیر ایران است (شماعی و همکاران، ۱۳۹۵). شهر کرج در دوره‌های گذشته رشد جمعیتی و کالبدی بسیار زیادی داشته است و این شهر علاوه بر نرخ رشد طبیعی بالا از مهاجرپذیری بسیار بالایی نیز برخوردار بوده است (کرم و محمدی، ۱۳۸۸). شکل ۲ موقعیت جغرافیایی کلانشهر کرج را نشان می‌دهد.



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی کلانشهر کرج

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

شهر کرج با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه و ۴۵ ثانیه در فاصله ۳۶ کیلومتری شمال غربی تهران واقع شده است. این شهر با مساحتی معادل ۱۷۵/۴ کیلومتر مربع و حریمی به وسعت ۱۷۸/۹ کیلومتر مربع در دامنه رشته کوه البرز مرکزی قرار دارد و مرکز شهرستان کرج است و در حال حاضر دارای ۱۲ منطقه شهری است (آمارنامه شهر کرج، ۱۳۹۸).

یافته‌ها

در گام اول ماتریس تصمیم پژوهش که بحران حریق در کاربری‌های شهری در مناطق کلانشهر کرج بوده است، تشکیل شده است. بعد از تشکیل ماتریس تصمیم به استانداردسازی داده‌های پژوهش اقدام شده است. در گام سوم محاسبه عملکرد کلی گزینه‌ها انجام شده است. در این بخش یک اندازه‌گیری لگاریتمی با وزن معیارهای برابر اعمال می‌شود و این اندازه‌گیری براساس یک تابع غیرخطی انجام می‌شود. گام چهارم محاسبه عملکرد گزینه‌ها با حذف اثرات معیارها است، در این گام با حذف هر یک از معیارها، عملکرد گزینه‌ها محاسبه می‌شود. بعد از محاسبه عملکرد گزینه‌ها با حذف اثرات معیارها (S') برای شاخص‌های مورد بررسی در گام پنجم محاسبه مجموع انحرافات مطلق و گام ششم محاسبه اوزان نهایی بحران حریق در کاربری‌های شهری انجام شده است و این مقادیر در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: محاسبه مجموع انحرافات مطلق و اوزان بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج در سال ۱۳۹۸

منطقه	مسکونی	آموزشی	بهداشتی و درمانی	خدماتی	تجاری
منطقه ۱	۰۳۵/۰	۰۵۸/۰	۰۵۸/۰	۰۹۶/۰	۰۳۵/۰
منطقه ۲	۰۶۵/۰	۰۶۲/۰	۰۶۲/۰	۰۶۲/۰	۰۳۷/۰
منطقه ۳	۰۲۴/۰	۰۹۷/۰	۰۲۱/۰	۰۲۸/۰	۰۰۰/۰
منطقه ۴	۰۴۹/۰	۰۹۳/۰	۰۰۰/۰	۰۴۴/۰	۰۴۷/۰
منطقه ۵	۰۱۷/۰	۰۱۱/۰	۰۶۹/۰	۰۰۰/۰	۰۱۷/۰
منطقه ۶	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰	۰۲۶/۰	۰۴۴/۰	۰۳۵/۰
منطقه ۷	۰۳۰/۰	۰۹۴/۰	۰۵۷/۰	۰۴۵/۰	۰۰۶/۰
منطقه ۸	۰۶۲/۰	۰۴۸/۰	۰۴۸/۰	۰۸۰/۰	۰۴۴/۰
منطقه ۹	۰۴۹/۰	۰۵۵/۰	۰۲۰/۰	۰۵۵/۰	۰۲۲/۰
منطقه ۱۰	۰۲۸/۰	۰۴۳/۰	۰۷۰/۰	۰۴۳/۰	۰۲۰/۰
منطقه ۱۱	۰۶۹/۰	۰۴۵/۰	۰۴۵/۰	۰۵۷/۰	۰۸۸/۰
منطقه ۱۲	۰۴۱/۰	۰۵۰/۰	۰۵۰/۰	۱۱۶/۰	۰۴۶/۰
Ej	۴۷/۰	۶۶/۰	۵۲/۰	۶۷/۰	۴۰/۰
Wj	۰۷۷۷/۰	۱۰۸۵/۰	۰۸۶۸/۰	۱۱۱۱/۰	۰۶۵۷/۰
منطقه	صنعتی	انبار و بارانداز	فضای سبز	وسایط نقلیه	معبّر و گذرگاه‌ها
منطقه ۱	۱۲۰/۰	۰۰۰/۰	۰۲۰/۰	۰۲۴/۰	۰۵۸/۰
منطقه ۲	۰۶۲/۰	۰۴۹/۰	۰۰۰/۰	۰۳۷/۰	۰۳۵/۰
منطقه ۳	۱۲۰/۰	۰۵۵/۰	۰۷۱/۰	۰۳۵/۰	۰۵۵/۰
منطقه ۴	۰۵۶/۰	۱۱۲/۰	۰۲۲/۰	۰۵۳/۰	۰۴۴/۰
منطقه ۵	۱۴۳/۰	۱۱۱/۰	۰۴۲/۰	۰۰۰/۰	۰۰۰/۰
منطقه ۶	۰۷۱/۰	۰۹۵/۰	۰۴۲/۰	۰۱۸/۰	۰۵۸/۰
منطقه ۷	۰۷۸/۰	۰۷۵/۰	۰۲۸/۰	۰۲۲/۰	۰۸۲/۰
منطقه ۸	۰۹۹/۰	۰۵۴/۰	۰۲۸/۰	۰۵۳/۰	۰۷۸/۰
منطقه ۹	۰۷۶/۰	۱۱۰/۰	۰۵۱/۰	۰۳۸/۰	۰۵۷/۰
منطقه ۱۰	۰۰۰/۰	۱۱۳/۰	۰۳۶/۰	۰۲۸/۰	۰۱۶/۰
منطقه ۱۱	۰۹۱/۰	۰۷۲/۰	۰۲۱/۰	۰۵۴/۰	۰۸۳/۰
منطقه ۱۲	۱۰۲/۰	۰۶۶/۰	۰۰۷/۰	۰۴۰/۰	۰۶۰/۰
Ej	۰۲/۱	۹۱/۰	۳۷/۰	۴۰/۰	۶۲/۰
Wj	۱۶۸۵/۰	۱۵۰۹/۰	۰۶۱۱/۰	۰۶۶۳/۰	۱۰۳۴/۰

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

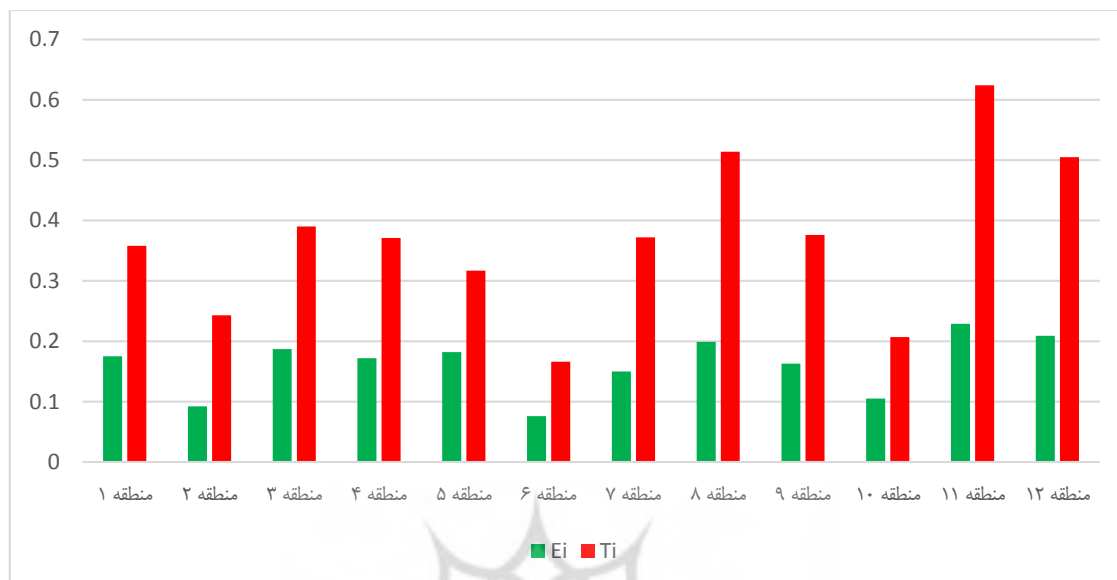
میزان انحراف بحران حریق کاربری مسکونی (۰/۴۷)، بحران حریق در کاربری آموزشی (۰/۶۶)، بحران حریق در کاربری بهداشتی و درمانی (۰/۵۲)، بحران حریق در کاربری خدماتی (۰/۶۷)، بحران حریق در کاربری تجاری (۰/۴۰)، بحران حریق در کاربری صنعتی (۱/۰۲)، بحران حریق در کاربری انبار (۰/۹۱)، بحران حریق در کاربری فضای سبز (۰/۳۷)، بحران حریق در وسایط نقلیه (۰/۴۰) و بحران حریق در کاربری معابر و گذرگاهها (۰/۶۲) به دست آمده است. با استفاده از تکنیک مرک به محاسبه اوزان نهایی بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج اقدام شده است. در تکنیک مرک میزان وزن بحران حریق در کاربری مسکونی (۰/۰۷۷۷)، بحران حریق در کاربری آموزشی (۰/۱۰۸۵)، بحران حریق در کاربری بهداشتی و درمانی (۰/۰۸۶۸)، بحران حریق در کاربری خدماتی (۰/۱۱۱۱)، بحران حریق در کاربری تجاری (۰/۰۶۵۷)، بحران حریق در کاربری صنعتی (۰/۱۶۸۵)، بحران حریق در کاربری انبار (۰/۱۵۰۹)، بحران حریق در کاربری فضای سبز (۰/۰۶۱۱)، بحران حریق در وسایط نقلیه (۰/۰۶۶۳) و بحران حریق در کاربری معابر و گذرگاهها (۰/۱۰۳۴) به دست آمده است. وزن‌های به دست آمده از تکنیک مرک در تکنیک کوداس به کار گرفته شده‌اند. وزن‌های به دست آمده در ماتریس نرمال ضرب شده است و ماتریس نرمال وزنی در جدول ۲ حاصل شده است.

جدول ۲: ماتریس نرمال وزنی نماگرهای بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج در سال ۱۳۹۸

منطقه	مسکونی	آموزشی	بهداشتی و درمانی	خدماتی	تجاری	صنعتی
منطقه ۱	۰/۲۸۴/۰	۰/۵۴۳/۰	۰/۰۸۶۸/۰	۰/۵۵۵/۰	۰/۱۵۵/۰	۱/۶۸۵/۰
منطقه ۲	۰/۰۴۵۹	۰/۰۵۴۳	۰/۰۸۶۸	۰/۰۲۷۸	۰/۰۱۵۵	۰/۰۵۶۲
منطقه ۳	۰/۰۲۳۰	۰/۱۰۸۵	۰/۰۴۳۴	۰/۰۱۵۹	۰/۰۰۸۰	۰/۱۶۸۵
منطقه ۴	۰/۰۳۸۱	۰/۱۰۸۵	۰/۰۲۸۹	۰/۰۲۲۲	۰/۰۲۰۲	۰/۰۵۶۲
منطقه ۵	۰/۰۱۹۲	۰/۰۲۱۷	۰/۰۸۶۸	۰/۰۰۹۳	۰/۰۱۰۵	۰/۱۶۸۵
منطقه ۶	۰/۰۱۴۵	۰/۰۱۸۱	۰/۰۴۳۴	۰/۰۱۸۵	۰/۰۱۳۸	۰/۰۵۶۲
منطقه ۷	۰/۰۲۶۲	۰/۱۰۸۵	۰/۰۸۶۸	۰/۰۲۲۲	۰/۰۰۹۱	۰/۰۸۴۳
منطقه ۸	۰/۰۵۹۴	۰/۰۵۴۳	۰/۰۸۶۸	۰/۰۵۵۵	۰/۰۲۱۹	۰/۱۶۸۵
منطقه ۹	۰/۰۳۸۸	۰/۰۵۴۳	۰/۰۴۳۴	۰/۰۲۷۸	۰/۰۱۲۵	۰/۰۸۴۳
منطقه ۱۰	۰/۰۲۳۰	۰/۰۳۶۲	۰/۰۸۶۸	۰/۰۱۸۵	۰/۰۱۱۰	۰/۰۱۸۷
منطقه ۱۱	۰/۰۷۷۷	۰/۰۵۴۳	۰/۰۸۶۸	۰/۰۳۷۰	۰/۰۶۵۷	۰/۱۶۸۵
منطقه ۱۲	۰/۰۳۶۱	۰/۰۵۴۳	۰/۰۸۶۸	۰/۱۱۱۱	۰/۰۲۱۹	۰/۱۶۸۵
منطقه	انبار و بارانداز	فضای سبز	وسایط نقلیه	معابر و گذرگاهها	فاصله اقلیدسی	فاصله منتهن
منطقه ۱	۰/۰۱۷۸	۰/۰۲۳۹	۰/۰۲۷۹	۰/۰۴۲۴	۰/۱۷۵	۰/۳۵۸
منطقه ۲	۰/۰۴۳۱	۰/۰۱۶۱	۰/۰۳۴۲	۰/۰۲۶۳	۰/۰۹۲	۰/۲۴۳
منطقه ۳	۰/۰۵۰۳	۰/۰۶۱۱	۰/۰۳۴۲	۰/۰۳۹۹	۰/۱۸۷	۰/۳۹۰
منطقه ۴	۰/۱۵۰۹	۰/۰۲۵۰	۰/۰۵۰۵	۰/۰۳۳۳	۰/۱۷۲	۰/۳۷۱
منطقه ۵	۰/۱۰۰۶	۰/۰۳۱۸	۰/۰۱۷۷	۰/۰۱۴۰	۰/۱۸۲	۰/۳۱۷
منطقه ۶	۰/۰۷۵۵	۰/۰۳۱۲	۰/۰۲۳۶	۰/۰۳۴۵	۰/۰۷۶	۰/۱۶۶
منطقه ۷	۰/۰۷۵۵	۰/۰۲۷۸	۰/۰۲۷۲	۰/۰۶۷۲	۰/۱۵۰	۰/۳۷۲
منطقه ۸	۰/۰۶۰۴	۰/۰۳۰۶	۰/۰۵۹۰	۰/۰۸۰۶	۰/۱۹۹	۰/۵۱۴
منطقه ۹	۰/۱۵۰۹	۰/۰۴۴۹	۰/۰۳۷۹	۰/۰۴۳۸	۰/۱۶۳	۰/۳۷۶
منطقه ۱۰	۰/۱۰۰۶	۰/۰۲۸۸	۰/۰۲۷۹	۰/۰۱۸۲	۰/۱۰۵	۰/۲۰۷
منطقه ۱۱	۰/۱۰۰۶	۰/۰۲۶۸	۰/۰۶۶۳	۰/۱۰۳۴	۰/۲۲۹	۰/۶۲۴
منطقه ۱۲	۰/۰۷۵۵	۰/۰۱۸۹	۰/۰۴۲۵	۰/۰۵۲۴	۰/۲۰۹	۰/۵۰۵

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

مقادیر فاصله اقلیدسی (Ei) و فاصله منهتن (Ti) نماگرهای مربوط به بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج در سال ۱۳۹۸ محاسبه شده است. بیشترین مقدار فاصله اقلیدسی به منطقه ۱۱ (۰/۲۲۹) و کمترین مقدار فاصله اقلیدسی به منطقه ۶ (۰/۰۷۶) تعلق داشته است (جدول ۲ و نمودار شکل ۳).



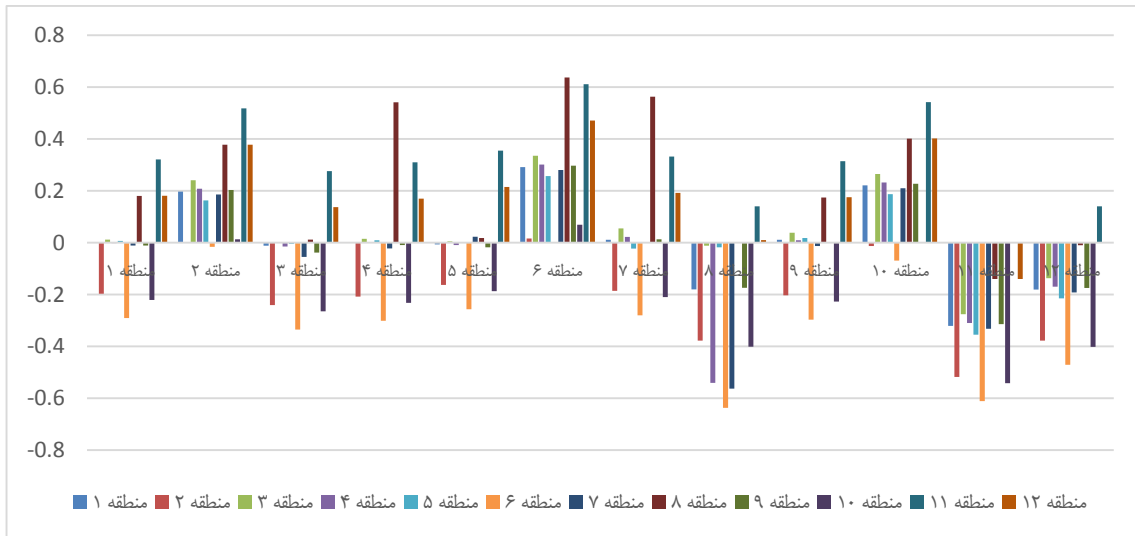
شکل ۳: مقادیر (Ei) و (Ti) نماگرهای بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج در سال ۱۳۹۸
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

فاصله منهتن (Ti) نماگرهای مربوط به بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج در سال ۱۳۹۸ محاسبه شده است. این مقدار برای منطقه ۱ (۰/۳۵۸)، منطقه ۲ (۰/۲۴۳)، منطقه ۳ (۰/۳۹۰)، منطقه ۴ (۰/۳۷۱)، منطقه ۵ (۰/۳۱۷)، منطقه ۶ (۰/۱۶۶)، منطقه ۷ (۰/۳۷۲)، منطقه ۸ (۰/۵۱۴)، منطقه ۹ (۰/۳۷۶)، منطقه ۱۰ (۰/۲۰۷)، منطقه ۱۱ (۰/۶۲۴) و منطقه ۱۲ (۰/۵۰۵) به دست آمده است. بیشترین مقدار فاصله منهتن به منطقه ۱۱ (۰/۶۲۴) و کمترین مقدار فاصله منهتن به منطقه ۶ (۰/۱۶۶) اختصاص دارد. ماتریس ارزیابی نسبی نماگرهای مورد بررسی در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: ماتریس ارزیابی نسبی نماگرهای بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج در سال ۱۳۹۸

منطقه	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	منطقه ۱۱	منطقه ۱۲
منطقه ۱	۰	۰/۱۹۷	-۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۷	۰/۲۹۱	۰/۰۱۱	-۰/۱۸۰	۰/۰۱۱	۰/۲۲۱	-۰/۳۲۱	-۰/۱۸۱
منطقه ۲	-۰/۱۹۷	۰	-۰/۲۴۱	-۰/۲۰۸	-۰/۱۶۳	۰/۰۱۶	-۰/۱۸۶	-۰/۳۷۸	-۰/۲۰۳	-۰/۰۱۳	-۰/۵۱۸	-۰/۳۷۸
منطقه ۳	۰/۰۱۲	۰/۲۴۱	۰	۰/۰۱۵	۰/۰۰۵	۰/۳۳۵	۰/۰۵۵	-۰/۰۱۲	۰/۰۳۸	۰/۲۶۵	-۰/۲۷۶	-۰/۱۳۷
منطقه ۴	-۰/۰۰۲	-۰/۲۰۸	-۰/۰۱۵	۰	-۰/۰۰۹	۰/۳۰۱	۰/۰۲۲	-۰/۵۴۱	۰/۰۰۹	۰/۲۳۲	-۰/۳۱۰	-۰/۱۷۰
منطقه ۵	۰/۰۰۷	۰/۱۶۳	-۰/۰۰۵	۰	۰/۰۰۹	۰/۲۵۷	-۰/۰۲۳	-۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۱۸۷	-۰/۳۵۵	-۰/۲۱۵
منطقه ۶	-۰/۲۹۱	-۰/۰۱۶	-۰/۳۳۵	-۰/۳۰۱	-۰/۲۵۷	۰	-۰/۲۸۰	-۰/۶۳۷	-۰/۲۹۷	-۰/۰۶۹	-۰/۶۱۱	-۰/۴۷۱
منطقه ۷	۰/۰۱۱	۰/۱۸۶	-۰/۰۵۵	-۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۰/۲۸	۰	-۰/۵۶۳	-۰/۰۱۳	۰/۲۱۰	-۰/۳۳۲	-۰/۱۹۲
منطقه ۸	۰/۱۸	۰/۳۷۸	۰/۰۱۲	۰/۵۴۱	۰/۰۱۸	۰/۶۳۷	۰/۵۶۳	۰	۰/۱۷۴	۰/۴۰۱	-۰/۱۴۰	-۰/۱۰
منطقه ۹	-۰/۰۱۱	-۰/۲۰۳	-۰/۰۳۸	-۰/۰۰۹	-۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	-۰/۱۷۴	۰	۰	۰/۲۲۷	-۰/۳۱۴	-۰/۱۷۵
منطقه ۱۰	-۰/۲۲۱	-۰/۲۶۵	-۰/۲۶۵	-۰/۱۸۷	-۰/۲۳۲	۰/۰۶۹	-۰/۲۱	-۰/۴۰۱	-۰/۲۲۷	۰	-۰/۵۴۲	-۰/۴۰۲
منطقه ۱۱	-۰/۳۲۱	۰/۵۱۸	۰/۲۷۶	۰/۳۱	۰/۳۵۵	۰/۶۱۱	۰/۳۳۲	۰/۱۴	۰/۳۱۴	۰/۵۴۲	۰	۰/۱۴۰
منطقه ۱۲	-۰/۱۸۱	۰/۳۷۸	۰/۱۳۷	۰/۱۷	۰/۲۱۵	۰/۴۷۱	۰/۱۹۲	۰/۱	۰/۱۷۵	۰/۴۰۲	-۰/۱۴	۰

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)



شکل ۴: ماتریس ارزیابی نسبی نماگرهای بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج در سال ۱۳۹۸
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

ماتریس ارزیابی نسبی با استفاده از رابطه $(\varphi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k)) + (E_i - E_k) = h_{ik}$ محاسبه شده است که در این رابطه Ψ نشان دهنده یک تابع آستانه برای تشخیص برابری فاصله اقلیدسی دو گزینه است. ماتریس ارزیابی نسبی در جدول ۳ و نمودار شکل ۴ نشان داده شده است و در این مرحله مقادیر (E_i) و (T_i) نماگرهای مربوط به بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج برای هر کدام از مناطق شهری دو به دو با هم مقایسه شده‌اند. با جمع مقادیر h_{ik} گزینه‌ها در تکنیک کوداس می‌توان به رتبه‌بندی آنها مبادرت نمود و هرچقدر مقدار h_{ik} بیشتر باشد، گزینه رتبه بهتری را به دست می‌آورد. در جدول ۴ امتیاز نهایی مناطق ۱۲ گانه کلانشهر کرج از حیث میزان بحران حریق در کاربری‌های شهری نشان داده شده است.

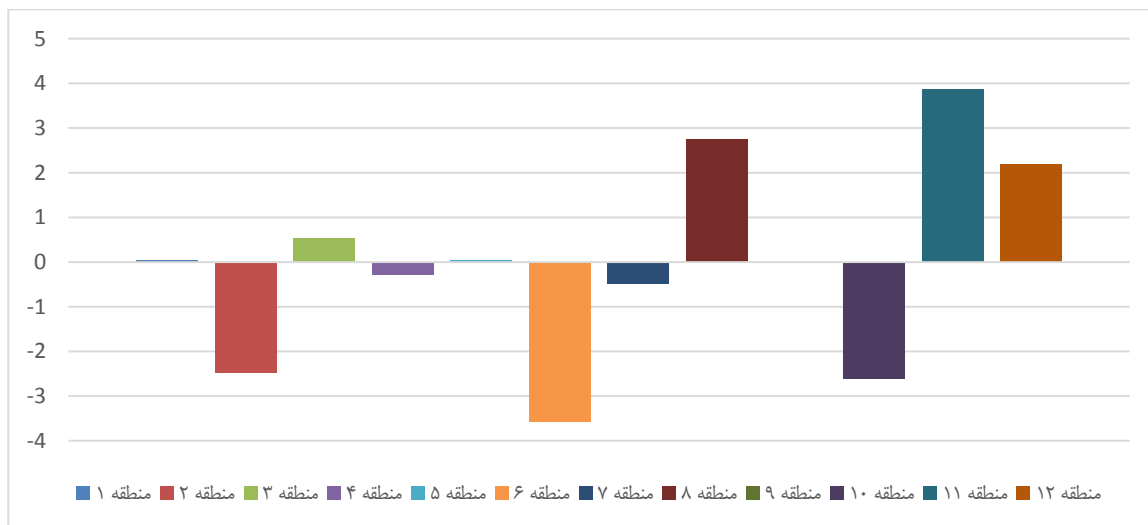
جدول ۴: محاسبه امتیاز نهایی نماگرهای بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج

رتبه	امتیاز (h_{ik})	منطقه
۵	۰/۳۲/۰	منطقه ۱
۱۰	۴۶۹/-۲	منطقه ۲
۴	۵۴۲/۰	منطقه ۳
۸	۲۷۴/-۰	منطقه ۴
۶	۰/۲۷/۰	منطقه ۵
۱۲	۵۶۶/-۳	منطقه ۶
۹	۴۸۸/-۰	منطقه ۷
۲	۷۵۵/۲	منطقه ۸
۷	۰/۰۱/۰	منطقه ۹
۱۱	۶۰۵/-۲	منطقه ۱۰
۱	۸۵۹/۳	منطقه ۱۱
۳	۱۹۱/۲	منطقه ۱۲

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

مقدار امتیاز نهایی h_{ik} نماگرهای مربوط به بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج برای منطقه ۱ (۰/۰۳۲)، منطقه ۲ (۲/۴۶۹-)، منطقه ۳ (۰/۵۴۲)، منطقه ۴ (۰/۲۷۴-)، منطقه ۵ (۰/۰۲۷)، منطقه ۶ (۳/۵۶۶-)، منطقه ۷

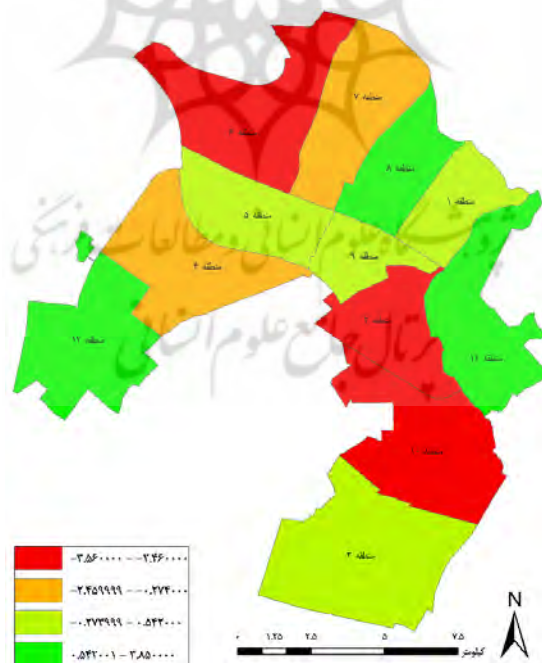
(۰/۴۸۸)، منطقه ۸ (۲/۷۵۵)، منطقه ۹ (۰/۰۰۱)، منطقه ۱۰ (-۲/۶۰۵)، منطقه ۱۱ (۳/۸۵۹) و منطقه ۱۲ (۲/۱۹۱) حاصل شده است.



شکل ۵: نمودار امتیاز نهایی نماگرهای مرتبط به بحران حریق در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که منطقه ۱۱ کلانشهر کرج با امتیاز (۳/۸۵۹) بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است و این منطقه در وضعیت سبز قرار گرفته است و تعداد حریق‌های به وجود آمده در کاربری‌های شهری این منطقه محدود بوده است.

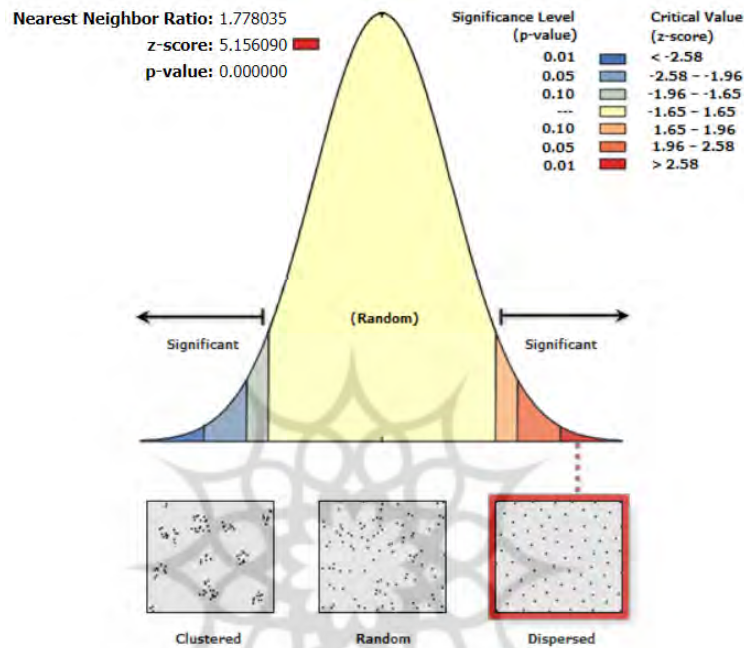


شکل ۶: امتیاز نهایی بحران حریق در کاربری‌های شهری در مناطق کلانشهر کرج

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

همچنان که جدول ۴، نمودار شکل ۵ و شکل ۶ نشان می‌دهند، بعد از منطقه ۱۱ می‌توان به وضعیت مطلوب منطقه ۸ اشاره کرد و این منطقه امتیاز (۲/۷۵۵) را کسب کرده است. امتیاز (۲/۱۹۱) منطقه ۱۲ کلانشهر کرج نیز قابل توجه

بوده است. منطقه ۳ کلانشهر کرج با کسب امتیاز (۰/۵۴۲)، منطقه ۱ با کسب امتیاز (۰/۰۳۲) منطقه ۵ با کسب امتیاز (۰/۰۲۷) و منطقه ۹ با کسب امتیاز (۰/۰۰۱) امتیازات قابل قبولی را کسب کردند. در تکنیک کوداس منطقه ۶ کلانشهر کرج با کسب امتیاز (-۳/۵۶۶)، منطقه ۱۰ با کسب امتیاز (-۲/۶۰۵)، منطقه ۲ با کسب امتیاز (-۲/۴۶۹)، منطقه ۷ با کسب امتیاز (-۰/۴۸۸) و منطقه ۴ با کسب امتیاز (-۰/۲۷۴) کمترین امتیازات را به خود اختصاص دادند. بیشترین بحران حریق و آتش‌سوزی در کاربری‌های شهری کلانشهر کرج متعلق به منطقه ۶ این کلانشهر بوده است. تعداد حریق‌های به وجود آمده در کاربری‌های شهری مناطق ۶، ۱۰، ۲، ۷ و ۴ زیاد بوده است و این مناطق در حالت قرمز قرار دارند.



شکل ۷: میانگین نزدیک‌ترین همسایگی بحران حریق در کاربری‌های شهری در مناطق کلانشهر کرج

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱)

میانگین نزدیک‌ترین همسایگی بحران حریق در کاربری‌های شهری در مناطق ۱۲ گانه کلانشهر کرج ۱/۷۷۸۰۳۵ و میزان Z Score عدد ۵/۱۵۶۰۹۰ و میزان PValue مقدار ۰/۰۰۰۰۰۰ به دست آمده است. براساس میانگین نزدیک‌ترین همسایگی امتیاز بحران حریق در کاربری‌های شهری در مناطق ۱۲ گانه کلانشهر کرج به صورت پراکنده بوده است. تحلیل بحران حریق در کاربری‌های صنعتی در شهر کرج نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌های صنعتی در منطقه ۱۰ این شهر رخ داده است. تقریباً ۳۲/۱۴ درصد حریق‌های صنعتی در این منطقه رخ داده است. ۱۰/۷۱ درصد حریق‌های صنعتی به صورت جداگانه در مناطق ۲، ۴ و ۶ شکل گرفته است. ۶۴/۲۸ درصد حریق‌های صنعتی رخ داده در کلانشهر کرج متعلق به مناطق ۱۰، ۲، ۴ و ۶ بوده است. نتایج تحلیل بحران حریق در کاربری‌های صنعتی در شهر کرج جواب سؤال اول پژوهش را که بیشترین حریق‌های به وجود آمده در کاربری‌های صنعتی در کدام منطقه شهر کرج شکل گرفته است؟ را مشخص می‌کند. تحلیل بحران حریق در کاربری‌های فضای سبز شهر کرج نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌های به وجود آمده در کاربری فضای سبز شهری در منطقه ۲ اتفاق افتاده است. تقریباً ۱۴/۱۳ درصد حریق‌های کاربری فضای سبز شهری در این منطقه رخ داده است. ۱۲/۰۵ درصد حریق‌های فضای سبز شهری در منطقه ۱۲ به وجود آمده است. ۲۶/۱۹ درصد حریق‌های مربوط به فضای سبز در مناطق ۲ و ۱۲ این شهر بوده است. نتایج تحلیل بحران حریق در کاربری‌های فضای سبز شهر کرج جواب سؤال دوم پژوهش را که بیشترین حریق‌های کاربری‌های فضای سبز شهری در کدام منطقه شهر کرج رخ داده است را مشخص می‌کند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بحران حریق در کاربری‌های مسکونی شهر کرج نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌های مسکونی در منطقه ۶ اتفاق افتاده و تقریباً ۱۶/۸۶ درصد حریق‌های مسکونی در این منطقه شکل گرفته است. بعد از منطقه ۶ می‌توان به منطقه ۵ اشاره کرد که ۱۲/۶ درصد حریق‌های مسکونی در این منطقه به وجود آمده است. ۵۰ درصد حریق‌های مسکونی رخ داده در شهر کرج متعلق به مناطق ۶، ۵، ۳ و ۱۰ بوده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌های مربوط به کاربری آموزشی در منطقه ۶ اتفاق افتاده است. ۲۰/۶۸ درصد حریق‌های آموزشی در این منطقه رخ داده است. ۱۷/۲۴ درصد حریق‌های آموزشی در منطقه ۵ به وجود آمده است. ۱۰/۳۴ درصد حریق‌های آموزشی در منطقه ۱۰ رخ داده است. ۴۸/۲۷ درصد حریق‌های آموزشی رخ داده در شهر کرج متعلق به مناطق ۶، ۵ و ۱۰ بوده است. تحلیل بحران حریق در کاربری‌های بهداشتی و درمانی کلانشهر کرج نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌های بهداشتی و درمانی در منطقه ۴ اتفاق افتاده است. تقریباً ۱۷/۶۴ درصد حریق‌های بهداشتی و درمانی در این منطقه رخ داده است. ۵۲/۹۴ درصد حریق‌های بهداشتی و درمانی رخ داده در کلانشهر کرج متعلق به مناطق ۴، ۳، ۶ و ۹ بوده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌های مربوط به کاربری‌های خدماتی در منطقه ۵ رخ داده است. ۲۱/۰۵ درصد حریق در کاربری‌های خدماتی در این منطقه به وجود آمده است. تحلیل بحران حریق در کاربری‌های تجاری شهر کرج نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌ها در منطقه ۳ اتفاق افتاده است. ۱۴/۶ درصد حریق در کاربری‌های تجاری در این منطقه رخ داده است. بیشترین حریق‌های صنعتی در منطقه ۱۰ این شهر رخ داده است. تقریباً ۳۲/۱۴ درصد حریق‌های صنعتی در این منطقه رخ داده است. ۶۴/۲۸ درصد حریق‌های صنعتی رخ داده در کلانشهر کرج متعلق به مناطق ۱۰، ۲، ۴ و ۶ بوده است. تحلیل بحران حریق در کاربری انبار در شهر کرج نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌ها در منطقه ۱ شهر رخ داده است. تقریباً ۲۸/۳۳ درصد حریق‌ها در این منطقه اتفاق افتاده است. از ۶۰ حادثه حریق و آتش‌سوزی در شهر کرج ۱۷ مورد آن در منطقه ۱ به وجود آمده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌های کاربری فضای سبز شهری در منطقه ۲ اتفاق افتاده است. تقریباً ۱۴/۱۳ درصد حریق‌های کاربری فضای سبز در این منطقه رخ داده است. ۱۲/۰۵ درصد حریق‌های فضای سبز شهری در منطقه ۱۲ به وجود آمده است. ۲۶/۱۹ درصد حریق‌های مربوط به فضای سبز شهری در مناطق ۲ و ۱۲ این شهر بوده است. تحلیل بحران حریق در وسایط نقلیه نشان می‌دهد که بیشترین حریق‌های به وجود آمده در منطقه ۵ اتفاق افتاده است. ۱۴/۱۳ درصد حریق‌های مربوط به وسایط نقلیه در این منطقه به وجود آمده است. بیشترین حریق‌های به وجود آمده در معابر و گذرگاه‌ها در منطقه ۵ اتفاق افتاده است و ۲۰/۲۹ درصد حریق‌های مربوط به معابر و گذرگاه‌ها به تنهایی در این منطقه از شهر به وجود آمده است. نتایج تحلیل ناگرهای مربوط به بحران حریق در کاربری‌های شهری نشان می‌دهد که منطقه ۱۱ کلانشهر کرج با امتیاز (۳/۸۵۹) بیشترین امتیاز را دارد و این منطقه در وضعیت سبز قرار گرفته است و تعداد حریق‌های به وجود آمده در کاربری‌های شهری این منطقه محدود بوده است. بیشترین بحران حریق در کاربری‌های شهری شهر کرج متعلق به منطقه ۶ این کلانشهر بوده است. تعداد حریق‌های به وجود آمده در کاربری‌های شهری مناطق ۶، ۱۰، ۲، ۷ و ۴ زیاد بوده است و این مناطق در حالت قرمز قرار گرفته‌اند. بیشترین حریق‌های مربوط به کاربری مسکونی و آموزشی در منطقه ۶، بیشترین حریق‌های بهداشتی و درمانی در منطقه ۴ و بیشترین حریق‌های خدماتی در منطقه ۵ شکل گرفته است، لازم است متولیان شهر توجه ویژه‌ای به این مناطق داشته باشند. بیشترین حریق‌های مربوط به کاربری‌های تجاری شهر کرج در منطقه ۳، بیشترین حریق‌های صنعتی در منطقه ۱۰، بیشترین حریق‌های کاربری فضای سبز شهری در منطقه ۲ و بیشترین حریق‌های به وجود آمده در معابر و گذرگاه‌ها در منطقه ۵ رخ داده است و ضروری است مدیران شهری توجه ویژه‌ای به این مناطق داشته باشند. بیشترین آتش‌سوزی‌های شکل گرفته در شهر کرج و به ویژه در مناطق ذکر شده در کاربری‌های مسکونی رخ داده است. عوامل متعددی در این زمینه نقش دارند؛ ولی دلیل اصلی وقوع این مخاطره به خاطر عدم رعایت اصولی ساخت و ساز و استانداردهای سازه است که اگر به‌طور صحیح رعایت شود، شهروندان در دام حریق و حوادث بعد از آن نخواهند افتاد.

سپاسگزاری

از همه کسانی که در این تحقیق ما را یاری کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

پی‌نوشت

- 1- Merez technique
- 2- Codas technique
- 3- Euclidean distance
- 4- Taxicab distances

منابع

- اکبری، م.، ۱۴۰۰. به کارگیری تکنیک کوداس به منظور سنجش زیرساخت‌های شهری در کلانشهرهای ایران، تحقیقات جغرافیایی، ۳۶(۳)، ۲۴۳-۲۵۲. https://georesearch.ir/browse.php?mag_id=38&slc_lang=fa&sid=1
- شماعی، ع.، قاسمی کفرودی، س. و مرادی، ث.، ۱۳۹۵. تحلیل فضایی کالبدی توسعه شهر کرج با تأکید بر شاخص‌های رشد هوشمند شهری، جغرافیا و مطالعات محیطی، ۵(۱۷)، ۳۳-۵۲. http://ges.iaun.ac.ir/article_598497.html
- شیخ کاظم برزگری، م. و معظم، ا.، ۱۳۹۲. مطالعه آسیب‌پذیری محیط‌های شهری در مقابل حریق مبتنی بر رویکرد شهر تاب آور، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران‌های طبیعی، تهران، ۱-۱۳. <https://en.civilica.com/doc/252316/>
- کرم، ا. و محمدی، اعظم.، ۱۳۸۸. ارزیابی و پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی بر پایه فاکتورهای طبیعی و روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی، جغرافیای طبیعی، ۱(۴)، ۵۹-۷۴. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=123570>
- معاونت مالی و اقتصادی شهرداری کرج، ۱۳۹۸. آمارنامه شهرداری کرج، کرج، ۱۵۸. <https://www.sabteahval.ir/alborz/default.aspx?tabid=34249>
- Al-Khashali, J.S. and Al-Qutob, M.A., 2007. Effectiveness of management information systems and their impact on crisis management: Field study on Jordanian industrial companies. *Jordanian Business Administration Journal*, 3(1), 24-45. <https://journals.ju.edu.jo/JJBA/article/download/1349/1340>
- Al Thani, F.B.H. and Obeidat, A.M., 2020. The impact of strategic leadership on crisis management, *International Journal of Asian Social Science*, 10(6), 307-326. <https://doi.org/10.18488/journal.1.2020.106.307.326>
- Bukhoriev, S.M., 2018. Some aspects of organizing strategic management accounting in crisis management. *Accounting Analysis Auditing*, 5(4), 40-45. <https://doi.org/10.26794/2408-9303-2018-5-4-40-45>
- Cantizano, A., Caro, R., Fernández, M. and Ayala, P., 2022. Human Factors in the Model of Urban Fire Spread in Madrid (Spain) Focused on the Poor Population. *Sustainability*, 14(8), 1-13. <https://doi.org/10.3390/su14084486>
- Han, B., Hu, M., Zheng, J. and Tang, T., 2021. Site Selection of Fire Stations in Large Cities Based on Actual Spatiotemporal Demands: A Case Study of Nanjing City. *International Journal of Geo-Information*, 10(8), 1-20. <https://doi.org/10.3390/ijgi10080542>
- Hazaa, Y.M.H., Almaqtari, F.A., Alswidi, A. and Tan, A.w.k., 2021. Factors Influencing Crisis Management: A systematic review and synthesis for future research. *Cogent Business & Management*, 8(1), 1-45. <https://doi.org/10.1080/23311975.2021.1878979>
- Joshi, N., Wende, W. and Tiwari, P.C., 2022. Urban Planning as an Instrument for Disaster Risk Reduction in the Uttarakhand Himalayas, *Mountain Research and Development*, 42(2), D13-D21. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-21-00048.1>
- Joshi, N., 2021. Adopting a governance lens to address urban risks in the Uttarakhand Himalayas: The case of Almora, India, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 54, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102044>
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E.K., Turskis, Z. and Antucheviciene, J., 2016. A New Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) Method for Multi-Criteria Decision-Making. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 3(50), 25-44.

- <https://www.researchgate.net/publication/308697546>
- Keshavarz Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E.K., Turskis, Z. and Antucheviciene, J., 2021. Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREK). *Symmetry*, 13(4), 1-20. <https://doi.org/10.3390/sym13040525>.
- Li, S., Tao, G. and Zhang, L., 2018. Fire Risk Assessment of High-rise Buildings Based on Gray-FAHP Mathematical Model. *Procedia Engineering*, 211, 395-402. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.12.028>.
- Liu, Z.G., Li, X.Y. and Jomaas, G., 2022. Effects of governmental data governance on urban fire risk: A city-wide analysis in China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 78, 103-138. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103138>.
- Mao, K., Chen, Y., Wu, G., Huang, J., Yang, W. and Zelong, X., 2020. Measuring Spatial Accessibility of Urban Fire Services Using Historical Fire Incidents in Nanjing, China. *International Journal of Geo-Information*, 9(10), 1-17. <https://doi.org/10.3390/ijgi9100585>.
- Masoumi, Z., Genderen, J.V.L. and Maleki, J., 2019. Fire Risk Assessment in Dense Urban Areas Using Information Fusion Techniques. *International Journal of Geo-Information*, 8(12), 1-20. <https://doi.org/10.3390/ijgi8120579>.
- Marchi, M., Chianucci, F., Ferrara, C., Pontuale, G., Pontuale, E., Mavrakis, A., Morrow, N., Rossi, F. and Salvati, L., 2021. Sustainable Land-Use, Wildfires, and Evolving Local Contexts in a Mediterranean Country, 2000-2015. *Sustainability*, 10(11), 1-13. <https://doi.org/10.3390/su10113911>.
- Oliver-Smith, A., Alcántara-Ayala, I., Burton, I. and Lavell, A., 2017. The social construction of disaster risk: Seeking root causes. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22, 469-474. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.10.006>.
- Omar, M., Mahmoud, A. and Abdul Aziz, S., 2023. Fire Safety Index for High-Rise Buildings in the Emirate of Sharjah, UAE. *Fire*, 6(2), 1-16. <https://doi.org/10.3390/fire6020051>.
- Zhang, X., Yao, J., Sila Nowicka, K. and Jin, Y., 2020. Urban Fire Dynamics and Its Association with Urban Growth: Evidence from Nanjing, China. *International Journal of Geo-Information*, 9(4), 1-19. <https://doi.org/10.3390/ijgi9040218>.
- Zhao, H., Yu, Z. and Zhu, J., 2023. A Real-Time Pre-Response Experiment System for High-Rise Building Fires Based on the Internet of Things. *Fire*, 6(7), 1-23. <https://doi.org/10.3390/fire6070271>.
- Zimmermann, M. and Keiler, M., 2015. International frameworks for disaster riskreduction: Useful Guidance for sustainable mountain development?. *Mountain Research and Development*, 35(2), 195-202. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-15-00006.1>.