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

Vulnerability Integrated Assessment and Making Decisions for Effective Resilience Against Natural Disasters "Earthquake" (Case Study: Tabriz Metropolis)

Khadijeh Moosavi [1], Reza Valizadeh [2]✉, Hassan Ahmadzadeh [3]

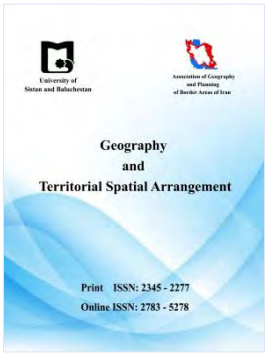
1. Phd. Student, Department of Geography and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. E-mail: khmoosavi7@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. ✉ E-mail: valizadeh03@gmail.com
3. Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. E-mail: h_ahmadzadehgis@yahoo.com

How to Cite: Moosavi, KH; Valizadeh, R & Ahmadzadeh, H. (2023). Vulnerability Integrated Assessment and Making Decisions for Effective Resilience Against Natural Disasters "Earthquake" (Case Study: Tabriz Metropolis). *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 13 (48), 205-210.

DOI: http://dx.doi.org/ 10.22111/GAIJ.2023.45487.3115

Article type:
Research Article

Received:
26/04/2023
Received in revised form:
10/06/2023
Accepted:
26/09/2023
Publisher online:
10/09/2023



Keywords:
Vulnerability, Resilience, Earthquake, Tabriz metropolis.

ABSTRACT

One of the most important dangers that always threaten cities is the risk of an earthquake. This danger, with its high power of destruction of buildings and urban infrastructures, causes a lot of damage to cities in terms of financial and human lives. Therefore, in order to increase the capacity to deal with earthquake risks, increasing urban resilience has recently become a basic priority for most governments. Based on this, the current research was written with the aim of vulnerability integrated assessment of ten areas of Tabriz metropolis based on resilience characteristics and related physical indicators and making decisions for effective resilience against earthquakes. In this regard, the research method is applied in terms of purpose and analytical-exploratory in terms of nature. In order to analyze information, have been used AHP techniques in Expert Choice software, PROMETHEE and GAIA and GAIA Web analysis and the opinions of 25 experts. The results of the research show that areas 9, 6 and 2 have high resilience against earthquakes with scores of 0.445, 0.374 and 0.293 respectively, areas 5 and 7 have medium resilience with scores of 0.196 and 0.142 respectively, areas 4, 8 and 3 have low resilience with scores of -0.090, -0.130 and -0.236 respectively and areas 10 and 1 have very low resilience with scores of -0.468 and -0.526 respectively. Also, about 11% of the texture of Tabriz metropolis is in the zone of very high vulnerability and about 13.5% is in the zone of high vulnerability. Therefore, the research results have been able to determine the priority of measures to increase resilience for different levels by identifying vulnerable zones and regions. Therefore, appropriate policy making in the direction of earthquake crisis management is an inevitable necessity, especially in strengthening buildings and city land use planning.

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

Extended Abstract

Introduction

Earthquake has been considered as one of the most catastrophic and destructive types of natural hazards, especially in developing countries. The high sensitivity of natural hazards, especially earthquakes, has caused a wide range of activities to be directed to the management of the crisis of hazards in cities, and resilience and thinking about it has become an important concept in scientific research and political discourses. In general, resilience is considered a basic approach with high coping power in line with uncertainties in complex urban challenges. Also, this approach has been taken into consideration in different dimensions of planning and management, especially in urban planning and crisis management, due to its potential applicability for a wide range of risks and problems, and its existing concepts are also helpful for policy making in order to improve various dimensions in order to reduce vulnerability. Considering the importance of applying the resilience approach in order to reduce the vulnerability against all kinds of crises, the current research was written with the aim of integrated vulnerability assessment and decision-making for the effective resilience of Tabriz metropolis against earthquakes.

Study Area

Tabriz is the capital of East Azarbaijan province and one of the biggest cities in Iran. This city is the largest city in the northwestern region of the country and is known as the administrative, communication, commercial, political, industrial, cultural and military hub of this region. This city is located at 41 degrees and 25 minutes east longitude and 38 degrees and 2 minutes north latitude from the source meridian, and its average height above the open water level is about 1340 meters. Also, this city is the sixth most populated city in Iran after Tehran, Mashhad, Isfahan, Karaj and Shiraz. The physical and population growth of this city has caused all kinds of pressures in the city structure and its management system, and also the existence of potential crises such as the earthquake "the presence of 10 active and semi-active faults around the city" has made it necessary to pay attention to resilience.

Material and Methods

The research method in the present study is applied in terms of purpose and analytical-exploratory in nature. For this purpose, firstly, indicators and factors affecting the level of urban physical resilience against earthquakes were identified using the Delphi method and the opinions of 25 experts consisting of city managers and university professors and prioritized using the AHP hierarchical analysis method in the Expert Choice software. Then, in the Arc GIS environment, an information layer has been prepared for all the main criteria and sub-criteria, and by combining the effective layers in resilience, the general map of the resilience of Tabriz metropolis has been extracted. Also, the ranking of 10 areas of the city in terms of vulnerability using PROMETHEE method and GAIA and GAIA Web analysis.

Result and Discussion

The results of the research show that areas 9, 6 and 2 have high resilience against earthquakes with scores of 0.445, 0.374 and 0.293 respectively, areas 5 and 7 have medium resilience with scores of 0.196 and 0.142 respectively, areas 4, 8 and 3 have low resilience with scores of -0.090, -0.130 and -0.236 respectively and areas 10 and 1 have very low resilience with scores of -0.468 and -0.526 respectively. Also, about 11% of the texture of Tabriz metropolis is in the zone of very high vulnerability and about 13.5% is in the zone of high vulnerability. Therefore, the research results have been able to determine the priority of measures to increase resilience for different levels by identifying vulnerable zones and regions. Therefore, appropriate policy making in the direction of earthquake crisis management is an inevitable necessity, especially in strengthening buildings and city land use planning.

Conclusion

In the resilience approach, the most important principle is measuring the level of vulnerability and providing solutions to make human settlements resilient. In this regard, the current research has been carried out with the aim of evaluating and measuring integrated vulnerability and making decisions for the effective resilience of Tabriz metropolis against earthquakes. The results of the examination of the ten regions of the Tabriz metropolitan municipality in terms of physical vulnerability to earthquakes show that regions 9, 6 and 2 are far from faults and dangerous uses, close to service and relief centers, and have a suitable communication network. and planned, the proper quality and strength of the constructions and the size of the proper parts, they are in a

very favorable condition by being ranked first to third in terms of resilience against earthquakes. After these areas, areas 5 and 7 have medium resilience, areas 4, 8 and 3 have low resilience and areas 1 and 10 have very little resilience. According to these results, it can be concluded that areas 1, 10, 4, 8 and 3 of Tabriz metropolis due to being located in the area of ineffective urban fabric (informal settlement and dilapidated fabric), formation along the main fault of the city, high occupation level, density High population, illegal and unauthorized constructions, impenetrability, construction in unstable lands and other physical characteristics (quality, materials, age and floors) have low resilience.

Key words: Vulnerability, Resilience, Earthquake, Tabriz metropolis.

References

Abedini, M., & Sarmasti, N. (2016). Evaluation of the vulnerability coefficient of Tabriz metropolis against earthquake risk and estimation of human casualties. Natural geography, 9(32), 35-56. *(in Persian)*

https://www.sid.ir/paper/502814/fa

Babic. Z., & Plazibat. N. (1998). Ranking of enterprises based on multicriterial analysis. International Journal of Production Economics, 56(57), 29-35.

https://doi.org/10.1016/S0925-5273 (97)00133-3

Behzadian, M., & Pirdashti, M. (2009). Selection of the Best Module Design for Ultrafiltration (UF) Membrane in Dairy Industry: An Application of AHP and PROMETHEE. International Journal of Engineering, 3(4), 126-142.

https://www.researchgate.net/publication/41845962

Berke, P., Newman, G., Lee, J., Combs, T., Kolosna, C., & Salvesen, D. (2015). Evaluation of networks of plans and vulnerability to hazards and climate change: a resilience scorecard. Journal of the American Planning Association, 81 (4), 287–302.

https://doi.org/10.1080/01944363.2015.1093954

Berkes. F. (2007). Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from esilience thinking. Natural Hazards, 41, 283-295.

https://doi.org/10.1007/s11069-006-9036-7

Brans. J.P. (1996). The space of freedom of the decision maker modeling the human brain. European Journal Operational Research, 92, 593-602.

https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v92y1996i3p593-602.html

Brans. J.P., & Mareschal, B. (1994). The PROMCALE- GAIA decision support system for multicriteria decision aid. Decision Support Systems, 12(5), 297- 310.

https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)90048-5

Bulkeley, H., & Tuts, R. (2013). Understanding urban vulnerability, adaptation and resilience in the context of climate change. Local Environment, 18(6), 646–662.

https://doi.org/10.1080/13549839.2013.788479

Chen, T.L., & Lin, Z.H. (2021). Impact of land use types on the spatial heterogeneity of extreme heat environments in a metropolitan area. Sustainable Cities and Society, 72, 1-11.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103005

Dong, L., & Shan. J. (2013). A Comprehensive Review of Earthquake Induced Building Damage Detection with Remote Sensing Techniques. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 84, 85-99.

https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.06.011

Eraydin, A., & Taşan-Kok, T. (2013). Introduction: Resilience thinking in urban planning. In A. Eraydin, & T. Taşan-Kok (Eds.). Resilience thinking in urban planning (pp. 1–16). Dordrecht: Springer.

https://doi.org/10.1007/978-94-007-5476-8

Farahmand, H., Dong, S., Mostafavi, A., Berke, P.R., Woodruff, S.C., Hannibal, B., et al. (2020). Institutional congruence for resilience management in interdependent infrastructure systems. International Journal of Disaster Risk Reduction, 46, 1-13.

https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101515

Farzad Behtash, M.R., Keynejhad, M.A., Pirbabaei, M.T., & Asgary, A. (2013). Evaluation and Analysis of Dimensions and Components of Tabriz Metropolis Resiliency. Journal of Fine Arts: Architecture and Urban Planning, 18(3), 34-42. *(in Persian)*

https://jfaup.ut.ac.ir/article_51316.html

Gasparini, P., Manfredi, G., & Asperone, D. (2015). Resilience and sustainability against natural disasters (a challenge for future cities). Translated by Hossein Hataminejad and Morteza Nosrati Heshi. Tehran: Arad Ketab Publishing. *(in Persian)*

https://www.gisoom.com/book/11298385/

Ghanbari, A., Salaki Maleki, M.A., & Ghasemi, M. (2013). Zoning of Cities Level of Vulnerability toEarthquake Danger (Case Study: Tabriz). Journal of Geography and Environmental Hazards, 2(5), 21-36. *(in Persian)*

https://geoeh.um.ac.ir/article_26172.html?lang=en

Godschalk, D.R. (2003). Urban hazard mitigation: creating resilient cities. Natural Hazards Review, 4(3), 136–143.

https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2003)4:3(136)

Hegger, D. L. T., Driessen, P. P. J., Wiering, M., van Rijswick, H. F. M. W., Kundzewicz, Z. W., & Matczak, P. (2016). Toward more flood resilience: Is a diversification of flood risk management strategies the way forward. Ecology and Society, 21(4), 52.

https://doi.org/10.5751/ES-08854-210452

Heilig, G.K. (2011). World Urbanization Prospects: The 2011 Revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), Population Division, Population Estimates and Projections Section: New York, NY, USA.

https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011_Report.pdf

Heinzlef, C., Robert, B., H´emond, Y., & Serre, D. (2020). Operating urban resilience strategies to face climate change and associated risks: Some advances from theory to application in Canada and France. Cities, 104, 1-15.

https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102762

Huang, G., Li, D., Zhu, X., & Zhu, J. (2021). Influencing factors and their influencing mechanisms on urban resilience in China. Sustainable Cities and Society, 74, 1-11.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103210

Huang, W., & Ling, M. (2018). System resilience assessment method of urban lifeline system for GIS. Computers, Environment and Urban Systems, 71, 67–80.

https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.04.003

International Journal of Information Management, 31(1), 6-13.

https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2010.10.001

Janssen M A., & Ostrom E. (2019). Resilience, Vulnerability, and Adaptation: A Cross Cutting Theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. Editorial, Global Environmental Change, 16, 237-239.

https://www.sciencedirect.com/journal/global-environmental-change/vol/16/issue/3

Jha, K., Miner, W., & Geddes., S. (2012). Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice. The World Bank.

www.worldbank.org

Kapucu, N., Ge, Y., Martín, Y., & Williamson, Z. (2022). Urban resilience for building a sustainable and safe environment. Urban Governance, 1, 10–16.

https://doi.org/10.1016/j.ugj.2021.09.001

Karimizarkani, A., Sheikhol-Islami, A., & Parizadi, T. (2019). The role of urban management in the resilience of cities against natural disasters (case study: Baqershahr city). New Perspectives in Human Geography, 12(45), 456-441. *(in Persian)*

https://geography.garmsar.iau.ir/article_670393.html

Leeneer, I., & Pastijn, H. (2002). Selecting land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques. European Journal Operational Reasearch, 139, 327-338.

https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00372-1

Leon, J., & March, A. (2014). Urban Morphology as a Tool for Supporting Tsunami Rapid Resilience: A Case Study of Talcahuano, Chile. Habitat International. 43, 250–262.

https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.04.006

Li, Q., Dong, S., & Mostafavi, A. (2019). Modeling of inter-organizational coordination dynamics in resilience planning of infrastructure systems: a multilayer network simulation framework. PLoS One, 14 (11).

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224522

Master plan of Tabriz (2016). Consulting Engineers of Role of Environment, Ministry of Roads and Urban Development, General Department of Roads and Urban Development of East Azerbaijan Province, approved on 2016/11/14. *(in Persian)*

https://www.shahrnegar.com/product/master-plan-tabriz-city

McEvoy, D., Fünfgeld, H., & Bosomworth, K. (2013). Resilience and climate change adaptation: The importance of framing. Planning Practice & Research, 28(3), 280–293.

https://doi.org/10.1080/02697459.2013.787710

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. Landscape and Urban Planning, 147, 38–49.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

Namjoo, F., Samadzadeh, R., & Masoumi, M. (2020). Assessment of urban resilience against earthquake risk (Case study: Tabriz Metropolis). Journal of Geography and Environmental Hazards, 9(36), 201-219. *(in Persian)*

https://geoeh.um.ac.ir/article_39423.html?lang=en

Normandin J.M., Therrien M.C., & Tanguay G.A. (2011). City strength in times of turbulence: strategic resilience indicators. Urban Affairs Association41st Conference, New Orleans.

https://www.academia.edu/23271416/

O'Hare, P., & White, I. (2013). Deconstructing resilience: Lessons from planning practice. Planning Practice & Research, 28(3), 275–279.

https://doi.org/10.1080/02697459.2013.787721

Pashazadeh, A. (2019). Measuring the resilience of Ardabil city against environmental hazards and presenting a resilient city model with a future research approach. PhD thesis in Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Human Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Supervisor: Mohammad Hasan Yazdani. *(in Persian)*

https://repository.uma.ac.ir/

Rezaei, Mohammadreza (2010). Explaining the resilience of urban communities in order to reduce the effects of natural disasters (earthquakes); Case study: Tehran metropolis. PhD thesis of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, supervisors: Mojtaba Refieian and Ali Asgari. *(in Persian)*

https://elmnet.ir/article/10543191-78451/

Seeliger, L., & Turok, I. (2013). Towards sustainable cities: extending resilience with insights from vulnerability and transition theory. Sustainbility, 5, 2108–2128.

https://doi.org/10.3390/su5052108

Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2019). Resilient urban planning: Major principles and criteria. Energy Procedia, 61, 1491-1495.

https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.12.154

Soroushan, G.R., hendiani, A., zivyar pardei, P., & tavakolan, A. (2022). Investigating the effect of urban governance on urban resilience (Case study: Tehran). Applied Research of Geographical Sciences, 22(67), 413-437. *(in Persian)*

http://jgs.khu.ac.ir/article-1-4012-fa.html

United Nations (UN). (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Custom Data Acquired via Website.

https://desapublications.un.org/publications/2018-revision-world-urbanization-prospects.

Wardekker, J. A., de Jong, A., Knoop, J. M., & van der Sluijs, J. P. (2010). Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes. Technological Forecasting and Social Change, 77(6), 987–998.

https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.11.005

Wu, X., Zhang, J., Geng, X., Wang, T., Wang, K., & Liu, S. (2020). Increasing green infrastructure-based ecological resilience in urban systems: A perspective from locating ecological and disturbance sources in a resource-based city. Sustainable Cities and Society, 61, 1-9.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102354

Yates, D., & Paquette, S. (2011). Emergency knowledge management social media technologies: A case study of the 2010 Haitian earthquake.

Zare, M. (2001). Earthquake risk and construction in the fault zone of North Tabriz and the fault zone of seismic faults in Iran. Journal of Seismology and Earthquake Engineering, 2-3, 46-57. *(in Persian)*

https://www.sid.ir/paper/443764/fa

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

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

سنجش یکپارچه آسیب‌پذیری و تصمیم‌گیری برای تاب‌آوری مؤثر در برابر سوانح طبیعی «زلزله» (نمونهٔ موردی: کلان‌شهر تبریز)

خدیجه موسوی [۱]، رضا ولی‌زاده [۲*]، حسن احمدزاده [۳]

مقاله پژوهشی

جغرافیا و آمایش شهری–منطقه‌ای
پاییز ۱۴۰۲، سال ۱۳، شمارهٔ ۴۸
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۰۴
صفحات : ۲۳۲-۲۰۵

واژه‌های کلیدی:
آسیب‌پذیری، تاب‌آوری، زلزله، کلان‌شهر تبریز.

چکیده

یکی از مهمترین مخاطراتی که همواره شهرها را تهدید می‌نماید، خطر وقوع زلزله است. این مخاطره با قدرت بالای تخریب ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری، خسارات بسیاری را در ابعاد مالی و جانی به شهرها متحمل می‌کند. از این‌رو، به‌منظور افزایش ظرفیت مقابله با خطرات زلزله، افزایش تاب‌آوری شهری اخیراً به یک اولویت اساسی برای اکثر دولت‌ها تبدیل شده است. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف سنجش یکپارچه آسیب‌پذیری مناطق ده‌گانه کلان‌شهر تبریز بر اساس ویژگی‌های تاب‌آوری و شاخص‌های فیزیکی مرتبط و تصمیم‌گیری برای تاب‌آوری مؤثر در برابر زلزله نگارش شده است. در این راستا، روش پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت تحلیلی-اکتشافی می‌باشد. به‌منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز از تکنیک‌های AHP در نرم‌فزار Expert Choice، PROMETHEE و تحلیل GAIA و GAIA Web و نظرات ۲۵ نفر از خبرگان استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مناطق ۹، ۶ و ۲ به ترتیب با امتیاز ۰/۴۴۵، ۰/۳۷۴ و ۰/۲۹۳ از تاب‌آوری زیاد، مناطق ۵ و ۷ به ترتیب با کسب امتیاز ۰/۱۹۶ و ۰/۱۴۲ از تاب‌آوری متوسط، مناطق ۴، ۸ و ۳ به ترتیب با امتیاز ۰/۰۹۰-، ۰/۱۳۰- و ۰/۲۳۶- از تاب‌آوری کم و مناطق ۱۰ و ۱ با کسب امتیاز ۰/۴۶۸- و ۰/۵۲۶- از تاب‌آوری خیلی‌کم در برابر زلزله برخوردار می‌باشند. همچنین حدود ۱۱ درصد از بافت کلان‌شهر تبریز در پهنه آسیب‌پذیری خیلی‌زیاد و حدود ۱۳/۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد قرار دارند. بنابراین سیاست‌گذاری مناسب در راستای مدیریت بحران زلزله به‌ویژه در استحکام‌سازی ساختمان‌ها و برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهر ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

مقدمه

بر اساس پیش‌بینی‌های صورت‌گرفته از سوی سازمان ملل احتمال می‌رود تا سال ۲۰۵۰ حدود ۸۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی کنند (Jha et al, 2012:3; UN, 2018:7). این مسئله به این معنا است که مناطق شهری به مکان اصلی بسیاری از مخاطرات احتمالی بدل خواهند شد (Leon & March, 2014:251) و با وقوع سوانح طبیعی، پذیرای آسیب‌های جانی و مالی قابل توجهی می‌گردند (Yates & Paquette, 2011:7). در این میان، زلزله به‌عنوان یکی از فاجعه‌بارترین و مخرب‌ترین انواع مخاطرات طبیعی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مطرح بوده است (Dong & Shan, 2013:85). حساسیت بالای مخاطرات طبیعی، به‌ویژه زلزله، سبب گردیده است تا طیف گسترده‌ای از فعالیت‌ها به مدیریت بحران مخاطرات در شهرها معطوف شده و تاب‌آوری و تفکر در باب آن به مفهومی مهم

* مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری تحت عنوان «شناسایی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شهری با رویکرد آینده‌نگاری (نمونهٔ موردی: کلان‌شهر تبریز)» با همکاری نویسندگان می‌باشد.

۱- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. khmoosavi7@gmail.com
۲- استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. (نویسنده مسئول) valizadeh03@gmail.com
۳- استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. h_ahmadzadehgis@yahoo.com

در تحقیقات علمی و گفتمان‌های سیاسی تبدیل گردد (Bulkeley & Tuts, 2013:647; Eraydin & Taşan-Kok, 2013:2; Hegger et al, 2016:52). به‌طور کلی تاب‌آوری یک رویکرد اساسی با قدرت بالای مقابله در راستای عدم قطعیت‌های موجود در چالش‌های پیچیده شهری تلقی می‌گردد (Wardekker et al, 2010:988). همچنین این رویکرد در ابعاد مختلف برنامه‌ریزی و مدیریتی به‌ویژه در برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران با توجه به قابلیت کاربرد بالقوه برای طیف وسیعی از مخاطرات و مشکلات مورد توجه قرار گرفته (O'Hare & White, 2013:276; Meerow et al, 2016:39) و مفاهیم موجود آن نیز به سیاست‌گذاری در راستای ارتقاء ابعاد مختلف به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری یاری‌رسان می‌باشد (McEvoy et al, 2013:281). با توجه به اهمیت کاربست رویکرد تاب‌آوری در راستای کاهش آسیب‌پذیری در برابر انواع بحران‌ها، تحقیق حاضر با هدف سنجش یکپارچه آسیب‌پذیری و تصمیم‌گیری برای تاب‌آوری مؤثر کلان‌شهر تبریز در برابر زلزله نگارش شده است. کلان‌شهر تبریز به دلیل استقرار در امتداد گسل شمال تبریز به طول ۱۵۰ کیلومتر، همواره در معرض خطر حوادث و بلایا ازجمله زلزله، سیل و فرونشست زمین قرار دارد. از طرفی توسعه بی‌رویه، ناهماهنگ و غیر اصولی شهر در چند دهه اخیر، ساخت‌وساز در حریم گسل‌ها و مناطق مستعد ناپایداری‌های تکتونیکی، طراحی و اجرای ساختمان‌ها و تأسیسات و شریان‌های حیاتی نامتناسب با شدت لرزه‌خیزی شهر، نبود برنامه و توانمندی‌های عملیاتی لازم برای مدیریت بحران در مرحله-ی پاسخ و مقابله با عوارض و تبعات وقوع زلزله و وجود بافت‌های آسیب‌پذیر و فرسوده متعدد و پراکنده در سطح شهر، کلان‌شهر تبریز را در برابر بحران زلزله آسیب‌پذیر ساخته است. بنابراین، سنجش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله و تاب‌آور نمودن کلان‌شهر تبریز ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. با توجه به هدف تحقیق، پاسخگویی به سؤال زیر اساس کار پژوهش حاضر می‌باشد:

سطح تاب‌آوری کالبدی مناطق ۱۰گانه کلان‌شهر تبریز از منظر آسیب‌پذیری در برابر زلزله به چه میزان می‌باشد؟

پیشینه پژوهش

بررسی پیشینه‌ی مطالعاتی حاکی از آن است که اکثر پژوهش‌ها در حوزه‌ی تاب‌آوری، کاهش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های انسانی با دیدگاهی جامع و دربرگیری تمامی سوانح طبیعی یا سوانح طبیعی همراستا با سوانح انسانی را مورد بررسی قرار داده‌اند. با این حال، تأکید سازمان‌ها و گفتمان‌های بین‌المللی بر ارائه‌ی راهبردهایی برای مواجهه با بحران‌های مختلف به‌صورت مجزا بوده و نوآوری پژوهش حاضر نیز با تأکید بر این اصل و بررسی کاهش آسیب‌پذیری شهرها با تأکید بر رویکرد تاب‌آوری در برابر زلزله با توجه به شناخت دقیق وضعیت موجود از منظر آسیب‌پذیری با بهره‌گیری از مدل‌های مختلف می‌باشد. در ادامه به برخی از پژوهش‌های مرتبط با موضوع پرداخته می‌شود.

کریمی‌زرکانی و همکاران (۱۳۹۸)، در تحقیقی تحت عنوان نقش مدیریت شهری در تاب‌آوری شهرها در برابر سوانح طبیعی، شهر باقرشهر را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج تحقیق بیانگر آن است که نظام مدیریت شهری به دلایلی همچون نبود همکاری بین‌بخشی، نبود نظارت کافی بر ساخت‌وسازها و عدم شناخت کافی از تاب‌آوری شهری به ناتاب‌آوری شهری باقرشهر دامن زده است. پاشازاده (۱۳۹۸)، در پژوهشی به سنجش تاب‌آوری شهر اردبیل در برابر مخاطرات محیطی و ارائه‌ی الگوی شهر تاب‌آور با رویکرد آینده‌پژوهی پرداخته است. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که مهمترین بعد تأثیرگذار بر تاب‌آوری شهر اردبیل بعد کالبدی-مدیریتی بوده است. در این راستا به‌منظور

دست‌یابی به شهر تاب‌آور نیاز مبرمی به ارتقای زیرساخت‌ها و همچنین شکل‌گیری مدیریت سیستمی و یکپارچه می‌باشد. سروشان و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهشی به بررسی تأثیر حکمروایی شهری بر تاب‌آوری کلان‌شهر تهران در برابر سوانح طبیعی پرداخته‌اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که بحث تاب‌آوری در جوامع شهری به معنای توانا بودن جامعه در تحمل سوانح طبیعی شدید بدون دچار خسارات عمده، آسیب‌ها، توقف در تولید و کاهش کیفیت زندگی می‌باشد. در این راستا، تحقق حکمروایی شهری بر تحقق تاب‌آوری شهری تأثیر مثبت و مستقیمی می‌گذارد. سِلیگر و توروک۱ (۲۰۱۳)، در تحقیق خود تحت عنوان به سوی شهر پایدار: ارتقای تاب‌آوری با دیدگاه آسیب‌پذیری و نظریه تحول به این نتیجه دست یافته‌اند که شهرها در تمام مراحل توسعه، نیاز به تأمین شغل، غذا و خدمات برای شهروندان خود دارند و فرمول یکسانی برای توسعه همه‌جانبه محیط‌های شهری برای دستیابی به این اهداف وجود ندارد. همچنین روابط پیچیده چرخه‌های اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی در داخل شهرها پیش‌بینی و آینده‌پژوهشی نتایج را غیرممکن می‌سازد. در این راستا نظریه تاب‌آوری می‌تواند با رویکردها مهندسی، سیستمی، اجتماعی و اکولوژیکی، ارتقای شرایط موجود در چرخه را فراهم نموده و در راستای تحقق شهر پایدار گام بردارد. جانسن و اوستروم۲ (۲۰۱۹)، در تحقیق خود با عنوان تاب‌آوری، آسیب‌پذیری و سازگاری به بررسی پژوهش‌ها، برنامه‌ها و طرح‌های بین‌المللی در راستای بررسی موضوع تاب‌آوری پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ارتقای ابعاد انسانی و نهادی-مدیریتی بیشترین تأثیر را در راستای تحقق‌پذیری جوامع تاب‌آور به خود اختصاص داده‌اند. هوآنگ۳ و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهشی به بررسی عوامل و مکانیزم‌های مؤثر بر تاب‌آوری شهری در چین پرداخته‌اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که سیستم سیاست‌گذاری مهمترین علت و تخصیص منابع مهمترین عامل تأثیرگذار بر تحقق تاب‌آوری شهری در چین می‌باشد. همچنین تدبیر مناسب در مقاوم‌سازی و سایر ابعاد از ضروریات اساسی برنامه‌ریزی تاب‌آوری شهری در چین محسوب می‌گردد. کاپوکو۴ و همکاران (۲۰۲۲)، نیز در پژوهش خود تحت عنوان تاب‌آوری شهری و ساخت محیطی پایدار و ایمن به این نتایج دست یافته‌اند که تاب‌آوری به‌عنوان یک فرآیند پویا با دیدگاه بین رشته‌ای و مشارکت‌های چندجانبه و با تأکید بر سیاست‌گذاری و حکمروایی، سازگاری در برابر آشفتگی‌های بیرونی و داخلی و کاهش آسیب‌پذیری‌های شهری را فراهم می‌نماید.

در محدوده مورد مطالعه نیز پژوهش‌هایی در این زمینه انجام گرفته که از مهمترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

قنبری و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهشی به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز در مقابل خطر زمین‌لرزه پرداخته‌اند. در این پژوهش از دو مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شاخص همپوشانی (OI) استفاده شده و نتایج دو مدل شباهت زیادی با هم داشتند با فرق اینکه نواحی با خطر بسیار بالا در مدل تحلیل سلسله‌مراتبی پراکندگی بیشتری نسبت به مدل شاخص همپوشانی داشته و بیشتر قسمت‌های شهر در مدل شاخص همپوشانی در پهنه‌های خطر متوسط قرار دارند. همچنین در کل شهر تبریز از نظر خطر زمین‌لرزه وضعیت مطلوبی نداشته و بیشتر قسمت‌های پرتراکم شهری به‌خصوص قسمت‌های شمالی و مرکزی شهر در پهنه‌های آسیب‌پذیری و خطر بسیار بالا و بالا قرار دارند. عابدینی و سرمستی (۱۳۹۵)، در پژوهشی به ارزیابی ضریب آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز

1 - Seeliger and Turok
2 - Janssen and Ostrom
3 - Huang
4 - Kapucu

در برابر خطر زلزله و برآورد تلفات انسانی پرداخته و به این نتایج دست یافته‌اند که کلان‌شهر تبریز از نظر خطر زلزله وضعیت مطلوبی نداشته و بیش‌تر قسمت‌های پرتراکم شهری به‌خصوص قسمت‌های شمالی و مرکزی شهر در پهنه‌های آسیب‌پذیری با خطر بسیار بالا و بالا قرار دارند. نامجو و همکاران (۱۳۹۹)، در تحقیق خود تحت عنوان سنجش تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز در برابر خطر زمین‌لرزه به این نتایج رسیده‌اند که وضعیت تاب‌آوری شهر تبریز در برابر وقوع زمین‌لرزه احتمالی در بعد اجتماعی ۲/۱۹، در بعد اقتصادی ۲/۳۷، در بعد نهادی، ۱/۹۴ و در بعد کالبدی ۲/۵۷ است. در مجموع میزان تاب‌آوری شهر تبریز در برابر زمین‌لرزه، با میانگین ۲/۳۳ نامطلوب است.

مبانی نظری

آسیب‌پذیری در برابر خطرات زلزله یک مسئله بزرگ در شهرهای کشورهای درحال توسعه است که نرخ رشد سریع جمعیت را تجربه می‌کنند، اما در برنامه‌ریزی و آماده‌سازی مناسب برای خطرات طبیعی، مانند زلزله، ناتوان هستند (Heilig, 2011:555). در این بین انتظار می‌رود که رشد جمعیت شهری در دهه‌های آینده افزایش یابد (Chen & Lin, 2021:72)، که این موضوع منجر به افزایش توسعه ساختار فیزیکی شهری و ساخت‌وسازهای اضافی در شهرها می‌شود (Sharifi, 2019:171). بر این اساس، آسیب‌های ناشی از بلایای طبیعی در شهرها می‌تواند در آینده حتی شدیدتر شود. این آسیب‌ها می‌تواند منجر به پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و فیزیکی گردند که به‌طور تصاعدی رشد می‌کنند (Heinzlef et al, 2020:3). در این راستا، در مواجهه با سوانح دو نوع راهبرد کلی مطرح است: راهبرد پیش‌بینی و راهبرد تاب‌آوری. راهبرد اول برای آمادگی روبه‌رو شدن با مشکلات و معضلات به‌کار می‌رود و راهبرد دوم برای مقابله با مشکلات ناشناخته استفاده می‌شود (Normandin et al, 2011:2). با توجه به اینکه بلایای طبیعی به‌ویژه زلزله غیرقابل پیش‌بینی هستند؛ می‌بایست با به‌کارگیری راهبرد دوم، ظرفیت و توان ساکنین برای مقاومت و زندگی در کنار بلایا را بهبود بخشید. از این‌رو، تبیین رابطه تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی (زلزله) و کاهش اثرات آن، با توجه به نتایجی که دربر خواهد داشت از اهمیت بالایی برخوردار است (رضایی، ۱۳۸۹: ۵). به عبارتی هدف رویکرد تاب‌آوری، کاهش آسیب‌پذیری جوامع و تقویت توانایی‌های مردم برای مقابله با خطرات ناشی از وقوع سوانح طبیعی می‌باشد (فرزادبهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۴). همچنین رویکرد تاب‌آوری به دلیل پویا بودن واکنش جامعه در برابر مخاطرات، نوعی آینده‌نگری به حساب می‌آید و به گسترش گزینه‌های سیاستی برای رویارویی با عدم قطعیت و تغییر هم کمک می‌کند. لذا تاب‌آوری در برابر سوانح می‌تواند به ایجاد افزایش ظرفیت سازگای و معیشت پایدار جامعه منجر شود (Berkes, 2007:282). از طرفی بهبود تاب‌آوری می‌تواند مقادیر قابل توجهی از منابع انسانی، اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی را با کاهش اثرات بلایا در شهرها ذخیره کند (Huang & Ling, 2018: 37). بنابراین، در دهه‌های اخیر، اجماع فزاینده‌ای در محافل علمی و سیاسی وجود داشته است که بهترین راه برای مقابله با خطرات و سوانح طبیعی، افزایش ظرفیت تاب‌آوری است (Wu et al, 2020:1023). در این بین، برنامه‌های ایجاد شهرهای تاب‌آور توسط سازمان‌های مختلف و گفتمان‌های بین‌المللی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در این گفتمان‌ها برنامه‌ریزی تاب‌آوری سیستم‌های شهری یک فرآیند ضروری در راستای مواجهه با انواع بحران‌ها از طریق ارتقای ظرفیت‌های انسانی و سازمانی برای پیش‌بینی، جذب، بازیابی یا موفقیت بیشتر سازگاری با رویدادهای نامطلوب واقعی یا بالقوه عنوان شده است (Godschalk, 2003:137; Berke et al, 2015:289). همچنین برنامه‌ریزی و مدیریت تاب‌آوری در ابعاد مختلف مانند کنترل سیل، کاربری زمین، حمل‌ونقل،

حفاظت از محیط‌زیست، طرح‌ها و برنامه‌های اجتماعی-اقتصادی با بهره‌مندی از درک و مشارکت ذی‌نفعان در یک فرایند سیستمی مورد تأکید قرار گرفته است (Farahmand et al, 2020:2; Li et al, 2019:1). بنابراین می‌توان عنوان کرد که تاب‌آوری به‌منظور مدیریت مخاطرات پدیدار شده است و ادعا می‌کند افراد را برای آمادگی و سازگاری سازمان می‌دهد و به یکپارچگی اجتماعی، درگیر کردن جامعه و اعتماد متقابل در مواجهه با بحران‌ها کمک می‌کند (گاسپارینی[1] و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۶). در این راستا، شناسایی میزان آسیب‌پذیری در برابر سوانح و مخاطرات و برنامه‌ریزی در این حیطه یکی از ضروریات رویکرد تاب‌آوری محسوب می‌گردد.

روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش در مطالعه‌ی حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت تحلیلی-اکتشافی است. بدین منظور، ابتدا شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر میزان تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر زلزله با روش دلفی و نظرات ۲۵ خبره متشکل از مدیران شهری و اساتید دانشگاهی شناسایی و با استفاده روش تحلیل سلسله مراتبی AHP در نرم‌فزار Expert Choice اولویت‌بندی گردید. سپس در محیط Arc GIS برای تمامی معیارها و زیرمعیارهای اصلی لایه‌ی اطلاعاتی تهیه و با تلفیق لایه‌های مؤثر در تاب‌آوری، نقشه‌ی کلی تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز در برابر استخراج شده است. همچنین رتبه‌بندی مناطق ۱۰گانه‌ی شهر به‌لحاظ آسیب‌پذیری با استفاده از روش PROMETHEE و تحلیل GAIA و GAIA Web می‌باشد.

روش PROMETHEE یکی از روش‌های نو رتبه‌ای است که برای رتبه‌بندی مجموعه محدودی از گزینه‌ها در میان معیارهای بیشتر متناقض استفاده می‌شود (Behzadian & Pirdashti, 2009:129). در واقع این روش طراحی شده است تا مسائل چندمعیاره را حل کند.

گام اول؛ تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و تعیین نوع معیار: پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری در گام نخست باید بر پایه‌ی رابطه (۱)، تفاوت هر یک از گزینه‌ها در هر یک از شاخص‌ها نسبت به یکدیگر محاسبه گردد. این تفاوت برای شاخص max زمانی معنادار خواهد بود که $f_j(a) > f_j(b)$ باشد. برای شاخص‌های min این رابطه برعکس است.

رابطه (۱):

$$d_j = (a.b) = f_j(a) - f_j(b)$$

گام دوم؛ تعیین وزن شاخص‌ها: تعیین وزن شاخص‌های مختلف، کاری لازم در همه مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه است. در روش پرومته، وزن شاخص‌ها اعداد حقیقی هستند که به واحد اندازه‌گیری شاخص بستگی ندارند. روش به‌کار گرفته‌شده در پژوهش حاضر جهت محاسبه اهمیت نسبی مؤلفه‌ها مدل AHP می‌باشد.

گام سوم؛ توابع برتری: در این مرحله مقدار $p_j = (a.b)$ به‌دست آورده می‌شود. این مقدار از قرار دادن d_j در تابع برتری مربوط به هر شاخص به‌دست می‌آید.

گام چهارم؛ میزان مجموع موزون برتری گزینه: رتبه‌بندی پایانی یا اولویت گزینه با جمع کردن اولویت همه‌ی شاخص‌ها به‌دست می‌آید که به آن مقدار کلی گفته می‌شود و با رابطه ۲، به‌دست می‌آید (Leeneer & Pastijn, 2002:331).

1 - Gasparini

رابطه (۲):

$$\pi = (a.b) = \sum_{j=i}^{k} w_j p_j(a.b). (\sum_{j=i}^{k} w_j = 1$$

در این رابطه به گونه‌ای که w_j را بر وزن شاخص j ام باشد؛ وزن‌ها توسط تصمیم‌گیرنده تعیین و سپس نرمال می‌شوند. ($\sum w_j = 1$)

گام پنجم؛ جریان رتبه‌بندی مثبت و منفی: اگر تعداد گزینه‌ها که با n نشان داده می‌شود بیش‌تر از دوتا باشد، رتبه-بندی پایانی به‌وسیله‌ی مجموع مقادیر مقایسات زوجی به‌دست می‌آید. برای هر گزینه $a \in A$ و با در نظر گرفتن گزینه‌های دیگر $x \in A$ می‌توان جریان رتبه‌بندی زیر را به دست آورد (رابطه ۳) (Brans, 1996:595).

رابطه (۳):

$$\emptyset^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in a} \pi(x.a)$$

این جریان نشان می‌دهد که گزینه a چقدر بر گزینه‌های دیگر اولویت دارد. بزرگترین $\emptyset^+(a)$ به معنای بهترین گزینه است.

رابطه انتخاب کوچکترین گزینه نشان می‌دهد که گزینه‌های دیگر تا چه میزان بر گزینه a اولویت دارند. کوچکترین $\emptyset^-(a)$ نشان‌دهنده بهترین گزینه است (رابطه ۴).

رابطه (۴):

$$\emptyset^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in a} \pi(x.a)$$

به‌طور کلی رتبه‌بندی گزینه‌ها را می‌توان با جریان مثبت و منفی رتبه‌بندی کرد. این دو رتبه‌بندی به طور معمول یکسان نیستند (Barns & Mareschal, 1994:300)، ولی تصمیم‌گیرنده همیشه خواهان رتبه‌بندی کامل است، زیرا تصمیم‌گیری ساده‌تر خواهد بود. محاسبه جریان خالص رتبه‌بندی این امکان را فراهم می‌سازد (Babic & Plazibat, 1998:34). این جریان حاصل توازن میان جریان رتبه‌بندی مثبت و منفی است. جریان خالص بالاتر نشان‌دهنده گزینه برتر است (Barns & Mareschal, 1994:300)، که از طریق رابطه‌ی ۵، به‌دست می‌آید.

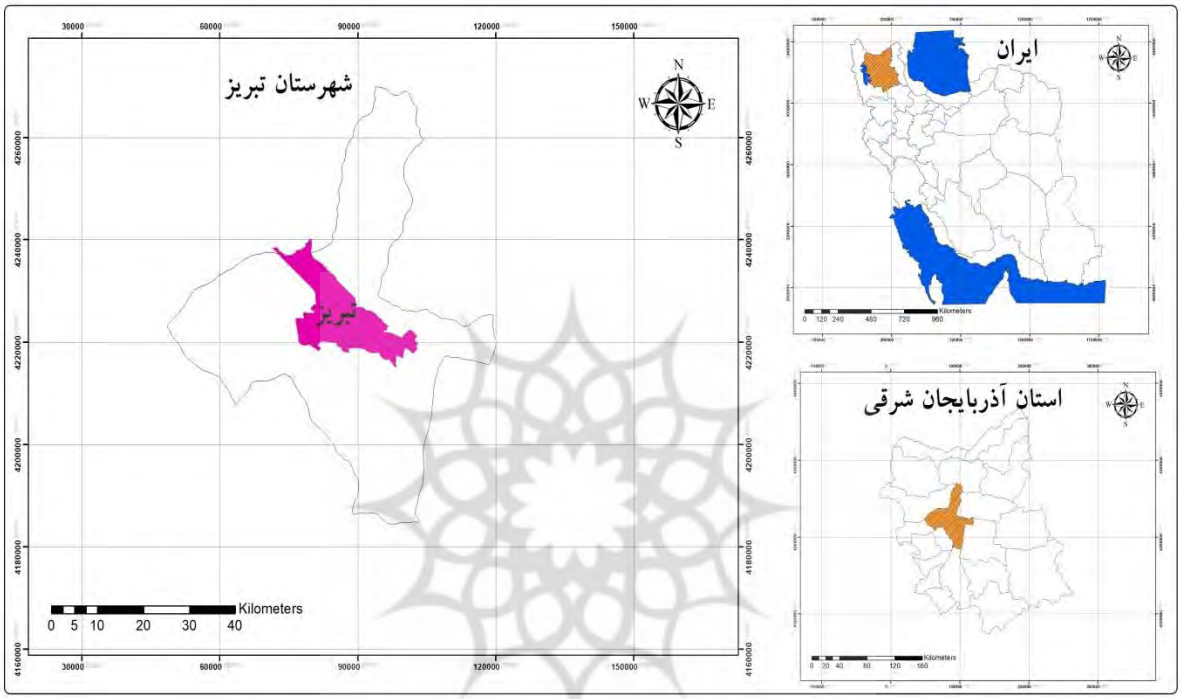
رابطه (۵):

$$\emptyset(a) = \emptyset^+(a) - \emptyset^-(a)$$

معرفی محدوده مورد مطالعه

تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی یکی از شهرهای بزرگ ایران است. این شهر بزرگترین شهر منطقه شمال غرب کشور بوده و قطب اداری، ارتباطی، بازرگانی، سیاسی، صنعتی، فرهنگی و نظامی این منطقه شناخته می‌شود. این شهر در ۴۱ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی از نصف‌النهار مبدأ واقع شده است و ارتفاع متوسط آن از سطح آب‌های آزاد حدود ۱۳۴۰ متر است. همچنین این شهر ششمین شهر پرجمعیت ایران پس از شهرهای تهران، مشهد، اصفهان، کرج و شیراز محسوب می‌شود. رشد فیزیکی و جمعیتی این شهر باعث ایجاد انواع فشارها در ساختار شهر و نظام مدیریتی آن گردیده و همچنین وجود بحران‌های بالقوه همچون زلزله «وجود ۱۰ گسل فعال و نیمه‌فعال در اطراف شهر» توجه به تاب‌آوری را ضروری ساخته است (طرح توسعه و عمران

«جامع» تبریز، ۱۳۹۵). از طرفی گسل تبریز یکی از مهمترین ساختارهای زمین‌شناسی در شمال غرب کشور است که در طول عمر خود تأثیر زیادی بر روند زمین‌شناسی و مورفولوژی و همچنین لرزه‌خیزی منطقه داشته است. گسل تبریز که از بخش‌های شمالی کلان‌شهر تبریز عبور می‌نماید، به دلیل وقوع زمینلرزه‌های متعدد تاریخی و دوازده بار تخریب کامل شهر از گسل‌های شناخته‌شده زمین‌لرزه‌ای ایران است (زارع، ۴۶:۱۳۸۰).



شکل ۱. موقیت جغرافیایی کلان‌شهر تبریز

(منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و یافته‌ها

استخراج شاخص‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری کالبدی کلان‌شهر تبریز در برابر بحران زلزله

در پژوهش حاضر در وهله اول برای تعیین شاخص‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری کالبدی کلان‌شهر تبریز در برابر بحران زلزله از روش دلفی و نظرات خبرگان اقدام به تعیین شاخص‌های مؤثر بر آسیب‌پذیری گردیده که در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ماتریس معیارها و زیرمعیارها و میزان آسیب‌پذیری آن‌ها

معیار	زیرمعیار	آسیب‌پذیری خیلی‌کم	آسیب‌پذیری کم	آسیب‌پذیری متوسط	آسیب‌پذیری زیاد	آسیب‌پذیری خیلی‌زیاد
		۱	۳	۵	۷	۹
اسکان غیررسمی C1	بافت اسکان غیررسمی					*
بافت فرسوده C2	بافت فرسوده					*
تراکم ناخالص جمعیتی C3	کمتر از ۳۰ نفر در هکتار	*				
	۳۱ تا ۹۰ نفر در هکتار		*			
	۹۱ تا ۱۴۰ نفر در هکتار			*		
	۱۴۱ تا ۲۰۰ نفر در هکتار				*	
	بیش از ۲۰۰ نفر در هکتار					*
تراکم ساختمانی C4	کمتر از ۵۰ درصد	*				
	۵۰ تا ۱۰۰ درصد		*			
	۱۰۰ تا ۱۵۰ درصد			*		
	۱۵۰ تا ۲۰۰ درصد				*	
	بیش از ۲۰۰ درصد					*
تراکم خالص جمعیتی C5	کمتر از ۱۵۰ نفر در هکتار	*				
	۱۵۰ تا ۳۰۰ نفر در هکتار		*			
	۳۰۰ تا ۴۰۰ نفر در هکتار			*		
	۴۰۰ تا ۵۰۰ نفر در هکتار				*	
	بیش از ۵۰۰ نفر در هکتار					*
سطح اشغال C6	۰ تا ۲۰ درصد	*				
	۲۰ تا ۴۰ درصد		*			
	۴۰ تا ۶۰ درصد			*		
	۶۰ تا ۸۰ درصد				*	
	۸۰ تا ۱۰۰ درصد					*
ریزدانگی قطعات C7	بیش از ۴۰۰ مترمربع	*				
	۳۰۰ تا ۴۰۰ مترمربع		*			
	۲۰۰ تا ۳۰۰ مترمربع			*		
	۱۰۰ تا ۲۰۰ مترمربع				*	
	کمتر از ۱۰۰ مترمربع					*
قدمت بنا C8	زیر ۵ سال	*				
	۵ تا ۱۰ سال		*			
	۱۰ تا ۱۵ سال			*		
	۱۵ تا ۳۰ سال				*	
	بیش از ۳۰ سال					*
مصالح بنا C9	اسکلت بتنی	*				
	اسکلت فلزی		*			
	آجر و آهن			*		
	آجر و چوب				*	
	خشت و گل					*

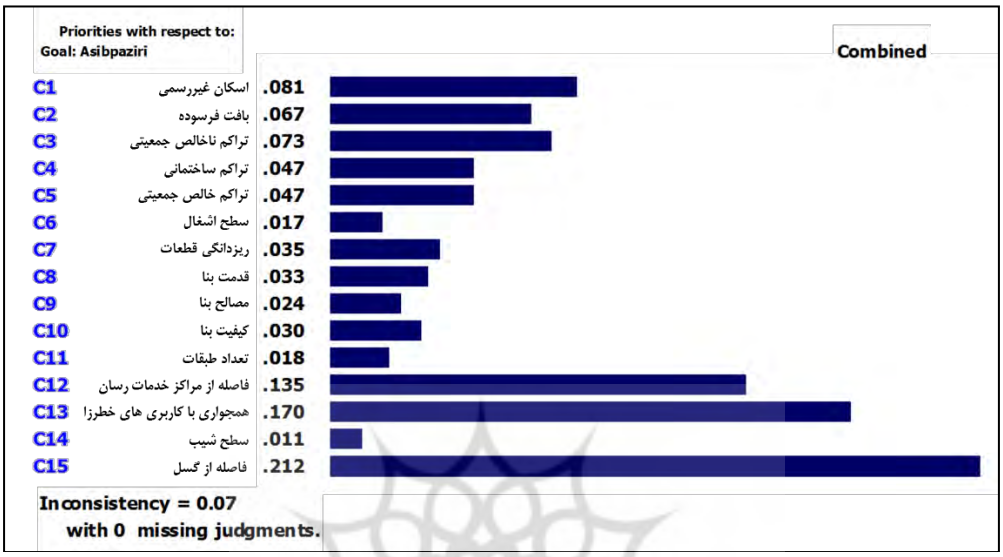
کیفیت بنا C10	در حال ساخت	*				
	نوساز		*			
	مرمتی			*		
	تخریبی				*	
	مخروبه					*
تعداد طبقات C11	یک طبقه	*				
	دو طبقه		*			
	سه طبقه			*		
	چهار طبقه				*	
	پنج طبقه و بیشتر					*
فاصله از مراکز خدمات‌رسان C12	زیر ۲۵۰ متر	*				
	۲۵۰ تا ۵۰۰ متر		*			
	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر			*		
	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر				*	
	بیش از ۱۵۰۰ متر					*
فاصله از کاربری‌های خطرزا C13	بیش از ۱۰۰۰ متر	*				
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰ متر		*			
	۵۰۰ تا ۷۵۰ متر			*		
	۲۵۰ تا ۵۰۰ متر				*	
	کمتر از ۲۵۰ متر					*
شیب C14	کمتر از ۵ درصد	*				
	۵ تا ۸ درصد		*			
	۸ تا ۱۵ درصد			*		
	۱۵ تا ۲۵ درصد				*	
	بیش از ۲۵ درصد					*
فاصله از گسل C15	بیش از ۲۰۰۰ متر	*				
	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر		*			
	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر			*		
	۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر				*	
	کمتر از ۵۰۰ متر					*

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲ مستخرج از دیدگاه خبرگان).

تعیین ضریب ارجحیت (اهمیت) معیارها

برای تعیین ضریب ارجحیت (اهمیت) معیارها و تحلیل وزن معیارها و زیرمعیارها در مدل AHP که توسط کارشناسان خبره وزن‌دهی شده بودند از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده است. در این مدل اندازه‌گیری مقادیر و اهمیت نسبی با مقایسه‌های زوجی و به کمک طیف ۱ تا ۹ انجام می‌گیرد. از جمع‌بندی ۲۵ پرسشنامه که کارشناسان خبره برای وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها تکمیل کرده بودند، جدول شماره ۲ حاصل گردید. همچنین در محاسبه‌ی روش AHP بررسی میزان سازگاری دارای اهمیت است. این میزان نشان می‌دهد که تا چه

اندازه می‌توان به اولویت‌های حاصل از اعضای گروه و یا اولویت‌های جداول ترکیب، اعتماد کـرد. در پـژوهش حاضـر نرخ سازگاری با خطای ۰/۰۷ برآورد گردیده است، که نشانگر سازگای لازم در قضاوت‌ها می‌باشد (شکل شماره ۲).



شکل ۲. میزان سازگاری وزن معیارها و زیرمعیارها در مدل AHP

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).

بر اساس جدول شماره ۲ معیار فاصله از گسل، همجواری با کاربری‌های خطرزا و دسترسی به مراکـز خـدمات‌رسـان بیشترین اهمیت را جهت کاهش آسیب‌پذیری داشته است و کمترین اهمیت مربوط به معیار سطح شیب می‌باشد.

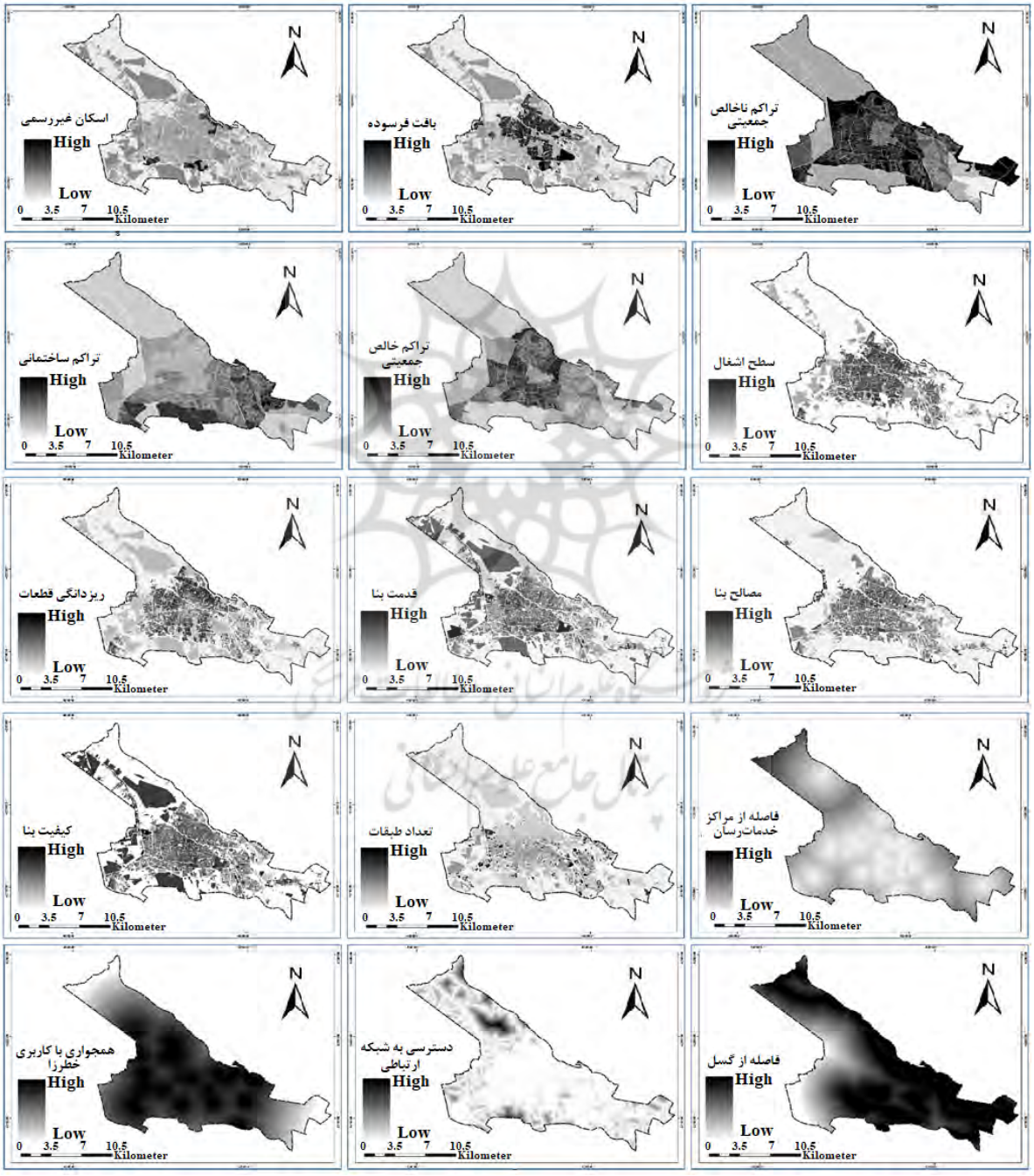
جدول ۲. مقایسه زوجی معیارها

معیارها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	وزن
C1	۱	۳	۲	۴	۲	۵	۲	۲	۴	۲	۲	۰/۳	۰/۳	۶	۰/۳	۰/۰۸۱
C2	۰/۳	۱	۲	۳	۲	۳	۲	۲	۴	۲	۵	۰/۳	۰/۳	۶	۰/۲	۰/۰۶۷
C3	۰/۵	۰/۵	۱	۴	۳	۴	۳	۴	۴	۲	۴	۰/۳	۰/۳	۶	۰/۲	۰/۰۷۳
C4	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۱	۲	۴	۲	۲	۳	۲	۳	۰/۳	۰/۲	۷	۰/۲	۰/۰۴۷
C5	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۱	۳	۳	۳	۲	۲	۵	۰/۲	۰/۲	۵	۰/۲	۰/۰۴۷
C6	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۱	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۰/۱	۴	۰/۱	۰/۰۱۷
C7	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۰/۳	۱	۲	۲	۱	۴	۰/۳	۰/۲	۳	۰/۲	۰/۰۳۵
C8	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۱	۳	۱	۳	۰/۲	۰/۲	۵	۰/۲	۰/۰۳۳
C9	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۲	۰/۵	۰/۳	۱	۱	۲	۰/۳	۰/۲	۴	۰/۲	۰/۰۲۴
C10	۰/۵	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۱	۳	۰/۳	۰/۲	۳	۰/۲	۰/۰۳۰
C11	۰/۵	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۱	۳	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰/۰۱۸
C12	۳	۳	۳	۴	۵	۶	۴	۵	۴	۴	۶	۱	۰/۵	۹	۰/۵	۰/۱۳۵
C13	۳	۴	۴	۵	۶	۷	۵	۶	۶	۶	۶	۰/۲	۱	۵	۰/۳	۰/۱۷۰
C14	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۱	۰/۲	۱	۰/۱	۰/۰۱۱
C15	۴	۵	۵	۶	۵	۷	۵	۵	۵	۶	۸	۲	۳	۷	۱	۰/۲۱۲

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).

استخراج نقشه نهایی آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز

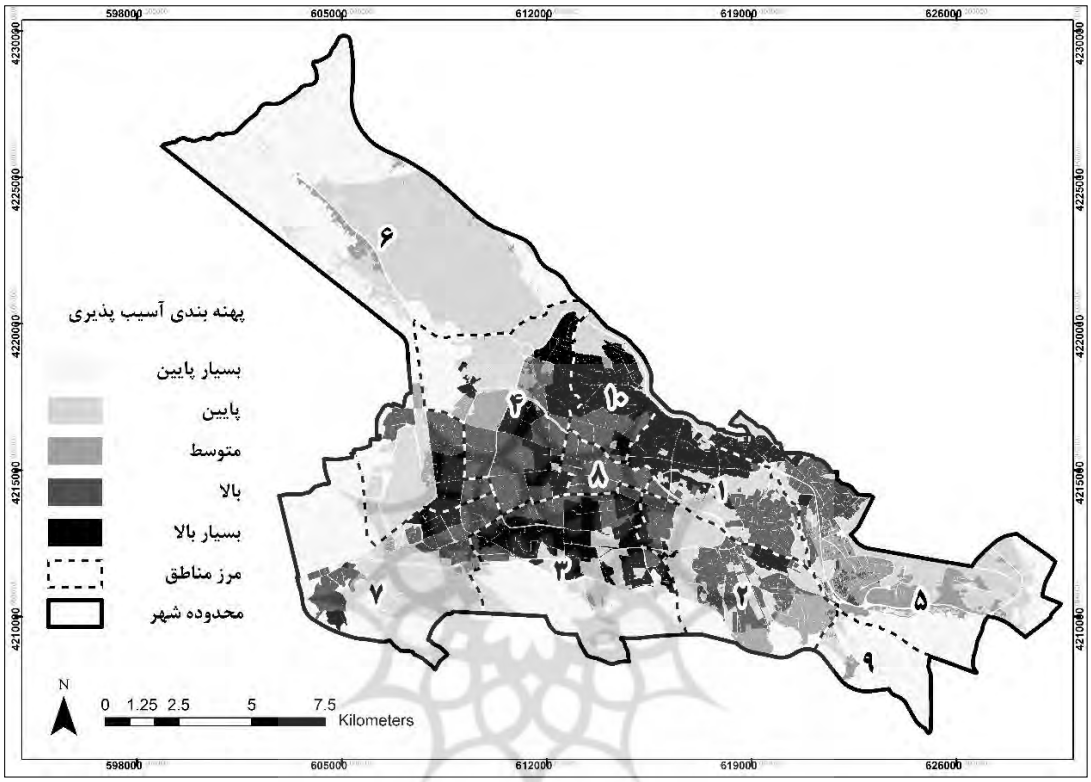
در ادامه برای تهیه نقشه‌ی آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز پس از آنکه وزن‌های هر معیار با استفاده از روش AHP مورد محاسبه قرار گرفت، برای هر یک از معیارها لایه‌ای در محیط Arc GIS تهیه شد و پس از فازی‌سازی نقشه‌ها، وزن هر کدام از معیارها از طریق دستور Raster Calculator در لایه‌های مربوطه اعمال شد (شکل شماره ۳).



شکل ۳. نقشه‌های میزان آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز بر مبنای شاخص‌های ۱۵گانه در برابر زلزله

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).

بعد از عملیات وزن‌دهی و تهیه‌ی لایه‌های رستری فازی‌شده و اعمال وزن‌های به‌دست آمده از جدول دودویی، از دستور Fuzzy Overlay برای تلفیق لایه‌ها استفاده شده است تا نقشه نهایی آسیب‌پذیری شهر تبریز تولید گردد (شکل شماره ۴).



شکل ۴. نقشه آسیب‌پذیری کلی کلان‌شهر تبریز حاصل از تلفیق لایه‌ها

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).

با توجه به شکل شماره ۴ حدود ۱۱ درصد از بافت کلان‌شهر تبریز در پهنه آسیب‌پذیری خیلی‌زیاد و حدود ۱۳/۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد قرار دارد. بنابراین می‌توان بیان داشت که حدود ۲۵ درصد از بافت کلان‌شهر تبریز در برابر بحران از جمله زلزله به شدت آسیب‌پذیر است.

جدول ۳. میزان آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز در برابر زلزله

میزان آسیب‌پذیری	امتیاز	مساحت به هکتار	درصد
آسیب‌پذیری خیلی‌کم	۱	۷۱۵۹/۳	۳۵/۷
آسیب‌پذیری کم	۳	۶۸۷۷/۳	۳۴/۳
آسیب‌پذیری متوسط	۵	۱۰۸۷/۹	۵/۴
آسیب‌پذیری زیاد	۷	۲۷۱۸/۸	۱۳/۵
آسیب‌پذیری خیلی‌زیاد	۹	۲۲۲۵/۴	۱۱/۱

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).

بررسی میزان آسیب‌پذیری مناطق ۱۰گانه کلان‌شهر تبریز با استفاده از روش PROMETHEE

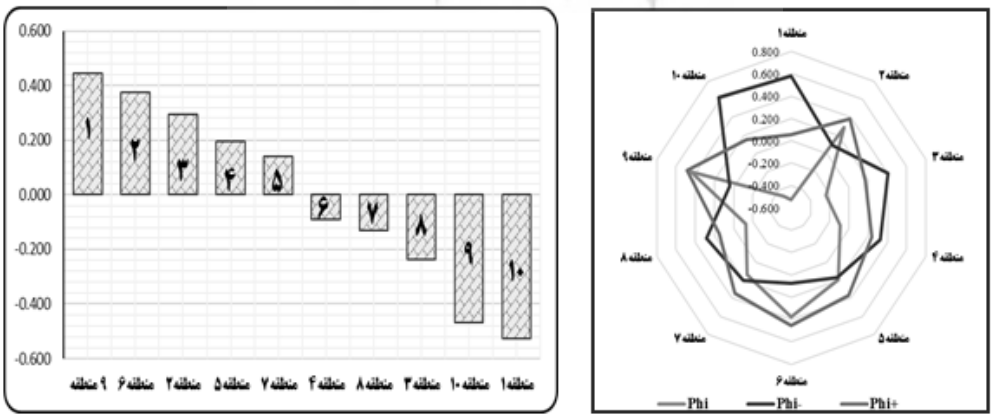
پس از تحلیل یافته‌ها و بیان اهمیت نسبی هر یک از معیارها و وارد کردن آنها به روش پرومته، به‌منظور رتبه‌بندی مناطق ۱۰گانه در این‌روش برای هریک از معیارها وزنی در نظر گرفته شده و سپس رتبه هر منطقه تعیین می‌گردد.

جدول ۴. جریان رتبه‌بندی مثبت، منفی و خالص در روش پرومته

منطقه	Phi+	Phi-	Phi	رتبه‌بندی نهایی		Phi	دامنه امتیاز	وضعیت آسیب‌پذیری
منطقه ۱	۰/۰۵۳	۰/۵۷۸	-۰/۵۲۶	۱۰	منطقه ۱	-۰/۵۲۶	۰/۲۵۰ و بیشتر	کم
منطقه ۲	۰/۳۸۳	۰/۰۹۱	۰/۲۹۳	۲	منطقه ۶	۰/۳۷۴		
منطقه ۳	۰/۱۷۲	۰/۴۰۸	-۰/۲۳۶	۳	منطقه ۲	۰/۲۹۳		
منطقه ۴	۰/۲۳۸	۰/۳۲۸	-۰/۰۹۰	۴	منطقه ۵	۰/۱۹۶	۰ الی ۰/۲۵۰	متوسط
منطقه ۵	۰/۳۹۶	۰/۱۷۳	۰/۱۹۶	۵	منطقه ۷	۰/۱۴۲		
منطقه ۶	۰/۴۵۲	۰/۰۷۸	۰/۳۷۴	۶	منطقه ۴	-۰/۰۹۰	۰ الی -۰/۲۵۰	زیاد
منطقه ۷	۰/۳۴۸	۰/۲۰۶	۰/۱۴۲	۷	منطقه ۸	-۰/۱۳۰		
منطقه ۸	۰/۱۵۱	۰/۲۸۰	-۰/۱۳۰	۸	منطقه ۳	-۰/۲۳۶		
منطقه ۹	۰/۴۸۳	۰/۰۳۸	۰/۴۴۵	۹	منطقه ۱۰	-۰/۴۶۸	-۰/۱۵۰ و بیشتر	خیلی زیاد
منطقه ۱۰	۰/۱۵۱	۰/۶۱۹	-۰/۴۶۸	۱۰	منطقه ۱	-۰/۵۲۶		

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).

جدول شماره ۴، رتبه‌بندی مناطق ده‌گانه شهرداری کلان‌شهر تبریز به لحاظ آسیب‌پذیری در برابر زلزله براساس مدل پرومته را نشان می‌دهد که مناطق ۹، ۶ و ۲ به ترتیب با کسب امتیاز ۰/۴۴۵، ۰/۳۷۴ و ۰/۲۹۳ رتبه‌ی اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند. این مناطق از نظر آسیب‌پذیری در برابر زلزله از وضعیت بسیار مطلوبی برخوردارند. مناطق ۵ و ۷ به ترتیب با کسب جریان خالص ۰/۱۹۶ و ۰/۱۴۲ از آسیب‌پذیری متوسطی برخوردار می‌باشند. منطقه ۴، ۸ و ۳ به ترتیب با کسب امتیاز ۰/۰۹۰-، ۰/۱۳۰- و ۰/۲۳۶- دارای وضعیت آسیب‌پذیری زیاد می‌باشند و مناطق ۱۰ و ۹ با کسب جریان خالص ۰/۴۶۸- و ۰/۵۲۶- در رتبه آخر قرار دارند و جزو مناطق آسیب‌پذیری خیلی‌زیاد در برابر زلزله محسوب می‌شوند.



شکل ۵. جریان مثبت، منفی و خالص مناطق و رتبه‌بندی آنها براساس phi مدل پرومته

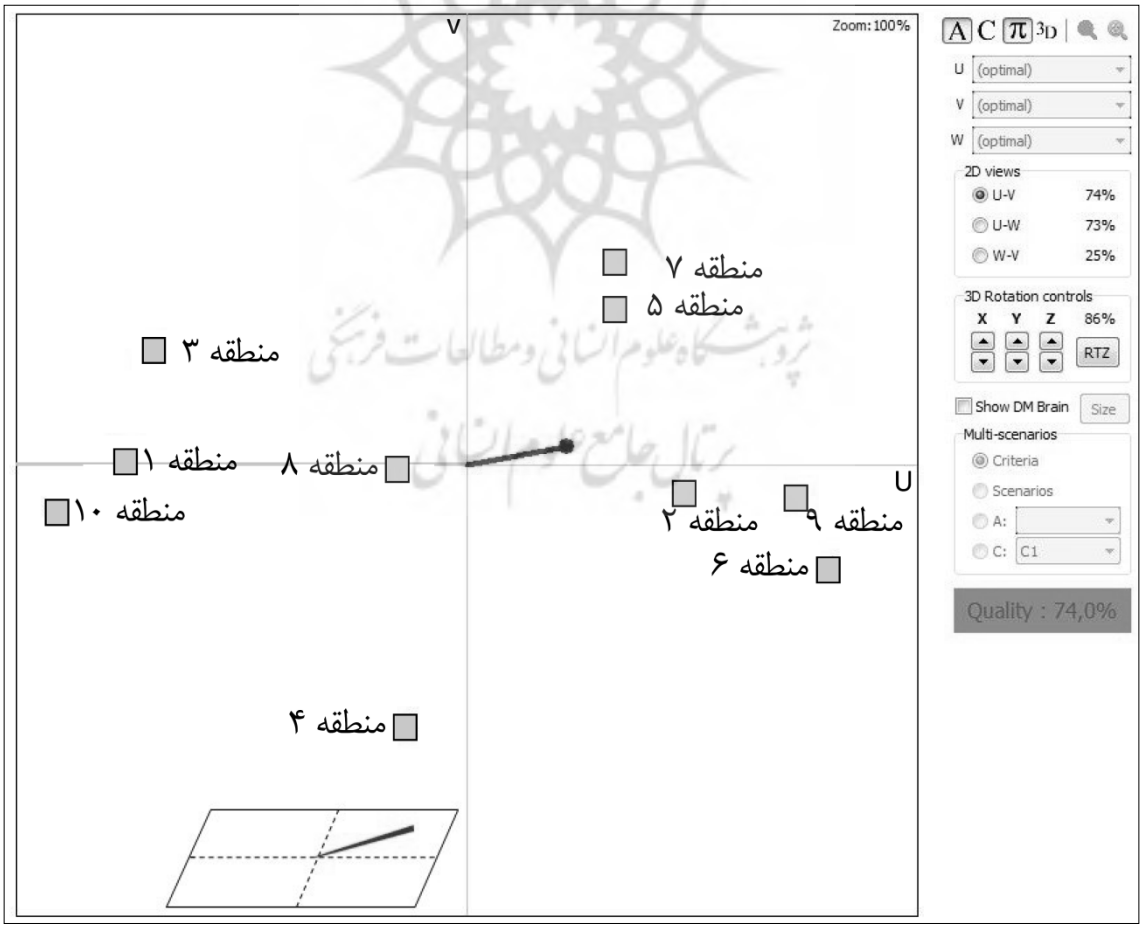
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).

تحلیل بهترین و بدترین وضعیت از لحاظ میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله با استفاده از روش GAIA و GAIA Web

برای تحلیل ارتباط میان شاخص‌ها و رتبه‌بندی مناطق ده‌گانه شهرداری کلان‌شهر تبریز از بهترین تا بدترین وضعیت از لحاظ میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله از تحلیل GAIA و GAIA Web استفاده شده است.

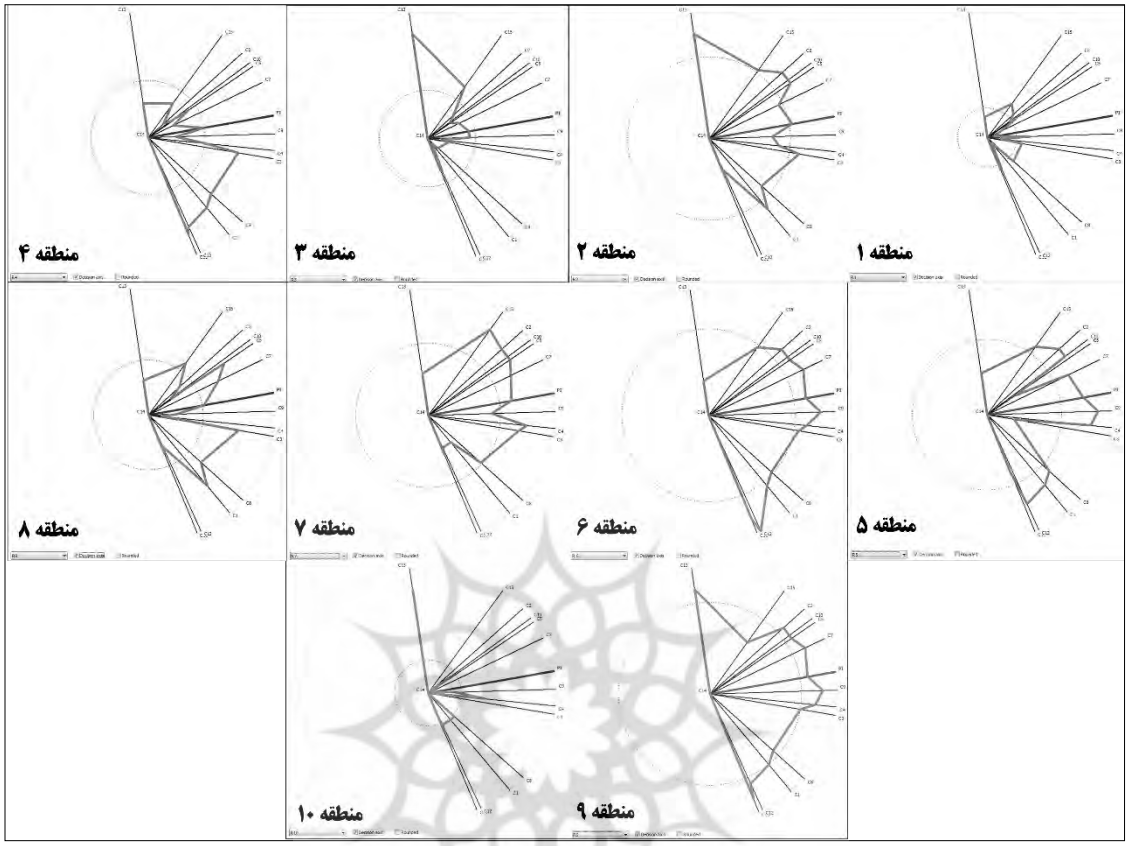
شکل شماره ۶، نتایج حاصل از نمودار صفحه‌ی وب گایا را نشان می‌دهد که مناطق ۹، ۶ و ۲ نزدیکترین مناطق به جریان خالص هستند که به لحاظ برخورداری از شاخص‌های تاب‌آوری در برابر زلزله در وضعیت بسیار مطلوب قرار دارند. در مقابل مناطق ۱، ۱۰، ۳ و ۸ دورترین مناطق به جریان خالص می‌باشند که به لحاظ برخورداری از شاخص‌های تاب‌آوری در برابر زلزله در وضعیت نامناسبی قرار دارند.

مقایسه‌ی PI مربوط به آسیب‌پذیرترین منطقه در کلان‌شهر تبریز (منطقه ۱)، با منطقه‌ای که کمترین آسیب‌پذیری در برابر زلزله را دارد یعنی منطقه ۹، نشان می‌دهد که PI مربوط به منطقه ۱، به‌عنوان آسیب‌پذیرترین منطقه کلان‌شهر تبریز می‌باشد که این امر نشان از عدم برخورداری مطلوب این منطقه از شاخص‌های تاب‌آوری در برابر زلزله است. در مقابل PI مربوط به منطقه ۹، به‌عنوان تاب‌آورترین منطقه کلان‌شهر تبریز در برابر زلزله، نشان از برخورداری بسیار مطلوب این منطقه از شاخص‌های تاب‌آوری در برابر زلزله است.



شکل ۶. رتبه‌بندی بهترین یا بدترین مناطق به لحاظ میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله در صفحه گایا

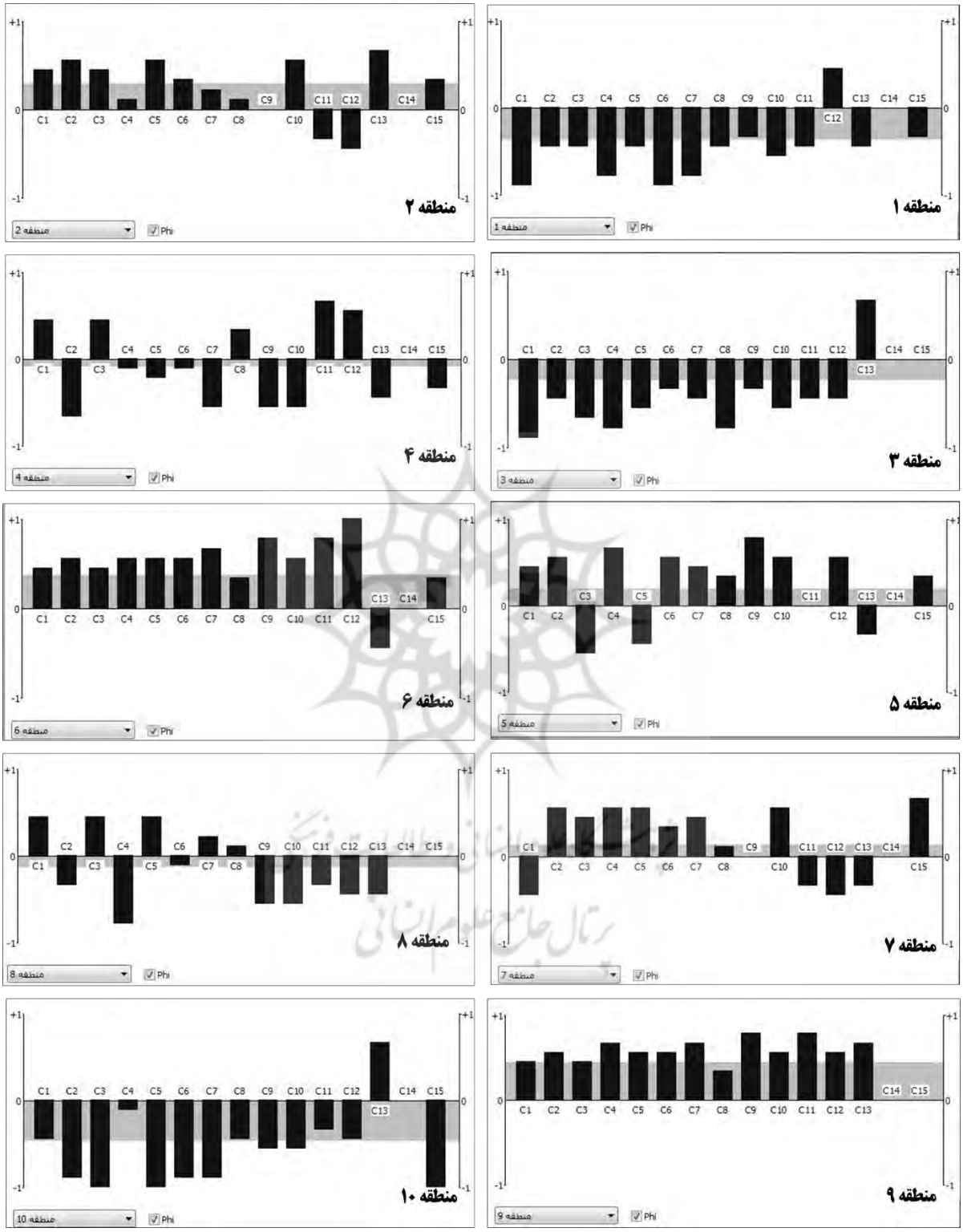
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).



شکل ۷. PI مناطق ده‌گانه کلان‌شهر تبریز به لحاظ برخورداری از شاخص‌های تاب‌آوری در برابر زلزله

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).

همچنین نمودارهای گرافیکی در GAIA Web نمایش‌دهنده جریان phi خالص هر یک از معیارهای منفرد در ارتباط با گزینه‌های مختلف است. شکل حاصل از این نمودارها بیانگر تابعی از رابطه بین معیارها در ارتباط با گزینه‌ی انتخابی می‌باشد. در این نمودار phi مابین ۱+ تا ۱- متغیر است. هرچه phi مربوط به شاخص‌ها به ۱+ نزدیکتر باشد نشانگر جریان خالص مثبت و برخورداری از رتبه بهتر می‌باشد و بالعکس. همانطور که در شکل شماره ۸ مشخص می‌باشد PI مربوط به تمامی شاخص‌ها در منطقه یک شهر تبریز به جز شاخص C12 منفی است. در منطقه ۲ کلان‌شهر تبریز به جزء شاخص‌های C11 و C12 بقیه شاخص‌ها مثبت است. در منطقه ۳ به جز شاخص‌های C13، C14 و C15 مابقی شاخص‌ها منفی است. میانگین PI (۰/۲۳۶-) می‌باشد که بیانگر نامطلوب بودن وضعیت شاخص‌ها و رتبه پایین این منطقه است. وضعیت سایر مناطق شهر تبریز در برخورداری از شاخص‌های تاب‌آوری در برابر زلزله در شکل شماره ۸ ارائه شده است.



شکل ۸. تحلیل گایا (میزان برخورداری مناطق ده‌گانه کلان‌شهر تبریز از شاخص‌های تاب‌آوری در برابر زلزله)

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱).

نتیجه‌گیری

شهرهای امروزی به‌عنوان پویاترین عرصه‌های سکونتگاهی در راستای دست‌یابی به توسعه محسوب می‌گردند. این مکان‌ها علیرغم فراهم آوردن فرصت‌هایی برای رشد و توسعه‌ی اقتصادی-اجتماعی، با چالش‌های متعددی همچون تراکم شدید جمعیت، ترافیک شدید، کمبود مسکن، کمبود منابع، کاهش تنوع زیستی، جزایر حرارتی، آلودگی صوتی و آلودگی آب‌وهوا و هچنین انواع مخاطرات و بحران‌های انسانی و طبیعی روبه‌رو می‌باشند. در این بین وجود مسمتر بحران‌ها و مخاطراتی همچون زلزله می‌تواند قابلیت زندگی و شرایط زیست در شهرها را مختل سازند. از این‌رو، در چند دهه‌ی گذشته مفهوم تاب‌آوری به‌عنوان رویکردی برای مواجهه با بحران‌ها و اثرات آنها مطرح شده و در سازمان‌ها و گفتمان‌های بین‌المللی متعدد اصول مورد نیاز برای تاب‌آور نمودن شهرها ارائه شده است. در رویکرد تاب‌آوری مهمترین اصل سنجش سطح آسیب‌پذیری و ارائه‌ی راهکارهایی به‌منظور تاب‌آور نمودن سکونتگاه‌های انسانی می‌باشد. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و سنجش یکپارچه آسیب‌پذیری و تصمیم‌گیری برای تاب‌آوری مؤثر کلان‌شهر تبریز در برابر زلزله انجام گرفته است. نتایج حاصل از بررسی وضعیت مناطق ده‌گانه شهرداری کلان‌شهر تبریز به‌لحاظ آسیب‌پذیری کالبدی در برابر زلزله گویای این مطلب است که مناطق ۹، ۶ و ۲ به دلیل دوری از گسل و کاربری‌های خطرزا، نزدیکی به مراکز خدماتی و امدادی، شبکه ارتباطی مناسب و برنامه‌ریزی‌شده، کیفیت و استحکام مناسب ساخت‌وسازها و اندازه قطعات مناسب، با کسب رتبه اول تا سوم از نظر تاب‌آوری در برابر زلزله از وضعیت بسیار مطلوبی برخوردار می‌باشند. بعد از این مناطق، مناطق ۵ و ۷ از تاب‌آوری متوسط، مناطق ۴، ۸ و ۳ از تاب‌آوری کم و مناطق ۱ و ۱۰ از تاب‌آوری خیلی‌کم برخوردارند. با توجه به این نتایج می‌توان استنباط نمود که مناطق ۱، ۱۰، ۴، ۸ و ۳ کلان‌شهر تبریز به دلیل قرار گرفتن در پهنه‌ی بافت ناکارآمد شهری (اسکان غیررسمی و بافت فرسوده)، شکل‌گیری در امتداد گسل اصلی شهر، سطح اشغال بالا، تراکم بالای جمعیت، ساخت‌وسازهای غیراصولی و غیرمجاز، نفوذناپذیری، ساخت‌وساز در اراضی ناپایدار و سایر خصوصیات کالبدی (کیفیت، مصالح، قدمت و طبقات) از تاب‌آوری پایینی برخوردار می‌باشند.

بررسی تطبیقی نتایج پژوهش با پیشینه مطالعاتی حاکی از آن است که آسیب‌پذیری بیشتر شمال و مرکز شهر تأییدی از نتایج پژوهش‌های قنبری و همکاران (۱۳۹۲) و عابدینی و سرمستی (۱۳۹۵) و نامطلوب بودن کلی وضعیت تاب‌آوری شهر در برابر زلزله تأییدی از پژوهش نامجو و همکاران (۱۳۹۹) می‌باشد. از طرفی نوآوری تحقیق حاضر بررسی میزان برخورداری مناطق ده‌گانه کلان‌شهر تبریز از شاخص‌های تاب‌آوری در برابر زلزله بر اساس مدل گایا می‌باشد که به‌صورت جزئی، نامطلوبی هر منطقه را بر اساس معیارهای مورد بررسی نمایش می‌دهد. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که ۲۵ درصد از مساحت شهر در وضعیت آسیب‌پذیری بالا قرار دارند، درحالی‌که پژوهش‌های گذشته درصد بیشتری را برای مناطق آسیب‌پذیر محاسبه کرده بودند که این موضوع می‌تواند با توجه به معیارهای مورد بررسی متفاوت پژوهش‌ها باشد.

درنهایت، بر اساس یافته‌های تحقیق، اجرای راهکارهای ذیل می‌تواند در نیل به تحقق تاب‌آوری کلانشهر تبریز در برابر زلزله مؤثر واقع شود:

- جلوگیری از گسترش حاشیه‌نشینی در پهنه‌های جنوبی و غرب شهر؛
- اتخاذ سیاست‌های سختگیرانه در راستای گسترش شهر در امتداد گسل اصلی و اراضی ناپایدار شمالی و شمال شرقی شهر؛

- اتخاذ سیاست‌های بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد بازآفرینی پایدار شهری با اولویت مداخله در محدوده مناطق ۴ و ۸ کلان‌شهر تبریز؛
- بهینه‌سازی کاربری‌ها و جابه‌جایی کاربری‌های خطرزا در محدوده مرکزی شهر؛
- اختصاص فضای بیشتر به فضاهای باز و سبز به‌خصوص در محلات شمالی شهر و حوزه‌ی استحفاظی شهرداری مناطق ۱ و ۱۰؛
- اتخاذ تدابیری برای اطمینان از قرار نگرفتن کاربری‌های ناسازگار در کنار یکدیگر؛
- جلوگیری از ساخت‌وسازهای غیرمجاز و استفاده از مصالح بادوام؛
- توانمندسازی جامعه محلی با رویکرد توسعه محلی و اجتماع‌محور؛
- تدوین و اجرای برنامه‌ها و مکان‌یابی مراکز و اماکن امن به‌عنوان پناهگاه در هنگام وقوع زلزله؛
- افزایش تعداد و ارتقاء کیفیت مراکز درمانی و امدادرسانی در شهر جهت خدمات‌دهی به هنگام وقوع زلزله؛
- ایجاد سازوکارهایی برای تسهیل آمدوشد وسایل نقلیه اضطراری همچون آتش‌نشانی، آمبولانس و ... در مناطق با نفوذپذیری پایین (مناطق ۱، ۱۰ و ۳ شهرداری)؛
- استقرار کاربری‌های پزشکی و مراکز پشتیبانی مدیریت بحران در امتداد اصلی و خیابان‌های عریض برای تسریع عملیات امداد و نجات؛
- جابه‌جایی پهنه‌های پرخطر (قسمتی از پهنه شمالی شهر و محدوده محلات ملازینال، احمدآباد، ایده‌لو و قربانی) و اجرای طرح‌های موضعی.

منابع

پاشازاده، اصغر (۱۳۹۸). سنجش تاب‌آوری شهر اردبیل در برابر مخاطرات محیطی و ارائه الگوی شهر تاب‌آور با رویکرد آینده‌پژوهی. رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، استاد راهنما: محمدحسن یزدانی.

https://repository.uma.ac.ir/

رضایی، محمدرضا (۱۳۸۹). تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به‌منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله)؛ مطالعه موردی: کلانشهر تهران. رساله دکتری‌جغرافیا و برنامه‌ریزی‌شهری،دانشکده علوم‌انسانی،دانشگاه تربیت‌مدرس،اساتیدراهنما: مجتبی‌رفعیان‌وعلی عسگری.

https://elmnet.ir/article/10543191-78451/

زارع، مهدی (۱۳۸۰). خطر زمین‌لرزه و ساخت‌وساز در حریم گسل شمال تبریز و حریم گسلش گسل‌های زمین‌لرزه‌ای ایران. پژوهشنامه زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، شماره ۲ و ۳، صص ۴۶-۵۷.

https://www.sid.ir/paper/443764/fa

سروشان، غلامرضا، هندیانی، عبداله، زیویار پرده‌ای، پروانه، توکلان، علی (۱۴۰۱). بررسی تأثیر حکمروایی شهری بر تاب‌آوری شهرها (مورد مطالعه: شهر تهران). تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، دوره ۲۲، شماره ۶۷، صص ۴۳۷-۴۱۳.

http://jgs.khu.ac.ir/article-1-4012-fa.html

طرح توسعه و عمران «جامع» تبریز (۱۳۹۵). مهندسان مشاور نقش محیط، وزارت راه و شهرسازی، اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی، مصوب ۸۱۳۹۵/۲۴.

https://www.shahrnegar.com/product/master-plan-tabriz-city

عابدینی، موسی، سرمستی، نادر (۱۳۹۵). ارزیابی ضریب آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز در برابر خطر زلزله و برآورد تلفات انسانی. جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان ، دوره ۹، شماره ۳۲، صص ۵۶-۳۵.

https://www.sid.ir/paper/502814/fa

فرزادبهتاش، محمدرضا، کی‌نژاد، محمدعلی، پیربابایی، محمدتقی، عسگری، علی (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز. هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، دانشگاه تهران، دانشکدگان هنرهای زیبا، دوره ۱۸، شماره ۳، صص ۴۲-۳۴.

https://jfaup.ut.ac.ir/article_51316.html

قنبری، ابوالفضل، سالکی ملکی، محمدعلی، قاسمی، معصومه (۱۳۹۲). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهرها در مقابل خطر زمین‌لرزه (نمونه موردی: شهر تبریز). جغرافیا و مخاطرات محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد، دوره ۲، شماره ۵، صص ۳۵-۳۱.

https://geoeh.um.ac.ir/article_26172.html?lang=fa

کریمی‌زرکانی، علیرضا، شیخ‌الاسلامی، علیرضا، پریزادی، طاهر (۱۳۹۸). نقش مدیریت شهری در تاب‌آوری شهرها در برابر سوانح طبیعی (مورد مطالعه: شهر باقرشهر). نگرش‌های نودرجغرافیای‌انسانی، دانشگاه‌آزاداسلامی‌واحدگرمسار، دوره ۱۲، شماره ۴۵، صص ۴۵۶-۴۴۱.

https://geography.garmsar.iau.ir/article_670393.html

گاسپارینی، پائولو، مانفردی، گانتو، آسپرونه، دومینکو (۱۳۹۵). تاب‌آوری و پایداری در مقابل بلایای طبیعی (چالشی برای شهرهای آینده). ترجمه حسین حاتمی‌نژاد و مرتضی نصرتی‌هشی، تهران: انتشارات آراد کتاب.

https://www.gisoom.com/book/11298385/

نامجو، فروغ، صمدزاده، رسول، معصومی، محمدتقی (۱۳۹۹). سنجش تاب‌آوری شهری در برابر خطر زمین‌لرزه (مورد مطالعه: کلان‌شهر تبریز). جغرافیا و مخاطرات محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد، دوره ۹، شماره ۳۶، صص ۲۱۹-۲۰۱.

https://geoeh.um.ac.ir/article_39423.html?lang=fa

Babic. Z., & Plazibat. N. (1998). Ranking of enterprises based on multicriterial analysis. International Journal of Production Economics, 56(57), 29-35.

https://doi.org/10.1016/S0925-5273 (97)00133-3

Behzadian, M., & Pirdashti, M. (2009). Selection of the Best Module Design for Ultrafiltration (UF) Membrane in Dairy Industry: An Application of AHP and PROMETHEE. International Journal of Engineering, 3(4), 126-142.

https://www.researchgate.net/publication/41845962

Berke, P., Newman, G., Lee, J., Combs, T., Kolosna, C., & Salvesen, D. (2015). Evaluation of networks of plans and vulnerability to hazards and climate change: a resilience scorecard. Journal of the American Planning Association, 81 (4), 287–302.

https://doi.org/10.1080/01944363.2015.1093954

Berkes. F. (2007). Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from esilience thinking. Natural Hazards, 41, 283-295.

https://doi.org/10.1007/s11069-006-9036-7

Brans. J.P. (1996). The space of freedom of the decision maker modeling the human brain. European Journal Operational Research, 92, 593-602.

https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v92y1996i3p593-602.html

Brans. J.P., & Mareschal, B. (1994). The PROMCALE- GAIA decision support system for multicriteria decision aid. Decision Support Systems, 12(5), 297- 310.

https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)90048-5

Bulkeley, H., & Tuts, R. (2013). Understanding urban vulnerability, adaptation and resilience in the context of climate change. Local Environment, 18(6), 646–662.

https://doi.org/10.1080/13549839.2013.788479

Chen, T.L., & Lin, Z.H. (2021). Impact of land use types on the spatial heterogeneity of extreme heat environments in a metropolitan area. Sustainable Cities and Society, 72, 1-11.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103005

Dong, L., & Shan. J. (2013). A Comprehensive Review of Earthquake Induced Building Damage Detection with Remote Sensing Techniques. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 84, 85-99.

https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.06.011

Eraydin, A., & Taşan-Kok, T. (2013). Introduction: Resilience thinking in urban planning. In A. Eraydin, & T. Taşan-Kok (Eds.). Resilience thinking in urban planning (pp. 1–16). Dordrecht: Springer.

https://doi.org/10.1007/978-94-007-5476-8

Farahmand, H., Dong, S., Mostafavi, A., Berke, P.R., Woodruff, S.C., Hannibal, B., et al. (2020). Institutional congruence for resilience management in interdependent infrastructure systems. International Journal of Disaster Risk Reduction, 46, 1-13.

https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101515

Godschalk, D.R. (2003). Urban hazard mitigation: creating resilient cities. Natural Hazards Review, 4(3), 136–143.

https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2003)4:3(136)

Hegger, D. L. T., Driessen, P. P. J., Wiering, M., van Rijswick, H. F. M. W., Kundzewicz, Z. W., & Matczak, P. (2016). Toward more flood resilience: Is a diversification of flood risk management strategies the way forward. Ecology and Society, 21(4), 52.

https://doi.org/10.5751/ES-08854-210452

Heilig, G.K. (2011). World Urbanization Prospects: The 2011 Revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), Population Division, Population Estimates and Projections Section: New York, NY, USA.

https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011_Report.pdf

Heinzlef, C., Robert, B., H´emond, Y., & Serre, D. (2020). Operating urban resilience strategies to face climate change and associated risks: Some advances from theory to application in Canada and France. Cities, 104, 1-15.

https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102762

Huang, G., Li, D., Zhu, X., & Zhu, J. (2021). Influencing factors and their influencing mechanisms on urban resilience in China. Sustainable Cities and Society, 74, 1-11.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103210

Huang, W., & Ling, M. (2018). System resilience assessment method of urban lifeline system for GIS. Computers, Environment and Urban Systems, 71, 67–80.

https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.04.003

Janssen M A., & Ostrom E. (2019). Resilience, Vulnerability, and Adaptation: A Cross Cutting Theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. Editorial, Global Environmental Change, 16, 237-239.

https://www.sciencedirect.com/journal/global-environmental-change/vol/16/issue/3

Jha, K., Miner, W., & Geddes., S. (2012). Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice. The World Bank.

www.worldbank.org

Kapucu, N., Ge, Y., Martín, Y., & Williamson, Z. (2022). Urban resilience for building a sustainable and safe environment. Urban Governance, 1, 10–16.

https://doi.org/10.1016/j.ugj.2021.09.001

Leeneer, I., & Pastijn, H. (2002). Selecting land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques. European Journal Operational Reasearch, 139, 327-338.

https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00372-1

Leon, J., & March, A. (2014). Urban Morphology as a Tool for Supporting Tsunami Rapid Resilience: A Case Study of Talcahuano, Chile. Habitat International. 43, 250–262.

https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.04.006

Li, Q., Dong, S., & Mostafavi, A. (2019). Modeling of inter-organizational coordination dynamics in resilience planning of infrastructure systems: a multilayer network simulation framework. PLoS One, 14 (11).

https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224522

McEvoy, D., Fünfgeld, H., & Bosomworth, K. (2013). Resilience and climate change adaptation: The importance of framing. Planning Practice & Research, 28(3), 280–293.

https://doi.org/10.1080/02697459.2013.787710

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. Landscape and Urban Planning, 147, 38–49.

https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

Normandin J.M., Therrien M.C., & Tanguay G.A. (2011). City strength in times of turbulence: strategic resilience indicators. Urban Affairs Association41st Conference, New Orleans.

https://www.academia.edu/23271416/

O'Hare, P., & White, I. (2013). Deconstructing resilience: Lessons from planning practice. Planning Practice & Research, 28(3), 275–279.

https://doi.org/10.1080/02697459.2013.787721

Seeliger, L., & Turok, I. (2013). Towards sustainable cities: extending resilience with insights from vulnerability and transition theory. Sustainbility, 5, 2108–2128.

https://doi.org/10.3390/su5052108

Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2019). Resilient urban planning: Major principles and criteria. Energy Procedia, 61, 1491-1495.

https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.12.154

United Nations (UN). (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Custom Data Acquired via Website.

https://desapublications.un.org/publications/2018-revision-world-urbanization-prospects.

Wardekker, J. A., de Jong, A., Knoop, J. M., & van der Sluijs, J. P. (2010). Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes. Technological Forecasting and Social Change, 77(6), 987–998.

https://doi.org/10.1016/j.techfore.2009.11.005

Wu, X., Zhang, J., Geng, X., Wang, T., Wang, K., & Liu, S. (2020). Increasing green infrastructure-based ecological resilience in urban systems: A perspective from locating ecological and disturbance sources in a resource-based city. Sustainable Cities and Society, 61, 1-9.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102354

Yates, D., & Paquette, S. (2011). Emergency knowledge management social media technologies: A case study of the 2010 Haitian earthquake. International Journal of Information Management, 31(1), 6-13.

https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2010.10.001

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی