



Evaluation of Spatial Distribution and Access Level of Fire Stations in Neyshabur using Network Analysis in GIS

Hadi Soleimani Moghadam^{1✉} | Majid Shajiei² | Mahasti Taj Bakhsh³

1. Corresponding Author, Department of Urban and Rural Planning, Faculty of Geography and Environmental Science, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. h.soleymani@hsu.ac.ir
2. Department of Urban and Rural Planning, Faculty of Geography and Environmental Science, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. Majidshajiei1379@gmail.com
3. Department of Urban and Rural Planning, Faculty of Geography and Environmental Science, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. Mtajibakhsh79@gmail.com

Article Information

Research Paper

Vol:	15
No:	57
P:	85-100
Received:	2024-01-15
Revised:	2024-05-19
Accepted:	2024-05-25
Published:	2024-11-01

Keywords:

- Evaluation
- Spatial distribution
- Fire station
- Network analysis
- Geographic information system (GIS)

Cite this Article:

Soleimani Moghadam, Hadi., Shajiei, Majid & Taj Bakhsh, Mahasti. (2024). Evaluation of Spatial Distribution and Access Level of Fire Stations in Neyshabur using Network Analysis in GIS. *Journal of Arid Regions Geographic Studies* 15(57): 85-100.
doi: 10.22034/jargs.2024.435907.1084

Publisher: Hakim Sabzevari University

© The Author(s)



10.22034/jargs.2024.435907.1084

Abstract

Aim: Considering the critical importance of the response time of fire stations in reaching the incident scene and the necessity of examining the spatial distribution of these centers to identify areas lacking standard coverage, the main objective is to determine the spatial-temporal distribution of fire stations in Neyshabur and to designate uncovered areas so that the areas requiring the construction of these centers can be identified as a result.

Materials & Methods: The method is descriptive-analytical, and data collection was done through library and field sources. The data used in this study includes road data, fire stations, and the boundary of Neyshabur. Subsequently, the spatial-temporal distribution of fire stations along the roads was analyzed using the Network Analysis Extension in ArcGIS 10.8 software.

Finding:: Research results indicate that the spatial-temporal distribution of fire stations in Neyshabur shows that reaching the incident location within the standard time (4 minutes) is only satisfactory in the city center. However, the western, northern, northwestern, southern, and southwestern outskirts of the city, covered by these centers, are not within the standard time range.

Conclusion: Approximately 25 square kilometers of the city's outskirts are within the inaccessible range of fire stations, while 14 square kilometers from the city center are within the accessible range. Therefore, the priority of constructing new fire stations on the outskirts of the city is well highlighted. It can be concluded that following the horizontal expansion of the city, establishing essential land-uses is of great importance.

Innovation: Spatial distribution analysis of fire stations using a Geographic Information System and assessing the accessibility level to the incident site considering constraints. The findings can assist urban managers in the study area in identifying and establishing more numerous and logical fire stations.

Extended Abstract

1. Introduction

Urban land-use planning is the spatial organization of urban activities and the science of dividing time and space for the uses and needs of life. Service uses are considered an important part of the city, each of which fulfills different needs of citizens in order to have a good life. Fire stations are among the essential safety services in the city. The most critical problems in the direction of fire service are the inappropriate distribution and limited functional radius of the existing stations. Due to the ever-increasing growth of cities, increasing population, and densification of the urban texture, it is necessary that essential uses such as fire fighting are properly located so that they can meet the needs well and quickly. Therefore, the main problem of the current research is investigating the spatial distribution of fire stations in Neyshabur city and improving their accessibility to urban areas.

2. Materials and methods

This research is descriptive-analytical in terms of type, and the data collection method is library and field. The data used in this research are inner city roads along with restrictions, fire stations, and the border of the urban area. In order to prepare data, Map Source v.6.14 software, Global Mapper 24.1, and Open Street Map system were used. Also, in order to process the data and check the spatial-temporal distribution of the fire stations, the Arc Gis 10.8 software was used using the Network Analyst plugin. The time criterion considered for the investigation of the distribution of the level of fire service in the urban network, based on the standard of time to reach the place of the accident, is 4 minutes.

3. Discussion and results

In the study of spatial-temporal distribution of fire stations in Neyshabur based on the standard of 4 minutes in reaching the place of the accident using a geographic information system and network analysis plugin, and taking into account the speed limit of emergency vehicles in various inner city passages; the findings indicate the lack of fire stations in the city. Due to the rapid expansion of urbanization and the increase in the urban population, as a result of the horizontal growth of the city, as well as the increase in the probability of various accidents such as fire, etc., rescuers need to arrive at the scene of the accident on time. Therefore, in the current research, unlike the previous studies, which were limited only to the study of spatial distribution, the main emphasis is on the study of spatial-temporal distribution at the level of the urban network. According to the time standard considered as the main criterion and the total area of the urban area, the fire stations of Neyshabur cover 35% of the area of the city in a standard way, and about 65% of the urban area is outside. The standard time frame is located. In other words, fire stations do not have access to 65% of the urban area in the defined time standard. The results show that along with the physical expansion of the city, urban growth, and development in the field of uses, especially safety use, is weak and needs more attention.

4. Conclusion

According to the standard performance criteria of the fire station after the accident, the research results show the lack of number and incorrect location of the existing fire stations in Neyshabur city. In the output obtained from the network analysis, according to the rescue vehicle's speed limit and the road network's complexity, only 35% of the urban roads around the fire stations are covered in the standard time frame, and the remaining 65% are outside the scope. It has become a standard time. According to the obtained conclusions, it is possible to plan the construction of new fire stations in the access gap areas.

The planned areas for the construction of new stations in Neyshabur city are as follows:

- Andisheh town, Sarab Kouskh and Dehnu Khalsa neighbourhoods (western area of the city)
- Firuzeh town, Jhanbazan and Basij town (northern area of the city)
- Koi Yaghma (northeast area of the city)
- Farhangian Street, Morteza Abad and Esteghlal St. (eastern part of the city)
- Khayyam's Tomb, Old City and Shohada Daneshamaz Street (southeast area of the city)
- Charadeh Masoum and Rahmat Abad streets (southern area of the city)

5. Acknowledgment & Funding


- The authors would like to thank all the respondents who participated in this research by completing the questionnaire.
- his article has not received financial support from any organization.

6. Conflict of Interest

The authors have declared no conflict of interest.



ارزیابی توزیع فضایی و سطح دسترسی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نیشابور با استفاده از تحلیل شبکه در GIS

هادی سلیمانی مقدم^۱ , مجید شجعی^۲، مهستی تاج‌بخش^۳

- ۱- نویسنده مسئول، گروه برنامه‌ریزی شهری و روستایی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
h.soleymani@hsu.ac.ir
- ۲- گروه برنامه‌ریزی شهری و روستایی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
Majidshajiei1379@gmail.com
- ۳- گروه برنامه‌ریزی شهری و روستایی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
[Mtajbakhsh79@gmail.com](mailto: Mtajbakhsh79@gmail.com)

چکیده:

هدف: با توجه به حیاتی بودن سرعت عملکرد مراکز آتش‌نشانی در رسیدن به محل حادثه و نیاز به بررسی توزیع فضایی این مراکز برای مشخص کردن مناطق دور از سطح پوشش استاندارد، هدف اصلی از مقاله حاضر، مشخص نمودن توزیع فضایی - زمانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نیشابور و تعیین مناطق خارج از سطح پوشش است تا در نتیجه مناطق نیازمند به ساخت این مراکز مشخص گردد.

روش و داده: روش تحقیق توصیفی - تحلیلی است و روش گردآوری داده‌ها به صورت کتابخانه‌ای و میدانی بوده است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق، داده راه‌ها، ایستگاه‌های آتش‌نشانی و محدوده شهر نیشابور است. سپس برای تحلیل توزیع فضایی - زمانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در مسیرها، از افزونه تحلیل شبکه در نرم‌افزار ArcGIS 10.8 استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان داد که توزیع فضایی - زمانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نیشابور، در زمان استاندارد (۴ دقیقه) رسیدن به محل وقوع حادثه، فقط در مرکز شهر مطلوب است؛ اما حاشیه غرب، شمال، شمال غربی، جنوب و جنوب غربی شهر، تحت پوشش این مراکز، در محدوده زمانی استاندارد نیستند.

نتیجه‌گیری: نتایج به دست آمده و تحلیل فضایی سطح شهر نیشابور، بیانگر این مطلب است که حدود ۲۵ کیلومترمربع از محدوده حاشیه شهر نیشابور، در محدوده عدم دسترسی مراکز آتش‌نشانی و ۱۴ کیلومترمربع از مرکز شهر، در محدوده دسترسی قرار دارند؛ بنابراین اولویت ساخت مراکز آتش‌نشانی جدید، در مناطق حاشیه شهر به خوبی نمایان است. بر اساس یافته‌های این تحقیق، می‌توان به این نتیجه رسید که به دنبال گسترش افقی شهر، تأسیس کاربری‌های ضروری بسیار حائز اهمیت است؛ بنابراین می‌توان با استفاده از روش‌های نوین چون سیستم اطلاعات جغرافیایی و ابزارها و افزونه‌های پرکاربرد آن، در زمینه بررسی و تجزیه و تحلیل کاربری‌های شهری، قدم برداشت.

نوآوری: بررسی توزیع فضایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی سطح دسترسی به محل حادثه با در نظر گرفتن محدودیت‌ها. همچنین نتایج این تحقیق، می‌تواند مدیران شهری را در منطقه مورد مطالعه، در شناسایی و تأسیس ایستگاه‌های آتش‌نشانی بیشتر و منطقی‌تر، کمک کند.

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

شماره:	۱۵
دوره:	۵۷
صفحه:	۸۵-۱۰۰
تاریخ دریافت:	۱۴۰۲/۱۰/۲۵
تاریخ ویرایش:	۱۴۰۳/۰۲/۳۰
تاریخ پذیرش:	۱۴۰۳/۰۳/۰۵
تاریخ انتشار:	۱۴۰۳/۰۸/۱۱

کلیدواژه‌ها:

- ارزیابی
- توزیع فضایی
- ایستگاه آتش‌نشانی
- تحلیل شبکه
- سیستم اطلاعات جغرافیایی

نحوه ارجاع به این مقاله:

سلیمانی مقدم، هادی، شجعی، مجید و تاج‌بخش، مهستی. (۱۴۰۳). ارزیابی توزیع فضایی و سطح دسترسی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نیشابور با استفاده از تحلیل شبکه در GIS. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۵(۵۷): ۸۵-۱۰۰.
doi: 10.22034/jargs.2024.435907.1084

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری



© نویسنده(گان).



10.22034/jargs.2024.435907.1084

۱- مقدمه

برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، ساماندهی مکانی و فضایی فعالیت‌ها و عملکردهای شهری بر اساس خواست‌ها و نیازهای جامعه بشری است؛ به عبارت دیگر، برنامه‌ریزی کاربری اراضی، علم تقسیم زمان و مکان برای کاربردها و مصارف مختلف زندگی است (Poormohammadi, 2017). اصطلاح و مفهوم کاربری زمین، ابتدا در غرب و به منظور نظارت دولت‌ها بر نحوه استفاده از زمین و حفظ حقوق مالکیت مطرح شد؛ ولی همراه با گسترش سریع شهرنشینی و رشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، ابعاد و محتوای این مفهوم روز به روز وسیع‌تر شده است (Ziyari, 2011). کاربری‌های خدماتی، طیف وسیعی از خدمات را شامل می‌شوند که هر یک نیاز خاصی از شهروندان را برای داشتن زندگی مطلوب در محیط مصنوع، برطرف می‌سازند؛ مانند خدمات ایمنی و حمل‌ونقل (Mohammadi and Pourqiyumi, 2013). مراکز آتش‌نشانی و خدمات ایمنی عهده‌دار تأمین ایمنی در مقابل آتش‌سوزی و حوادث هستند. در ایران اولین اقدام برای ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی در سال ۱۳۲۱ هجری شمسی در شهر تبریز با ایجاد یک واحد آتش‌نشانی انجام گرفت (Hosseinpour et al., 2019). مهم‌ترین مشکل در جهت خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی توزیع نامناسب ایستگاه‌ها و محدود بودن شعاع عملکردی ایستگاه‌های موجود است (Ziyari and Yazdanpanah, 2011). باتوجه به رشد روزافزون شهرها، افزایش جمعیت و متراکم شدن بافت شهری لازم است که کاربری‌های شهری اضطراری از قبیل آتش‌نشانی به طور بهینه تعیین موقعیت شوند تا به خوبی و به سرعت بتوانند پاسخگوی تقاضاها باشند. این مسئله از آن جهت حائز اهمیت است که این تسهیلات برای خدمات‌رسانی امدادی ایجاد می‌شوند پس باید به خوبی بتوانند تمام ناحیه تقاضا را پوشش دهند (tahmasbi and javan, 2016). جهت تخصیص درست امکانات شهری و استفاده‌ی درست از آن‌ها به‌خصوص در حین بحران، اولین نکته اساسی، انتخاب مکان بهینه با توجه به شرایط متفاوت و گاه متضاد است. این مسئله زمانی اهمیت می‌یابد که فاکتورهای بسیار مهمی مانند نجات جان انسان‌ها مدنظر قرار داده می‌شوند (Hassanzadeh and Kshetro Chekosari, 2022)؛ زیرا خطراتی چون آتش‌سوزی تهدیدی برای انسان‌ها، محیط انسان‌ساخت و طبیعی ایجاد کرده است که اغلب منجر به آسیب‌های جسمی و روانی، خسارات اقتصادی، آلودگی و مرگ می‌شود (Yunus et al., 2023). موجودیت شهرها عموماً با سرویس‌دهی و ارائه خدمات به ساکنان در محدوده قانونی و حریم شهرها آمیخته است و ایستگاه‌های آتش‌نشانی به عنوان مکان‌هایی برای استقرار و انتظار خودروهای آتش‌نشانی و نجات، از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی در شهرها هستند که بهره‌وری از سرمایه‌گذاری‌ها را افزایش می‌دهند (Heydari and Jodaki, 2020). توجه به ایمنی در کشورهای توسعه‌یافته یکی از اهداف مهم در طرح‌های توسعه شهری است ولی در ایران جایگاه خاصی به ایمنی اختصاص داده نشده و شاید تنها موارد مشخص تعیین نقاطی برای ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی و تعیین حریم‌ها ... است. بررسی و شناسایی مکان‌های استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی علاوه بر کاهش تلفات و خسارات کمک مؤثر به مقابله با آتش‌سوزی و تأمین ایمنی شهروندان می‌نماید. (roshan and fanni, 2016). یکی از روش‌های نوین جهت ارزیابی فضایی مراکز آتش‌نشانی، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ است که این مهم برای اولین بار در این مقاله برای منطقه مورد مطالعه در حال بررسی است.

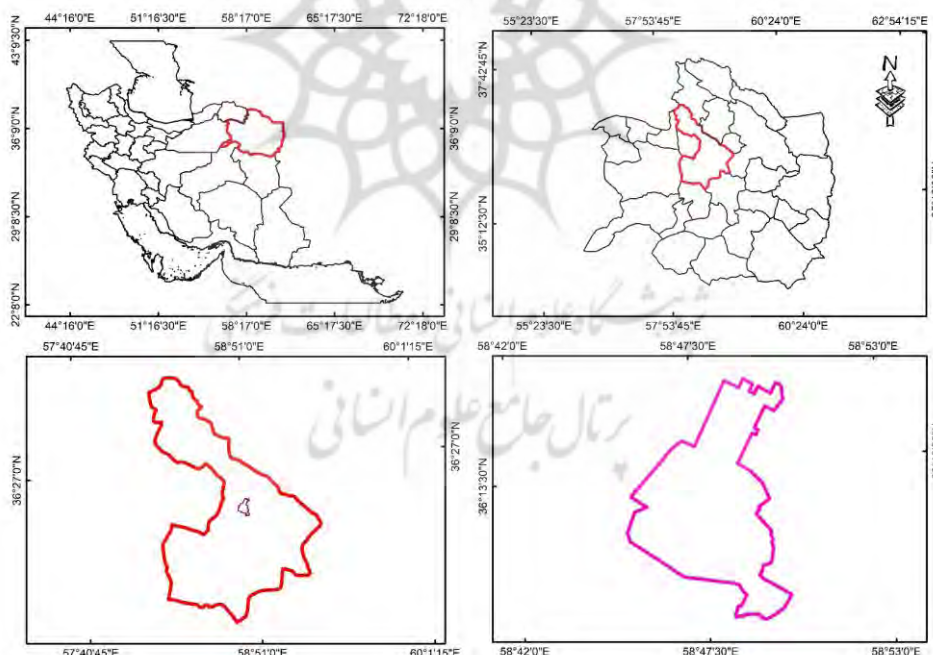
تحقیقات زیادی در زمینه ارزیابی توزیع فضایی مراکز آتش‌نشانی، در مقالات داخلی و خارجی صورت گرفته که از جمله آن‌ها می‌توان به این موارد اشاره کرد. فورکو و کوای بالارد با استفاده از GIS، در مورد یک سیستم واکنش سریع آتش‌نشانی تحقیق کردند و به این نتیجه رسیدند که در مناطقی که آتش‌سوزی شدید در نظر گرفته شده، تعداد شیر آتش‌نشانی با کمبود مواجه است (Forkuo and Quay-Ballard, 2013). علوی و همکاران، در تحقیقی به تحلیل فضایی عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی با رویکرد مدیریت بحران، با استفاده از مدل MCDM و تحلیل شبکه در منطقه ۶ تهران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که پراکنش فضایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای مدیریت بهینه بحران از وضعیت مناسبی برخوردار نیست و دو ایستگاه آتش‌نشانی در محدوده موردنظر پیش‌بینی شد (Alavi et al., 2013). صالحی و همکاران، به ارزیابی پراکنش ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از مدل‌سازی تحلیل شبکه، در کلان‌شهر تهران پرداختند (Salehi et al., 2018). ونه‌اوای یو و همکاران در پژوهشی، به تعیین محدوده خدمات ایستگاه‌های آتش‌نشانی با تجزیه و تحلیل خطر آتش‌سوزی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تحلیل شبکه می‌تواند در تعیین حدود مناطق خدمات آتش‌نشانی به کار رود (Wenhao Yu et al., 2020). صاحبقرانی و حق‌شناس، در تحقیقی به تجزیه و تحلیل دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی پرداخته‌اند و نتایج نشان‌دهنده نابرابری دسترسی در منطقه مورد مطالعه است (Sahebgharani and Haghshenas., 2021) حسن‌زاده و کشتروچوکسری، به بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد آتش‌نشانی در

مدیریت بحران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در مدیریت بحران شهری، به این امر توجه نشده است (Hassanzadeh and Kshetro Chekosari, 2022). سلیمان یونس و همکاران در تجزیه و تحلیل شبکه‌ای مبتنی بر GIS، به تحلیل پوشش ایستگاه‌های آتش‌نشانی در متروپولیس کانو پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیدند که هیچ پوشش خدماتی استاندارد در مورد آتش‌نشانی وجود ندارد و ۸ ایستگاه آتش‌نشانی به منظور پوشش بهینه خدمات در منطقه پیش‌بینی شد (Yunus et al., 2023). اشتراک این تحقیقات در هدف تحقیق و تفاوت‌های آن‌ها در روش انجام آن است. تفاوت تحقیق حاضر با مطالعات پیشین در منطقه مورد مطالعه است. همچنین از شاخص متفاوتی جهت بررسی توزیع فضایی ایستگاه‌ها استفاده شد. در شهر نیشابور، با توجه به وجود ۷ ایستگاه آتش‌نشانی در سطح شهر، سؤال اصلی تحقیق، این است که آیا با وجود تعداد مناسب ایستگاه‌ها، نیاز فضا به مراکز امدادی آتش‌نشانی برطرف گردیده است؟ با توجه به محدودیت‌های دسترسی در راه‌های فرعی و محدودیت سرعت خودروی امدادی، کدام نقاط شهر در محدوده دسترسی قرار ندارند یا در محدوده زمانی استاندارد نیستند؟ با توجه به سؤالات تحقیق به نظر می‌رسد که با وجود تعداد مناسب ایستگاه‌ها، نیاز فضای شهر به مراکز آتش‌نشانی برطرف نشده است و با توجه به محدودیت راه‌های فرعی و محدودیت سرعت خودروی امدادی، بعضی از نقاط شهری در محدوده عدم دسترسی یا محدوده زمانی غیراستاندارد قرار دارند.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهر نیشابور با مساحت ۳۹/۶۳ کیلومترمربع، در مرکز خراسان رضوی قرار گرفته و در موقعیت عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۰ دقیقه از نصف‌النهار گرینویچ مرکز شهرستان نیشابور است. ارتفاع شهر از سطح دریا ۱۲۱۲ متر است. (مطالعات طرح جامع) جمعیت این شهر بر اساس نتایج سرشماری ایران در سال ۱۳۹۵، ۲۶۴۳۷۵ نفر است. شکل شماره ۱، موقعیت جغرافیایی شهر نیشابور را در سطح کشور، استان و شهرستان نشان می‌دهد.



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

۲-۲- روش پژوهش

➤ داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق، به منظور ارزیابی توزیع فضایی - زمانی مراکز آتش‌نشانی در استاندارد زمانی ۴ دقیقه‌ای، از شاخص زمان سفر استفاده شده است. (شکل شماره ۳) نحوه محاسبه زمان سفر در انواع شریان‌های درون‌شهری (اصلی، فرعی، فرعی درجه ۲، معابر محلی، راه‌های خدماتی و بزرگراه)، بر اساس محدودیت سرعت خودروی امدادی در راه‌های ذکر شده و طول مسیرها است. در جدول شماره ۲، به محدودیت سرعت در نظر گرفته شده برای انواع راه‌ها، اشاره شده است.

جدول ۱. سرعت اعمال شده بر انواع راه‌ها، بر اساس شرایط خاص خودروی امدادی

نوع راه	محدودیت سرعت حرکت خودروی امدادی
بزرگراه	۴۰ کیلومتر بر ساعت
اتصال‌دهنده بزرگراه	۱۰ کیلومتر بر ساعت
خیابان اصلی	۳۰ کیلومتر بر ساعت
اتصال‌دهنده راه‌های اصلی	۵ کیلومتر بر ساعت
خیابان فرعی	۲۰ کیلومتر بر ساعت
اتصال‌دهنده خیابان فرعی	۵ کیلومتر بر ساعت
خیابان فرعی درجه ۲	۱۰ کیلومتر بر ساعت
اتصال‌دهنده خیابان فرعی درجه ۲	۵ کیلومتر بر ساعت
راه‌های خدماتی	۵ کیلومتر بر ساعت
معابر محلی	۱۰ کیلومتر بر ساعت

(منبع: شهرداری و مرکز ترافیک نیشابور)

تحقیق حاضر، از نوع توصیفی - تحلیلی می‌باشد. شیوه جمع‌آوری داده‌ها به صورت کتابخانه‌ای و میدانی بوده است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق با هدف ارزیابی توزیع فضایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر، شامل داده راه‌های درون‌شهری، ایستگاه‌های آتش‌نشانی و مرز محدوده شهری بوده است. مهم‌ترین نرم‌افزار به کار گرفته شده در تحقیق حاضر، ArcMap 10.8 است. روش تجزیه و تحلیل انتخابی در این تحقیق، افزونه^۱ تحلیل شبکه، در نرم‌افزار ذکر شده است.

گام اول؛ جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات: داده‌های مورد استفاده در این تحقیق، داده راه‌های درون‌شهری نیشابور با اطلاعات انواع مختلف راه، نظیر بزرگراه، خیابان اصلی، خیابان فرعی، فرعی درجه ۲، راه‌های خدماتی و معابر محلی می‌باشد که از طریق سامانه open street map، استخراج شده است. همچنین داده ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نیشابور با استفاده از دستگاه gps، به صورت میدانی برداشت شده است؛ و در نهایت داده محدوده شهری نیشابور که از مطالعات طرح جامع و محدوده مصوب آن است، استخراج شده است.

جدول ۲. منبع داده‌های مورد استفاده در تحقیق

منبع	داده
https://www.openstreetmap.org/	راه‌های درون‌شهری
برداشت میدانی	ایستگاه‌های آتش‌نشانی
طرح جامع ۱۳۹۵	مرز محدوده شهری

(منبع: نگارندگان)

گام دوم؛ ورود داده‌ها به نرم‌افزار ArcMap 10.8: داده‌های جمع‌آوری شده، برای ورود به محیط نرم‌افزار ذکر شده، آماده‌سازی شدند. داده‌های برداشت شده با استفاده از gps، با استفاده از نرم‌افزار Map source v.6.14، وارد سیستم و پس از آن وارد نرم‌افزار ArcMap 10.8 گردید. داده راه‌ها از فرمت osm که فرمت مخصوص سامانه open street map است، وارد نرم‌افزار Global Mapper 24.1 گردید و پس از آن، با فرمت shp، جهت ورود به محیط ArcMap 10.8، خروجی گرفته شد. نقشه محدوده شهری، از طرح جامع خارج گردید و در نرم‌افزار ArcMap 10.8، ژئورفرنس^۱ شد. سپس با استفاده از ابزار Editor، شیپ فایل آن ترسیم گردید.

گام سوم؛ پیش پردازش و آماده‌سازی جهت تحلیل: به جهت ارزیابی دسترسی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نیشابور در جریان‌های مختلف، قبل از انجام تحلیل شبکه، تغییراتی در زمینه محدوده سرعت، در داده راه‌ها صورت گرفت. با توجه به محدودیت سرعت خودروی آتش‌نشانی با تانکر پر از آب، با توجه به شکل ۵، برای بزرگراه ۴۰ کیلومتر بر ساعت، خیابان اصلی ۳۰ کیلومتر، خیابان فرعی ۲۰ کیلومتر، فرعی درجه ۲ ۱۰ کیلومتر، راه‌های خدماتی ۵ کیلومتر و معابر محلی ۱۰ کیلومتر در نظر گرفته شد (شهرداری و مرکز ترافیک نیشابور)؛ زیرا هدف اصلی برای ارزیابی و اعمال محدودیت، بررسی توزیع فضایی، طبق استاندارد زمانی است. پس از تصحیح فیلد^۲ محدودیت سرعت، به منظور انجام تحلیل شبکه، نیاز به محاسبه زمان سفر، با استفاده از طول مسیر و محدوده سرعت است. برای به دست آوردن طول مسیرها، ابتدا فیلد اختصاصی آن در جدول اطلاعات توصیفی داده راه‌ها شکل گرفت. سپس، با استفاده از Calculate Geometry، برای تمام مسیرها، طول راه به کیلومتر به دست آمد. در نهایت برای محاسبه زمان سفر^۳، ابتدا فیلد اطلاعاتی آن در جدول اطلاعات توصیفی ایجاد شد و در Field Calculator آن، از فرمول ذیل جهت محاسبه زمان سفر، استفاده شد:

$$t = d / r \quad \text{فرمول ۱}$$

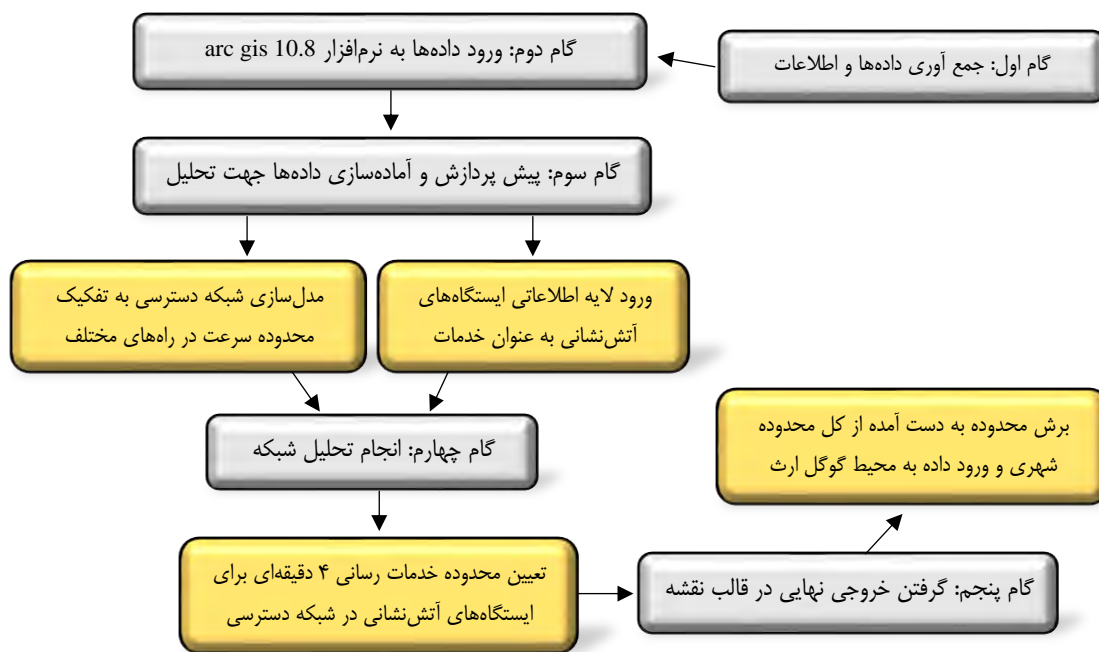
در فرمول شماره ۱، t به مفهوم زمان سفر، d به معنای فاصله راه و r سرعت است. سرعت در نظر گرفته شده برای خیابان اصلی ۳۰ کیلومتر بر ساعت است؛ زیرا میانگین سرعت خودروی آتش‌نشانی، با تانکر پر آب ۳۰ کیلومتر بر ساعت است و در راه‌های فرعی کمتر می‌گردد. همچنین قبل از ورود به بخش تحلیل، داده راه‌ها، از بخش arc catalog، به داده‌ای شبکه‌ای طبق شکل ۳، تبدیل گردید.

گام چهارم؛ تحلیل شبکه‌ای: پس از آماده‌سازی داده‌ها، با استفاده از افزونه Network Analyst، ابتدا یک Service Area جدید ایجاد شد و پس از آن ایستگاه‌های آتش‌نشانی به عنوان گره‌ها^۴ در نظر گرفته شد. سپس در بخش Analysis Settings، مقاومت^۵ بر روی ۴ دقیقه تنظیم شد؛ زیرا میزان استاندارد دسترسی زمانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به محل وقوع حادثه، ۴ دقیقه است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۷). با استفاده از شبکه‌بندی راه‌ها به عنوان پیوندها^۶ و اعمال زمان سفر به عنوان مقاومت در راه‌های مواصلاتی و راه‌های اصلی و فرعی، توزیع فضایی - زمانی مراکز آتش‌نشانی در سطح شهر مشخص گردید. در شکل ۳ بخشی از شبکه‌های ایجاد شده در راه‌ها را می‌توان مشاهده کرد.

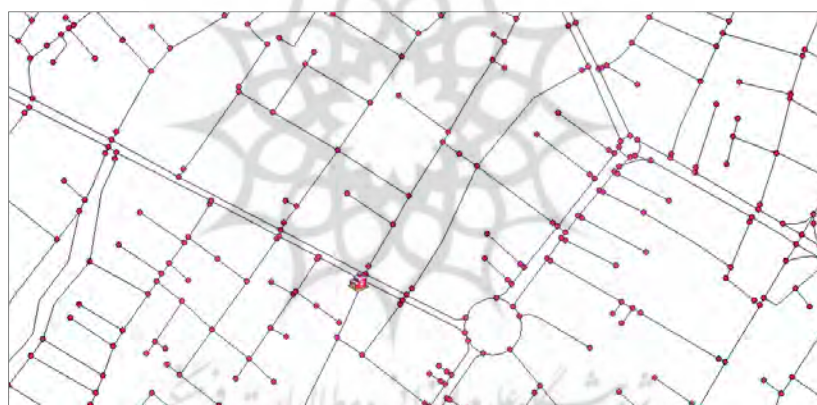
گام پنجم؛ گرفتن خروجی نهایی در قالب نقشه: در نهایت پس از انجام تحلیل شبکه‌ای، نقشه نهایی تحلیل، خروجی گرفته شد. برای مشخص نمودن مناطقی که در محدوده دسترسی ایستگاه‌های آتش‌نشانی نیستند، با استفاده از دستور Clip، شیپ فایل توزیع فضایی مراکز، از کل محدوده شهری برش داده شد. سپس در جهت مشخص نمودن مناطقی که در محدوده پوشش دهی ایستگاه‌های آتش‌نشانی نیستند، شیپ فایل برش داده شده وارد نرم‌افزار Google Earth Pro، گردید و در جدول شماره ۳، به شرح مناطقی که در شکاف دسترسی هستند پرداخته شد. در شکل ۲، به طور کلی، به مراحل انجام تحقیق اشاره شده است.

1. Georeference
2. Field
3. Time of travel

4. Node
5. Impedance
6. Link



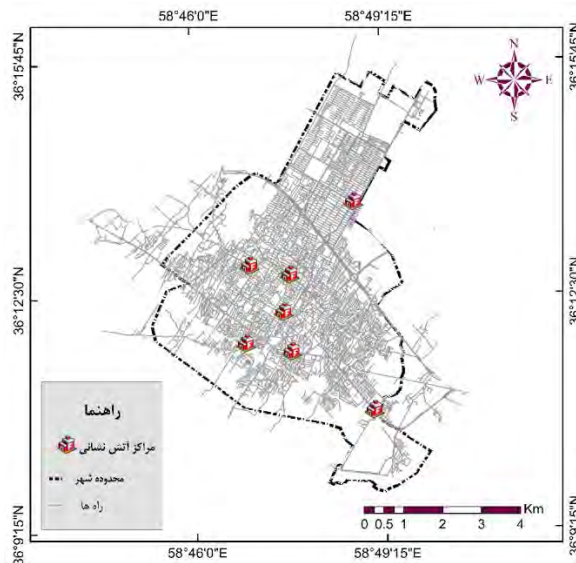
شکل ۲. مدل مفهومی تحقیق



شکل ۳- بخشی از شبکه طراحی شده در نرم‌افزار ArcMap 10.8 (منبع: نگارندگان)

۳- یافته‌ها

– **مراکز آتش‌نشانی:** شهر نیشابور، با مساحت ۳۹/۶۳ کیلومترمربع، دارای ۷ ایستگاه آتش‌نشانی است که در جهت بررسی و ارزیابی توزیع فضایی - زمانی آن‌ها در سطح شهر و مشخص نمودن سطح پوشش‌دهی خدمات‌رسانی به شهر، به روش میدانی، با استفاده از دستگاه gps، برداشت شد. در شکل ۴، می‌توان موقعیت هر یک از ایستگاه‌ها را در سطح شهر، مشاهده کرد.

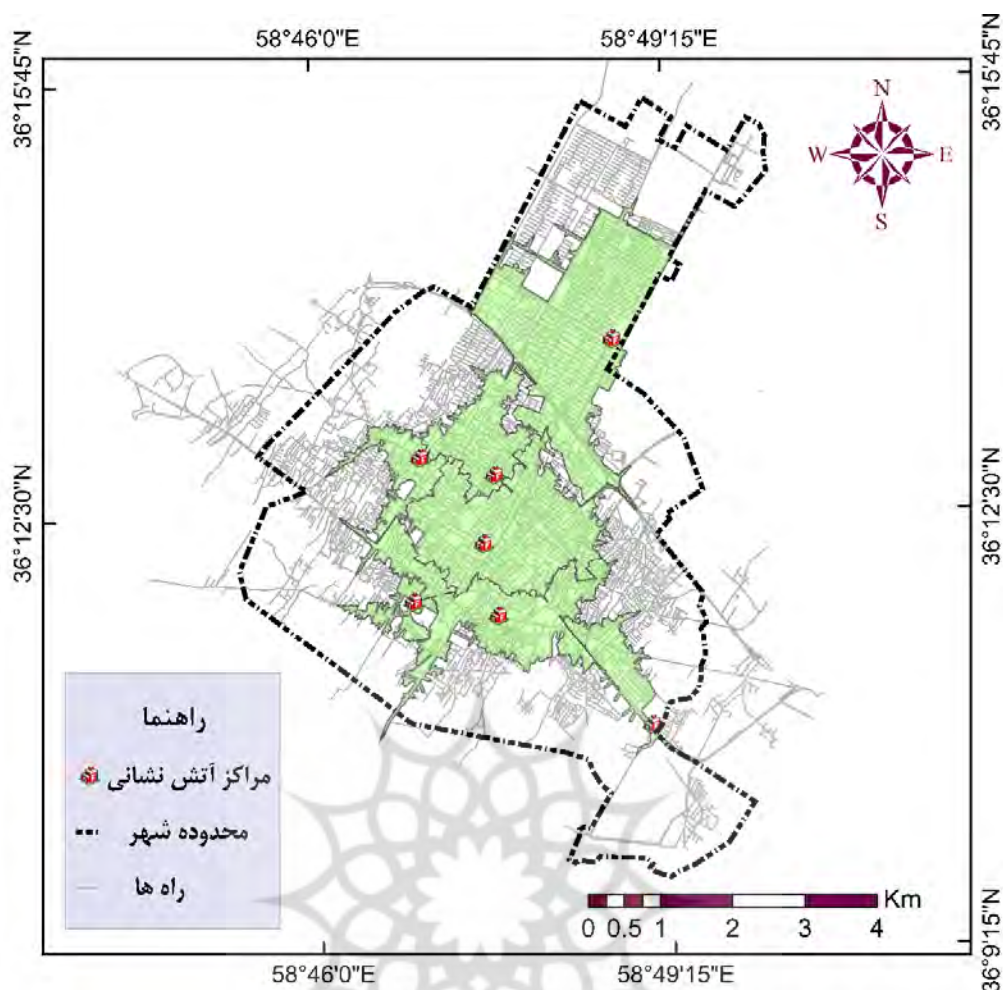


شکل ۴. موقعیت ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نیشابور (منبع: نگارندگان)

– **راه‌های درون شهری:** راه‌های درون شهری، به منظور ارزیابی توزیع فضایی مراکز آتش‌نشانی، از داده‌های مورد نیاز در انجام تحقیق حاضر است. استفاده از راه‌های درون شهری در این زمینه، می‌تواند دقت خروجی را در مقایسه با دنیای واقعی، بالا ببرد؛ زیرا تنها راه دسترسی خودروی امدادی به نقاط مختلف شهر، راه‌های درون شهری است. با توجه اطلاعات مربوط به راه‌های مختلف که از داده استخراج شده از سامانه open street map، به دست آوردیم، با توجه به نوع راه، محدودیت سرعت حرکت خودروی امدادی در یک فیلد جداگانه اعمال شد و پس از آن، به منظور محاسبه زمان سفر، فیلد اطلاعاتی طول راه‌ها در داده موردنظر اعمال شد. در نهایت داده موردنظر به شبکه‌ای متشکل از پیوندها، به منظور انجام تحلیل شبکه، تبدیل شد (شکل ۳).

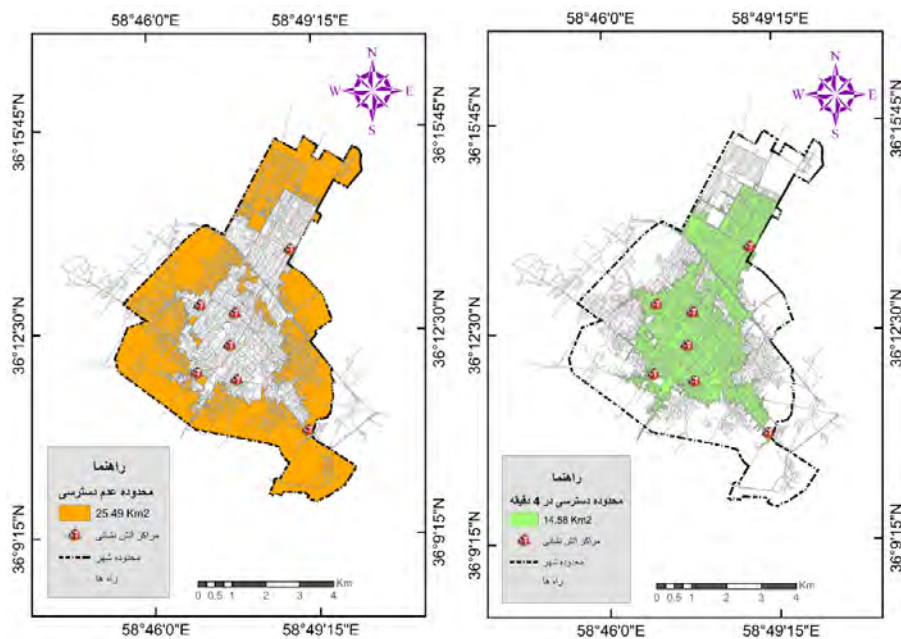


شکل ۵. نقشه تقسیم‌بندی راه‌ها به همراه محدودیت سرعت (منبع: نگارندگان)



شکل ۶. نقشه نهایی توزیع فضایی مراکز آتش‌نشانی در فاصله زمانی ۴ دقیقه‌ای (منبع: نگارندگان)







در ارزیابی توزیع فضایی - زمانی بر اساس استاندارد ۴ دقیقه‌ای در مورد مراکز آتش‌نشانی شهر نیشابور، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و ابزار تحلیل شبکه، با توجه به شکل ۶ بر اساس زمان سفر به دست آمده از محدودیت سرعت خودروی امدادی، در راه‌های مختلف درون شهری اعم از بزرگراه، خیابان اصلی، خیابان فرعی، فرعی درجه ۲، راه‌های اتصال دهنده (جمع کننده و پخش کننده)، راه‌های خدماتی و معابر محلی و استفاده از آن به عنوان مقاومت حرکت خودروی امدادی در راه‌های ذکر شده، یافته‌ها نشان دهنده کمبود تعداد مراکز آتش‌نشانی در حاشیه شهر و تمرکز آن‌ها در مرکز شهر است. به این معنی که خودروی امدادی، با در نظر گرفتن استاندارد زمانی ۴ دقیقه‌ای رسیدن به محل حادثه، با اشاره به شکل ۶ تنها می‌تواند در سطح به دست آمده، خدمت‌رسانی کند. در بررسی و مقایسه محدوده به دست آمده از یافته‌ها، با کل مساحت محدوده شهری، تقریباً ۶۵ درصد از شهر نیشابور، خارج از سطح پوشش دهی مراکز آتش‌نشانی است. با توجه به نتایج به دست آمده و محاسبه مساحت مناطق تحت پوشش و مناطق خارج از پوشش، طبق شکل (۷)، (الف: نقشه مساحت فضای در دسترس و ب: فضای غیرقابل دسترس)، ۲۵ کیلومترمربع از محدوده حاشیه شهر (۶۵٪)، در محدوده خارج از پوشش خدمت‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و تنها ۱۴ کیلومترمربع از مرکز شهر، در محدوده خدمت‌رسانی قرار دارند؛ بنابراین، خروجی تحقیق حاضر، وضع موجود توزیع فضایی - زمانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نیشابور را مشخص می‌کند. همچنین مناطقی که در محدوده شهری، خارج از امداد رسانی هستند، مشخص گردید. در نتیجه، اولویت ساخت ایستگاه‌های آتش‌نشانی جدید در شهر نیشابور در آینده، در شهرک اندیشه، سراب کوشک و دهن‌خالصه (ناحیه غربی)، شهرک جانبازان، شهرک بسیج و شهرک فیروزه (ناحیه شمالی)، کوی فرهنگیان، مرتضی آباد و خیابان استقلال (ناحیه شرقی)، کوی یغما (ناحیه شمال شرقی)، خیابان چهارده معصوم و رحمت‌آباد (ناحیه جنوبی) و آرامگاه خیام، شهر کهنه و خیابان شهدای دانش‌آموز (ناحیه جنوب شرقی) است (شکل ۸).



ب: فضای غیر قابل دسترسی

الف: نقشه مساحت فضای در دسترس

شکل ۷. (منبع: نگارندگان)

مناطق	شکل	مناطق	شکل
 <p>شهرک فیروزه، شهرک جانبازان و شهرک بسیج (ناحیه شمالی شهر)</p>	شکل ب	 <p>شهرک اندیشه، سراب کوشک و دهنوخالصه (ناحیه غربی شهر)</p>	شکل الف
 <p>کوی فرهنگیان، مرتضی آباد و خیابان استقلال (ناحیه شرقی شهر)</p>	شکل د	 <p>کوی یغما (ناحیه شمال شرقی شهر)</p>	شکل ج
 <p>خیابان چهارده معصوم، رحمت آباد (ناحیه جنوبی شهر)</p>	شکل خ	 <p>آرامگاه خیام، شهر کهنه و خیابان شهدای دانش آموز (جنوب شرقی شهر)</p>	شکل ه

شکل ۸. مناطق با اولویت ساخت مراکز آتش نشانی (منبع: نگارندگان)

۴- بحث و نتیجه‌گیری

با عنایت به گسترش روزافزون جمعیت شهرها و نیز افزایش احتمال بروز سوانح مختلف از جمله آتش‌سوزی و غیره و با توجه به اهمیت دسترسی سریع امدادگران به محل حادثه در مواقع بروز بحران و با در نظر داشتن استاندارد محدوده زمانی عملکرد آن‌ها در زمینه رسیدن به موقع به محل حادثه، انجام تحقیق در این زمینه را ضروری ساخته است. شهر نیشابور از این قاعده مستثنی نیست. با مطالعه وضعیت فعلی توزیع فضایی مراکز آتش‌نشانی شهر نیشابور با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و ابزار تحلیل شبکه و با توجه به استانداردهای فعلی می‌توان به کمبود تعداد مراکز آتش‌نشانی در حاشیه شهر و نیز دور از دسترس بودن این نواحی از امدادسانی مراکز آتش‌نشانی اذعان نمود.

ارزیابی یافته‌ها نشان می‌دهد که توزیع فضایی - زمانی مراکز آتش‌نشانی در بازه زمانی استاندارد (۴ دقیقه)، تمام سطح شهر را پوشش نمی‌دهد. نتایج به دست آمده و تحلیل فضایی سطح شهر نیشابور، بیانگر این مطلب است که حدود ۲۵ کیلومترمربع از محدوده حاشیه شهر نیشابور، در محدوده عدم دسترسی مراکز آتش‌نشانی و ۱۴ کیلومترمربع از مرکز شهر، در محدوده دسترسی قرار دارند؛ بنابراین اولویت ساخت مراکز آتش‌نشانی جدید، در مناطق حاشیه شهر به خوبی نمایان است.

با توجه به ارزیابی نتایج تحقیق، به خوبی می‌توان مشاهده کرد که در بازه زمانی استاندارد، دسترسی مراکز به نقاط مختلف شهر نیشابور، چون شهرک اندیشه، محله سراب کوشک و محله دهنوخالسه که جزء حاشیه شهر هستند و به دلیل فرسودگی نیاز بیشتری به مراکز امدادی در هنگام وقوع حادثه دارند، در مناطق دسترسی استاندارد زمانی تعریف شده (۴ دقیقه) نیستند (شکل الف). شهرک فیروزه، جانبازان و بسیج که جزء شهرک‌های نوساز و پرجمعیت هستند، هم از محدوده استاندارد خارج هستند (شکل ب). همچنین در باقی نقاط شهر چون کوی یغما، خیابان استقلال و کوی فرهنگیان، آرامگاه خیام، به همراه منازل مسکونی و کاربری‌های مختلف آن که در محدوده شهری واقع شده‌اند و خیابان چهارده معصوم که جزء بافت فرسوده شهر محسوب می‌شود، همگی خارج از سطح استاندارد توزیع فضایی - زمانی در ۴ دقیقه مراکز آتش‌نشانی قرار دارند و ساخت حداقل ۱ ایستگاه در هر کدام از نقاط ذکر شده، ضروری است. تا در نتیجه ایمنی شهر از وضع موجود، به وضعیت مطلوب ارتقا یابد.

در مقایسه پژوهش حاضر و تحقیقات پیشین که بر ضرورت تأسیسات و خدمات امدادی چون مراکز آتش‌نشانی تأکید شده است، روش‌های مختلفی در زمینه مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی که صرفاً بر مؤلفه‌های مکانی، نه زمانی، تأکید داشتند چون مقالات (حیدری و رستمی؛ محمدی و پور قیومی؛ پور رمضان و جوان) به کار گرفته شده است (Heydari & Rostami, 2013; Mohammadi & Pourqjoumi, 2013; Pour Ramazan & Javan, 2015) و کیانی و صفرزایی تحقیقاتی در زمینه ارزیابی وضع موجود ایستگاه‌های آتش‌نشانی با روش پرسشنامه‌ای چون مقاله انجام داده‌اند (Kayani & Safarzaei, 2012).

در مطالعات پیشین چون تحقیقات دربان آستانه و همکاران و فنی و روشن، صرفاً مؤلفه‌های مکانی در مکان‌یابی ایستگاه‌ها اعمال شده و به مؤلفه زمان که از اهمیت خاصی در این باره برخوردار است، توجه خاصی نشده است؛ بنابراین نتیجه‌گیری حاصل از تحقیق حاضر، پاسخگویی مناسب روش تحلیل شبکه GIS، در مورد بررسی توزیع فضایی - زمانی مراکز آتش‌نشانی شهر نیشابور است (Darban Astana et al., 2012; Fanni & Roshan, 2016). تحقیق حاضر و مقاله صالحی و همکاران، با هدف یکسان بر یافتن مناطق فاقد پوشش دهی مراکز آتش‌نشانی، به بررسی وضع موجود توزیع فضایی - زمانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بازه زمانی استاندارد ۴ دقیقه‌ای، پرداخته شده است (Salehi et al., 2017).

با توجه به اهمیت سرعت عملکرد در رسیدن به محل حادثه، تأسیسات و خدمات امدادی چون مراکز آتش‌نشانی، اورژانس، هلال‌احمر، بیمارستان و ... بهترین روش در جهت بررسی سطح پوشش دهی و توزیع فضایی این مراکز و یافتن مناطق خالی از پوشش، استفاده از افزونه تحلیل شبکه، در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، است؛ زیرا زمان، مقوله مهمی، در مورد این مراکز است.

نتیجه‌گیری حاصل از این پژوهش، ضرورت انجام تحقیقات بیشتر در زمینه تعداد و توزیع فضایی مراکز امدادی و آتش‌نشانی و نظایر آن را نشان داد؛ زیرا با توجه به توسعه افقی شهر، نیاز به ساخت مراکز امدادی چون آتش‌نشانی احساس می‌شود؛ بنابراین می‌توان با استفاده از فناوری‌های نوین چون سیستم اطلاعات جغرافیایی ۱، با استفاده از ابزارهای کاربردی این سامانه، به نتایج

مطلوبی جهت یافتن شکاف‌های دسترسی خدمات مهم و ضروری چون ایستگاه آتش‌نشانی، دست پیدا کرد. همچنین مدیران شهری می‌توانند با استفاده از روش‌های نوین، به بررسی کاربری‌های ضروری و سطح پوشش دهی آن‌ها، در سطح شهر بپردازند.

۵- سپاس‌گزاری

از مسئولین و نهادهای مختلف شهر نیشابور که در انجام این پژوهش یاری نمودند کمال تقدیر و تشکر را داریم.

۶- فهرست منابع

- امین طهماسبی، حمزه. میراکبری، سیدمحمود. نصیرزاده، حسین. (۱۳۹۹). بهینه‌سازی مکان‌یابی استقرار کاربری‌های شهری با روش‌های ترکیبی Delphi- BWM- PROMETHEE (نمونه موردی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر اهواز). دانش شهرسازی، ۴(۳)، ۸۹-۱۱۰. 10.22124/UPK.2020.16186.1438
- پور رمضان، عیسی. جوان، فرهاد. (۱۳۹۵). تحلیل محدودیت‌های ایمنی و مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهر رشت. فصلنامه علمی و پژوهشی سرزمین، ۱۳ (۵۰)، ۱ - ۱۶. https://sarzamin.srbiau.ac.ir/article_9963.html
- پوراحمد، احمد. رضایی نیا، حسن. حسینی، علی. اندیشه، سهیلا. امینی، میلاد. (۱۳۹۶). تحلیل دسترسی به فضاهای فراغتی با استفاده از روش تحلیل شبکه در محله‌های مسکونی منطقه ۹ تهران، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۲۳ (۴)، ۱ - ۲۰. 10.30495/JEST.2021.10212
- پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۹۶). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، چاپ سیزدهم، انتشارات سمت، تهران.
- پی، ای، بارو (۱۳۸۶). سیستم اطلاعات جغرافیایی، به ترجمه طاهرکیا، چاپ پنجم، انتشارات سمت، تهران.
- تی تی دژ، امید (۱۳۸۹). خودآموز 9.3 Arcgis و مفاهیم پایه GIS، چاپ اول، ویرایش سوم (ویراستار: مهدی طالع)، موسسه علم معمار، تهران.
- حسن‌زاده، فرشید. کشترو چکوسری، محمود. (۱۴۰۱). بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد آتش‌نشانی در مدیریت بحران، نشریه علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری، ۶ (۲۳)، ۱۶۴۸-۱۶۵۶. <https://majournal.ir/index.php/ma/article/view/1817>
- حسین پور کوهشاهی، بهرام. مهدوی نجف‌آبادی، رسول. حلی ساز، ارشک. (۱۳۹۷). مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با منطق فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: منطقه یک شهری بندرعباس). جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۵ (۲)، ۱۶۳-۱۴۵. <https://doi.org/10.22067/gusd.v5i2.62850>
- حیدری، احمد. جودکی، حمیدرضا. (۱۳۹۹). بررسی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسوده شهرها (مطالعه موردی: بافت فرسوده شهر تهران). فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، ۱۰ (۳۸)، ۷۵ - ۸۵. <https://civilica.com/doc/1841751/>
- حیدری، رسول. رستمی، مسلم. (۱۳۹۳). ارزیابی و ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی به منظور تأسیس ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه). مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، ۹ (۲۹)، ۸۷ - ۹۹. <https://ensani.ir/fa/article/543907/>
- دربان آستانه، علیرضا. زیارتی، اسماعیل. جعفری، سارا. سائلی، رباب. (۱۳۹۲). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی روستایی با استفاده از تحلیل شبکه و AHP (مطالعه موردی: شهرستان شیروان چرداول). پژوهش‌های روستائی، ۴ (۴)، ۸۲۵-۸۵۰. 10.22059/JRUR.2013.50421
- رهنما، محمدرحیم و آفتاب، احمد. (۱۳۹۳). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر ارومیه با استفاده از GIS و AHP. جغرافیا و توسعه، ۱۲ (۳۵)، ۱۵۳-۱۶۵. <https://www.sid.ir/paper/77371/fa>
- زیاری، کرامت‌الله (۱۳۹۰). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، چاپ سوم، موسسه انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- زیاری، یوسفعلی. یزدان پناه، سمانه. (۱۳۹۰). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از مدل AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر آمل). مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، ۶ (۱۴)، ۷۴-۸۷. https://jshsp.rasht.iau.ir/article_519586.html

- زیاری، یوسفعلی. یزدان پناه، سمانه. (۱۳۹۰). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از مدل AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر آمل). مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، ۶ (۱۴)، ۷۴-۸۷. https://jshsp.rasht.iau.ir/article_519586.html
- صالحی، اسماعیل. آل محمد، سیده. رضانی مهریان، مجید. (۱۳۹۷). ارزیابی پراکنش ایستگاه‌های آتش‌نشانی با مدل‌سازی تحلیل شبکه (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران). جغرافیای اجتماعی شهری، ۵ (۱)، ۱۷-۳۱. 10.22103/JUSG.2018.1959
- عرب امیری، محمد. رفیع پور، مهرداد. سعدی مسگری، محمد. (۱۳۹۳). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از الگوریتم کلونی مورچه و GIS (مطالعه موردی شهر تهران). آمایش محیط، ۷ (۲۵)، ۲۲-۴۸. https://ebtp.malayer.iau.ir/article_526416.html
- علوی، سیدعلی. سالاروند، اسماعیل. احمدآبادی، علی. فرخی سیس، سعیده. بسحاق، محمدرضا. (۱۳۹۱). تحلیل فضا-مکانی عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی بر پایه‌ی مدیریت بحران با استفاده از روش تلفیقی MCDM و تحلیل شبکه. مدیریت بحران، ۱ (۲)، ۶۵-۵۷. 20.1001.1.23453915.1391.1.2.5.4
- فنی، زهره. روشن، عبدالله. (۱۳۹۶). مکان‌گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با رویکرد پدافند غیرعامل مطالعه موردی: شهر بهبهان. فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۲۶ (۱۰۱)، ۸۱-۹۲. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2017.25728>
- کیانی، اکبر. صفرزایی، عبدالغنی. (۱۳۹۲). بررسی و ارزیابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر زابل با روش مدل چندمعیاری (با تأکید بر اولویت‌های راهبردهای کاهش مخاطرات شهری). مطالعات ساختار و کارکرد شهری، ۱ (۳)، ۱۲۳-۱۴۱. https://shahr.journals.umz.ac.ir/article_708.html
- محمدی، جمال. پورقیومی، حسین. (۱۳۹۳). تحلیل فضایی و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نورآباد با استفاده از GIS. نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۸ (۴۸)، ۲۷۹-۲۹۸. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_1808_135.html

References

- Alavi, A., Salarond, I., Ahmedabadi, A., Farrokhi Sis, S., Bashaq, M., (2011). Spatial-spatial analysis of the performance of fire stations based on crisis management using the integrated method of MCDM and network analysis. *Crisis Management*, 1(2), 57-65. 20.1001.1.23453915.1391.1.2.5.4 [In Persian]
- Amin Tahmasabi, Hamza., Mirakbari, Seyed Mahmoud., Nasirzadeh, Hossein. (2019). Optimizing the placement of urban uses with the combined methods of Delphi-BWM-PROMETHEE (case example of Ahvaz fire stations). *Knowledge of Urbanization*, 4(3), 89-110. 10.22124/UPK.2020.16186.1438 [In Persian]
- Arab Amiri, M., Rafipour, M., Saadi Masgari, M., (2013). Locating fire stations using ant colony algorithm and GIS (Tehran city case study). *Environmental Research*, 7 (25), 22-48. [In Persian]
- Darban Astana, A., Ziarati, I., Jafari, S., Saeli, R. (2012). Location of fire stations and rural safety services using network analysis and AHP (case study: Shirvan Cherdavel city). *Rural Research*, 4 (4), 825-850. 10.22059/JRUR.2013.50421 [In Persian]
- Fanni, Z., Roshan, A. (2016). Location of fire stations with passive defense approach, case study: Behbahan city. *Sepehr Scientific-Research Quarterly of Geographical Information*, 26 (101), 81-92. [In Persian] <https://doi.org/10.22131/sepehr.2017.25728>
- Forkuo, E and Quay-Ballard, J. (2013). GIS Based Fire Emergency Response System. *International Journal of Remote Sensing and GIS*, 2 (1), 32 – 40.
- Hassanzadeh, F., Kshetro Chekosari, M. (2023). Investigating the effective factors on firefighting performance in crisis management, scientific journal of new research approaches in management and accounting, 6 (23), 1648-1656. [In Persian]
- Heydari, A., Jodaki, H. (2019). Investigating and prioritizing factors affecting the location of fire stations in the dilapidated fabric of cities (case study: dilapidated fabric of Tehran). *Iranian Islamic City Studies Quarterly*, 10 (38), 75-85. <https://civilica.com/doc/1841751/> [In Persian]
- Heydari, R., Rostami, M., (2013). Evaluation and presentation of the optimal location model for the establishment of fire stations using GIS (case study: Kermanshah city). *Human Settlements Planning Studies*, 9(29), 87-99. <https://ensani.ir/fa/article/543907/> [In Persian]
- Hosseinpour Kohshahi, B., Mahdavi Najafabadi, R., Halisaz, A. (2017). Location selection of fire stations with fuzzy logic and analysis hierarchy (AHP) (case study: Bandar Abbas urban area). *Geography and Development of Urban Space*, 5(2), 145-163. <https://doi.org/10.22067/gusd.v5i2.62850> [In Persian] https://ebtp.malayer.iau.ir/article_526416.html

- https://jshsp.rasht.iau.ir/article_519586.html
<https://majournal.ir/index.php/ma/article/view/1817>
https://www.academia.edu/9451853/GIS_Based_Fire_Emergency_Response_System
- Kayani, A., Safarzaei, A. (2012). Investigating and evaluating the fire stations of Zabol city with the multi-criteria model method (with emphasis on the priorities of urban risk reduction strategies). *Urban Structure and Function Studies*, 1 (3), 123-141. https://shahr.journals.umz.ac.ir/article_708.html [In Persian]
- Mohammadi, J., Pourqioumi, H. (2013). Spatial analysis and location of Noorabad fire stations using GIS. *Scientific Journal of Geography and Planning*, 18 (48), 279-298. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_1808_135.html [In Persian]
- P. A. Burrough (2006). *Geographical Information System*, translated by Taherkia, fifth edition, Samat Publications, Tehran.
- Pour Ramazan, I., Javan, F. (2015). Analysis of safety limits and optimal location of fire stations using geographic information system in Rasht city. *Sarmeen Scientific and Research Quarterly*, 13 (50), 1-16. https://sarzamin.srbiau.ac.ir/article_9963.html [In Persian]
- Pourahmad, A., Rezaeinia, H., Hosseini, A., Andisheh, S., Amini, M. (2016). Analysis of access to leisure spaces using the network analysis method in the residential neighborhoods of the 9th district of Tehran. *Environmental Science and Technology*, 23 (4), 1-20. 10.30495/JEST.2021.10212 [In Persian]
- Pourmohammadi, M (2016). *Urban land use planning*, 13th edition, Semit Publishing House, Tehran.
- Rahnama, M and Aftab, A. (2013). Locating fire stations in Urmia using GIS and AHP. *Geography and Development*, 12(35), 153-165. <https://www.sid.ir/paper/77371/fa> [In Persian]
- Sahebgharani, A and Haghshenas, H. (2021). Analyzing accessibility to fire stations: A floating catchment area model for stochastic transportation networks with travel time correlation, *Transactions in GIS*, 26 (1), 1 – 19. <https://doi.org/10.1111/tgis.12839>
- Salehi, I., Al Mohammad, S., Ramezani Mehrian, M. (2017). Evaluating the distribution of fire stations with network analysis modeling (case study: Tehran metropolis). *Urban Social Geography*, 5 (1), 17-31. 10.22103/JUSG.2018.1959 [In Persian]
- Shahparvari., Sh. Fadaki., M. Chhetri., P. (2020). Spatial Accessibility of Fire Stations for Enhancing Operational Response in Melbourne. *Fire Safety Journal*, 117, 1 – 33. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103149>
- Yu, W., Chen, Y., Chen, Z., Xia, Z., Zhou, Q. (2020). Service Area Delimitation of Fire Stations with Fire Risk Analysis: Implementation and Case Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17 (6), 1 - 24. <https://doi.org/10.3390/ijerph17062030>
- Yunus, S., Afolabi Falola, J., Musa Jaro, I. (2023). Emergency Response Demand and Supply: A GIS-Based Network Analysis For Fire Station's Service Coverage Delineation in Kano Metropolis, Nigeria. *Geosfera Indonesia*, 8 (1), 61 – 82. <https://doi.org/10.19184/geosi.v8i1.36694>
- Ziari, Karamatullah (2010). *Urban land use planning*, third edition, University of Tehran Publishing Institute, Tehran.
- Ziari, Y and Yazdanpanah, S. (2011). Location of fire stations using AHP model in GIS environment (case study: Amel city). *Human Settlements Planning Studies*, 6 (14), 74-87. [In Persian]