University of Sistan and Baluchestan

Geography and Territorial Spatial Arrangement

Print ISSN: 2345 - 2277 Online ISSN: 2783 - 5278

Association of Geography and Planning of Border Areas of Iran

Identifying Cores Deprived of Urban Fire Services Using Techniques Based on Network Analysis (Case Study: Ardabil City)

Behnam Bagheri [1]✉, **Mohammad Taqi Mosoumi** [2]

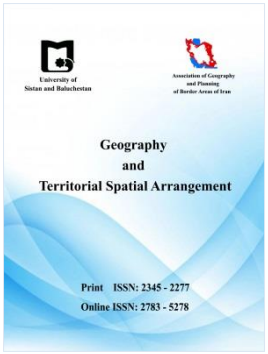
1. Assistant Professor Department of Geography, University Payame Noor, Tehran, Iran.
   ✉ E-mail: bagheribehnam@pnu.ac.ir
2. Assistant Professor Department of Geography and Urban planning, Branch Ardabil, University Azad Islamic, Ardabil, Iran.
   E-mail: taqi.masoumi@iau.ac.ir

How to Cite: Bagheri, B & Mosoumi, M.T. (2024). Identifying Cores Deprived of Urban Fire Services Using Techniques Based on Network Analysis (Case Study: Ardabil City). *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 14 (53), 179-184.

DOI: http://dx.doi.org/ 10.22111/GAIJ.2024.49203.3217

Article type:
Research Article

Received:
30/06/2024
Received in revised form:
10/11/2024
Accepted:
25/11/2024
Publisher online:
02/12/2024



Keywords:
urban services, fire department, network analysis, GIS, Ardabil.

ABSTRACT

One of the most important effective factors in better efficiency in providing timely and reliable firefighting services in cities is the issue of locating stations to reduce the time to reach the scene of the accident. In this research, first, the layering of the road network of Ardabil city was downloaded from the OSM database, and the topology of the layer was created using topology rules in the ArcGIS software environment. Then, to identify urban cores deprived of fire services in Ardabil city, network analysis in the context of geographic information system has been used in terms of distance and also driving time. The service area of each of the stations was determined by analyzing the service area, and for this purpose, the distance of two kilometers from Manhattan and the time of three minutes to reach the accident site were used. To perform the analysis, the information fields of the maximum speed of vehicles on roads, the length of roads, the time taken by vehicles to travel the road, and the operating speed in the road network layer of Ardabil city have been used. The result also shows that 79% of the city is within the service range of fire stations, and areas such as Azadi and Azadeghan in the center of the city, Kalkhoran and Seyedabad neighborhoods in the north of the city, Niyar in the east, and the newly built settlements in the south of the city lack service coverage. In order to provide more coverage and increase safety in areas outside the service area, three new locations have been proposed for the construction of fire stations.

© the Author(s). **Publisher**: University of Sistan and Baluchestan

Extended Abstract

Introduction

The existence of cities is generally mixed with serving and providing services to residents within the legal limits and privacy of cities. Relief services are of special importance compared to other urban services due to the activities they are responsible for. One of the most important services that is directly related to people's life and property is the fire service. In most of large cities, direct fire casualties are relatively low, while heavy street traffic and access problems prolong immediate fire response times and increase casualties. The creation of fire stations in Iran is mostly without a specific and codified plan, so that the most important principle for creating any station in urban areas is the empty land, without its owner or such things. The process of choosing the location of fire stations is always done in a traditional way based on the experience of a few people in some special organizations or according to the facilities available in cities. The most important problem in providing services to fire stations is the lack of proper distribution of stations and the limited functional radius of existing stations.

Study Area

Ardabil city in northwestern Iran, as the capital of Ardabil province (Figure 4), had an area of 62,890 hectares and a population of 525,702 in 2016. A study of the urbanization process of Ardabil city shows that the urban population has increased significantly in recent years. In addition, the physical growth of Ardabil city in the inorganic stage has been much faster than the growth of the population and the real needs of the city, causing the city to experience excessive horizontal expansion. The results of population growth in Ardabil city show that this city has experienced an 8-fold population growth compared to 1956 to 1966 (the population of Ardabil city in 1956 was 65,762 people), while this city has had a physical growth of 9.6-fold compared to the initial census period of 1956 (the area in 1956 was less than 800 hectares) (Bagheri and Masoumi, 1996: 8).

Material and Methods

The purpose of this research is to investigate the spatial distribution of fire stations in Ardabil city. Analysis and identification of the service area of each station using network analysis in the context of geographic information system in terms of distance as well as driving time, as well as identification of critical areas and areas where the efficiency of fire station services is less, finally suggesting the location It is a place for new fire stations in the city to cover the said critical areas. Also, in order to perform the network analysis on the roads of Ardabil city, Manhattan distance was used and to perform the network analysis, the information fields of the maximum speed of vehicles on the roads, the length of the roads, the time taken by vehicles to travel the road and the operational speed in the road network layer of Ardabil city which Its topological defects were fixed, it was produced. To prepare a map of the service area of fire stations in the city and to identify critical areas in terms of lack of access to these services, the service area function was used in the network analysis, and the service area of the stations was used both in terms of distance and time. The arrival of the vehicle from the stations to the place of fires was calculated, the standard distance to determine the service area of each station is 2 km and the standard time to reach the fire from the fire station is 3 minutes.

Result and Discussion

In the current research, network analysis method was used to identify areas and areas of the city that are not or underutilized by fire service coverage. Ardabil city, as the capital of Ardabil province, has seen a significant increase in population and size during the past years and decades. For this reason, it is very important to cover the entire city for safety services. In this research, the neighborhoods of Kalkhoran and Nayar are among the urban cores deprived of fire services, and therefore these neighborhoods are under double risk, on the one hand, the risk of fire is high in them, and on the other hand, they are outside the scope of the standard service of the seven fire stations in the city. are. The fire station located in Kausar town (south of Shuabil Lake) is a station that has less ability to provide services to the center of the neighborhood and covers only one neighborhood, which is probably due to the large size of the neighborhood and the location of Shurabil Lake inside it. In addition, it is necessary to pay attention to this point, the positioning of this station is not done correctly and it is possible to create a more service area for it by moving it. After determining which neighborhoods can get service from which station, the answer to the question of which station is the closest service provider to the center of the neighborhoods and what is the shortest and best route from this station to the center of the covered neighborhoods, using analysis The nearest service center has been identified.

Conclusion

Ardabil city with a population of more than 525 thousand people in an area of 62 thousand hectares has 7 fire stations in the city. Out of a total of 6288 hectares of Ardabil city, 1320 hectares or 21% of the city is outside the service area, most of these areas are in the surrounding areas of the city and areas where new settlements such as Kausar, Justice, Agriculture and Telecommunication are located, and areas such as Nayar and District 5. Ardabil municipality, which has recently become a municipal district, is located in this area. In more detailed studies that calculated the service delivery based on the distance network analysis, 23% of the city was located outside the service area and less than 4% of the city was located within the service area of 500 meters, in this analysis as well. It has been determined that in addition to the outskirts of the city and newly established settlements, there are areas inside the city that have a high population density and buildings outside the scope of relief. Another analysis is based on the time grid and the areas that are within the standard time range are nearly 5% of the city and again 21% of the city are outside the standard time range of fire service. The interesting thing is that by re-examining It was found that in this analysis there are areas without services that have high population density and construction.

Key words: urban services, fire department, network analysis, GIS, Ardabil.

References

Ajzae Shokouhi, M., Shayan, H., & Darroudi, M. H. (2014). The optimal location of fire stations in the city of Mashhad. Journal of Geography and Environmental Hazards, 3(3), 107-128. *(inPersian)*

Doi:10.22067/GEO.V3I3.32086

Amin-Tahmasbi, H., MirAkbari, S. M., & Nasirzadeh, H. (2020). Optimizing the location of urban uses with combined methods Delphi-BWM-PROMETHEE (case study of Ahvaz fire stations). Urban Planning Knowledge, 4(3), 89-110. *(inPersian)*

Doi:10.22124/UPK.2020.16186.1438

Arzam, Fatemeh; Toth, Elham; Ghorbani, Shahla; Bahadori, Azim Abadi; Mahboobeh; Arzam, Shiva. (2021). The importance of planning and crisis management in municipalities. Quarterly Journal of Applied Research in Technology and Engineering, 3 (22), 177-169. *(inPersian)*

https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1816782/

Ayashm, M., Molaei, A., & ezzatimehr, M. (2023). Analyzing the spatial distribution of fire stations in Tabriz city with passive defense approach. Disaster Prev. Manag. Know. 13 (1), 19-34. *(inPersian)*

Doi:20.1001.1.23225955.1402.13.1.2.9

Bagheri, B., & Masoumi, M. T. (2024). Analysis of geographical distinctions in the establishment of schools in urban areas from the perspective of spatial justice (case study: Ardabil city). Geography and Urban Space Development. *(inPersian)*

https://doi.org/10.22067/jgusd.2024.85394.1359

Balasubramani, K., Gomathi, M., & Prasad, S. (2016). GIS-based Service area Anaiysis for optimal planning strategies: A Case study of fire Service Stations in Madurai city. Geographic Analysis, 2319-5371, (5), 11-18.

Dadashpour, Hashem; Alizadeh, Bahram; Rostami, Faramarz. (2015). The Position of Spatial Justice in the Urban Planning System of Iran. Development Strategy Quarterly, 43, pp. 181-206. *(inPersian)*

https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1115938/

Davoodi, M., & Mesgari, M. S. (2018). A GIS based Fire Station Site Selection using Network Analysis and Set Covering Location Problem (Case study: Tehran, Iran). 433-436.

DOI:10.6084/m9.figshare.10053329.v1

Eghbal, S., & Moosavirad, S. M. (2023). Locating fire stations in the 16th district of Tehran using GIS-FAHP. Journal of Urban Management and Environmental Engineering, 1(3), 66-81. *(inPersian)*

Emdadi, M., Yeganeh A. A., & Taghizadeh H. (1401). Investigating the effect of fire stations on the safety and mental comfort of citizens. Scientific Journal of New Research Approaches in Management and Accounting, 6(22), 1136-1144. *(inPersian)*

Feitosa, F. O., Wolf, J. H., & Lourenço Marques, J. (2024). Operationalizing spatial justice in urban planning: bridging theory with practice. Urban Research & Practice, 17(5), 720–736.

Doi: doi.org/10.1080/17535069.2024.2341254

Forkuo, E. K., & Quaye-Ballard J. A. (2013). GIS Based Fire Emergency Response System. International Journal of Remote Sensing and GIS, (2)1, 32-40.

https://www.researchgate.net/publication/269222450_GIS_Based_Fire_Emergency_Response_System

Guo, K,. Wei W., Shixiang, T., Juntao, Y., Zebiao, J., & Zhangyin, D. (2022). "Research on Optimization Technology of Cross-Regional Synergistic Deployment of Fire Stations Based on Fire Risk" Sustainability 14(23), 15725.

Doi:doi.org/10.3390/su142315725

Heru, S. & Green, A. (2012). Urban Fire Situation in Indonesia. Fire Technology - FIRE TECHNOL. 48. 10.1007/s10694-011-0226-9.

Doi:10.1007/S10694-011-0226-9

Heydari, A., & Joudaki, H. (2021). Identification and explanation effective factors in Fire Stations site selection in run down texture. Iranian Islamic city studies. 38 (10), 75-86. *(inPersian)*

https://iic.ihss.ac.ir/en/Article/16220

Heydari, R., & Rostami, M. (2013). Evaluation and presentation of the optimal location model for the establishment of fire stations using GIS (case study: Kermanshan). Human Settlements Planning Studies, 29(9), 87-99. *(inPersian)*

https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1032690

Honarvar, G. (2019). The role of Crisis management in urban infrastructure development. International Conference on Advanced Reserarch in Management, Economics and Accounting, 1-10.

https://www.doi.org/10.33422/armea.2019.09.972

Memarzadeh, R., Jahanshahloo, L., Hosseinzadeh Lotfi, F., & Dehghan Touran Poshti, A. (2021). Resilience of Urban Areas Via Locating and Ranking of Fire Stations, A Case Study: District Ten of Tehran Municipality. Journal of Geography and Environmental Hazards, 10(2), 129-146. *(inPersian)*

Doi:10.22067/GEOEH.2021.69365.1032

Mohammadi, J., & Poorghayoomy, H. (2014). Spatial Analysis and Location of Firehouse of Noorabad City Using GIS. Journal of Geography and Planning, 18(48), 279-298. *(inPersian)*

https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_1808.html?lang=en

Motamedi, Z., & Kianfar, K. (2023). Locating Fire Stations using Deterministic and Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Methods and GIS Information: A Case Study of Isfahan City. Journal of Industrial Management Perspective, 13(2), 65-98. *(inPersian)*

Doi:10.48308/jimp.13.2.65

Nurzaman, F., Napitupulu, M. H., & Salsabil, M. A. (2022). Assessment of Fire Stations Distribution Using Geographic Information System Case Study in Jakarta Pusat. Conference: Seminar Nasional Geomatika VI, 495-506.

https://www.researchgate.net/publication/358963034

Padash, A., & Kheirdast, A. (2023). Investigation of the Capacity of Fire Stations in 19 Area Tehran Municipality in Post-earthquake Fires. Journal of Urban Management and Environmental Engineering, 1(3), 14-31. *(inPersian)*

Doi:10.48306/JUMEE.2023.416088.1019

Pur Ramazan. I., & Javan. F. (2016). Analysis of Limits of Safety and Optimal positioning of Fire Stations By Using GIS (Case Study : Rasht). Quarterly Geographical Journal of Territory. 50(13), 1-16. *(inPersian)*.

https://sanad.iau.ir/en/Journal/sarzamin/Article/822589

Salehi, E., Ale Mohammad, S., & ramezani mehrian, M. (2018). Assessing the Spatial Distribution of Firefighting Stations by Modeling of Network Analyzing (Case study: Tehran Metropolis). Journal of Urban Social Geography, 5(1), 17-31. (inPersian).

Doi:10.22103/JUSG.2018.1959

Shok, M. (2020). Optimal spatial distribution of fire stations using geographic information systems Baghdad case study. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 737,(1),495-596.

DOI:10.1088/1757-899X/737/1/012225

Tabei, N., Movahed, A., Tawallai, S., & Kamanroudi, M. (2016). An analysis of spatial equity in the distribution of services, with an emphasis on urban management (Case Study: neighborhoods of Tehran, District 6). Spatial Planning, 6(2), 23-36. *(inPersian)*

Doi:10.22108/sppl.2016.21649

Taghizadeh Fanid, A., Saleki Maleki, M, A., Ranjbarnia, B., Ghasemi Khoei, M. (2015). Presenting a model for the logical deployment of fire stations (case study: Tabriz city). Emdad va Nejat, 7(2), 7-12. *(inPersian)*

https://www.sid.ir/paper/487472/fa

Tatari, Aydin, Takshari, Ehsan, and Aghavali Zanjani, Shadi. (2014). Locating fire stations and organizing existing stations in districts 21 and 22 of Tehran using network analysis method and AHP model in GIS environment. National Geomatics Conference, Tehran, 1-15. *(inPersian)*.

https://www.sid.ir/paper/892228/fa

Ziari, Y. A., & Yazdan Panah, S. (2011). Study of locating Fire stations using AHP model in GIS environment: case study of Amol city. Journal of Studies of Human Settlements Planning,14(6), 74-87. *(inPersian)*.

https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1032665

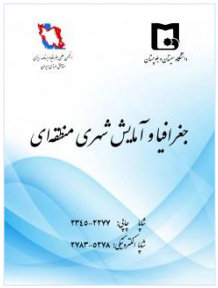
جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۲۲۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۵۲۷۸
دانشگاه سیستان و بلوچستان

شناسایی هسته‌های محروم از خدمات شهری آتش‌نشانی با استفاده از تکنیک‌های مبتنی بر «Network Analysis» (نمونهٔ موردی: شهر اردبیل)

بهنام باقری [۱*]، محمدتقی معصومی [۲]

مقاله پژوهشی

جغرافیا و آمایش شهری–منطقه‌ای
زمستان ۱۴۰۳، سال ۱۴، شمارهٔ ۵۳
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۵
صفحات : ۲۰۲-۱۷۹



واژه‌های کلیدی:
خدمات شهری، آتش‌نشانی، تحلیل شبکه، «GIS»، اردبیل.

چکیده

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در کارایی بهتر در خدمات‌رسانی به موقع و مطمئن آتش‌نشانی در سطح شهرها، موضوع توزیع فضایی ایستگاه‌ها برای کاهش زمان رسیدن به محل حادثه است. این تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر روش و ماهیت، توصیفی- تحلیلی است. هدف کلی آن نیز بررسی توزیع فضایی و شناسایی محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر اردبیل می‌باشد. در این پژوهش، ابتدا لایه‌برداری شبکه معابر شهر اردبیل از پایگاه داده «OSM» دانلود شده و با استفاده از قوانین توپولوژی در محیط نرم‌افزار «ArcGIS»، توپولوژی لایه ساخته شده است، سپس برای شناسایی هسته‌های شهری محروم از خدمات آتش‌نشانی در سطح شهر اردبیل، از تحلیل شبکه در بستر سیستم اطلاعات جغرافیایی بر حسب مسافت و همچنین مدت زمان رانندگی استفاده شده است. محدودهٔ خدمات‌رسانی هر کدام از ایستگاه‌ها با تحلیل محدودهٔ خدمات‌رسانی تعیین گردیده و برای این کار از فاصلهٔ منهتن دو کیلومتری و همچنین زمان سه دقیقه برای رسیدن به محل حادثه استفاده شده است. برای انجام تحلیل مذکور، از فیلدهای اطلاعاتی حداکثر سرعت وسایل نقلیه در معابر، طول معابر، زمان طی‌شدن معبر توسط وسایل نقلیه و سرعت عملیاتی در لایه شبکهٔ معابر شهر اردبیل بهره گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که ۷۹ درصد شهر در محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی بوده و مناطقی چون: شهرک آزادی و آزادگان در مرکز شهر، محلات کلخوران و سیدآباد در شمال شهر، نیار در شرق و شهرک‌های جدید-الاحداث در جنوب شهر، فاقد پوشش خدمات‌رسانی می‌باشند. برای ایجاد پوشش بیشتر و افزایش ایمنی در محلات خارج از محدودهٔ خدمات‌رسانی، سه موقعیت مکانی جدید برای احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی پیشنهاد شده است.

مقدمه

توزیع بهینهٔ کاربری‌ها و مراکز خدماتی، مسأله‌ای است که اغلب اوقات برنامه‌ریزان با آن سر وکار دارند چرا که به‌دلیل رشد پرشتاب جمعیت و کالبد شهرها، مشکلاتی مانند کمبود و عدم توازن فضایی مناسب کاربری‌ها به‌وجود آمده است (حیدری و جودکی، ۱۳۹۹: ۷۶). در سطح جهانی بعد از انقلاب صنعتی، شهر صنعتی با ادغام رشد اقتصادی و سود، به تمرکز شدید در شهرها دامن زده و در ادامه نیز شهرنشینی شتابان در چند دههٔ اخیر، در کشورهای جهان سوم، همان روند تمرکز و تراکم جمعیت و فعالیت‌ها را در شهرها و به‌ویژه در چند شهر عمده به‌وجود آورده است (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۰). ایران به‌عنوان یک کشور در حال توسعه از رشد بالایی در رابطه با نسبت جمعیت شهری و همچنین تعداد شهرها برخوردار است به‌گونه‌ای که طبق آمار سال ۱۳۹۵ نسبت جمعیت شهرنشین به ۷۱/۴ درصد جمعیت و تعداد نقاط شهری به بیش از ۱۳۰۰ نقطهٔ شهری افزایش یافته است. این رشد بیانگر ضرورت توجه به زندگی شهرنشینان و بررسی و شناخت مشکلات آنان می‌باشد. (حیدری و

۱- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) bagheribehnam@pnu.ac.ir
۲- استادیار گروه جغرافیا برنامه‌ریزی شهری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران. taqi.masoumi@iau.ac.ir

جودکی، ۱۳۹۹: ۷۶). در این بین موجودیت شهرها عموما با سرویس‌دهی و ارائهٔ خدمات به ساکنان در محدودهٔ قانونی و حریم شهرها آمیخته است.کاربری‌های امدادی نیز با توجه به فعالیت‌هایی که بر عهده دارند نسبت به سایر خدمات شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (آیشم و همکاران، ۱۴۰۲: ۲۰). به‌طور کلی اعتبار و اهمیت شهرها به خدمات و کیفیت خدمات‌دهی عمومی به شهروندان بستگی دارد. یکی از مهمترین این خدمات که ارتباط مستقیم با جان و مال مردم دارد خدمات مربوط به آتش‌نشانی است. در اکثر شهرهای بزرگ، تلفات مستقیم ناشی از آتش‌سوزی نسبتا پایین است در حالی‌که به‌دلیل ترافیک سنگین خیابان‌ها و مشکلات دسترسی، زمان پاسخ‌گویی فوری آتش‌نشانی طولانی شده و باعث افزایش تلفات می‌شود (Heru, 2012: 74). آتش‌نشانی یکی از مهم‌ترین خدمات امنیتی است که باید در داخل شهرها وجود داشته باشد و در تمامی محدوده‌های آن، متناسب با اندازه و کارکرد این محدوده‌ها توزیع شود (Shok,2020: 1). همه ساله افراد بسیاری بر اثر سوانح مختلف مانند آتش‌سوزی، جان خود را از دست می‌دهند. از جمله دلایل این امر می‌توان به پراکندگی نامناسب ایستگاه‌های آتش‌نشانی، قرار گرفتن آن‌ها در مناطق پرترافیک و فقدان پاسخ‌گویی به زمان استاندارد در اطفای حریق اشاره نمود در حالی‌که با اتخاذ تدابیر مناسب مانند اطفای حریق به موقع می‌توان از گسترش آتش‌سوزی جلوگیری به‌عمل‌آورد (پوررمضان و جوان، ۱۳۹۵: ۲). ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی در ایران عمدتا بدون برنامهٔ خاص و مدون و معمولا به‌گونه‌ای است که برای ایجاد هر ایستگاه در محدوده‌های شهری مهمترین اصل، خالی‌بودن زمین، بدون مالک بودن آن یا مواردی از این قبیل است (تارتاری و همکاران، ۱۳۹۴: ۲). فرآیند انتخاب محل ایستگاه‌های آتش‌نشانی همیشه به‌صورت سنتی بر اساس تجربهٔ چند نفر در برخی از سازمان‌های خاص و یا با توجه به امکانات موجود در شهرها صورت می‌گیرد (Davoodi & Mesgari,2018: 433). محل استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی عاملی مهم در قابلیت و توانایی آن ایستگاه‌ها در مقابله با آتش‌سوزی و مدیریت بحران در شهرها است. با استفاده از ابزارهای دسترسی مبتنی بر «GIS»، با توزیع ایستگاه آتش‌نشانی و داده‌های شبکه جاده‌ها به‌عنوان ورودی، تجزیه‌وتحلیل دسترسی‌ها، برای مدل‌سازی منطقهٔ خدماتی ایستگاه‌های آتش‌نشانی انجام می‌شود. این امر ما را قادر می‌سازد تا ببینیم که آیا توزیع ایستگاه آتش‌نشانی فعلی برای تخلیهٔ اضطراری آتش‌سوزی کارآمد و مؤثر در شهر کافی است یا خیر؟ (Nurzaman et al,2021: 496). مهم‌ترین مشکل در جهت خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی، عدم توزیع مناسب ایستگاه‌ها و محدود بودن شعاع عملکردی ایستگاه‌های موجود است (زیاری و یزدان‌پناه، ۱۳۹۰: ۷۵). پراکندگی‌ها و مکان‌یابی‌های نامناسب ایستگاه‌ها در کنار حجم بالای ترافیک در داخل شهرها باعث شده تا در زمان استاندارد ۳ دقیقه مشکلات عدیده‌ای در اطفای حریق پدید آید. (احدنژاد و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۲).

پیشینهٔ تجربی نشان می‌دهد که تحقیقات و پژوهش‌هایی در این‌خصوص انجام گرفته است. از جمله: فورکائو[1] و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با بررسی سیستم واکنش اضطراری آتش‌نشانی مبتنی بر «GIS» در کشور غنا مشخص کردند که در مناطقی که آتش‌سوزی شدید اتفاق افتاده، تعداد شیر آتش‌نشانی کافی نیست و توزیع این شیرهای آتش‌نشانی با مقررات سازگار نیست. بالاسوبرامانی[2] و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی در شهر مادورای به تجزیه‌وتحلیل محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی مبتنی بر «GIS» برای برنامه‌ریزی بهینه پرداخته‌اند. نتایج نشان‌داد که مطالعات با کمک «GIS» به مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و کمترشدن خسارت کمک

[1] . Forkuo
[2] . Balasubramani

می‌کند. گایو[1] و همکاران (۲۰۲۲) تحقیقی در مورد بهینه‌سازی استقرار هم‌افزایی بین منطقه‌ای ایستگاه‌های آتش-نشانی در ناحیهٔ پکن چین براساس تصاویر سنجش‌ازدور شهری و ارزیابی و امتیازدهی کارشناسان انجام داده‌اند. نتیجه به‌دست‌آمده نشان داده است که با احداث ۱۷ ایستگاه آتش‌نشانی می‌توان ۹۰ درصد شهر را مورد پوشش کامل قرار داد. شیری و شمس (۱۳۹۵) در تحقیقی در شهر همدان به شناسایی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل خوشه‌ای پرداخته‌اند. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که بررسی وضعیت مالکیت زمین ضروری بوده و زمین‌های رها شده در اولویت اول و زمین‌های دولتی در اولویت دوم برای احداث ایستگاه قراردارند. امین طهماسبی و همکاران (۱۳۹۹) با مطالعهٔ بهینه‌سازی مکان‌یابی استقرار کاربری‌های شهری با روش ترکیبی دلفی و پرومته در شهر اهواز به این نتیجه رسیده‌اند که مناسب‌ترین مکان به-منظور احداث ایستگاه آتش‌نشانی منطقهٔ پاداد واقع در بلوار آیت‌الله بهبهانی می‌باشد.

معمارزاده و همکاران (۱۴۰۰) با بررسی تاب‌آوری مجموعه‌های شهری از طریق مکان‌یابی و رتبه‌بندی ایستگاه‌های آتش‌نشانی منطقه ۱۰ تهران که با روش تاپسیس فازی انجام شده است به این نتیجه رسیده‌اند که ایستگاه شماره ۸۵ در مکان بهینه قرار دارد اما ایستگاه شماره ۸ در مکان بهینه استقرار ندارد. این امر در کاهش ایمنی و تاب‌آوری اثرگذار است. امدادی و همکاران (۱۴۰۱) در تحقیقی که با استناد به مقالات و تحقیقات کتابخانه‌ای انجام یافته است به بررسی تأثیر ایستگاه‌های آتش‌نشانی بر امنیت و آسایش ذهنی شهروندان پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که تقویت روحیهٔ آتش‌نشانان باعث ایجاد امنیت و آسایش روانی مردم می‌شود. اقبال و موسوی راد (۱۴۰۲) تحقیقی در محدودهٔ منطقه ۱۶ شهر تهران برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی انجام دادند. در این تحقیق از روش «GIS-FAHP» استفاده کرده‌اند. نتیجه به‌دست‌آمده نشان داده است که نوار جنوبی و قسمتی از ناحیه شمالی محدودهٔ مورد بررسی برای ایجاد ایستگاه آتش‌نشانی کاملا مناسب است. معتمدی و کیانفر(۱۴۰۲) در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر اصفهان که با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره قطعی و فازی استفاده شده است، به این نتیجه رسیده‌اند که منطقه ۸ در شهر اصفهان در تمامی حالات دارای بالاترین اولویت برای احداث ایستگاه آتش‌نشانی است. پاداش و خیردست (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی در آتش‌سوزی‌های پس از زلزله در شهرداری تهران پرداخته‌اند. در این تحقیق از تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده و شاخص‌ها را دو به دو مقایسه و امتیازدهی کرده‌اند. نتیجه به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که نیروهای عملیاتی و خودروهای عملیاتی متناسب با ظرفیت در منطقه وجود ندارند. با بررسی پیشینه‌های موجود در بحث آتش‌نشانی مشخص شده که دو گروه تحقیق در این موضوع وجود دارد: گروه اول تحقیقاتی هستند که به بحث در مورد مکان-یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در مناطق و محلات شهری پرداخته‌اند و گروه دوم تحقیقاتی است که هدف آن‌ها نحوهٔ خدمات‌رسانی و پوشش‌دهی مناطق شهری توسط ایستگاه‌های آتش‌نشانی می‌باشد. با توجه به تحقیقاتی که وجود دارد موضوع بیشتر مقالات در حوزهٔ مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی بوده و در زمینهٔ پوشش خدمات‌رسانی و نحوهٔ انجام آن‌ها مقالات کمتری نوشته شده است که علت این موضوع می‌تواند استفاده از ابزار، روش‌ها و استانداردهایی باشد که در این زمینه وجود دارد.

با توجه به رشد جمعیت و مساحت شهر اردبیل در طول چند دههٔ گذشته و داشتن بافت سنتی و تاریخی در مرکز شهر، لزوم بررسی، ایجاد و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی امری کاملا ضروری به نظر می‌رسد. به‌طوری که در

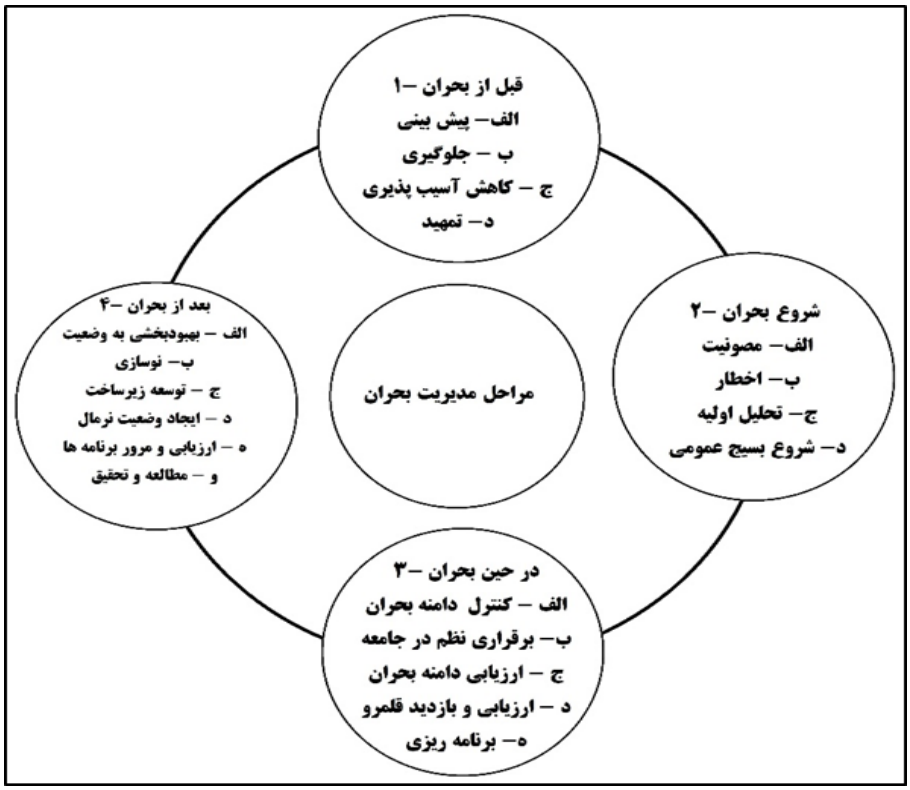
[1] Guo

طول چند سال اخیر ایجاد شهرک‌های جدید مسکونی با تراکم بالای جمعیتی و ساختمانی، الزام مطالعه برای تاسیس ایستگاه‌های آتش‌نشانی جدید در شهر اردبیل را توجیه می‌نماید. سؤالی که در این‌باره مطرح می‌شود این است که آیا ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود می‌توانند در زمان استاندارد کل شهر را پوشش دهند؟ سؤال دوم این‌که موقعیت مکانی مناسب برای ایستگاه‌های آتش‌نشانی جدید پیشنهادی کجاها هستند؟

مبانی نظری

امروزه، برنامه‌ریزی و مدیریت بحران شهری جایگاه ویژه‌ای در حوزهٔ مسائل شهری دارد. وقوع بحران‌های انسانی متعدد در شهرها و کلان‌شهرهای دنیا و نیاز به برنامه‌ریزی و مدیریت این‌گونه بحران‌ها سبب شده است تا مدیران و برنامه‌ریزان شهری نیاز به تحقیق و پژوهش بیشتر در این زمینه را به‌خوبی احساس کنند. در مواقع وقوع بحران، درنظرداشتن کاهش آسیب و مدیریت بحران تنها یک مقولهٔ مدیریتی نیست بلکه به شدت تابع ویژگی‌های فیزیکی سکونتگاه‌ها می‌باشد؛ بنابراین ارتباطی مستقیم میان مدیریت بحران و برنامه‌ریزی شهری وجود دارد. (آرزم و همکاران،۱۴۰۰: ۱۷۱). مدیریت بحران، دارای چرخه‌ای است که اجزای آن اساس سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مدیریت بحران را شکل می‌دهد. بخش‌های مختلف این چرخه عبارت است از: مرحلهٔ قبل از بحران که شاید بتوان گفت یکی از مهمترین بخش‌ها در مدیریت بحران می‌باشد. این مرحله شامل: پیش‌بینی بحران، جلوگیری از بحران، کاهش آسیب‌پذیری و تمهیداتی است که اگر قبل از بحران به‌کار گرفته شود بسیاری از آثار مخرب بحران به‌وجود-آمده کمتر خواهد بود. مرحله دوم مرحلهٔ شروع بحران است که شامل: مصونیت، اخطار و تحلیل اولیه در کنار شروع بسیج عمومی برای تمامی ارگان‌ها و نهادهاست. مرحله سوم مرحلهٔ حین بحران است که کنترل‌کردن بحران و برقراری نظم و ارزیابی دامنهٔ بحران و بازدید از محل بحران و برنامه‌ریزی برای اقدامات بعدی در این مرحله به‌وقوع می‌پیوندد. مرحلهٔ آخر، بعد از مرحلهٔ وقوع بحران است که بهبودبخشی، بازسازی محل آسیب‌دیده، توسعهٔ زیرساخت‌ها و ایجاد حالت نرمال برای انجام اقدامات در کنار تحقیق و ارزیابی بحران در این مرحله دیده می‌شود (شکل ۱)(Honarvar, 2019). هدف از مدیریت بحران، کم‌کردن هزینه‌های مصرفی در اثر بحران ایجادشده از یک سو و کم‌کردن اثرات سوء بحران در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، امنیتی و فرهنگی از سوی دیگر می‌باشد. (امدادی و همکاران، ۱۴۰۱: ۴). مدیریت بحران، نیازمند سیاست‌های مداخله گرایانه برای کاهش زمان دسترسی مراکز خدمات‌رسانی به محل حادثه است. این امر تنها با بهینه‌سازی سیستم پاسخ‌گویی به بحران در مقیاس منطقه‌ای ممکن می‌گردد. به‌دلیل روند فزایندهٔ رشد جمعیت شهری در کشورهای در حال توسعه، باید وضع موجود پراکنش مراکز خدمات‌رسانی در سطح مناطق شهری و کلان‌شهرها تجزیه‌وتحلیل گردد. (صالحی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۸). مهم‌ترین تلاش‌های انسانی برای مقابله با بحران، برنامه‌ریزی قبل از بحران و به‌کارگیری آن در هنگام رخداد و بعد از آن است که باعث مشکلات ناشی از بحران می‌شود. توزیع بهینهٔ کاربری‌ها و مراکز خدماتی مسأله‌ای است که اغلب اوقات برنامه‌ریزان با آن سر و کار دارند زیرا به‌دلیل رشد پرشتاب جمعیت و کالبد شهرها، مشکلاتی مانند کمبود و توزیع فضایی نامناسب کاربری‌ها به‌وجود آمده است (تقی‌زاده فانید و همکاران، ۱۳۹۴: ۲). در این میان، ایمنی یکی از شاخصه‌ها و مؤلفه‌های مهم و اساسی در زندگی شهری امروز محسوب می‌شود و شهر ایمن به‌عنوان یک شهر مطلوب، همواره مد نظر برنامه‌ریزان و کارشناسان امور شهری قرار دارد. خدمات‌رسانی به موقع و مطمئن توسط ایستگاه‌های آتش‌نشانی بیش از هر چیز دیگر مستلزم استقرار آن‌ها در مکان‌های مناسب با ضوابط و

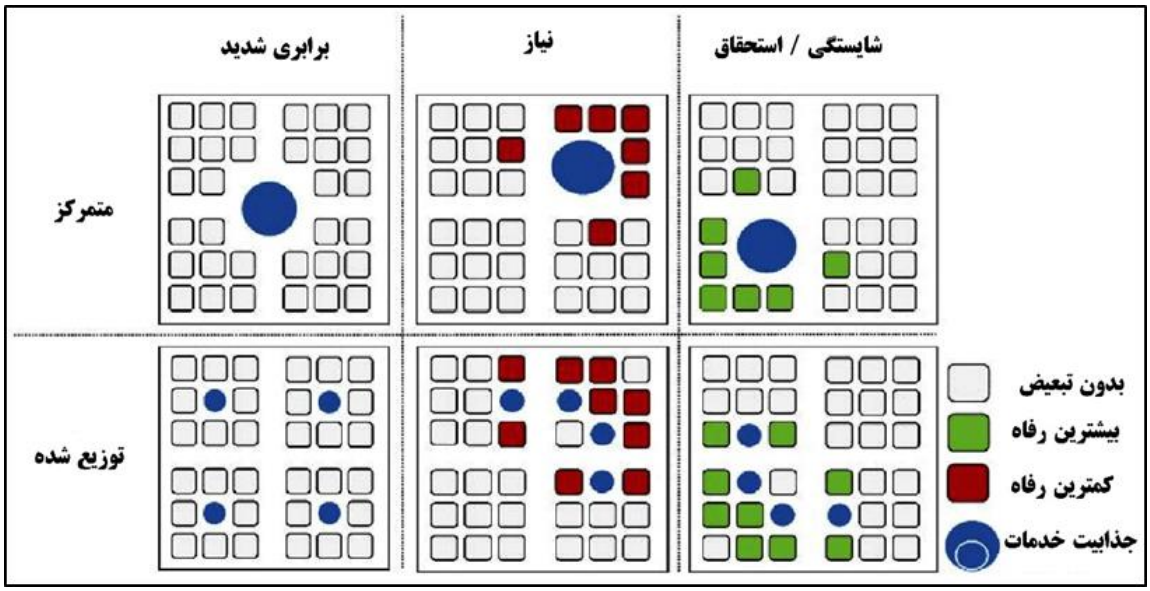
استانداردهای مطلوب است که بتواند در اسرع وقت و بدون مواجه‌شدن با موانع و محدودیت‌های محیط شهری از یک طرف و یا ایجاد حداقل آثار منفی بر روی زندگی ساکنان شهر از طرف دیگر به محل حادثه رسیده و اقدامات اطفا و امداد را به انجام برسانند (محمدی و پورقیومی، ۱۳۹۳: ۲۸۰).



شکل ۱- چرخه و مراحل مدیریت بحران
(منبع: Honarvar, 2019)

«عدالت» مفهومی مناقشه برانگیز است؛ از این‌رو صورت‌بندی‌های متفاوتی از آن تاکنون ارائه شده است. در صورت‌بندی‌های پیشین، عدالت اجتماعی به حالت توزیعی و جبرانی در شهر تقلیل یافته است و در صورت‌بندی‌های معاصر، از عدالت اجتماعی به‌عنوان گفتمان انتقادی که هدفش حذف تبعیض، کاهش فقر، جدایی‌گزینی اجتماعی و سلطه است، یاد می‌شود (داداش‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). «عدالت فضایی» شاخه‌ای از عدالت اجتماعی است که مرکز اصلی برنامه‌ریزی تأسیسات شهری نیز محسوب می‌شود. عدالت فضایی، وضعیت محلات را از نظر شیوهٔ توزیع خدمات و میزان برخورداری از شاخص‌های مختلف اقتصادی ـ اجتماعی و زیربنایی بررسی می‌کند (تابعی و همکاران، ۱۳۹۵). استفاده از معیارهای مختلف برای ارزیابی عدالت فضایی می‌تواند پیامدهای قابل توجهی برای توزیع منابع در محیط‌های شهری داشته باشد. سه دیدگاه درخصوص رعایت عدالت در محیط شهری وجود دارد: دیدگاه عدالت فضایی مبتنی بر برابری شدید، دیدگاه عدالت فضایی مبتنی بر نیاز و سرانجام دیدگاه عدالت فضایی مبتنی بر استحقاق یا شایستگی که می‌توانند به دو صورت متمرکز یا توزیع‌شده (پراکنده) اجرا شوند (Feitosa, et al, 2024). براساس دیدگاه عدالت فضایی مبتنی بر برابری شدید، منابع باید به-

گونه‌ای توزیع شوند که میانگین سطوح دسترسی با تمرکز بر مکان‌های مرکزی به حداقل برسد. این رویکرد به‌دنبال تضمین این است که همهٔ افراد بدون توجه به شرایط یا ویژگی‌های فردی از سطح یکسانی از دسترسی به منابع برخوردار باشند؛ از سوی دیگر، دیدگاه عدالت فضایی مبتنی بر شایستگی یا استحقاق نشان می‌دهد که منابع باید بین کسانی توزیع شود که بیشترین مشارکت را در تأمین مالی آن‌ها داشته اند و اغلب به نفع طبقات بالا و متوسط هستند. این رویکرد مبتنی بر این ایده است که کسانی که کمک بیشتری به جامعه کرده‌اند باید با دسترسی بیشتر به منابع و فرصت‌ها پاداش گیرند. در مقابل، یک رویکرد یا دیدگاه عدالت فضایی مبتنی بر نیاز برای توزیع منابع، ارائهٔ دسترسی بهتر به کسانی را که از رفاه کمتری برخوردارند، در اولویت قرار می‌دهد. در این دیدگاه، منابع باید به کسانی اختصاص داده شود که بیشترین نیاز را دارند. صرف‌نظر از مشارکت یا شرایط فردی آن‌ها (شکل ۲). برگزیدن هر کدام از این دیدگاه‌ها می‌تواند پیامدهای قابل توجهی برای توزیع منابع در محیط‌های شهری داشته باشد و در نهایت می‌تواند سطح کلی عدالت فضایی را در یک منطقه شکل دهد؛ بنابراین مهم است که دیدگاه‌های مختلف و پیامدهای آن‌ها در هنگام توسعهٔ سیاست‌های عمومی و استراتژی‌های برنامه‌ریزی شهری به دقت در نظر گرفته شود. خلاصه این‌که درک تغییرات بالقوه در پیکربندی‌های فضایی که می‌تواند ناشی از معیارهای مختلف عدالت باشد، می‌تواند بینش‌های ارزشمندی را برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان شهری که به‌دنبال ایجاد محیط‌های شهری عادلانه‌تر هستند، ارائه دهد (همان منبع).



شکل ۲ - توزیع خدمات مبتنی بر دیدگاه‌های مربوط به عدالت فضایی

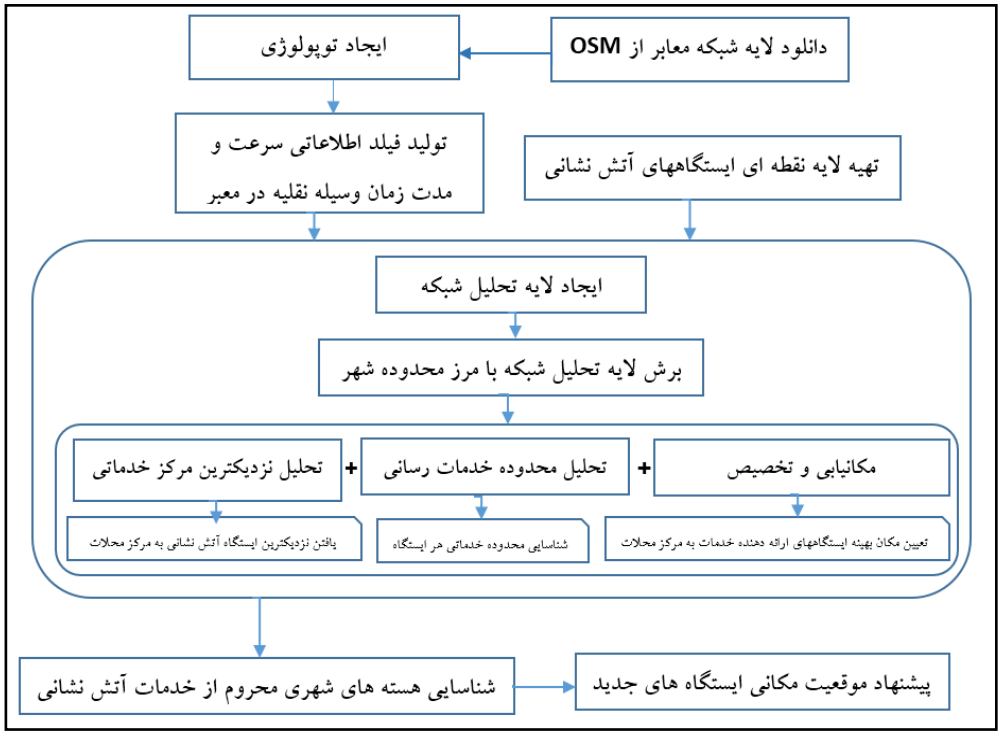
(منبع: Feitosa, et al: 2024)

روش پژوهش

این تحقیق از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش و ماهیت توصیفی- تحلیلی است و هدف آن، بررسی توزیع فضایی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر اردبیل، تحلیل و شناسایی محدودهٔ خدمات‌رسانی هر ایستگاه با استفاده از تحلیل شبکه[1] در بستر سیستم اطلاعات جغرافیایی بر حسب مسافت و همچنین مدت زمان رانندگی، شناسایی مناطق و محدوده‌های بحرانی (که در آن‌ها کارآیی خدمات ایستگاه‌های آتش‌نشانی کمتر است) و در نهایت پیشنهاد موقعیت مکانی برای ایستگاه‌های جدید آتش‌نشانی در شهر برای تحت پوشش دادن مناطق بحرانی مذکور می‌باشد. برای نیل به اهداف مذکور، ابتدا لایه‌برداری شبکه معابر شهر اردبیل از پایگاه داده «OSM[2]» دانلود شده و ویرایش‌های لازم برای پالایش لایهٔ دانلودشده صورت گرفته و با استفاده از قوانین توپولوژی در محیط نرم‌افزار «ArcGIS»، توپولوژی لایه ساخته شده تا امکان تحلیل شبکه بر روی آن میسر گردد. لایهٔ نقطه‌ای نشان‌دهندهٔ هفت ایستگاه آتش‌نشانی در شهر هم، در تحلیل شبکه وارد شده است.

در این تحقیق برای تعیین محدودهٔ خدمات‌رسانی هر ایستگاه آتش‌نشانی از فاصلهٔ اقلیدسی دو کیلومتری استفاده شده و مناطق حایل یا بافر در اطراف ایستگاه‌ها ایجاد شده و اطلاعات حاصل از آن در جدول ۱ آمده است. همچنین در راستای انجام تحلیل شبکه روی معابر شهر اردبیل، از فاصلهٔ منهتن استفاده شده و برای انجام تحلیل شبکه، فیلدهای اطلاعاتی حداکثر سرعت وسایل نقلیه در معابر، طول معابر، زمان طی‌شدن معبر توسط وسایل نقلیه و سرعت عملیاتی (سرعتی معادل هشتادوپنج درصد حداکثر سرعت تعریف‌شده برای هر معبر) در لایه شبکهٔ معابر شهر اردبیل که ایرادات توپولوژیک آن برطرف شده بود، تولید شد. استفاده از سرعت عملیاتی به‌جای حداکثر سرعت به‌دلیل نبود و عدم دسترسی به اطلاعات ترافیکی و بار ترافیکی در معابر شهری بوده تا تحلیل شبکه به واقعیت نزدیکتر شود. برای تهیهٔ نقشهٔ محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر و شناسایی مناطق بحرانی از نظر فاقد دسترسی‌بودن به این خدمات، از تابع محدوده خدمات‌رسانی در داخل تحلیل شبکه استفاده شده و محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌ها هم از نظر مسافت و هم از نظر زمان رسیدن وسیلهٔ نقلیه از ایستگاه‌ها به محل آتش‌سوزی‌ها محاسبه گردید. مسافت استاندارد برای تعیین محدودهٔ خدمات‌رسانی در داخل تحلیل شبکه استفاده شده و محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌ها هم از نظر مسافت و هم از نظر زمان رسیدن وسیلهٔ نقلیه از ایستگاه‌ها به محل آتش‌سوزی‌ها محاسبه‌گردید. مسافت استاندارد برای تعیین محدودهٔ خدمات‌رسانی هر ایستگاه ۲ کیلومتر و زمان استاندارد رسیدن از ایستگاه آتش‌نشانی به آتش‌سوزی ۳ دقیقه در نظر گرفته شده است. مدل عملیاتی تحقیق در شکل ۲ ارائه شده است.

[1]. Network Analysis
[2]. Open Street Map

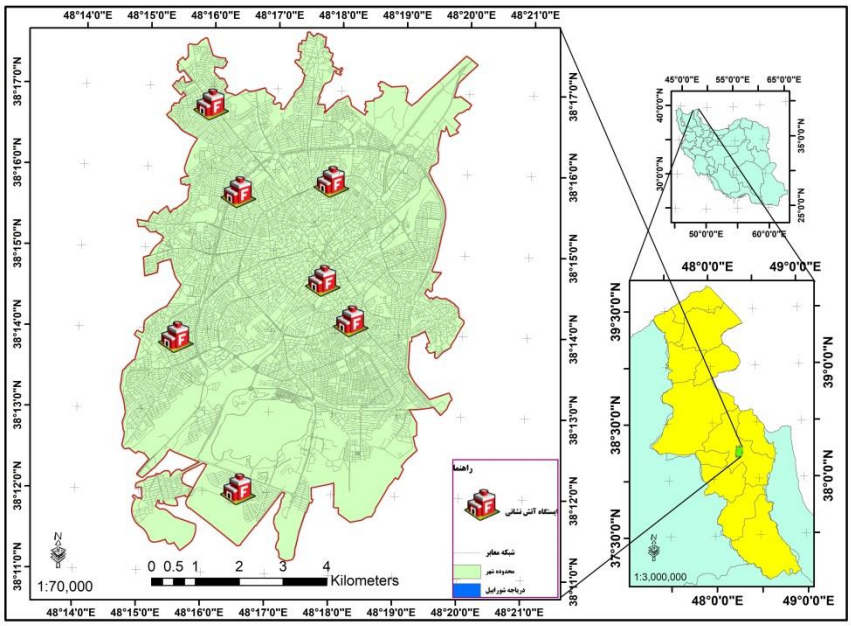


شکل ۳ – مدل عملیاتی تحقیق

(منبع: نویسندگان،۱۴۰۳)

محدودهٔ مورد مطالعه

شهر اردبیل در شمال غرب ایران به‌عنوان مرکز استان اردبیل (شکل ۴) در سال ۱۳۹۵ دارای ۶۲۸۹۰ هکتار مساحت و ۵۲۵۷۰۲ نفر جمعیت بوده است. بررسی روند شهرنشینی شهر اردبیل نشان می‌دهد که جمعیت شهرنشین طی سال‌های اخیر افزایش چشمگیری داشته است. علاوه بر این، رشد فیزیکی شهر اردبیل در مرحلهٔ غیر ارگانیک بسیار سریع‌تر از رشد جمعیت و نیازهای واقعی شهر بوده و شهر را دچار گسترش افقی بی‌رویه‌ای ساخته است. نتایج حاصل از رشد جمعیت در شهر اردبیل نشان می‌دهد که این شهر، نسبت به سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ رشد جمعیتی ۸ برابری را تجربه کرده است (جمعیت سال ۱۳۳۵ شهر اردبیل برابر با ۶۵۷۶۲ نفر) این در حالی‌است که این شهر نسبت به دورهٔ ابتدایی سرشماری سال ۱۳۳۵ (وسعت سال ۱۳۳۵ کمتر از ۸۰۰ هکتار) رشد فیزیکی ۹/۶ برابری را داشته است (باقری و معصومی،۱۴۰۲: ۸).

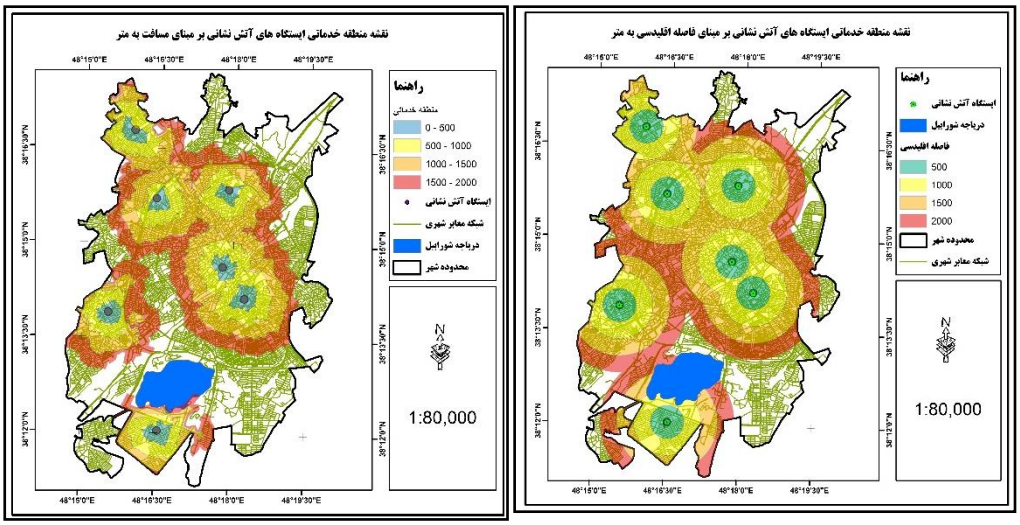


شکل ۴ – نقشهٔ محدودهٔ مورد مطالعه

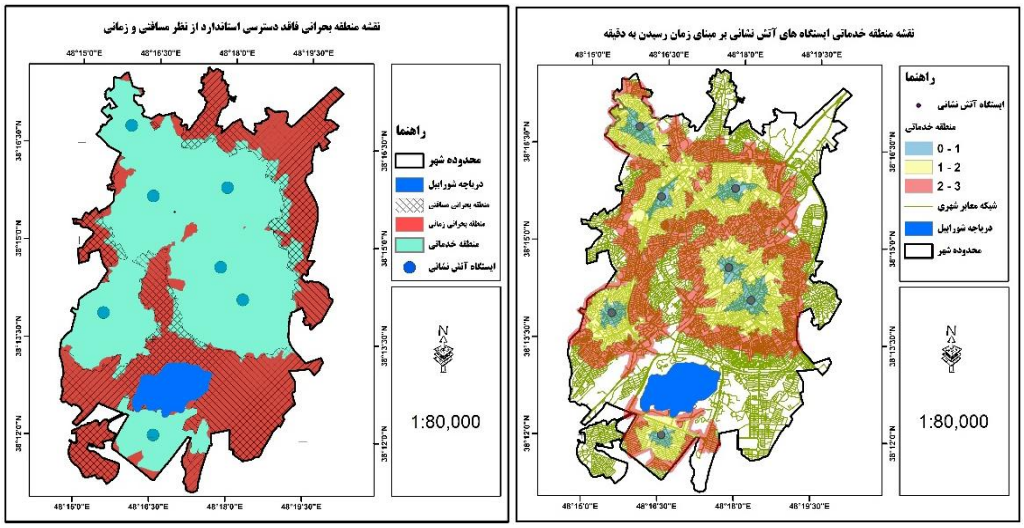
(منبع: نویسندگان،۱۴۰۳)

یافته‌ها

همان‌طورکه گفته شد راه سادهٔ تعیین محدودهٔ خدمات‌رسانی یک ایستگاه آتش‌نشانی، ایجاد بافر در اطراف ایستگاه است. بافرهای ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری در اطراف ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر ایجاد شد (شکل ۵ راست) و ۷۹ درصد شهر در داخل محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود در داخل شهر قرار گرفته است (جدول ۱). با توجه به عدم امکان حرکت روی فواصل اقلیدسی در مناطق شهری، برای تعیین محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر، از تحلیل محدودهٔ خدمات‌رسانی با استفاده از تحلیل شبکه معابر شهری استفاده شده و محدوده خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود در شهر مشخص گردید (شکل ۵ چپ). محاسبات انجام‌شده روی لایهٔ اطلاعاتی تولیدشده ناشی از این تحلیل نشان می‌دهد ۷۶/۷۴ درصد شهر در محدوده خدمات‌رسانی دو کیلومتری ایستگاه‌ها قرار گرفته است (جدول ۱). لازم به ذکر است در این تحلیل محدودهٔ دریاچه شورابیل که ۳/۷ درصد از مساحت کل شهر را تشکیل می‌دهد. در محاسبات، مربوط به تحلیل‌های مبتنی بر بافر در نظر گرفته نشده است. محدودهٔ خدمات‌رسانی را علاوه بر مسافت قابل طی‌کردن در اطراف ایستگاه‌ها، می‌توان بر حسب زمان دسترسی به ایستگاه نیز بررسی نمود. با در نظر گرفتن زمان استاندارد سه دقیقه از ایستگاه تا محل آتش‌سوزی، تحلیل انجام شده و خروجی حاصل از تحلیل (شکل۶راست) نشان می‌دهد که ۷۹ درصد شهر در محدودهٔ خدمات‌رسانی سه دقیقه‌ای از ایستگاه‌ها واقع شده است.



شکل ۵ – محدودهٔ خدمات‌رسانی مبتنی بر تحلیل مناطق حائل (راست) و محدودهٔ خدمات‌رسانی مبتنی بر تحلیل شبکه (چپ)
(منبع:نویسندگان،۱۴۰۳)



شکل ۶ – نقشهٔ محدودهٔ خدمات‌رسانی مبتنی بر زمان رانندگی از ایستگاه‌های آتش‌نشانی (راست) و هسته‌های شهری فاقد دسترسی استاندارد از نظر مسافتی و زمانی (چپ) (منبع: نویسندگان،۱۴۰۳)

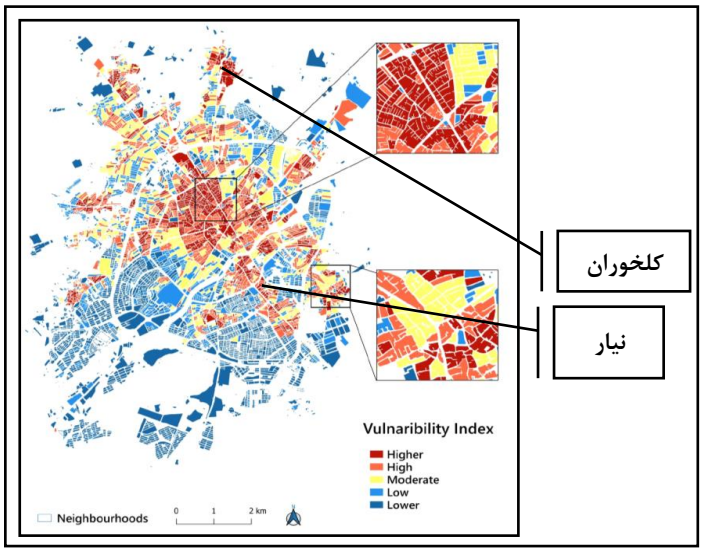
شکل ۶ چپ، نقشهٔ محدودهٔ بحرانی و هسته‌های شهر فاقد دسترسی استاندارد به ایستگاه‌های آتش‌نشانی از نظر مسافتی و زمانی را نشان می‌دهد و مشخص است که میزان این محدوده با درنظرگرفتن معیار فاصله بیشتر از میزان آن با ملحوظ داشتن معیار زمان رانندگی است. محلاتی که هسته‌های محروم از خدمات اطفای حریق را در شهر اردبیل تشکیل می‌دهند عبارتند از: کلخوران، سیدآباد، پناه آباد، شهرک حقیقت، شهرک سینا در شمال اردبیل، محلات علی سرباز، قدس، شهرک زرناس، نیار در شرق اردبیل، شهرک‌های رازی، اندیشه، ولایت، مخابرات، کشاورزی، الهیه، میلاد، نیایش، نادری، جهاد و اتوبوسرانی در جنوب اردبیل، شهرک‌های آزادی و آزادگان در مرکز و جنوب غربی اردبیل و محلات ملایوسف و گلمغان در غرب اردبیل.

جدول ۱- مساحت و درصد محدوده‌های خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در فواصل و بازه‌های زمانی مختلف

تحلیل مبتنی بر بافر	شهر اردبیل	محدوده خدمات رسانی تا ۵۰۰ متر	محدوده خدمات رسانی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	محدوده خدمات رسانی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	محدوده خدمات رسانی ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	محدوده خدماتی بالای ۲۰۰۰متر
مساحت (هکتار)	۶۲۸۸	۵۴۸/۸	۱۴۲۹/۹	۱۵۸۰/۷	۱۴۰۸/۳	۱۳۲۰/۳
درصد	۱۰۰	۸/۷۳	۲۲/۷۴	۲۵/۱۳	۲۲/۴	۲۱
تحلیل شبکه مسافتی	شهر اردبیل	محدوده خدمات رسانی تا ۵۰۰ متر	محدوده خدمات رسانی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	محدوده خدمات رسانی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر	محدوده خدمات رسانی ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	دریاچه شورابیل	خارج از محدوده خدمات‌رسانی
مساحت (هکتار)	۶۲۸۸	۲۴۴/۷	۸۹۱/۱	۱۳۸۸	۲۰۶۸	۲۳۳/۳	۱۴۶۲/۹
درصد	۱۰۰	۳/۸۹	۱۴/۱۷	۲۲/۰۷	۳۲/۹	۳/۷	۲۳/۲۶
تحلیل شبکه زمانی	شهر اردبیل	محدوده خدمات رسانی قابل دسترسی تا یک دقیقه	محدوده خدمات رسانی قابل دسترسی از یک تا دو دقیقه	محدوده خدمات رسانی قابل دسترسی از دو تا سه دقیقه	دریاچه شورابیل	محدوده خدمات‌رسانی خارج از دسترسی در سه دقیقه	
مساحت (هکتار)	۶۲۸۸	۳۱۴/۶	۱۴۲۰/۴	۲۹۹۹/۳	۲۳۳/۳	۱۳۲۰/۴	
درصد	۱۰۰	۵	۲۲/۶	۴۷/۷	۳/۷	۲۱	

(منبع: نویسندگان،۱۴۰۳)

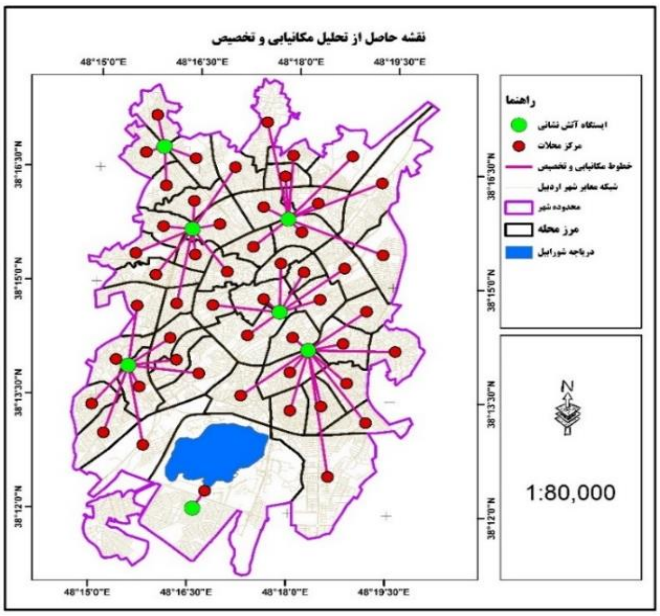
محمدی و همکاران (۲۰۲۳) نواحی در معرض خطر آتش‌سوزی را با استفاده از ۱۹ عامل اقتصادی، اجتماعی، محیطی و زیرساختی در شهر اردبیل شناسایی نموده و برای این کار از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بهره برده‌اند. یافته‌های تحقیق مذکور نشان می‌دهد ۹/۳۷ کیلومتر مربع (۳۱ درصد) از پهنهٔ شهر اردبیل در معرض خطر زیاد و خیلی زیاد آتش‌سوزی قرار دارند. در کنار مرکز شهر، برخی محلات دارای شرایط محیطی و اقتصادی اجتماعی ضعیف نظیر کلخوران و نیار در معرض خطر آتش‌سوزی بالایی هستند که در نقشهٔ شاخص آسیب‌پذیری شهری تهیه‌شده توسط محققین دیده می‌شود (شکل ۷).



شکل ۷ – نقشهٔ شاخص آسیب‌پذیری شهری در برابر آتش‌سوزی

(منبع: محمدی و همکاران ، ۲۰۲۳)

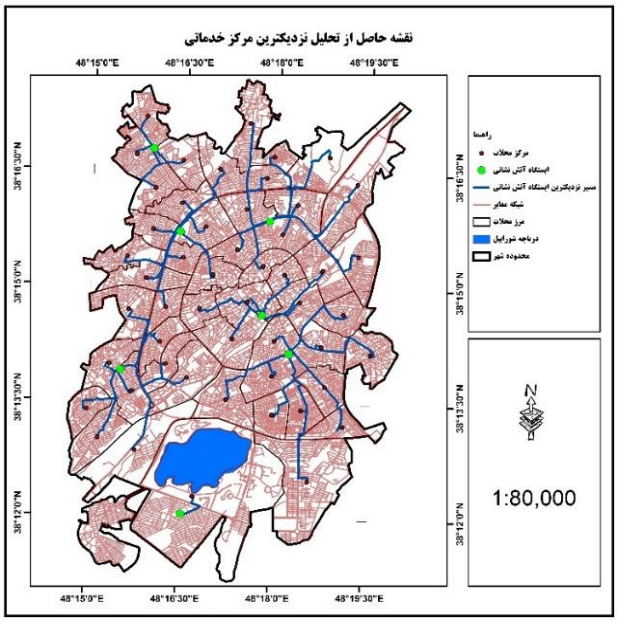
محلات کلخوران و نیار که در تحقیق مذکور جزء محلات در معرض خطر آتش‌سوزی بالا قرار گرفته‌اند، در تحقیق حاضر جزء هسته‌های شهری محروم از خدمات آتش‌نشانی می‌باشند؛ بنابراین این محلات در معرض خطر مضاعف قرار دارند، از یک‌سو خطر آتش‌سوزی در آن‌ها بالاست و از سوی دیگر، خارج از محدوده خدمات‌رسانی استاندارد ایستگاه‌های آتش‌نشانی هفتگانه موجود در داخل شهر هستند. در مرحلهٔ بعدی، لایهٔ پلیگونی نشان‌دهندهٔ محدودهٔ محلات شهری با یافتن مرکز محلات به لایهٔ نقطه‌ای تبدیل شده و برای پاسخ به این سؤال که کدام محلات از کدام ایستگاه آتش‌نشانی خدمات بگیرد، بهتر است؟ از تحلیل مکان‌یابی و تخصیص استفاده شده و نتایج حاصل از آن در شکل ۸ ارائه شده است.



شکل ۸ – نقشهٔ نشان‌دهندهٔ نتایج تحلیل مکان‌یابی و تخصیص

(منبع: نویسندگان،۱۴۰۳)

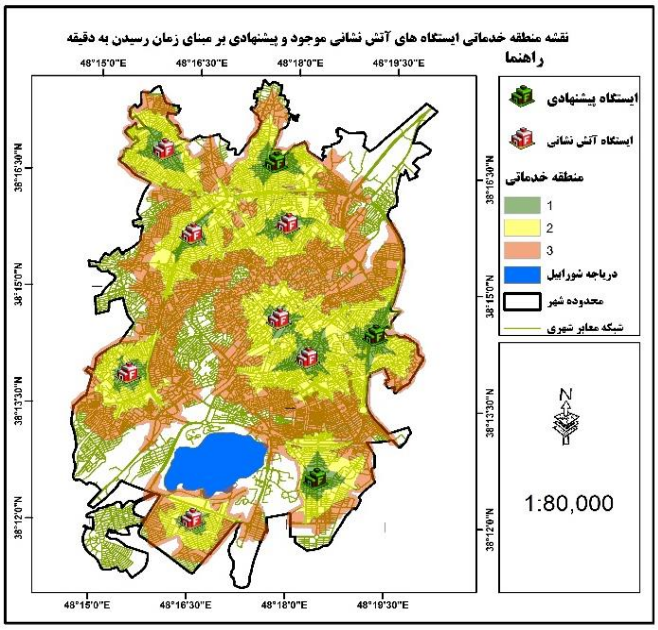
همان‌طورکه می‌توان دید، هر کدام از ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود در شهر امکان ارائهٔ خدمات بـه چنـد محلـه را دارند که در شکل ۷ با خطوط واصل مرکز محلات به ایستگاه‌های آتش‌نشانی دیده می‌شوند. ایسـتگاه آتـش‌نشـانی واقع در شهرک کوثر (جنوب دریاچهٔ شوابیل)، ایستگاهی است که توانایی کمتری به ارائهٔ خدمات به مرکـز محـلات داشته و فقط یک محله را پوشش می‌دهد که دلیل آن احتمالا بزرگ‌بودن اندازهٔ محله و واقع‌شدن دریاچـهٔ شـورابیل در داخل آن باشد. ضمناً توجه به این نکته (که از نتیجهٔ تحلیل محدودهٔ خدمات‌رسانی در بخش‌هـای قبلـی حاصـل شده) ضروری است که مکان‌یابی این ایستگاه به درستی انجام نشده و می‌توان با جابجایی، محدوده خـدمات‌رسـانی بیشتری برای آن ایجاد کرد. پس از مشخص شدن این موضوع که کدام محلات می‌توانند از کـدام ایسـتگاه خـدمات بگیرند پاسخ به این سؤال که نزدیکترین ایستگاه ارائه‌دهندهٔ خدمات به مرکز محلات کدام ایستگاه بوده وکوتاه‌تـرین و بهترین مسیر از این ایستگاه به مرکز محلات تحت پوشش کدام اسـت؟، بـا اسـتفاده از تحلیـل نزدیکتـرین مرکـز خدمات مشخص گردید. شکل ۸ نقشه‌ای را نشان می‌دهد که در آن کوتاه‌ترین مسیرها از ایستگاه‌های آتـش‌نشـانی به محلات تحت پوشش آن‌ها مشخص گردیده است.



شکل ۹ – نقشهٔ مسیرهای منتهی به نزدیکترین ایستگاه آتش‌نشانی از مرکز محلات

(منبع: نویسندگان،۱۴۰۳)

همان‌طورکه می‌توان دید، در شکل ۹ کوتاه‌ترین مسیرهای منتهـی بـه مرکـز محـلات از نزدیکتـرین ایسـتگاه‌هـای آتش‌نشانی مشخص شده و می‌تواند برای بهبود خدمات ایستگاه‌های آتش‌نشانی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه بـه استاندارد هر ایستگاه برای حداقل پنجاه هزار نفر، لازم است در شهر اردبیل حداقل ۱۰ ایستگاه آتش‌نشـانی احـداث شود. برای این‌که ۳۰ درصد شهر که در حال حاضر خارج از محدوده خدمات‌رسانی استاندارد ایسـتگاه‌هـای موجـود قرار دارند، تحت پوشش محدودهٔ خدمات‌رسانی قرار گیرند، موقعیـت مکـانی سـه ایسـتگاه جدیـد پیشـنهاد شـده و تحلیل شبکه با استفاده از ده ایستگاه آتش‌نشانی صورت گرفته است به‌طوری‌کـه محـلات خـارج از محـدودهٔ مـورد اشاره در بالا نیز در محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی قرار گرفته‌اند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ – نقشهٔ منطقهٔ خدماتی ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود و پیشنهادی

(منبع: نویسندگان،۱۴۰۳)

بحث

از میان کاربری‌ها و خدمات موجود در شهر، توزیع بهینهٔ ایستگاه‌های آتش‌نشانی به‌دلیل اهمیت و توجه روز افزون به امر ایمنی در شهرها، و ارائهٔ تمهیداتی در زمینهٔ پیشگیری و مقابله با آتش‌سوزی و حادثه از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. در پژوهش حاضر برای شناسایی مناطق و نواحی‌ای از شهر که از پوشش خدمات آتش‌نشانی بی‌بهره و یا کم‌بهره هستند، از روش تحلیل شبکه استفاده گردید. شهر اردبیل به‌عنوان مرکز استان اردبیل در طول سنوات و دهه‌های گذشته، افزایش جمعیت و وسعت قابل ملاحظه‌ای داشته است. به همین منظور تحت پوشش قرارگرفتن تمامی سطح شهر به جهت خدمات ایمنی دارای اهمیت بالایی است. در تحقیق حاضر برای به‌کار بستن تحلیل شبکه، ابتدا لایه‌برداری شبکه معابر شهر اردبیل از پایگاه داده(OSM) «open street map» دانلود شد و با استفاده از قوانین توپولوژی در محیط نرم‌افزار «ArcGIS»، توپولوژی لایه ساخته شده تا امکان تحلیل شبکه بر روی آن میسر گردد. برای تهیهٔ نقشهٔ محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و شناسایی مناطق بحرانی از نظر فاقد دسترسی‌بودن به این خدمات، از تابع محدوده خدمات‌رسانی در داخل تحلیل شبکه استفاده شده و محدودهٔ خدمات‌رسانی ایستگاه‌ها، هم از نظر مسافت و هم از نظر زمان رسیدن وسیلهٔ نقلیه از ایستگاه‌ها به محل آتش‌سوزی‌ها محاسبه گردید، مسافت استاندارد برای تعیین محدوده خدمات‌رسانی هر ایستگاه ۲ کیلومتر و زمان استاندارد رسیدن از ایستگاه آتش‌نشانی به آتش‌سوزی ۳ دقیقه در نظر گرفته شد. نتیجه پژوهش نشان‌داد که از کل شهر اردبیل که دارای ۷ ایستگاه آتش‌نشانی می‌باشد، ۲۱ درصد فاقد پوشش مناسب برای گرفتن خدمات ایمنی آتش‌نشانی هستند. نواحی مذکور هم در مرکز شهر و هم در حاشیهٔ آن واقع شده‌اند. نواحی واقع در مرکز شهر به خاطر وجود ساختمان‌های بلند در آن و در نتیجه تراکم بالای جمعیتی نیاز به ایستگاه آتش‌نشانی داشته و نواحی واقع در حاشیهٔ شهر مخصوصا کلخوران و نیار به خاطر استعداد بالا برای وقوع آتش سوزی در آن‌ها نیاز مضاعفی به

ایستگاه‌های جدید دارند. همچنین برای جلوگیری از ایجاد خسارت‌های ناشی از آتش‌سوزی در شهرک‌های تازه تاسیس، باید قبل از احداث شهرک حتما مراکز آتش‌نشانی در نظر گرفته شوند. به همین دلیل برای تحت پوشش قراردادن کل شهر باید ایستگاه‌های جدید (با درنظرگرفتن زمان و مسافت در مناطق محروم از خدمات) درنظرگرفت. تحقیق حاضر با پژوهش‌های حیدری و رسمتی (۱۳۹۳)، اجزاءشکوهی و همکاران (۱۳۹۳)، ابراهیم‌زاده و همکاران(۱۳۹۵) همخوانی و قرابت بالایی دارد.

نتیجه‌گیری

از جمله کاربری‌های بسیار مهم در شهرها، ایستگاه‌های آتش‌نشانی هستند که با توجه به فعالیت‌های حساسی که دارند، نسبت به سایر خدمات شهری از درجه اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. در این تحقیق با توجه به آن‌چه که در شکل ۲ درخصوص انواع دیدگاه‌های مربوط به عدالت فضایی آمده است، پراکنش ایستگاه‌های آتش‌نشانی با دیدگاه عدالت فضایی مبتنی بر برابری شدید بررسی شده و پیشنهاد مکان‌های جدید نیز بر همان اساس و منطق صورت گرفته است؛ لذا تحقیق دنبال نیل به این هدف است که همهٔ افراد ساکن در شهر اردبیل بدون توجه به شرایط یا ویژگی‌های فردی از سطح یکسانی از دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی برخوردار باشند. شهر اردبیل با داشتن جمعیت بیش از ۵۲۵ هزار نفر در مساحتی بالغ بر ۶۲ هزار هکتار، دارای ۷ ایستگاه آتش‌نشانی در سطح شهر می‌باشد. در تحقیق حاضر برای شناسایی هسته‌های محروم از خدمات آتش‌نشانی، در گام اول به تحلیل و شناسایی محدودهٔ خدمات‌رسانی هر ایستگاه با استفاده از تحلیل شبکه در بستر سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته شد. براساس بررسی تحلیل مبتنی بر بافر مشخص گردید که از مجموع ۶۲۸۸ هکتار وسعت شهر اردبیل، ۱۳۲۰ هکتار یا ۲۱ درصد شهر خارج از محدودهٔ خدمات‌رسانی قرار دارد. بیشتر این مناطق در نواحی اطراف شهر و مناطقی هستند که شهرک‌های جدیدالاحداث مانند: کوثر، دادگستری، کشاورزی و مخابرات قرار داشته و محلاتی مانند نیار و منطقه ۵ شهرداری اردبیل که جدیدا به منطقهٔ شهرداری تبدیل شده است، در این محدوده قرار دارد. در بررسی‌های دقیق‌تر که خدمات‌رسانی را بر مبنای تحلیل شبکه مسافتی مورد محاسبه قرار داده است، ۲۳ درصد شهر در ناحیهٔ خارج از محدودهٔ خدمات‌رسانی قرار داشته و کمتر از ۴ درصد شهر در محدودهٔ خدماتی ۵۰۰ متری قرار گرفته است. در این تحلیل نیز مشخص گردیده که علاوه بر مناطق حاشیهٔ شهر و شهرک‌های تازه تاسیس، مناطقی در داخل شهر که دارای تراکم جمعیت و تراکم ساختمانی بالا هستند در خارج از محدودهٔ امدادرسانی قرار گرفته‌اند. تحلیل دیگر بر اساس شبکهٔ زمانی بوده و مناطقی که در محدودهٔ زمانی استاندارد قرار گرفته‌اند، نزدیک به ۵ درصد شهر می‌باشد و دوباره ۲۱ درصد شهر خارج از محدودهٔ استاندارد زمانی خدمات‌رسانی آتش‌نشانی قرار گرفته‌اند. نکتهٔ جالب توجه این است که با بررسی دوباره مشخص گردید که در این تحلیل نیز مناطقی فاقد خدمات‌رسانی هستند که تراکم جمعیتی و ساختمانی بالایی دارند. با بررسی نقشهٔ مناطق بحرانی نیز مشخص‌گردید که پراکنش ایستگاه‌های آتش‌نشانی نمی‌تواند پوشش‌دهندهٔ کامل شهر به لحاظ خدمات امدادی باشد و مسئلهٔ مهم این است که مناطق بحرانی مشخص‌شده دقیقا انطباق با مناطق مسکونی دارای تراکم بالا دارند در نتیجه اهمیت خدمات‌رسانی آتش‌نشانی را دوچندان می‌کند. به همین منظور ایستگاه‌های پیشنهادشده در همین مناطق قرار دارند تا بتوانند در زمان وقوع حادثه در کمترین مدت زمانی و مسافتی به خدمات‌رسانی بپردازند. شهر اردبیل با توجه به این‌که در سال‌ها و دهه‌های اخیر افزایش جمعیت قابل ملاحظه‌ای را به خود دیده است، در نتیجه پرداختن

به خدمات امدادی مانند آتش‌نشانی در آن بسیار مهم می‌باشد. ایجاد ساختمان‌های بلند در میان کوچه‌های کم-عرض و یا ترافیک‌های شدیدی که در شریان‌های اصلی شهر وجود دارد، در زمان‌های وقوع حادثهٔ آتش‌سوزی می‌تواند عمق فاجعه و خطرات جانی و مالی را دوچندان کند، در نتیجه لزوم بازنگری در توزیع مکانی خدمات امدادی برای زیر پوشش قراردادن شهر اردبیل، باید در اولویت‌های کاری شهرداری و نهادهای نظارتی باشد تا کمترین مقدار خسارت جانی و مالی را به دنبال داشته باشد. با توجه به بررسی‌های انجام‌یافته، می‌توان گفت که در این زمان تنها داشتن کپسول‌های آتش‌نشانی در واحدهای مسکونی، تجاری و خدماتی از مسائل ضروری است تا حداقل در کمترکردن خسارت مؤثر باشد و کمک در خدمات‌رسانی امدادی را تسریع کند.

منابع

آرزم، فاطمه؛ توث، الهام؛ قربانی، شهلا؛ بهادری عظیم‌آبادی، محبوبه؛ آرزم، شیوا. (۱۴۰۰). اهمیت برنامه‌ریزی و مدیریت بحران در شهرداری‌ها، فصلنامهٔ پژوهش‌های کاربردی در فنی و مهندسی، موسسه آموزش عالی آزاد نگاره، دوره سوم، شماره ۲۲، صص ۱۷۷-۱۶۹.

https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1816782/

آیشم، معصومه؛ مولائی، اصغر؛ عزتی‌مهر، محمدرضا. (۱۴۰۲). واکاوی توزیع مکانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر تبریز با رویکرد پدافند غیر عامل، دانش پیشگیری و مدیریت بحران، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، دورهٔ سیزدهم، شمارهٔ ۱، صص ۳۴-۱۹.

Doi: 20.1001.1.23225955.1402.13.1.2.9

اجزاءشکوهی، محمد؛ شایان، حمید؛ درودی، محمدهادی. (۱۳۹۳). مکان‌یابی بهینهٔ ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر مشهد، جغرافیا و مخاطرات محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد، دورهٔ سوم، شمارهٔ ۳، صص ۱۲۸-۱۰۷.

Doi: 10.22067/GEO.V3I3.32086

اقبال، سینا؛ موسوی‌راد، سیدمرتضی. (۱۴۰۲). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در محدودهٔ منطقه ۱۶ شهر تهران با استفاده از GIS-FAHP، فصلنامه مدیریت شهری و مهندسی محیط زیست، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، دورهٔ یکم، شماره ۳، صص ۶۶-۸۱.

https://jumee.kgut.ac.ir/article_184416.html

امدادی، مهدی؛ یگانه، احمدعلی؛ تقی‌زاده، حسین. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر ایستگاه‌های آتش‌نشانی بر امنیت و آسایش ذهنی شهروندان، نشریهٔ علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری، دورهٔ ششم، شماره ۲۲، صص ۱۱۳۶-۱۱۴۴.

https://majournal.ir/index.php/ma/article/view/1739

امین‌طهماسبی، 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، دانشگاه گیلان، دورهٔ چهارم، شمارهٔ ۳، صص ۱۱۰-۸۹.

Doi: 10.22124/UPK.2020.16186.1438

باقری، بهنام؛ معصومی، محمدتقی. (۱۴۰۲). تحلیل تمایزهای جغرافیایی استقرار مدارس در محلات شهری از منظر عدالت فضایی (مطالعهٔ موردی: شهر اردبیل)، جغرافیا و توسعهٔ فضای شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، انتشار آنلاین.

https://doi.org/10.22067/jgusd.2024.85394.1359

پاداش، امین؛ خیردست، افراسیاب. (۱۴۰۲). تجزیه‌وتحلیل عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی از دیدگاه شاخص‌های ایمنی و آتش‌نشانی در آتش سوزی‌های پس از زلزله در شهرداری تهران، فصلنامهٔ مدیریت شهری و مهندسی محیط زیست، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، دورهٔ سوم، شمارهٔ ۱، صص ۳۱-۱۴.

Doi: 10.48306/JUMEE.2023.416088.1019

پوررمضان، عیسی؛ جوان، فرهاد. (۱۳۹۵). تحلیل محدودیت‌های ایمنی و مکان‌یابی بهینهٔ ایستگاه‌های آتش‌نشانی با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعهٔ موردی: شهر رشت)، فصلنامهٔ جغرافیایی سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دورهٔ پنجاهم، شمارهٔ ۱۳، صص ۱۶-۱.

https://sanad.iau.ir/Journal/sarzamin/Article/۸۲۲۵۸۹

تابعی، نادر؛ موحد، علی؛ تولایی، سیمین؛ کمانرودی، موسی. (۱۳۹۵). بررسی نقش عدالت فضایی در مدیریت شهری (محدودهٔ مطالعه: محلات منطقهٔ ۶ تهران)، برنامه‌ریزی فضایی، دانشگاه اصفهان، دورهٔ ششم، شماره ۲، صص ۳۶-۲۳.

Doi: 10.22108/sppl.2016.21649

تاتاری، آیدین؛ تشکری، احسان؛ آقاولی زنجانی، شادی. (۱۳۹۴). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و ساماندهی ایستگاه‌های موجود در مناطق ۲۱ و ۲۲ شهر تهران با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS، همایش ملی ژئوماتیک، تهران، صص ۱۵-۱.

https://www.sid.ir/paper/۸۹۲۲۲۸/fa

تقی‌زاده فانید، ابوالقاسم؛ سالکی ملکی، محمدعلی؛ رنجبرنیا، بهزاد؛ قاسمی خوئی، معصومه. (۱۳۹۴). ارائهٔ الگویی برای استقرار منطقی ایستگاه‌های آتش‌نشانی (نمونهٔ موردی: شهر تبریز)، امداد و نجات، دورهٔ هفتم، شمارهٔ ۲، صص ۱۲-۷.

https://www.sid.ir/paper/۴۸۷۴۷۲/fa

حیدری، رسول؛ رستمی، مسلم. (۱۳۹۳). ارزیابی و ارائهٔ الگوی بهینهٔ مکان‌یابی به‌منظور تاسیس ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از GIS (مطالعهٔ موردی: کرمانشان)، مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، دورهٔ بیست‌ونهم، صص ۹۹-۸۷ .

https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1032690

حیدری، احمد؛ جودکی، حمیدرضا. (۱۳۹۹). بررسی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در بافت فرسودهٔ شهرها (مطالعهٔ موردی: بافت فرسودهٔ شهر تهران)، مطالعات شهر ایرانی- اسلامی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات اجتماعی جهاد دانشگاهی، دورهٔ سی‌وهشتم، شمارهٔ ۱۰، صص ۸۵-۷۵ .

https://iic.ihss.ac.ir/fa/Article/۱۶۲۲۰

داداش‌پور، هاشم؛ علیزاده، بهرام؛ رستمی، فرامرز. (۱۳۹۳). جایگاه عدالت فضایی در نظام برنامه‌ریزی شهری ایران، فصلنامه راهبرد توسعه، مرکز پژوهشی مطالعات راهبردی توسعه، دورهٔ چهل‌وسوم، شماره ۱، صص ۲۰۶-۱۸۱.

https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1115938/

زیاری، یوسفعلی؛ یزدان‌پناه، سمانه. (۱۳۹۰). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از مدل AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر آمل)، مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، دورهٔ ششم، شمارهٔ ۱۴، صص ۸۷-۷۴.

https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/۱۰۳۲۶۶۵

شیری، فاطمه؛ شمس، مجید. (۱۳۹۵). عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با تأکید بر تکنیک تحلیل خوشه‌ای، آمایش محیط، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، دورهٔ سی‌وسوم، شمارهٔ ۹، صص۱۳۲-۱۱۳.

https://sanad.iau.ir/Journal/ebtp/Article/۹۸۶۱۳۴

صالحی، اسماعیل؛ آل محمد، سیده؛ رمضانی مهریان، مجید. (۱۳۹۷). ارزیابی پراکنش ایستگاه‌های آتش‌نشانی با مدل‌سازی تحلیل شبکه (مطالعهٔ موردی: کلان شهر تهران)، جغرافیای اجتماعی شهری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دورهٔ پنجم، شماره ۱، صص۳۱-۱۷.

Doi: 10.22103/JUSG.2018.1959

محمدی، جمال؛ پورقیومی، حسین. (۱۳۹۳). تحلیل فضایی و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر نورآباد با استفاده از GIS. ، جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه تبریز، دورهٔ هجدهم، شمارهٔ ۴۸، صص ۲۹۸-۲۹۷.

https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_1808.html

معتمدی، زهرا؛ کیانفر، کامران. (۱۴۰۲). مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره قطعی و فازی و اطلاعات GIS (مورد مطالعه: شهر اصفهان)، چشم‌انداز مدیریت صنعتی، دانشگاه شهید بهشتی، دورهٔ سیزدهم، شماره۲، صص ۹۸-۶۵.
Doi: 10.48308/jimp.13.2.65

معمارزاده، روح‌الله؛ جهانشاه‌لو، لعلا؛ حسین‌زاده لطفی، فرهاد؛ دهقان توران پشتی، عاطفه. (۱۴۰۰). تاب‌آوری مجموعه‌های شهری از طریق مکان‌یابی و رتبه‌بندی ایستگاه‌های آتش‌نشانی (مورد پژوهی: منطقهٔ ۱۰ تهران)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد، دورهٔ دهم، شمارهٔ ۲، صص ۱۴۶-۱۲۹.

Doi: 10.22067/geoeh.2021.69365.1032

References

Balasubramani, K., Gomathi, M., & Prasad, S. (2016). GIS-based Service area Anaiysis for optimal planning strategies: A Case study of fire Service Stations in Madurai city. Geographic Analysis, 2319-5371, (5), 11-18.

Davoodi, M., & Mesgari, M. S. (2018). A GIS based Fire Station Site Selection using Network Analysis and Set Covering Location Problem (Case study: Tehran, Iran). 433-436.

doi.10.6084/m9.figshare.10053329.v1

Feitosa, F. O., Wolf, J. H., & Lourenço Marques, J. (2024). Operationalizing spatial justice in urban planning: bridging theory with practice. Urban Research & Practice, 17(5), 720–736.

doi.org/10.1080/17535069.2024.2341254

Forkuo, E. K., & Quaye-Ballard J. A. (2013). GIS Based Fire Emergency Response System. International Journal of Remote Sensing and GIS, (2)1, 32-40.

https://www.researchgate.net/publication/269222450_GIS_Based_Fire_Emergency_Response_System

Guo, K,. Wei W., Shixiang, T., Juntao, Y., Zebiao, J., & Zhangyin, D. (2022). "Research on Optimization Technology of Cross-Regional Synergistic Deployment of Fire Stations Based on Fire Risk" Sustainability 14(23), 15725.

doi.org/10.3390/su142315725

Heru, S. & Green, A. (2012). Urban Fire Situation in Indonesia. Fire Technology - FIRE TECHNOL. 48. 10.1007/s10694-011-0226-9.

DOI:10.1007/S10694-011-0226-9

https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1032690

Honarvar, G. (2019). The role of Crisis management in urban infrastructure development. International Conference on Advanced Reserarch in Management, Economics and Accounting, 1-10

https://www.doi.org/10.33422/armea.2019.09.972

Nurzaman, F., Napitupulu, M. H., & Salsabil, M. A. (2022). Assessment of Fire Stations Distribution Using Geographic Information System Case Study in Jakarta Pusat. Conference: Seminar Nasional Geomatika VI, 495-506.

https://www.researchgate.net/publication/358963034

Shok, M. (2020). Optimal spatial distribution of fire stations using geographic information systems Baghdad case study. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 737,(1),495-596.

DOI:10.1088/1757-899X/737/1/012225