University of Sistan and Baluchestan

Geography and Development

Print ISSN: 1735 - 0735 Online ISSN: 2676-7791

Homepage: https://gdij.usb.ac.ir

Urban Temporary Accommodation Centers Siting After the Earthquake using the Spatial Integration Approach (District 22 of Tehran)

Parham Pahlavani[1]✉, Ali Rabani [2], Behnaz Bigdeli[3], Seyed Ahmad Eslaminezhad[4]

1. Associate Professor, School of Surveying and Geospatial Information, College of Engineering, Tehran University, Tehran, Iran
✉ E-mail: pahlavani@ut.ac.ir
2. M.Sc Graduate, School of Surveying and Geospatial Information, College of Engineering, Tehran University, Tehran, Iran
E-mail: Ali.rabani06@ut.ac.ir
3. Assistant Professor at School of Civil Engineering, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
E-mail: Bigdeli@shahroodut.ac.ir
4. M.Sc Graduate, School of Surveying and Geospatial Information, College of Engineering, Tehran University, Tehran, Iran
E-mail: ahmad.eslami73@ut.ac.ir

How to Cite: Pahlavani, P; Rabani, A; Bigdeli, B; & Eslaminezhad, S. A. (2024). Urban Temporary Accommodation Centers Siting After the Earthquake using the Spatial Integration Approach (District 22 of Tehran). *Geography and Development*, 22 (77), 81-106.

DOI: http://dx.doi.org/10.22111/gdij.2024.43241.3432

Received:
24 August 2023
Received in revised form:
13 March 2024
Accepted:
14 May 2024
Published online:
1 January 2025

Keywords:
Earthquake,
Temporary accommodation,
Geographically weighted regression,
District 22 of Tehran.

ABSTRACT

The purpose of this research is site selection of temporary accommodation centers in District 22 of Tehran with the help of effective criteria. These criteria are including Red Crescent, distance to bridge, distance to schools, distance to the main road, distance to the police station, distance to the gas source, distance to mosques, distance to food distribution centers, distance to metro lines, distance to Metro station, distance to health centers, distance to park and green space, distance to hospital, distance to fire stations, population density, earthquake risk, and slope. The novelty of this study is the use of an appropriate and sufficient combination of criteria for locating temporary accommodation sites. In this regard, the geographically weighted regression (GWR) method with two Gaussian and tri-cube kernels was used. This method is compatible with two unique properties of spatial data, namely spatial autocorrelation, and spatial non-stationarity. The values of R^2 and RMSE obtained by the GWR method with tri-cube kernel were 0.9413 and 0.3470, respectively, which indicates the high compatibility of the tri-cube kernel with respect to the Gaussian kernel. The results also show that Chitgar Park and Azadi Sports Complex are some of the largest and most suitable areas for the construction of temporary shelters after the earthquake crisis in the case study.

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

1. Introduction

Earthquake is one of the natural crises in which, despite tremendous advances in technology, man is still incapable of natural disasters such as earthquakes, floods, and droughts and is exposed to many financial and human losses; therefore, earthquake crisis management seems necessary. The existence of natural disasters such as earthquakes in the country has made Iran as one of the top ten countries in the world in terms of disaster. The most important purpose of this study is to identify suitable places for temporary accommodation sites after the earthquake crisis to meet the basic needs of victims and survivors of the

crisis, done by taking into account the environmental, social, and physical conditions of the region. Therefore, the present study, considering the crisis management stages of an earthquake-prone area, tries to address the issue of locating suitable spaces for the construction of temporary accommodation sites. The purpose of this research is site selection of temporary accommodation centers in District 22 of Tehran with the help of effective criteria. These criteria are Red Crescent, distance to bridge, distance to schools, distance to the main road, distance to the police station, distance to the gas source, distance to mosques, distance to food distribution centers, distance to metro lines, distance to Metro station, distance to health centers, distance to park and green space, distance to hospital, distance to fire stations, population density, earthquake risk, and slope. The novelty of this study is the use of an appropriate and sufficient combination of criteria for locating temporary accommodation sites. In this regard, the geographically weighted regression (GWR) method with two Gaussian and tri-cube kernels was used.

2. Methods and Materials

The research method is descriptive-analytical and its type is based on the practical purpose. The theoretical foundations are based on documentary and library studies. The goal of this research is site selection of temporary accommodation centers in District 22 of Tehran. The required data has been obtained from the Tehran Disaster Mitigation and Management Organization and the results of the general population and housing census of 2017. District 22 of Tehran is located between the eastern lengths of 51° 5' 10" to 51° 20' 40" and the northern lengths of 35° 32' 16" to 35° 57' 19". District 22 of Tehran municipality, as the largest and the most extensive urban development connected to Tehran, has 1265 hectares of parks and green space. In addition, due to the unparalleled accessibility of this nascent and emerging region, in Tehran and metropolitan areas, it seems to have the necessary potential for temporary settlement after a possible earthquake in the western part of Tehran. All data processing has been done in the ArcMap software and its quantitative calculations in the Matlab software. In this research, the geographically weighted regression (GWR) method with two Gaussian and tri-cube kernels was used. The recommended combination method is suitable for spatial regression problems because it is compatible with two unique properties of spatial data, i.e. spatial autocorrelation and spatial non-stationarity. According to spatial autocorrelation and spatial non-stationarity properties for spatial data, it is less possible to use basic global regressions such as Ordinary Least square (OLS). In GWR model, the spatial dependencies between the events are considered as weight matrices, and due to the heterogeneity of the environmental factors and the existence of local variation, regression coefficients of the GWR model for observation are measured locally. To evaluate the GWR model's output the Coefficient of Determination (R^2) is usually used to measure the goodness of fit as well as the RMSE value to measure the residuals distribution of the observation.

3. Result and Discussion

For the implementation of the GWR model, 70% of the total data was used for training and 30% of the total data was used for testing, and all data were normalized before entering the algorithms. Based on previous research and trial and error method, a ratio of 70:30 was selected. After implementing the GWR algorithm, the values of R^2 and RMSE obtained by the GWR method with tri-cube kernel were 0.9413 and 0.3470, respectively, which indicates the high compatibility of the tri-cube kernel with respect to the Gaussian kernel. The results also showed that Chitgar Park and Azadi Sports Complex are some of the

largest and most suitable areas for the construction of temporary shelters after the earthquake crisis in the case study.

4. Conclusion

Examining the studies, it was found that in previous research, proper analysis has not been performed to determine the temporary accommodation sites after an earthquake. Therefore, in order to achieve the purpose of this study, the geographically weighted regression (Gaussian and tri-cube kernels) was used to locate temporary accommodation centers after the earthquake in District 22 of Tehran. The results showed that the GWR method with the tri-cube kernel provides better results than the Gaussian one. Based on the information obtained from Tehran Disaster Mitigation and Management Organization, the results of the GWR method indicate the appropriateness of selecting the model to locate temporary accommodation sites after the earthquake crisis for District 22 of Tehran.

By identifying suitable centers for temporary accommodation of the population, the following suggestions are made:

• The results of the current research showed the ability of data-oriented and GIS integration methods in identifying prone areas for temporary accommodation. For this reason, it is suggested that relevant organs, departments and organizations, including the Municipality of Region 22, Tehran Crisis Prevention and Management Organization, etc., should always be prepared by creating comprehensive and up-to-date information banks of all urban details and elements based on GIS. To temporarily accommodate the population in the aftermath of the earthquake crisis.

• It is necessary for public education, awareness and accurate information to the public, regarding the existence of the earthquake risk, its various dimensions and also the designated areas for the temporary settlement of the population.

• It is necessary for accurate estimation of the biological, service, health and treatment needs as well as the capacity of the number of people for each temporary accommodation site by the relevant institutions.

Due to the success of the model used in this research, it is suggested for future research other spatial models such as Generalized Method of Moments Estimation for Spatial Autoregressive (GMM-SAR) and Matrix Exponential Spatial Specification (MESS) to be used.

Keywords: Earthquake, Temporary accommodation, Geographically weighted regression, District 22 of Tehran**.**

5. References

Aad, G., Abbott, B., Abdallah, J., Khalek, S. A., Aben, R., Abi, B., & Abreu, R (2014). Measurements of spin correlation in top-antitop quark events from proton-proton collisions at s= 7 TeV using the ATLAS detector. Physical Review D, 90(11), 112016.
http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.90.112016

Arkani, E., Hatami Nejad H, Qare S (2021). Identifying and prioritizing the factors affecting the increase of earthquake risk in worn-out urban areas with a combined approach of fuzzy Delphi technique and BMW model. Applied researches in Geographical Sciences; 20 (59): 291-306.

Amanpour, S., Parvizian, A (2020). Locating Multi-Purpose Urban Shelters Based on the Principles of Passive Defense: The Case Study of the District One of Ahvaz Metropolis. Town and Country Planning, 12(2), 385-406.
https://doi.org/JTCP.2020.305735.670133/۱۰,۲۲۰۵۹

Bazdar, S., zandmoghadam, M., kamyabi, S (2021). Assessment and evaluation of urban vulnerability to earthquake in the province of Ilam. Applied researches in Geographical Sciences; 20 (59):197-212.
http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3315-fa.html

Boostani, A., Jolai, F., & Bozorgi-Amiri, A (2019). Optimal location selection of temporary accommodation sites in Iran via a hybrid fuzzy multiple-criteria decision making approach. Journal of Urban Planning and Development, 144(4), 04018039.
https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29UP.1943-5444.0000479

Contreras, D., Forino, G., & Blaschke, T (2018). Measuring the progress of a recovery process after an earthquake: The case of L'aquila, Italy. International journal of disaster risk reduction, 28, 450-464.
https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.09.048

Dabiri, M., Oghabi, M., Sarvari, H., Sabeti, S., & Kashefi, H. R (2020). A combination risk-based approach to post-earthquake temporary accommodation site selection: A case study in Iran. Iranian Journal of Fuzzy Systems.
https://doi.org/10.22111/IJFS.2020.5601

Ebrahimian Ghajari, Y. (2020). Designing and implementing a GIS-based model for temporary accommodation planning in the management of earthquake crisis in Babol City. Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 29(113), 29-41.
https://doi.org/10.22131/sepehr.2020.40469

Esmaeili, S (2017). Site selection of temporary settlement after probable Earthquake of Tehran among urban green spaces of Tehran Municipality, District 22. Disaster Prev. Manag. Know.; 7 (3): 273-283.
http://dpmk.ir/article-1-157-fa.html

Fotheringham, A. S., & Oshan, T. M (2016). Geographically weighted regression and multicollinearity: dispelling the myth. Journal of Geographical Systems, 18(4), 303-329.
https://doi.org/10.1007/s10109-016-0239-5

Hong, I., & Yoo, C. 2020. Analyzing Spatial Variance of Airbnb Pricing Determinants Using Multiscale GWR Approach. Sustainability, 12(11), 4710.
https://doi.org/10.3390/su12114710

Hosseini, S. A., de la Fuente, A., & Pons, O (2016). Multicriteria decision-making method for sustainable site location of post-disaster temporary housing in urban areas. Journal of Construction Engineering and Management, 142(9), 04016036.
https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001137

Jamalabadi, J., salmanimoghaddam, M., shekari badi, A., Nodeh, M (2019). Locating temporary population centers after an earthquake in urban settlements Case Study: Sabzevar City. Applied researches in Geographical Sciences.; 19 (55) :153-171.
http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3018-fa.html

Junian, J., & Azizifar, V (2018). The evaluation of temporary shelter areas locations using geographic information system and analytic hierarchy process. Civil Engineering Journal, 4(7), 1678-1688. https://doi.org/10.28991/cej-03091104

Karimpoor, S., Momeni, M (2017). The Selection of Site for Temporary Sheltering After the earthquake (Case Study of Isfahan). Journal of Geography and Environmental Studies, 5(20), 125-138. http://ges.iaun.ac.ir/article_589611.html

Kilci, F., Kara, B. Y., & Bozkaya, B (2015). Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey. European Journal of Operational Research, 243(1), 323-332. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.11.035

Moghimi, S., Monsefi Parapari, D (2019). Site selection for Temporary Earthquake Shelter Compounds, Using Analytic Hierarchy Process and Weighted Linear Combination based on GIS; Case Study: Shahrood. Jsaeh.; 6 (1) :71-94. http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2865-fa.html

Murray, A. T., Xu, J., Baik, J., Burtner, S., Cho, S., Noi, E., & Zhou, E (2020). Overview of Contributions in Geographical Analysis: Waldo Tobler. Geographical Analysis, 52(4), 480-493. https://doi.org/10.1111/gean.12257

Oshan, T. M., Li, Z., Kang, W., Wolf, L. J., & Fotheringham, A. S (2019). mgwr: A Python implementation of multiscale geographically weighted regression for investigating process spatial heterogeneity and scale. ISPRS International Journal of Geo-Information, 8(6), 269. https://doi.org/10.3390/ijgi8060269

Pu, H., Luo, K., Wang, P., Wang, S., & Kang, S (2017). Spatial variation of air quality index and urban driving factors linkages: Evidence from Chinese cities. Environmental Science and Pollution Research, 24(5), 4457-4468. https://doi.org/10.1007/s11356-016-8181-0

Sánchez-Lozano, J. M., Ramos-Escudero, A., Gil-García, I. C., García-Cascales, M. S., & Molina-García, A (2022). A GIS-based offshore wind site selection model using fuzzy multi-criteria decision-making with application to the case of the Gulf of Maine. Expert Systems with Applications, 210, 118371. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118371

Soltani, Z., Almodaresi, D (2017). Site Selection of Temporary Settlement and Relief Sites After Earthquake in Historical Zone of Yazd by AHP, Fuzzy Logic, FAHP, GIS. Geography and Territorial Spatial Arrangement, 7(22), 1-20. https://doi.org/10.22111/gaij.2017.2993

Song, S., Zhou, H., & Song, W (2019). Sustainable shelter-site selection under uncertainty: A rough QUALIFLEX method. Computers & Industrial Engineering, 128, 371-386. https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.053

Tang, C., Liu, X., Cai, Y., Westen, C. V., Yang, Y., Tang, H., & Tang, C (2020). Monitoring of the reconstruction process in a high mountainous area affected by a major earthquake and subsequent hazards. Natural Hazards and Earth System Sciences, 20(4), 1163-1186. https://nhess.copernicus.org/articles/20/1163/2020/

Wang, X., & Liu, H., (2019), A Knowledge-and Data-Driven Soft Sensor Based on Deep Learning for Predicting the Deformation of an Air Preheater Rotor. IEEE Access, 7, 159651-159660.
https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2950661

Wen, H., Zhang, X., Zeng, Q., Lee, J., & Yuan, Q (2019). Investigating spatial autocorrelation and spillover effects in freeway crash-frequency data. International journal of environmental research and public health, 16(2), 219.
https://doi.org/10.3390/ijerph16020219

Wu, D (2020). Spatially and Temporally Varying Relationships between Ecological Footprint and Influencing Factors in China's Provinces Using Geographically Weighted Regression (GWR). Journal of Cleaner Production, 121089.
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121089

Ye, X., Yu, X., & Wang, T (2020). Investigating spatial non-stationary environmental effects on the distribution of giant pandas in the Qinling Mountains, China. Global Ecology and Conservation, 21, e00894.
https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00894

Zemestani, A., & Soori, H (2019). Relationship between fatal road traffic injury rates and Human Development Index in Iran. Journal of Injury and Violence Research, 11(4 Suppl 2).
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7186985/

Zeng, C., Yang, L., Zhu, A. X., Rossiter, D. G., Liu, J., Liu, J., & Wang, D (2016). Mapping soil organic matter concentration at different scales using a mixed geographically weighted regression method. Geoderma, 281, 69-82.
https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.06.033

Zhou, Q., Wang, C., & Fang, S (2019). Application of geographically weighted regression (GWR) in the analysis of the cause of haze pollution in China. Atmospheric Pollution Research, 10(3), 835-846.
https://doi.org/10.1016/j.apr.2018.12.012

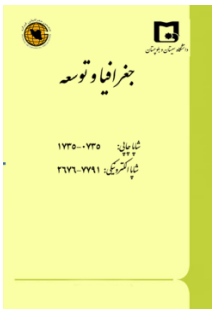
جغرافیا و توسعه
شاپا چاپی: ۰۷۳۵-۱۷۳۵ شاپا الکترونیکی: ۷۷۹۱-۲۶۷۶
https://gdij.usb.ac.ir

تعیین مکان‌های بهینهٔ اسکان موقت شهری پس از زلزله به کمک رویکرد ادغام مکانی در منطقهٔ ۲۲ شهر تهران

دکتر پرهام پهلوانی[1*]، علی ربانی[2]، دکتر بهناز بیگدلی[3]، سید احمد اسلامی نژاد[4]

مقاله پژوهشی

جغرافیا و توسعه، شمارهٔ ۷۷، زمستان ۱۴۰۳
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۲
تاریخ بازنگری داوری: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۵
صفحات: ۱۰۶-۸۱



واژه‌های کلیدی:
زلزله، اسکان موقت، رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی، منطقهٔ ۲۲ شهر تهران.

چکیده

پژوهش حاضر، به‌دنبال مکان‌یابی مراکز اسکان موقت در منطقهٔ ۲۲ شهر تهران به کمک معیارهای مؤثر است. این معیارها شامل: فاصله از هلال احمر، فاصله از پل، فاصله از مدارس، فاصله از جادهٔ اصلی، فاصله از ایستگاه پلیس، فاصله از منبع گاز، فاصله از مساجد، فاصله از مراکز پخش مواد غذایی، فاصله از خطوط مترو، فاصله از ایستگاه مترو، فاصله از مراکز سلامتی، فاصله از پارک و فضای سبز، فاصله از بیمارستان، فاصله از مراکز آتش‌نشانی، تراکم جمعیت، ریسک زلزله و شیب است؛ بنابراین نوآوری تحقیق حاضر، استفاده از ترکیب مناسب و کافی از معیارها برای مکان‌یابی مراکز اسکان موقت می‌باشد. در این راستا، از روش ادغام داده‌محور رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی «GWR» با دو هستهٔ گوسین و مکعبی سه‌گانه استفاده شد. روش پیشنهادی مناسب برای مسائل، رگرسیون مکانی است، زیرا این روش با دو خاصیت منحصربه‌فرد داده‌های مکانی یعنی؛ خودهمبستگی مکانی و ناایستایی مکانی سازگار است. مقادیر «R^2 و RMSE» حاصل از روش «GWR» با هستهٔ مکعبی سه‌گانه به‌ترتیب ۰/۹۴۱۳ و ۰/۳۴۷۰ به‌دست آمد که نشان‌دهندهٔ سازگاری بالای هستهٔ مکعبی سه‌گانه نسبت به هستهٔ گوسین است. همچنین نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که پارک چیتگر و مجموعه-ورزشی آزادی، یکی از وسیع‌ترین و مناسب‌ترین پهنه‌ها برای احداث پناهگاه‌های اسکان موقت پس از بروز بحران زلزله برای منطقهٔ ۲۲ شهر تهران می‌باشند.

مقدمه

کشاورزان و مهندسان «ریسک» را نوعی خسارت می‌دانند، درحالی‌که اقتصاددانان «ریسک» را مترادف احتمال وقوع یک حادثهٔ زیان‌آور می‌پندارند. اگرچه تفاوت‌های فراوانی در چگونگی تعریف «ریسک» وجود دارد، «ریسک» را می‌توان به‌عنوان پیشامدی اتفاقی که احتمال رخداد آن وجود دارد و در صورت وقوع تأثیری منفی بر محیط خواهد داشت، بیان نمود. زلزله یکی از سوانحی است که به سبب شرایط خاص جغرافیایی، کشور ما را دائماً مورد تهدید قرار می‌دهد. بر پایهٔ آمارهای رسمی در ۲۵ سال گذشته، ۶ درصد تلفات انسانی کشور ناشی از زلزله بوده است و به‌طور میانگین هر سال یک زلزلهٔ ۶ ریشتری و هر ده سال یک زلزله به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر در کشور رخ می‌دهد؛ لذا مدیریت بحران زلزله امری ضروری به‌نظر می‌رسد *(Hosseini et al, 2016: 15)*.

۱. دانشیار دانشکدهٔ مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول) pahlavani@ut.ac.ir
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران Ali.rabani06@ut.ac.ir
۳. استایار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران Bigdeli@shahroodut.ac.ir
۴. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران ahmad.eslami73@ut.ac.ir

وجود مخاطرات طبیعی مانند زلزله در کشور باعث‌شده که ایران جزو ده کشور نخست جهان در زمینهٔ بلاخیزی باشد *(بازدار و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۰۲؛ ارکانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۹۹)*. در ایران معمولاً مکان‌گزینی برای اسکان موقت شهروندان به‌صورت تجربی و پس از وقوع سانحه، بدون درنظرگرفتن استانداردهای لازم توسط سازمان‌های امدادرسان انجام می‌گیرد. همان‌طورکه آمارها نشان می‌دهد، از ۴۰ نوع مخاطرات طبیعی که در جهان رخ می‌دهد، ۳۹ مورد آن در ایران به وقوع می‌پیوندد *(امان‌پور و پرویزیان، ۱۳۹۹: ۳۸۶)*. بدیهی است عدم مکان‌گزینی صحیح ممکن است فاجعه‌ای به مراتب هولناک‌تر از سانحهٔ اولیه را به‌دنبال داشته باشد. موفقیت در اسکان موقت می‌تواند منجر به موفقیت در کلیهٔ مراحل مدیریت بحران گردد *(کریم‌پور و مؤمنی، ۱۳۹۶: ۱۲۹؛ امان‌پور و پرویزیان، ۱۳۹۹: ۳۸۹)*. انتخاب و مکان‌گزینی سعی دارد با قانونمندکردن شاخص‌ها و معیارهای تأثیرگذار در تصمیم‌گیری و ارائهٔ راهکارهای منطقی تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان را در انتخاب مکان‌های مناسب برای انجام فعالیت‌ها یاری کند *(مقیمی و منصفی پراپری، ۱۳۹۸: ۷۵)*. پارک‌های شهری و جنگلی با توجه به مقیاس وسیع‌تر، باید این قابلیت را داشته باشند که در صورت وجود زیرساخت‌های مورد نیاز، تجهیز شده و بر اساس طبقه‌بندی‌های انجام‌گرفته، کلیهٔ بازماندگان متقاضی اسکان موقت، به‌ویژه مالکین، با رعایت حداقل فاصله نسبت به محل دارایی‌ها و املاک خود، در آن‌ها سکنی داده شوند *(اسماعیلی، ۱۳۹۶: ۲۷۵)*. تجربه نشان‌داده است که پیشگیری از وقوع نابسامانی مدیریتی در حین و پس از وقوع بحران اهمیت بسزایی در سطح و گستردگی آسیب‌های ناشی از بحران دارد. سرزمین ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی، از جمله کشورهای سانحه‌خیز جهان به‌شمار می‌آید و همواره بر اثر بروز سوانحی چون: سیل، زلزله، خشکسالی و توفان خسارات جانی و مالی قابل توجهی به کشور وارد شده‌است. شهر تهران به‌عنوان مرکز فعالیت‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. کلان‌شهر تهران، به‌عنوان بزرگترین مرکز جمعیتی کشور، دارای مشکلات و نابسامانی‌های اساسی و جدی است که در میان آن‌ها خطر تهدیدات ناشی از حوادث زلزله بیش از سایر مسائل و مشکلات می‌باید مورد توجه قرار گیرد. جمعیت ۱۲ میلیون نفری تهران در شب و ۲۰ میلیونی آن در روز، تهران را به یکی از مهم‌ترین نقاط استراتژیک ایران تبدیل‌می‌کند و آسیب‌رسیدن به این شهر، تأثیر اجتناب‌ناپذیری بر باقی شهرهای ایران می‌گذارد. منطقهٔ ۲۲ شهر تهران به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق ۲۲گانهٔ تهران که هم‌مرز با استان البرز می‌باشد و از سوی دیگر منطقه‌ای با ظرفیت بالای اسکان و اشتغال است، به‌دلیل حجم بالای اماکن اداری و مراکز اشتغال و به نوعی استقلال نسبی منطقه می‌توان آن‌را به‌عنوان یک منطقه لبه‌ای در نظر گرفت. همچنین به سبب قرارگیری این منطقه در یک پهنهٔ لرزه‌خیز، ضرورت و اهمیت مطالعه و برنامه‌ریزی دقیق برای کاهش آسیب‌های انسانی و اجتماعی ناشی از زلزله را بیش‌ازپیش می‌کند. یکی از مسائلی که همواره مورد توجه سازمان‌های مسئول در مدیریت بحران قرار دارد، انتخاب مکانی جهت استقرار اضطراری یا موقت جمعیت‌های آسیب‌دیده از سوانح است. انتخاب مکان مناسب برای یک فعالیت در سطح شهر یکی از تصمیمات پایداری برای انجام یک طرح گسترده است که نیازمند تحقیق در مکان از دیدگاه‌های مختلف می‌باشد *(ابراهیمیان قاجاری، ۱۳۹۹: ۳۱)*. از آن‌جا که مکان‌یابی نیاز به اطلاعات و اهمیت زیادی دارد، حجم بزرگی از اطلاعات جزئی برای معرفی مکان‌های مختلف باید جمع‌آوری، ترکیب و تجزیه‌وتحلیل شوند تا ارزیابی صحیحی از معیارهایی که ممکن است در انتخاب تأثیر داشته باشند، صورت

پذیرد *(جمال‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۵۵)*؛ بنابراین در مقیاس شهر «مکان‌یابی» فعالیتی است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی و ارتباط آن با سایر کاربری‌های شهر برای انتخاب مکانی مناسب برای کاربری خاص مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌دهد *(Tang et al, 2020: 1167)*. مهم‌ترین هدف این تحقیق شناخت مکان‌های مناسب و ایمن برای اسکان موقت جمعیت پس از وقوع بحران زلزله به‌منظور تأمین نیازهای اولیه آسیب‌دیدگان و بازماندگان بحران است که این امر با درنظرگرفتن شرایط محیطی، اجتماعی و کالبدی منطقه صورت خواهد گرفت؛ از این‌رو تحقیق حاضر با درنظرگرفتن مراحل مدیریت بحران یک منطقهٔ زلزله‌زده، سعی در پرداختن به مسألهٔ مکان‌یابی فضاهای مناسب جهت احداث جایگاه‌های اسکان موقت دارد.

اهمیت و ضرورت تحقیق

کوشش‌های بشر برای مقابله با زلزله به تحقیقات "مدیریت بحران ناشی از زلزله" که خود شامل مراحل متعددی می‌شود منجرگردیده است. در حقیقت، پس از وقوع زلزله برای محدودساختن دامنهٔ بحران ناشی از آن از یک طرف و عادی‌سازی اوضاع از طرف دیگر نیاز به رفتاری سازمان یافته است که فقط در صورت آمادگی قبلی کارایی و اثربخشی لازم را خواهد داشت. تجربه حاکی از آن است که اگر ضوابط از قبل معین نشوند، در زمان آغاز برنامهٔ ایجاد سکونتگاه موقت، عوامل غیر قابل پیش‌بینی در برنامه دخالت کرده و به‌صورت‌های مختلف بر کیفیت آن اثر می‌گذارند. مهم‌ترین عامل جهت آمادگی قبلی شناخت میزان آسیب‌پذیری در بحران، اولویت‌بندی و مشخص‌کردن راه‌حل‌هایی جهت پیش‌گیری و مهار خطرهایی که امکان بروز آن می‌رود، است *(کریم‌پور و مؤمنی، ۱۳۹۶: ۱۲۸)*. همان‌طورکه گفته شد، زلزله یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی است که سالانه جان بسیاری از انسان‌ها را می‌گیرد. پیش‌بینی زلزله هنوز به‌طور قطعی امکان‌پذیر نیست اما می‌توان با پهنه‌بندی خطر زلزله با استفاده از فناوری‌های جدید مانند «GIS»، مناطق با خطر بالا را شناسایی کرد و تدابیری برای مقابله با وضعیت بحرانی آن‌ها در هنگام وقوع زلزله اندیشید. برنامه‌ریزی اسکان موقت با هدف مدیریت بحران و کاهش آسیب‌های ثانویهٔ زمین‌لرزه، همواره یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان شهری بوده است. در گذشته سیاست ایجاد مراکز اسکان موقت و سایت‌های امدادرسانی، بدون برنامهٔ خاص و مدون بوده است، به‌گونه‌ای که برای ایجاد هر منطقهٔ امداد و اسکان در محدوده‌های شهری مهم‌ترین اصل، خالی‌بودن زمین، بدون مالک بودن آن یا مواردی از این قبیل بوده است که طبیعتاً آن روش‌ها کارایی لازم را نداشته‌اند *(Contreras et al, 2018: 455)*. اما امروزه با پیشرفت‌های صورت گرفته در فناوری‌هایی مانند «GIS»، می‌توان با درنظرگرفتن پارامترها و معیارهای مؤثر، برنامه‌ریزی در این خصوص را به بهترین نحو انجام داد، چرا که بسیاری از این معیارها ماهیت مکانی دارند *(Song et al, 2019:373)*. ضرورت انجام تحقیقات در زمینهٔ برنامه‌ریزی اسکان موقت از آن‌جا مشخص می‌شود که تاب‌آوری شهری یکی از شاخه‌های اصلی مدیریت بحران شهری می‌باشد. با نگاهی اجمالی به اصول ده‌گانهٔ تاب‌آورسازی شهرها در برابر مخاطرات، چند اصل که بی‌ارتباط با این تحقیق نیست مشخص می‌شود. از جمله این اصول می‌توان به تهیهٔ برنامه‌های ارزیابی خطرپذیری، حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی و اجرای اصول برنامه‌ریزی کاربری اراضی مطابق با خطرپذیری‌های احتمالی اشاره داشت *(ابراهیمیان قاجاری، ۱۳۹۹: ۳۱)*.

مجموعه عوامل فوق، از جمله دلایل انجام تحقیق حاضر شد که هدف اصلی آن برنامه‌ریزی مکانی اسکان موقت در مدیریت بحران زلزله در منطقهٔ ۲۲ شهر تهران می‌باشد. اگرچه تحقیقات زیادی در زمینهٔ برنامه‌ریزی اسکان موقت در ایران و جهان انجام شده است اما همچنان فقدان یک الگوی کارآمد برای برنامه‌ریزی و مکان‌گزینی اسکان موقت پس از زلزله در اکثر شهرهای ایران به‌ویژه تهران احساس می‌شود. تحقیق حاضر سعی در پرداختن به مسألهٔ مکان‌یابی فضاهای مناسب جهت احداث جایگاه‌های اسکان موقت دارد.

پیشینهٔ تحقیق

با توجه به تحقیقات پیشین، روش‌های ادغام داده‌ها در دو دستهٔ کلی دانش‌محور و داده‌محور قابل دسته‌بندی می‌باشند *(Wang & Liu, 2019: 2)*. روش‌های داده‌محور در مناطق شناخته‌شده یا مناطقی که از لحاظ آماری تعداد شواهد شناخته‌شده کافی می‌باشند، کارآیی بالایی دارند، مانند روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR)[1]. در این روش‌ها هدف مشخص‌کردن مکان‌های جدید برای کارهای تفصیلی‌تر است، در حالی‌که در روش‌های دانش‌محور در محیط‌های که کمتر شناخته شده‌اند و یا تعداد کمی از اهداف موردنظر در محدوده وجود دارند، کارآمد هستند مانند روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[2]. تخمین وزن‌ها برای نقشه‌های شاهد و تخمین کلاس‌ها در هر نقشه شاهد بر اساس قضاوت کارشناس و با توجه به ویژگی‌های نشانه‌ها است که در تمام موارد تصمیم‌گیری قابل اجرا هستند و نیازی به وجود شواهدی از جواب ندارند. مطالعات متعددی درخصوص مکان‌یابی جایگاه‌های موقت بعد از وقوع زلزله صورت پذیرفته که می‌توان به مواردی چند اشاره نمود:

کریم‌پور (۱۳۹۵) در مطالعهٔ خود با استفاده از معیارهای اساسی مانند کاربری‌های ناسازگار و سازگار، دسترسی، تراکم جمعیتی و ترافیکی از روش تحلیل گسترش‌یافتهٔ چانگ و بهره‌گیری از منطق فازی، معیارهای تعیین‌شده توسط کارشناسان و متخصصین وزن‌دهی شد و در نهایت توسط تحلیل‌های فازی به‌صورت وزنی همپوشانی شدند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد؛ مناطق حاشیهٔ زاینده‌رود که دارای فضاهای باز کافی و در عین حال سازگار با کاربری‌های اطراف می‌باشند، دارای پتانسیل نسبتاً بهتری برای استقرار آسیب‌دیدگان هستند، در مقابل مناطقی مانند بخش‌های شمالی شهر به جهت عدم وجود کاربری‌های امدادی و بیمارستانی و عدم فضای کافی و دارای ارزش برنامه‌ریزی، دارای کم‌ترین قابلیت ممکن برای برنامه‌ریزی اسکان موقت زلزله‌زدگان می‌باشند. سلطانی و المدرسی (۱۳۹۶) به مطالعهٔ موردی بافت تاریخی شهر یزد با هدف تعیین بهترین مکان استقرار گروه‌های امداد جهت انجام عملیات نجات پرداختند. بدین‌منظور، برای از بین بردن عدم قطعیت در داده‌های ورودی و در راستای ترکیب نقشه‌ها با استفاده از تلفیق مدل‌های برهم‌نهی فازی، شبکهٔ استنتاجی فازی تشکیل و از آن به‌منظور تعیین مکان‌های مناسب استفاده نمودند. درنهایت، گزینه‌ها برای سایت امداد و اسکان پس از زلزله مشخص شدند و بر اساس معیارهایی مانند دسترسی به معابر، مساحت فضای باز و پراکنش مراکز امداد و اسکان اولویت‌بندی و تعیین شد. مقیمی و منصفی (۱۳۹۸) بیان می‌کنند زلزله به‌عنوان یکی از مخرب‌ترین مخاطرات طبیعی با شیوع چشمگیر در سراسر دنیا هر ساله جان افراد بی‌شماری را می‌گیرد و عدهٔ زیادی را بی‌خانمان می‌کند. در این پژوهش، شهر

1. Geographically weighted regression
2. Analytical Hierarchy process

شاهرود با توجه به پتانسیل بالای لرزه‌خیزی و مجاورت با حوزهٔ جنوب شرقی چین‌خوردگی البرز به‌عنوان نمونهٔ مطالعاتی، انتخاب گردیده است. تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل‌های سلسله‌مراتبی برای تعریف ضریب اهمیت هر معیار و ترکیب خطی وزن‌دهی‌شده برای تلفیق نقشه‌ها و با استفاده از ابزار «Expert Choice» و«GIS» صورت گرفته است. ابراهیمیان قاجاری (۱۳۹۹) در تحقیق انجام‌شده، از نظرات کارشناسان خبره با تخصص‌های: مهندسی سازه، زلزله، شهرسازی، مدیریت بحران، پدافند غیر عامل، ترافیک و حمل‌ونقل جهت استخراج و وزن‌دهی معیارهای مؤثر در مکان‌یابی مراکز اسکان موقت شهر بابل استفاده کرد. سپس با استفاده از توابع تحلیلی«GIS»، نقشه‌های معیار تولید و با ترکیب آن‌ها بهترین مناطق برای اسکان موقت (پس از زلزلهٔ احتمالی) در شهر بابل مشخص شد. با تحلیل نتایج مشخص گردید که تنها ۷ درصد از محدودهٔ شهر بابل برای اسکان موقت مناسب است. این مناطق با توجه به سایر استانداردهای اسکان موقت مورد بررسی قرار گرفتند که در نهایت شش محل و در مجموع ۱۰۷ هکتار (کمتر از ۴ درصد) برای اسکان موقت مناسب تشخیص داده شد. کیلسی (۲۰۱۵) بیان بیان می‌کند که هدف از محل پناهگاه موقت، تمرکز بر روی کمک به مردم و مجروحان در مناطق فاجعه‌بار و پس از یک فاجعه است. موقعیت تأسیسات (مکان‌های پناهگاه‌های موقت) نقش مهمی را ایفا می‌کند و عملکرد مستقیم عملیات امداد در مدیریت حوادث را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جونیان و عزیزفر (۲۰۱۸) بیان می‌کنند که ساختن پناهگاه‌های تخلیهٔ زلزله، راهی مؤثر برای کاهش پیامدهای زلزله و محافظت از زندگی است. این مقاله بر آن بوده است تا با شناخت معیارهای مؤثر مانند: دسترسی به جاده‌ها، مراکز آتش‌نشانی، مناطق پرجمعیت، خطوط گسل و مراکز پزشکی برای تعیین بهینهٔ مکان‌های سرپناه موقت در نظر گرفته شده است. در این تحقیق منطقهٔ مورد مطالعه شمال ایران می‌باشد که با استفاده از فرآیند سلسله‌مراتبی تحلیلی در محیط«GIS» استفاده شده است. بوستانی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی به تعیین و اولویت‌بندی عوامل تأثیرگذار بر موقعیت بهینهٔ محل‌های اسکان موقت با استفاده از نظر متخصصان و روش «دلفی فازی» پرداختند. نتیجهٔ تحقیق سه معیار اصلی شامل عوامل زیرساختی، دسترسی و پایداری و ۱۱ زیرمعیار بوده که بیشترین وزن مربوط به دسترسی بوده است. مطالعهٔ موردی منطقه ۶ تهران در نظر گرفته شد که در سناریوهای مختلف فعالیت زلزله در تهران، تعداد آوارگان نیازمند پناهگاه، مساحت فضای مورد نیاز و مکان‌های مناسب برای ساخت پناهگاه‌های موقتی مشخص شده است. دبیری و همکاران (۲۰۲۰) بیان می‌کنند یکی از مهم‌ترین مشکلات پس از مخاطرات طبیعی در هر کشور شناسایی اسکان موقت است. هدف اصلی از این مطالعه، ارائهٔ یک روش ترکیبی با استفاده از مدیریت ریسک و روند سلسله‌مراتبی تحلیلی فازی شهودی برای مکان‌یابی جایگاه‌های اسکان موقت می‌باشد. برای این منظور، شهر سنندج در ایران به‌عنوان نمونهٔ موردی این روش انتخاب شد.

در میان مطالعات صورت پذیرفته، ترکیب مناسب و کافی از معیارها برای مکان‌یابی جایگاه‌های موقت پس از زلزله در نظر گرفته نشده است؛ بنابراین در این تحقیق سعی شد تا ضمن برطرف‌شدن کاستی‌های مطالعات پیشین، از روش مکانی رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR) مکان‌یابی جایگاه‌های موقت پس از زلزله استفاده شود. از مهم‌ترین اهداف این تحقیق می‌توان به شناخت مکان‌های مناسب برای اسکان موقت جمعیت پس از وقوع بحران زلزله به‌منظور تأمین نیازهای اولیهٔ آسیب‌دیدگان و بازماندگان بحران اشاره نمود که این امر با درنظرگرفتن شرایط محیطی، اجتماعی و کالبدی منطقه صورت خواهد گرفت؛ از این‌رو تحقیق حاضر با هدف بهبود نتایج مکان‌یابی

جایگاه‌های اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از رویکرد رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR) جهت ادغام مناسب و کافی از معیارها استفاده شده است.

مبانی نظری تحقیق

مفهوم بحران و مدیریت بحران

بحران ریشهٔ واژهٔ (Crisis) از کلمهٔ یونانی (Crinein) به معنی نقطهٔ عطف به‌ویژه دربارهٔ بیماری است، همچنین به معنی بروز زمان خطر درباره مسائل سیاسی-اقتصادی می‌باشد. در عین حال، بحران به‌عنوان نقطهٔ حساسی تلقی می‌شود که در نهایت ممکن است ناشی از یک تحول مناسب یا نامناسب باشد *(ابراهیمیان قاجاری، ۱۳۹۹: ۳۰)*. بحران‌ها از لحاظ اهمیت، بزرگی و شدت متفاوت‌اند، اما تمامی آن‌ها عواقبی به بار می‌آورند که می‌تواند توانایی کارکردی سازمان یا نظام را مختل سازد. یکی از عوامل به‌وجودآورندهٔ بحران، مخاطرات طبیعی می‌تواند باشد.

مخاطرات طبیعی می‌تواند به زلزله، سیل، خشکسالی، آفات طبیعی، آتشفشان و آتش‌سوزی اطلاق شود که هر یک از آن‌ها می‌تواند یک بحران تلقی شود. با توجه به وجود چنین مسائل قابل تأملی که امکان وقوع آن‌ها در هر شرایط و در هر مکان و زمانی وجود دارد، ایجاد و انجام راه‌کارها و نظریه‌های بنیادی- علمی با عنوان مدیریت بحران به‌وجود آمده است. مدیریت بحران علمی کاربردی است که به‌وسیلهٔ مشاهده سیستماتیک بحران‌ها و تجزیه‌وتحلیل آن‌ها در جستجوی یافتن ابزاری است که به‌وسیلهٔ آن‌ها از بروز بحران‌ها پیشگیری کرده و یا در صورت بروز آن در خصوص کاهش آثار، آمادگی لازم، امدادرسانی سریع و بهبود اقدام کرد. مدیریت بحران شامل سه فاز: قبل، حین و بعد از وقوع بحران است.

مخاطرهٔ شهری

یکی از جنبه‌های مهم و قابل توجه در برنامه‌ریزی توسعه، تأکید و توجه به آسیب‌پذیری کشور و از همه مهم‌تر آسیب‌پذیری شهرها در مقابل تهدیدات ناشی از جنگ و مخاطرات طبیعی از جمله زلزله است. زیرا شهرها با توجه به حجم بالای سرمایه‌گذاری و مکان‌گزینی بسیاری از تأسیسات و ابزارهای اقتصادی و اجتماعی، توجه بیشتری را از لحاظ مخاطرات شهری می‌طلبند. «مخاطرهٔ شهری» عبارت است از: واقعه یا عملی از طبیعت، فناوری یا انسان یا چنان شدتی که شیرازهٔ زندگی روزمرهٔ شهری ناگهان گسیخته می‌شود و مردم دچار رنج و درماندگی می‌شوند *(کریم‌پور و مؤمنی، ۱۳۹۶: ۱۲۸)*، در نتیجه به غذا، پوشاک، سرپناه، مراقبت‌های پزشکی، بهداشتی و پرستاری نیازمند می‌شوند. یکی از انواع مخاطره‌های شهری و طبیعی، زلزله است که در ادامه توضیح داده می‌شود.

زلزله و بحران زلزله

«زلزله» آزادشدن ناگهانی انرژی بسیار زیادی در مدت خیلی کوتاه است که در اثر بروز اغتشاش در پوستهٔ زمین رخ‌می‌دهد. زلزله ممکن است انرژی مسدودشده در پوستهٔ زمین را در چند ثانیه آزاد کند. از دیدگاه برنامه‌ریزی

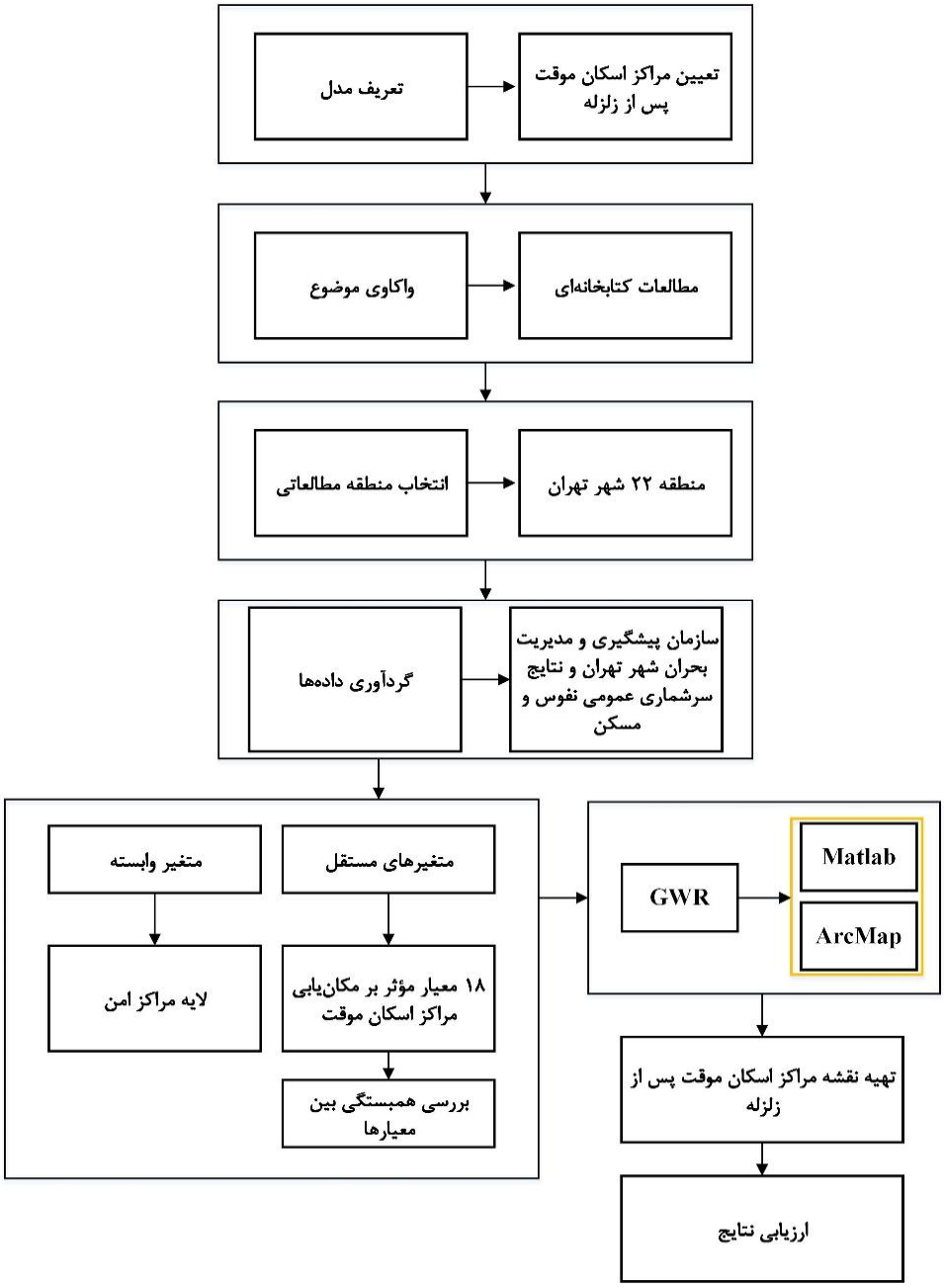
شهری، زلزله در منطقهٔ شهری به‌عنوان یک بحران مخرب، انهدام زندگی کسانی است که به جرم فقر، محکوم به ساختن شهرهای بدون برنامه و مساکن ارزان‌قیمت و غیر مقاوم عستند *(ارکانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۰۰)*.

آسیب‌پذیری شهری

«آسیب‌پذیری شهری» میزان خسارتی است که در صورت بروز سانحه به اجزا و عناصر یک شهر بر حسب چگونگی کیفیت آن‌ها وارد می‌شود. آسیب‌پذیری شهر پدیده‌ای است گسترده که تمامی عوامل موجود در یک شهر را دربرمی‌گیرد و به‌علت وابستگی عناصر به یکدیگر، آسیب‌پذیری یک شهر نیز گسترش می‌یابد. آسیب‌پذیری شهری به میزان تفاوت‌های طرفیتی جوامع شهری برای مقابله با اثرهای مخاطرات طبیعی بر اساس موفقیت آن‌ها در جهان مادی (ساختار فضای شهری) و ویژگی‌های اجتماعی آن جوامع اطلاق می‌شود *(مقیمی و منصفی پراپری، ۱۳۹۸: ۷۶)*.

روش تحقیق

روش انجام پژوهش توصیفی- تحلیلی بوده و نوع آن بر اساس هدف کاربردی است. مبانی تئوریک براساس مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای انجام گرفته است. در راستای نیل به هدف این تحقیق که تعیین مکان مراکز اسکان موقت پس از زلزله می‌باشد، در مرحلهٔ جمع‌آوری اطلاعات، از داده‌های سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران (دارای فرمت برداری با مقیاس ۱:۲۰۰۰ و قدرت تفکیک ۳۰ متر) و نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۹ استفاده شده است. تمامی پردازش‌های مربوط به داده‌ها در محیط نرم‌افزاری «ArcMap» و محاسبات کمی آن در محیط نرم‌افزاری«Matlab» انجام گرفته است. در این تحقیق از الگوریتم«GWR» با دو هستهٔ مختلف جهت تعیین مکان‌های مناسب و ایمن برای احداث جایگاه‌های اسکان موقت استفاده شده است. این روش پیشنهادی قادر است با درنظرگرفتن ویژگی‌های خودهمبستگی مکانی و ناایستایی مکانی داده‌ها، معیارهای مؤثر در امر مکان‌یابی را شناسایی کند. نهایتاً پس از مکان‌یابی مراکز اسکان موقت و تهیهٔ لایه‌ها و نقشه‌های مختلف شامل: فاصله از مراکز هلال احمر، فاصله از پل‌ها، فاصله از مدارس، فاصله از جاده‌های اصلی، فاصله از ایستگاه‌های پلیس، فاصله از منابع گاز، فاصله از مساجد، فاصله از مراکز پخش مواد غذایی، فاصله از خطوط مترو، فاصله از ایستگاه‌های مترو، فاصله از مراکز سلامتی، فاصله از پارک‌ها و فضاهای سبز، فاصله از بیمارستان‌ها، فاصله از مراکز آتش‌نشانی، تراکم جمعیت، ریسک زلزله و شیب، نقشهٔ نهایی مکان‌های مناسب و ایمن جهت احداث جایگاه‌های اسکان موقت تهیه و پیشنهاد شده است. مدل مفهومی روش تحقیق به‌صورت شماتیک در شکل ۱ نشان‌داده شده است:



شکل ۱: مدل مفهومی روش تحقیق

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

در ادامه، روش مورد استفاده در تحقیق حاضر به اختصار معرفی می‌شود.

رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR)

با توجه به این‌که داده‌های مکانی دارای ویژگی‌های خودهمبستگی مکانی و ناایستایی مکانی هستند؛ از این‌رو کم‌تر می‌توان از رگرسیون‌های پایه استفاده کرد *(Murray et al, 2020: 485)*. خودهمبستگی مکانی براساس قانون تابلر که بیانگر رابطهٔ معکوس وابستگی‌ها با فاصله است *(Wen et al, 2019: 119)*. ناایستایی مکانی مفهومی مرتبط

با خودهمبستگی مکانی است که بیانگر تغییر خودهمبستگی مکانی در فضا و ناهمگونی[1] محیط است *(Ye et al, 2020: 5)*. اگر در مطالعهٔ پدیده‌های خودهمبستگی مکانی موجود میان داده‌ها در ناحیهٔ مورد مطالعه، از مکانی به مکان دیگر تغییر نماید، فرآیند مورد مطالعه را یک فرآیند ناایستا یا ناهمگون می‌گویند. از طرف دیگر، اگر همبستگی مکانی به‌دست‌آمده از مطالعهٔ پدیدهٔ مورد نظر در تمام فضای مطالعه ثابت باشد، به آن پدیده، یک پدیدهٔ ایستا گفته می‌شود. در روش «GWR»، وابستگی‌های مکانی مشاهدات به‌صورت ماتریس‌های وزن درنظر گرفته می‌شوند و به‌دلیل ناهمگونی محیط و وجود ناایستایی مکانی، ضرایب رگرسیون به‌صورت محلی به‌دست می‌آیند *(Wu, 2020: 110)*. روش «GWR» به سه نوع مدل رگرسیون «Continuous»، «Binary» و «Count» تقسیم‌بندی می‌شود. این نوع رگرسیون در ادبیات آماری به‌ترتیب با نام‌های گوسی (مقادیر پیوسته)، لجستیک (مقادیر باینری) و پواسون (مقادیر گسسته) شناخته می‌شود *(Fotheringham & Oshan, 2016: 219)*. نوع مدل برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها باید براساس نحوهٔ اندازه‌گیری یا خلاصه‌سازی متغیر وابسته و همچنین دامنهٔ مقادیری که دارند انتخاب شود. در این تحقیق با توجه به ماهیت پیوسته‌بودن داده‌ها از مدل گوسی «GWR» استفاده شده است. معادلهٔ روش «GWR» از رابطهٔ (۱) محاسبه می‌گردد *(Fotheringham & Oshan, 2016: 221; Zhou et al, 2020: 837)*:

$$y_i = \sum_{j=0}^{m} \beta_j(u_i, v_i) x_j + \varepsilon_i \qquad (۱)$$

که y_i متغیر وابسته، x_j متغیرهای مستقل، m تعداد متغیرهای مستقل، ε_i باقیمانده مدل و β_j ضرایب رگرسیون هستند. در این روش، جهت محاسبهٔ ماتریس وزن مکانی نیاز به مشخص‌کردن تابع هسته است. براساس نتایج تحقیقات پیشین، در این تحقیق از دو هستهٔ گوسین و مکعبی سه‌گانه استفاده شد که از روابط (۲) و (۳) محاسبه می‌شود *(Fotheringham & Oshan, 2016: 251; Oshan et al, 2019: 12)*:

$$W(u_i, v_i) = \varphi\left(\frac{d_{ij}}{b}\right) \qquad (۲)$$

$$W(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^3\right)^3 & |d_{ij}| < b \\ 0 \quad otherwise \end{cases} \qquad (۳)$$

که d_{ij} فاصله دو نقطه i و j، φ تابع توزیع نرمال استاندارد و b پهنای باند است. در روش «GWR»، ناایستایی مکانی ضرایب توسط انحراف استاندارد از رابطهٔ (۴) به‌دست می‌آید *(Wu, 2020: 110; Hong & Yoo, 2020: 18)*:

$$SE = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(\beta_{ij} - \beta_j)^2}{n}} \qquad (۴)$$

1. Heterogeneity

که β_{ij} ضریب رگرسیون عامل jام در مشاهده iام، β_j میانگین ضریب رگرسیون عامل jام در کل مشاهدات و n تعداد مشاهدات است. خروجی «GWR» شامل پارامترهای متعددی است که از آن میان معمولاً پارامتر ضریب تشخیص R^2 برای سنجش مناسبت برازش مدل و پارامتر خطای جذر میانگین مربعات (RMSE)[1] جهت سنجش توزیع باقیمانده‌های مدل به‌کار می‌روند که به‌ترتیب، طبق روابط (۵) و (۶) محاسبه می‌شوند (*Fotheringham & Oshan, 2016: 323; Zeng et al, 2016: 71*):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} \quad (۵)$$

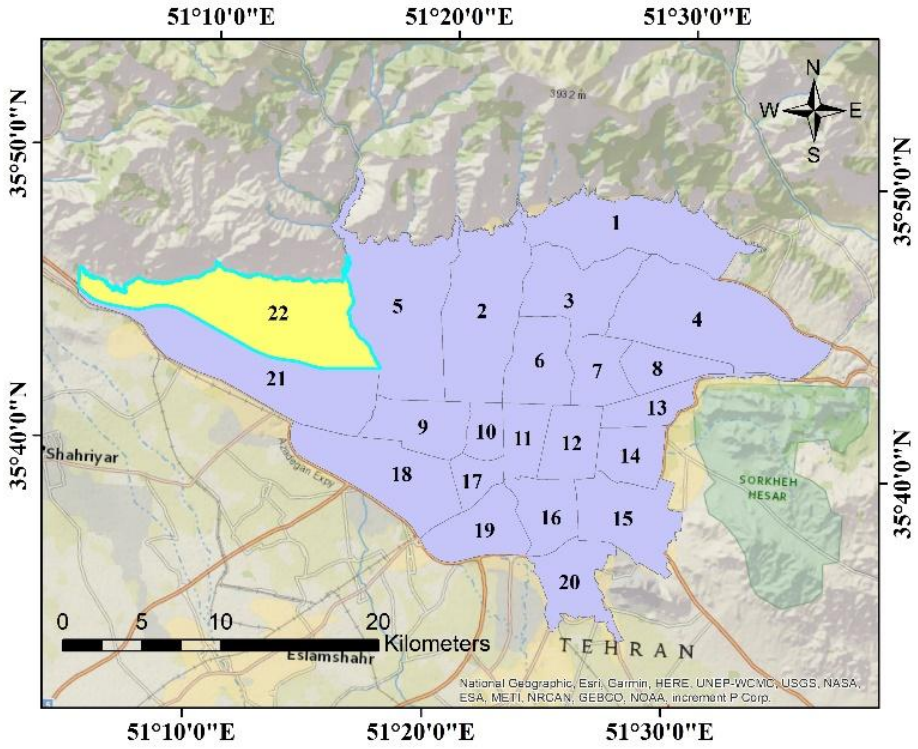
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (۶)$$

که n تعداد مشاهدات، y_i مشاهده iام، $\hat{y}_i$ مقدار پیش‌بینی شده مشاهده iام و $\bar{y}$ میانگین مشاهدات است.

محدودهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ ۲۲ شهرداری تهران بین طول‌های شرقی ”۱۰ ’۵ °۵۱ تا ”۴۰ ’۲۰ °۵۱ و عرض‌های شمالی ”۱۶ ’۳۲ °۳۵ تا ”۱۹ ’۵۷ °۳۵ واقع شده است. این منطقه از شمال با کوهستان البرز مرکزی، از شرق با حریم رودخانه کن، از جنوب با آزاد راه تهران- کرج و از غرب با محدودهٔ جنگل‌های دست‌کاشت وردآورد قرار گرفته است و با مناطق ۵ و ۲۱ شهرداری تهران همجوار است. مقایسهٔ سطح منطقهٔ ۲۲ با سطح مناطق ۲۲ گانهٔ تهران (۷۰۷۵۰ هکتار) حاکی از تعلق ۸/۴ درصد از مساحت محدودهٔ خدماتی شهر تهران به منطقهٔ ۲۲ و گویای وسعت چشمگیر و جایگاه مهم این منطقه در ساختار کالبدی تهران آینده، به‌ویژه در حوزهٔ غربی آن است. از سوی دیگر منطقهٔ ۲۲ شهرداری تهران، به‌عنوان بزرگ‌ترین و وسیع‌ترین توسعه شهری متصل به تهران، دارای ۱۲۶۵ هکتار پارک و فضای سبز است. به‌علاوه با توجه به قابلیت دسترسی بی‌نظیر این منطقهٔ نوپا و در حال شکل‌گیری، در سطح تهران و فراشهری، به‌نظر می‌رسد پتانسیل لازم برای اسکان موقت پس از زلزلهٔ احتمالی را در حوزهٔ غرب تهران دارا باشد. بررسی اطلاعات أخذ شده از سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران نشان می‌دهد که از میان ۲۲ منطقهٔ شهر تهران، ۹ منطقه در محدودهٔ گسل‌های اصلی واقع شده‌اند. به این معنی‌که پهنهٔ گسل‌های اصلی، درون محدودهٔ مناطق یک تا ۵ و ۱۳، ۱۵، ۱۹، ۲۰ و ۲۲ قرار گرفته است. براساس این اطلاعات و طبق مستندات تاریخی، گسل ری یا گسل شمال تهران می‌تواند زمین‌لرزه‌ای با شدت ۷ تا ۷٫۵ ریشتر ایجاد کند. با توجه به عبور گسل شمال تهران از منطقهٔ ۲۲، این منطقه ممکن است شاهد وقوع زلزله‌هایی با شدت و خسارات بالا باشد؛ بنابراین لزوم برنامه‌ریزی مدیریت بحران و ضرورت مکان‌یابی مناطق مستعد اسکان موقت را بیش از پیش آشکار می‌کند. شکل ۲ محدودهٔ منطقهٔ ۲۲ شهر تهران را نشان‌می‌دهد.

1. Root mean square error



شکل ۲: محدودهٔ منطقهٔ مطالعاتی

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

یافته‌های پژوهش و تحلیل نتایج

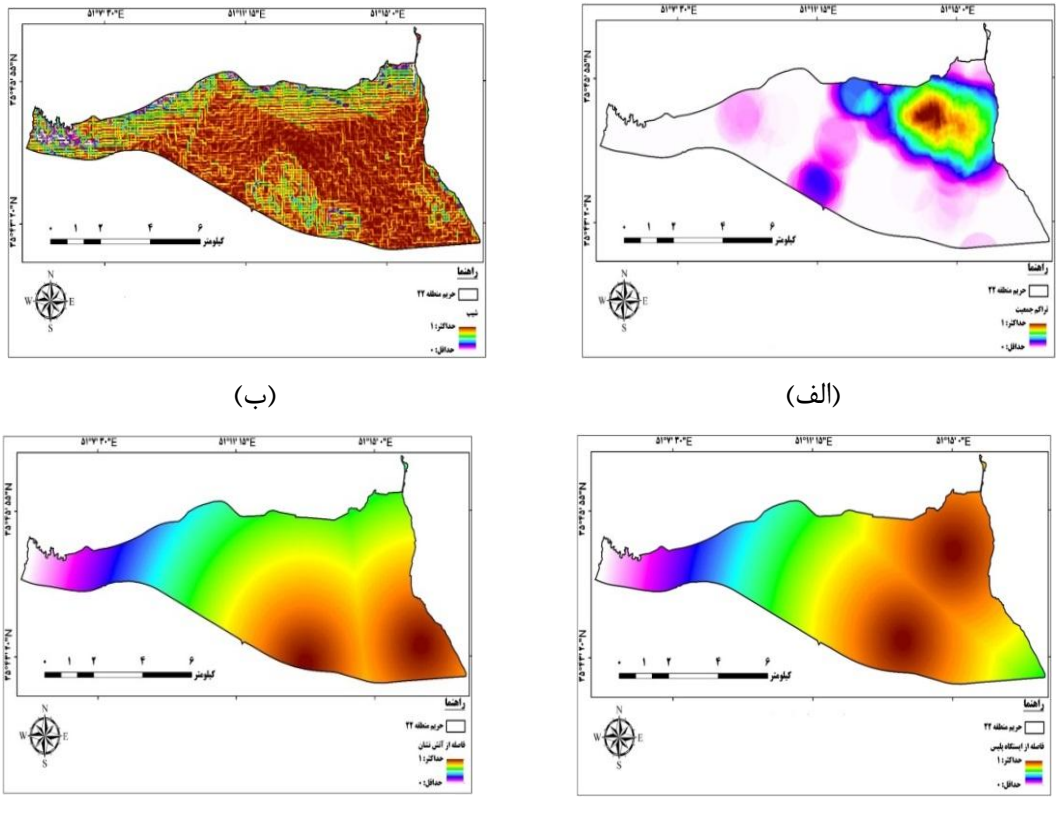
معیارهای مکانی (متغیرهای مستقل) مورد استفاده در این تحقیق شامل ۱۸ معیار می‌شود، که در جدول ۱ نمایش داده می‌شود. لایهٔ تراکم جمعیت از سازمان سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ به‌دست آمده است. این ۱۸ لایه دارای فرمت برداری با مقیاس ۱:۲۰۰۰ بودند؛ بنابراین به داده‌های رستری با قدرت تفکیک ۳۰ متر تبدیل شدند.

جدول ۱: معیارهای مورد مطالعه در این پژوهش

شماره	معیارها	شماره	معیارها
۱	فاصله از هلال احمر	۱۰	فاصله از پل
۲	فاصله از مدارس	۱۱	فاصله از جادهٔ اصلی
۳	فاصله از ایستگاه پلیس	۱۲	فاصله از منبع گاز
۴	فاصله از مساجد	۱۳	فاصله از مراکز پخش مواد غذایی
۵	فاصله از پمپ بنزین	۱۴	فاصله از خطوط مترو
۶	فاصله از ایستگاه مترو	۱۵	ریسک زلزله
۷	فاصله از مراکز سلامتی	۱۶	فاصله از پارک و فضای سبز
۸	فاصله از بیمارستان	۱۷	تراکم جمعیت
۹	فاصله از مراکز آتش‌نشانی	۱۸	شیب

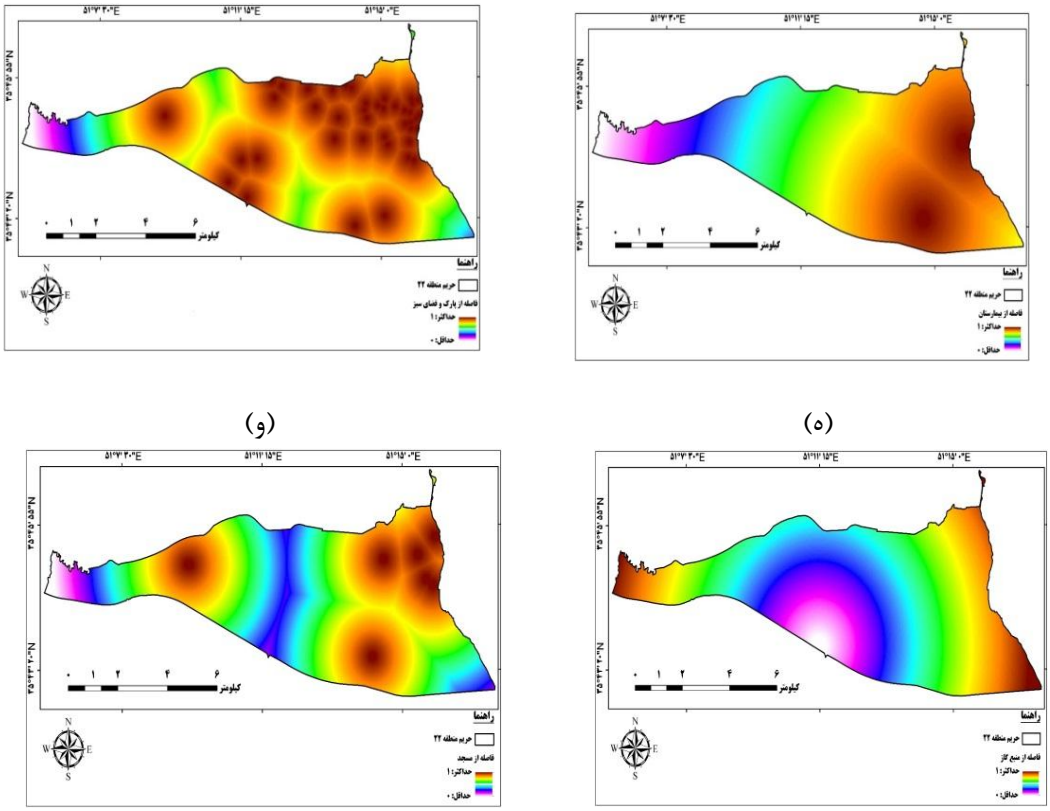
مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

برخی از معیارهای ذکر شده در جدول ۱ به‌صورت نرمال‌شده در شکل ۳ نشان‌داده شده است. با سپاس از نظر داور محترم، برای نرمال‌سازی لایه‌های رستری در نرم‌افزار «ArcGIS» از ابزار «Fuzzy Membership» استفاده می‌شود. مفهوم تابع عضویت از اهمیت ویژه‌ای در تئوری مجموعه‌های فازی برخوردار می‌باشد چرا که تمام اطلاعات مربوط به یک مجموعهٔ فازی به‌وسیلهٔ تابع عضویت آن توصیف و در تمام کاربردها و مسائل مربوط استفاده می‌شود. تابع عضویت، مقدار فازی‌بودن یک مجموعهٔ فازی را مشخص می‌کند. با توجه به این‌که در اندازه‌گیری معیارها، دامنهٔ متنوعی از مقیاس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، بر همین اساس لازم است ارزش‌های موجود در لایه‌های مختلف نقشهٔ معیار به واحدهای قابل مقایسه و در تناسب با هم، تبدیل شوند (*Sánchez-Lozano et al, 2022:142*). یکی از روش‌های استانداردسازی، روش فازی می‌باشد. عملیات فازی‌سازی، ورودی‌ها را گرفته و توسط توابع عضویت مربوطه (Linear، Gaussian، Near، Large، Small و ...)، یک درجهٔ مناسب به هر کدام نسبت‌می‌دهد. در متغیرهای ورودی، هر یک باید در محدودهٔ رقومی تعریف‌شدهٔ خود باشند (مثلاً فاصله از خیابان از صفر تا ۵۰۰) و خروجی‌ها، درجـهٔ عضویت فازی از مجموعه‌های تعیین‌کنندهٔ زبانی (بین صفر و یک) هستند.



(الف) (ب)

(ج) (د)



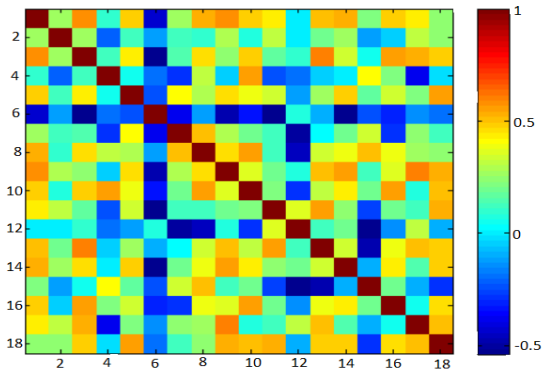
(ه) (و)

(ز) (ح)

شکل ۳: نقشهٔ نرمال‌شدهٔ برخی از معیارهای مکانی به‌کار برده شده در این تحقیق (الف) تراکم جمعیت (ب) شیب (ج) فاصله از ایستگاه پلیس (د) فاصله از ایستگاه آتش‌نشانی (ه) فاصله از ایستگاه بیمارستان (و) فاصله از ایستگاه پارک و فضای سبز (ز) فاصله از منبع گاز (ح) فاصله از مساجد

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

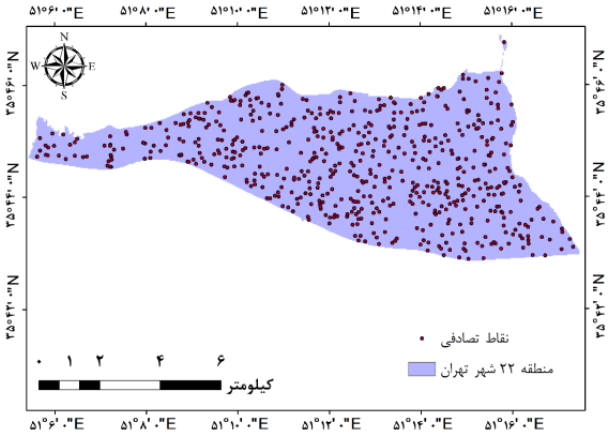
پیش از اجرای الگوریتم «GWR»، ابتدا همبستگی بین معیارهای ذکرشده بررسی گردید. شکل ۴ ماتریس همبستگی (همبستگی پیرسون) معیارهای مکانی (ترتیب معیارها بر اساس جدول ۱) را نشان می‌دهد (*Aad et al, 2014: 18*). همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقادیر ضریب همبستگی بین معیارها بین اعداد ۰/۶- و ۰/۶ به‌دست آمد که نشان از عدم همبستگی بین معیارها مورد استفاده می‌باشد؛ بنابراین از تمام معیارها در الگوریتم‌ها استفاده گردید.



شکل ۴: ماتریس همبستگی متغیرهای مستقل

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

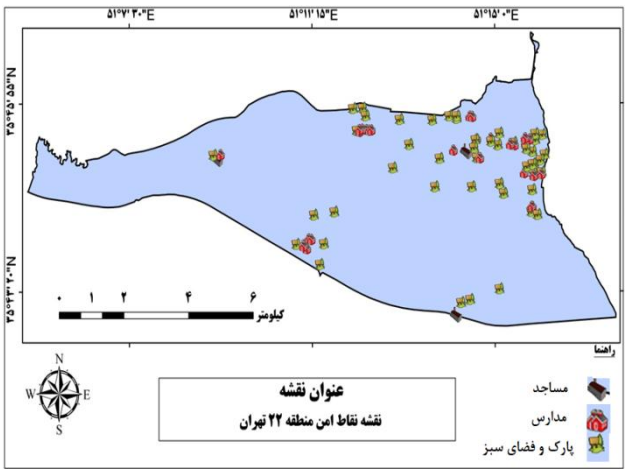
پس از بررسی همبستگی میان داده‌ها، تعداد ۵۰۰ دادهٔ آموزشی تولید شد (شکل ۵). در تمام الگوریتم‌ها از ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش و از ۳۰ درصد باقی‌مانده برای آزمایش استفاده شده است. همچنین کلیه روش‌ها در محیط برنامه‌نویسی «متلب» پیاده‌سازی گردید.



شکل ۵: نقشهٔ نقاط تصادفی ایجادشده در منطقهٔ ۲۲ شهر تهران

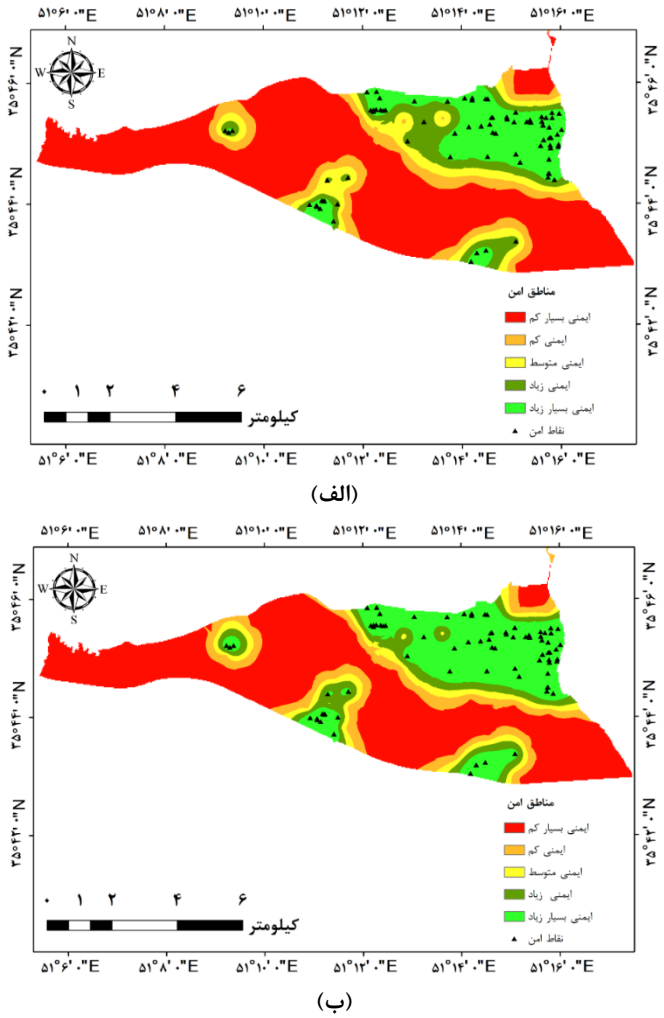
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

جهت تعریف متغیر وابسته با توجه به هدف این تحقیق به این‌گونه عمل شد که اطلاعات مربوط به جایگاه‌های امن موقت پس از زلزله از سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران (شکل ۶) اخذ گردید. نقشهٔ مربوط به مکان‌های امن منطقهٔ ۲۲ شهر تهران به‌صورت نقطه‌ای در شکل ۶ نشان‌داده شده‌است. پس از مشخص‌کردن مکان‌های امن در محیط «ArcMap»، نقاط تصادفی ایجاد شده‌ای که در این مناطق قرار گرفته باشند، مقدار یک و سایر نقاط مقدار صفر تخصیص داده می‌شوند. برای پیاده‌سازی روش «GWR»، مختصات نقاط تصادفی ایجادشده نیز در راستای وزن‌دهی به‌صورت هستهٔ گوسین و مکعبی سه‌گانه به‌کار گرفته شده است. شکل ۷ نشان‌دهندهٔ مکان‌یابی جایگاه‌های موقت پس از زلزله در منطقهٔ مورد مطالعه با استفاده از روش «GWR» با دو هسته گوسین و مکعبی سه‌گانه در ۵ کلاس برابر می‌باشد.



شکل ۶: نقشهٔ نقاط امن منطقهٔ ۲۲ شهر تهران

مأخذ: سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، ۱۳۹۹



شکل ۷: نقشهٔ رستری نقاط امن منطقهٔ مورد مطالعه با استفاده از مدل «GWR» (الف) هستهٔ گوسین (ب) هستهٔ مکعبی سه‌گانه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

مقادیر «R^2 و MSE R» حاصل‌شده از روش «GWR» با استفاده از داده‌های آزمایش محاسبه شده‌اند که در جدول ۲ نشان‌داده شده است.

جدول ۲: مقادیر «R^2 و RMSE» حاصل از رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی با هسته گوسین و مکعبی سه‌گانه

نوع هسته	R2	RMSE
گوسین	۰/۸۵۱۵	۰/۴۳۸۰
مکعبی سه‌گانه	۰/۹۴۱۳	۰/۳۴۷۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

جدول ۲ نشان می‌دهد که هستهٔ مکعبی سه‌گانه دقت و سازگاری بالاتری را نسبت به هستهٔ گوسین در مکان‌یابی جایگاه‌های امن موقت پس از زلزله در منطقهٔ ۲۲ شهر تهران داشته است. جدول ۳، انحراف استاندارد ضرایب رگرسیون در روش «GWR» با دو هستهٔ گوسین و مکعبی سه‌گانه را جهت محاسبهٔ میزان تغییرات محلی و ناایستایی مکانی نشان‌می‌دهد.

جدول ۳: انحراف استاندارد ضرایب رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی با هستهٔ گوسین و مکعبی سه‌گانه

معیارهای مؤثر	هستهٔ گوسین	هستهٔ مکعبی سه‌گانه
فاصله از هلال و احمر	۰/۰۶۸۹	۰/۰۰۲۱
فاصله از ایستگاه پلیس	۰/۰۳۵۶	۰/۰۰۷۲
فاصله از پمپ بنزین	۰/۰۲۸۵	۰/۰۰۳۸
فاصله از ایستگاه مترو	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۹۲
فاصله از مراکز سلامتی	۰/۰۰۹۳	۰/۰۳۵۷
فاصله از بیمارستان	۰/۰۱۵۴	۰/۰۰۲۵
فاصله از مراکز آتش‌نشانی	۰/۰۳۲۵	۰/۰۰۱
فاصله از پل	۰/۰۰۱۵	۰/۰۱۴۵
فاصله از جاده اصلی	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۴۵
فاصله از منبع گاز	۰/۰۰۶۵	۰/۰۱۴۵
فاصله از مراکز پخش مواد غذایی	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۸۷
فاصله از خطوط مترو	۰/۰۰۸۶	۰/۰۲۳
ریسک زلزله	۰/۹۶۵	۰/۲۴۵
فاصله از پارک و فضای سبز	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۲۱
تراکم جمعیت	۰/۸۵۲	۰/۵۶۴۸
شیب	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

با توجه به جدول ۳ در روش «GWR» با هستهٔ گوسین، رابطهٔ بین معیار شیب و مکان‌یابی جایگاه‌های اسکان موقت با تغییر مکان کمتر تغییر خواهد کرد اما رابطهٔ بین معیار ریسک و مکان‌یابی جایگاه‌های اسکان موقت تغییرات بیشتری خواهد کرد. هم‌چنین برای هستهٔ مکعبی سه‌گانه، رابطهٔ بین معیار شیب و مکان‌یابی جایگاه‌های اسکان موقت با تغییر مکان کمتر تغییر خواهد کرد اما رابطهٔ بین معیار تراکم جمعیت و مکان‌یابی جایگاه‌های اسکان موقت تغییرات بیشتری خواهد کرد. در نهایت از شاخص سراسری موران جهت تعیین خودهمبستگی مکانی باقیمانده‌های مدل «GWR» استفاده شد که از رابطهٔ (۷) محاسبه می‌شود *(Zemestani & Soori, 2019: 15; Pu et al, 2017: 4459)*:

$$I=\frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}(x_i-\overline{X})(x_j-\overline{X})}{S_0\sum_{i=1}^{n}(x_i-\overline{X})^2} \quad (۷)$$

که x_i و x_j به‌ترتیب مقادیر میزان امن‌بودن نقاط تصادفی i و j، W_{ij} وزن مکانی بین دو نقطهٔ تصادفی i و j، S_0 مجموع کلیه وزن‌ها، $\overline{X}$ متوسط مقادیر میزان امن‌بودن برای نقاط تصادفی و n تعداد کل نقاط تصادفی در منطقهٔ مورد مطالعه است. جدول ۴مقادیر شاخص سراسری موران را برای باقیمانده‌های مدل «GWR» با هستهٔ مکعبی سه‌گانه نشان‌می‌دهد. چنانچه فرآیند سرشکنی خطاها به درستی انجام شود، می‌باید باقیمانده‌های مدل دارای توزیع مکانی تصادفی باشند و مقدار این آمار نزدیک به صفر شود که در این‌صورت نشان‌دهندهٔ توانایی بالای «GWR» در مدل‌سازی خودهمبستگی مکانی مشاهدات می‌باشد.

جدول ۴: مقایسهٔ شاخص سراسری موران برای روش «GWR» با دو هستهٔ گوسین و مکعبی سه‌گانه

نوع هسته	شاخص موران	شاخص مورد انتظار	Z-Score	P-Value
گوسین	۰/۱۰۹	۰/۰۰۰۷۵۱	۱۵/۷۴۵	۰/۰۰۰
مکعبی سه‌گانه	۰/۰۸۷	۰/۰۰۰۷۵۱	۱۶/۲۱۱	۰/۰۰۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

طبق جدول ۴ برای روش «GWR» با هستهٔ مکعبی سه‌گانه، شاخص موران دارای مقدار نزدیک‌تری به صفر (نسبت به هستهٔ گوسین) است که نشان از توانایی بالای هستهٔ مکعبی سه‌گانه در مدل‌سازی خودهمبستگی مکانی مشاهدات دارد.

نتیجه

با بررسی مطالعات صورت‌پذیرفته مشخص‌گردید در تحقیقات پیشین، تحلیل داده‌محور مکانی مناسبی، جهت مکان‌یابی جایگاه‌های موقت پس از زلزله انجام نگرفته است و اکثراً از روش‌های دانش‌محور مبتنی بر نظرات کارشناسان به‌منظور مکان‌یابی جایگاه‌های موقت استفاده شده است *(Junian and Azizifar 2018: 1683; Kilci 2015: 327)*؛ لذا جهت نیل به هدف این تحقیق، از روش داده‌محور مکانی رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی با دو گوسین و مکعبی سه‌گانه به‌منظور مکان‌یابی جایگاه‌های موقت پس از زلزله در منطقهٔ ۲۲ شهر تهران استفاده شد. روش پیشنهادی با دو خاصیت منحصربه‌فرد داده‌های مکانی یعنی خودهمبستگی مکانی و ناایستایی مکانی سازگار است که نوآوری تحقیق حاضر نیز می‌باشد. نتایج تحقیق نشان‌داد که هستهٔ مکعبی سه‌گانه، نتایج بهتری را نسبت به هستهٔ گوسین در اختیار قرار می‌دهد. مقدار R^2 حاصل از روش «GWR» با هستهٔ گوسین و مکعبی سه‌گانه به‌ترتیب برابر ۰/۸۵۱۵ و ۰/۹۴۱۳ به‌دست آمد که نشان‌دهندهٔ سازگاری بالای هستهٔ مکعبی سه‌گانه با داده‌های این تحقیق می‌باشد. همچنین مقدار «RMSE» حاصل از روش «GWR» با هستهٔ گوسین و مکعبی سه‌گانه به‌ترتیب برابر ۰/۴۳۸۰ و ۰/۳۴۷۰ به‌دست آمد که نشان‌دهندهٔ دقت بالای هستهٔ مکعبی سه‌گانه در مدل‌سازی مشاهدات است. قابلیت برتر مدل «GWR» با هستهٔ مکعبی سه‌گانه که مدل پیشنهادی تحقیق است، توسط تحقیقات فادرینگام و اوشان (۲۰۱۶) و اوشان و همکاران (۲۰۱۹) تأیید شده‌است. همچنین در این تحقیق مشخص شد که معیارهای تراکم جمعیت و ریسک زلزله، بیشترین تأثیر را در مکان‌یابی جایگاه های اسکان موقت در منطقهٔ ۲۲ شهر تهران داشته‌اند که با نتایج تحقیقات سلطانی و المدرسی (۱۳۹۶) و ابراهیمیان قاجاری (۱۳۹۹) مطابقت دارد. بر اساس نقشهٔ مکان‌های مناسب و ایمن جهت احداث مراکز اسکان موقت (حاصل‌شده از الگوریتم پیشنهادی) مشخص‌شد که پارک چیتگر و مجموعه ورزشی آزادی یکی از وسیع‌ترین و مناسب‌ترین پهنه‌ها برای احداث پناهگاه‌های اسکان موقت پس از بروز بحران زلزله برای منطقهٔ ۲۲ شهر تهران می‌باشند. براساس اطلاعات گرفته-شده از سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، نتایج حاصل از روش «GWR» بیانگر مناسب‌بودن انتخاب مدل مذکور جهت مکان‌یابی جایگاه‌های اسکان موقت پس از بروز بحران زلزله برای منطقهٔ ۲۲ شهر تهران بوده است.

پیشنهادها

با شناسایی مراکز مناسب اسکان موقت جمعیت پیشنهادهای زیر مطرح می‌گردد:

- ساخت سازه‌های چندمنظوره مانند سالن‌های ورزشی و مراکز تفریحی در محل‌های پیشنهادی نشان‌داده‌شده در شکل ۷ به‌خصوص پارک چیتگر و مجموعه ورزشی آزادی که یکی از وسیع‌ترین و مناسب‌ترین پهنه‌ها برای احداث پناهگاه‌های اسکان موقت برای منطقهٔ ۲۲ شهر تهران می‌باشند تا در صورت وقوع زلزله به‌عنوان محل‌های اسکان موقت مورد استفاده قرار بگیرند.

- آماده‌سازی زیرساخت‌های اولیه و مناسب برای مراکز منتخب از قبیل: سرویس‌های بهداشتی، منابع آب، سیستم روشنایی و... تا در صورت وقوع زلزله شرایط لازم برای اسکان جمعیت را دارا باشد و نیاز به صرف وقت برای تأمین این خدمات نباشد.
- آموزش عمومی، آگاهی و اطلاع‌رسانی دقیق به عموم، درخصوص وجود خطر زلزله، ابعاد گوناگون آن و همچنین مناطق تعیین‌شده برای اسکان موقت جمعیت.
- برآورد دقیق نیازهای زیستی، خدماتی، بهداشتی و درمانی و نیز ظرفیت تعداد افراد برای هر سایت اسکان موقت توسط نهادهای مربوطه.
- نتایج پژوهش حاضر، قابلیت روش ادغام داده‌محور و «GIS » را در شناسایی مناطق مستعد اسکان موقت به خوبی نمایان می‌کند. بدین‌جهت، پیشنهاد می‌گردد که ارگان‌ها، ادارات و سازمان‌های مربوطه از جمله شهرداری منطقهٔ ۲۲، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران و ... با ایجاد بانک‌های اطلاعاتی جامع و به‌روز از تمام جزئیات و عناصر شهری مبتنی بر «GIS»، همواره آمادگی لازم برای اسکان موقت جمعیت در فردای بحران زلزله را داشته باشند.
- با توجه به عدم دسترسی به اطلاعات کافی در مورد وضعیت دسترسی‌پذیری مکان‌های امن اسکان موقت و در راستای معتبرشدن نتایج، پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی وضعیت شبکه معابر و تأثیر آن در دسترسی‌پذیری/ناپذیری به مکان‌های امن اسکان موقت بررسی شود تا پس از شناسایی کلیهٔ مکان‌های اسکان موقت، مناطق اسکان موقت دسترسی‌پذیر شناسایی شوند.
- با توجه به عدم دراختیار داشتن سایر معیارهای مرتبط با تأسیسات حیاتی مانند: پست‌های برق، مخازن آب و ... پیشنهاد می‌شود این‌گونه معیارها نیز در نظر گرفته شود.

یکی از مهم‌ترین مراحل تحقیق و البته دشواری‌های تحقیق، دست‌یابی به داده‌های مکانی به‌روز و دقیق متناسب با معیارهای مورد نظر مکان‌یابی می‌باشد؛ بنابراین توجه به زیرساخت دادهٔ مکانی در تمامی سازمان‌های اداری استان به‌ویژه سازمان‌های متولی بحران زلزله پیشنهاد می‌گردد. بدیهی است مدیریت بحران که شامل فازهای قبل بحران، حین بحران و پس از بحران می‌باشد، تنها با استفاده از فناوری‌های نوین و نوظهور همچون فناوری‌های ژئوماتیک امکان‌پذیر می‌باشد. با توجه به تنوع روش‌های داده‌محور، تحقیق حاضر را می‌توان با استفاده از سایر روش‌های داده‌محور مکانی مانند تخمین گشتاورهای تعمیم‌یافته برای مدل خود برگشت‌پذیر مکانی[1](GMM-SAR) و ماتریس نمایی مشخصات مکانی[2](MESS) انجام‌داد.

1. Generalized Method of Moments Estimation for Spatial Autoregressive
2. Matrix Exponential Spatial Specification

منابع

ارکانی، احسان؛ حسین حاتمی‌نژاد؛ سهیل قره (۱۳۹۹). شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر افزایش ریسک زلزله در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد ترکیبی تکنیک دلفی فازی و مدل BMW، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. دوره ۲۰. شماره ۵۹. صفحات ۳۰۶-۲۹۱.

اسماعیلی، سهیلا (۱۳۹۶). مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله احتمالی تهران در فضاهای سبز شهری منطقه ۲۲ شهرداری تهران، دانش پیشگیری و مدیریت بحران. دوره ۷. شماره ۳. صفحات ۲۸۳-۲۷۳.

http://dpmk.ir/article-1-157-fa.html

امان پور، سعید؛ علیرضا پرویزیان (۱۳۹۹). مکان‌یابی پناهگاه های چندمنظورهٔ شهری مبتنی بر اصول پدافند غیر عامل (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۱ کلان‌شهر اهواز). مجله علمی آمایش سرزمین. دوره ۱۲. شماره ۲. صفحات ۴۰۶-۳۸۵.

https://doi.org/JTCP.2020.305735.670133

بازدار، سجاد؛ محمدرضا زندمقدم؛ سعید کامیابی (۱۳۹۹). سنجش و ارزیابی کمی آسیب پذیری شهری در برابر زلزله نمونه مورد استان ایلام، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. دوره ۲۰. شماره ۵۹. صفحات ۲۱۲-۱۹۷.

http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3315-fa.html

سلطانی، زینب؛ سیدعلی المدرسی (۱۳۹۶). تعیین مکان مناطق اسکان موقت و سایت‌های امدادرسانی پس از زلزله در بافت تاریخی شهر یزد با استفاده از AHP، FUZZY LOGIC، FAHP و GIS، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، دوره ۲۲. شماره ۷. صفحات ۲۰-۱.

https://doi.org/10.22111/gaij.2017.2993

جمال‌آبادی، جوا؛ محمد سلمانی‌مقدم؛ علی شکاری‌بادی؛ مرضیه نوده (۱۳۹۸). مکان‌یابی مراکز اسکان موقت جمعیت پس از زلزله در سکونتگاه‌های شهری مطالعه موردی: شهر سبزوار، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. دوره ۵۵. شماره ۱۹. صفحات ۱۷۱-۱۵۳.

http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3018-fa.html

کریم‌پور، سارا؛ مهدی مؤمنی (۱۳۹۶). مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله (مطاله موردی شهر اصفهان)، نشریه جغرافیا و مطالعات محیطی. دوره ۲۰. شماره ۵. صفحات ۱۳۸-۱۲۵.

http://ges.iaun.ac.ir/article_589611.html

ابراهیمیان‌قاجاری، یاسر (۱۳۹۹). طراحی و پیاده سازی یک مدل GIS مبنا برای برنامه‌ریزی اسکان موقت در مدیریت بحران زلزله شهر بابل، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۹. شماره ۱۱۳. صفحات ۲۹-۴۱.

http://dx.doi.org/10.22131/sepehr.2020.40469

مقیمی، ساجده؛ دانیال منصفی‌پراپری (۱۳۹۸). مکان‌یابی فضای مناسب برای اسکان موقت زلزله‌زدگان با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی بر مبنای GIS نمونه موردی: شهر شاهرود، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. دوره ۶. شماره ۱. صفحات ۹۴-۷۱.

http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2865-fa.html

References

Aad, G., Abbott, B., Abdallah, J., Khalek, S. A., Aben, R., Abi, B., & Abreu, R (2014). Measurements of spin correlation in top-antitop quark events from proton-proton collisions at s= 7 TeV using the ATLAS detector. Physical Review D, 90(11), 112016.

http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.90.112016

Boostani, A., Jolai, F., & Bozorgi-Amiri, A (2019). Optimal location selection of temporary accommodation sites in Iran via a hybrid fuzzy multiple-criteria decision making approach. Journal of Urban Planning and Development, 144(4), 04018039.

https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29UP.1943-5444.0000479

Contreras, D., Forino, G., & Blaschke, T (2018). Measuring the progress of a recovery process after an earthquake: The case of L'aquila, Italy. International journal of disaster risk reduction, 28, 450-464.

https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.09.048

Dabiri, M., Oghabi, M., Sarvari, H., Sabeti, S., & Kashefi, H. R (2020). A combination risk-based approach to post-earthquake temporary accommodation site selection: A case study in Iran. Iranian Journal of Fuzzy Systems.
https://doi.org/10.22111/IJFS.2020.5601
Fotheringham, A. S., & Oshan, T. M (2016). Geographically weighted regression and multicollinearity: dispelling the myth. Journal of Geographical Systems, 18(4), 303-329.
https://doi.org/10.1007/s10109-016-0239-5
Hong, I., & Yoo, C. 2020. Analyzing Spatial Variance of Airbnb Pricing Determinants Using Multiscale GWR Approach. Sustainability, 12(11), 4710.
https://doi.org/10.3390/su12114710
Hosseini, S. A., de la Fuente, A., & Pons, O (2016). Multicriteria decision-making method for sustainable site location of post-disaster temporary housing in urban areas. Journal of Construction Engineering and Management, 142(9), 04016036.
https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001137
Junian, J., & Azizifar, V (2018). The evaluation of temporary shelter areas locations using geographic information system and analytic hierarchy process. Civil Engineering Journal, 4(7), 1678-1688.
https://doi.org/10.28991/cej-03091104
Kilci, F., Kara, B. Y., & Bozkaya, B (2015). Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey. European Journal of Operational Research, 243(1), 323-332.
https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.11.035
Murray, A. T., Xu, J., Baik, J., Burtner, S., Cho, S., Noi, E., & Zhou, E (2020). Overview of Contributions in Geographical Analysis: Waldo Tobler. Geographical Analysis, 52(4), 480-493.
https://doi.org/10.1111/gean.12257
Oshan, T. M., Li, Z., Kang, W., Wolf, L. J., & Fotheringham, A. S (2019). mgwr: A Python implementation of multiscale geographically weighted regression for investigating process spatial heterogeneity and scale. ISPRS International Journal of Geo-Information, 8(6), 269.
https://doi.org/10.3390/ijgi8060269
Pu, H., Luo, K., Wang, P., Wang, S., & Kang, S (2017). Spatial variation of air quality index and urban driving factors linkages: Evidence from Chinese cities. Environmental Science and Pollution Research, 24(5), 4457-4468.
https://doi.org/10.1007/s11356-016-8181-0
Sánchez-Lozano, J. M., Ramos-Escudero, A., Gil-García, I. C., García-Cascales, M. S., & Molina-García, A (2022). A GIS-based offshore wind site selection model using fuzzy multi-criteria decision-making with application to the case of the Gulf of Maine. Expert Systems with Applications, 210, 118371.
https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118371
Song, S., Zhou, H., & Song, W (2019). Sustainable shelter-site selection under uncertainty: A rough QUALIFLEX method. Computers & Industrial Engineering, 128, 371-386.
https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.053
Tang, C., Liu, X., Cai, Y., Westen, C. V., Yang, Y., Tang, H., & Tang, C (2020). Monitoring of the reconstruction process in a high mountainous area affected by a major earthquake and subsequent hazards. Natural Hazards and Earth System Sciences, 20(4), 1163-1186.
https://nhess.copernicus.org/articles/20/1163/2020/
Wang, X., & Liu, H., (2019), A Knowledge-and Data-Driven Soft Sensor Based on Deep Learning for Predicting the Deformation of an Air Preheater Rotor. IEEE Access, 7, 159651-159660.
https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2950661
Wen, H., Zhang, X., Zeng, Q., Lee, J., & Yuan, Q (2019). Investigating spatial autocorrelation and spillover effects in freeway crash-frequency data. International journal of environmental research and public health, 16(2), 219.
https://doi.org/10.3390/ijerph16020219
Wu, D (2020). Spatially and Temporally Varying Relationships between Ecological Footprint and Influencing Factors in China's Provinces Using Geographically Weighted Regression (GWR). Journal of Cleaner Production, 121089.
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121089
Ye, X., Yu, X., & Wang, T (2020). Investigating spatial non-stationary environmental effects on the distribution of giant pandas in the Qinling Mountains, China. Global Ecology and Conservation, 21, e00894.
https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00894
Zemestani, A., & Soori, H (2019). Relationship between fatal road traffic injury rates and Human Development Index in Iran. Journal of Injury and Violence Research, 11(4 Suppl 2).
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7186985/
Zeng, C., Yang, L., Zhu, A. X., Rossiter, D. G., Liu, J., Liu, J., & Wang, D (2016). Mapping soil organic matter concentration at different scales using a mixed geographically weighted regression method. Geoderma, 281, 69-82.
https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.06.033
Zhou, Q., Wang, C., & Fang, S (2019). Application of geographically weighted regression (GWR) in the analysis of the cause of haze pollution in China. Atmospheric Pollution Research, 10(3), 835-846.
https://doi.org/10.1016/j.apr.2018.12.012