

An Analysis of the Level of Vulnerability of Urban Areas Against the Natural Hazards of "Earthquake" with an Emphasis on the Crisis Management Approach (Case Study: Tabriz Metropolis)

Mostafa Movasati ¹, Hassan Ahmadzadeh ^{2✉}, Ali Panahi ³

1. PhD student in Geography and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

E-mail: mostafa.movasati20@yahoo.com

2. Corresponding author, Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. E-mail: h_ahmadzadeh@iaut.ac.ir.

3. Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. E-mail: Iran.panahin@yahoo.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 23 December 2023

Revised: 9 march 2023

Accepted: 7 April 2024

Published: 21 June 2025

Keywords:

Vulnerability,

Earthquake,

Crisis management,

Tabriz metropolis.

ABSTRACT

Earthquake is one of the most dangerous, destructive and unpredictable natural hazards. Therefore, identify the vulnerable areas of cities is necessary in order to increase the capacity to deal with earthquake risks and crisis management of this risk. In this regard, the present study was written with the aim of investigating the vulnerable levels of Tabriz metropolis against earthquakes and providing crisis management solutions (before the crisis) to reduce the effects of earthquakes. The research method in the current study is mixed (combination of qualitative and quantitative approaches) with a practical purpose and analytical-exploratory nature, in order to analyze information, FAHP method in ArcGIS software and PROMETHEE method were used. Also, the statistical population of the research includes managers and city officials and academic elites. The sample size of managers and officials was determined using Cohen's method at the 95% confidence level, 90 people, and the method of accessing them is based on the snowball method. The size of the sample of academic elites is also determined based on the targeted Delphi sampling method of 14 people. The findings of the research show that the peripheral and central areas of the city have the highest vulnerability potential. Meanwhile, regions 10 and 1 with net flow of -0.454 and -0.527 are considered among the areas with high vulnerability to earthquakes. Among the factors affecting the vulnerability of these areas, we can mention the proximity to the fault, wear and tear of the tissues, distance from the aid centers, high density and also the lack of elasticity of the roads. For this purpose, a systemic and integrated approach is needed in order to be able to recover and empower the community, and in this regard, it is necessary to pay attention to the pre-crisis stage in the dimensions of building retrofitting, improving access and preparing local plans for each neighborhood with an emphasis on vulnerable neighborhoods.

Cite this article: Movasati, M., Ahmadzadeh, H., & Panahi, A. (2025). An analysis of the level of vulnerability of urban areas against the natural hazards of "earthquake" with an emphasis on the crisis management approach (case study: Tabriz metropolis). *Journal of Geography and Planning*, 29 (91), 309-329.



<http://doi.org/10.22034/gp.2024.59712.3218>

© The Author(s).

Publisher: University of Tabriz.

DOI: <http://doi.org/10.22034/gp.2024.59712.3218>

Introduction

In general, it can be said that earthquakes are one of the most catastrophic and destructive types of natural hazards, especially in developing countries, which cause a lot of damage to property and assets with the destruction of buildings and urban infrastructure. It includes urban areas and its surroundings. In this regard, due to the unpredictability of earthquakes and other natural disasters and the need to make quick decisions and executive operations, a knowledge called crisis management has been created. Crisis management is one of the most important factors that has a great impact on increasing or decreasing the amount of damages and human casualties during natural disasters. Considering the importance of crisis management of cities in the face of natural hazards, the present study was written with the aim of investigating and analyzing the level of vulnerability of Tabriz metropolis against earthquakes with an emphasis on the crisis management approach. Due to its location along the 150 km long North Tabriz fault, the metropolis of Tabriz is always at risk of accidents and disasters such as earthquakes, floods and landslides. On the other hand, the indiscriminate, uncoordinated and unprincipled development of the city in the last few decades, construction in the boundaries of faults and areas prone to tectonic instability, the design and implementation of buildings and facilities and vital arteries disproportionate to the intensity of the city's seismicity, the lack of a plan and The operational capabilities required for crisis management in the response phase and dealing with the complications and consequences of an earthquake and the existence of numerous vulnerable and worn-out structures scattered throughout the city have made the metropolis of Tabriz vulnerable to the earthquake crisis. Therefore, measuring the vulnerability caused by the earthquake and crisis management of Tabriz metropolis is an inevitable necessity. According to the purpose of the research, answering the following questions is the basis of the present research:

- What is the current situation of different levels of Tabriz metropolis from the point of view of vulnerability to earthquakes?
- What principles can be used to prepare the foundations for the crisis management of Tabriz metropolis against the risk of an earthquake?

Data and Method

The research method in the present study is mixed (combination of qualitative and quantitative approaches). In this regard, first by using documentary studies and interviews with a statistical sample, the indicators affecting the vulnerability of urban areas to earthquakes have been identified, and then the extent of their influence has been questioned from the statistical sample. It should be mentioned that the statistical population of the research includes managers and city officials and academic elites. The sample size of managers and officials was determined using Cohen's method at the 95% confidence level, 90 people, and the method of accessing them is based on the snowball method. The size of the sample of academic elites is also determined based on the targeted Delphi sampling method of 14 people. Also, in order to analyze information and prepare digital maps, FAHP method has been used in ArcGIS software and weighted and fuzzy overlay. Ranking of 10 areas of the city in terms of vulnerability has also been done using the PROMETHEE method.

Results and Discussion

According to experts, there are 9 criteria, including proximity to medical centers and hospitals, fire stations, access roads to main roads, worn-out fabric and infrastructure facilities, and distance from flood-prone areas and rivers, faults, dangerous sites, and slopes. The field is mentioned in the questionnaire. According to the experts, distance from the fault is the most important and proximity to the fire station is the least important. According to experts, distance from dangerous sites and land charges have the highest and lowest points, respectively. Of course, the difference in the weights of the criteria in the two groups is huge in the two criteria of distance from the fault and the river, and in the other criteria, the difference is 2 and 3%, and accordingly, in the zoning maps, according to the experts around the fault and the channels, the most vulnerable have Of course, it goes without saying that the sanctity of a fault is very different from the sanctity of a river, and the sanctity of faults is determined based on the main and minor types, whether they are active or inactive, and the sanctity of rivers is determined based on their flood discharge.

Conclusion

After forming the overlay network of weights and recalling the saved file, zoning maps are obtained using overlay. In all these layers, the city slope layer has been used as a mask, because the demarcation of Tabriz city is complete in this layer. In the fuzzy overlay method, the Fuzzy Overlay command is used to prepare the maps after the stated steps to fuzzify the layers and apply weight to each layer. Based on the zoning of the vulnerable areas of the city against a possible earthquake, it can be said that the peripheral and central areas of the city have the highest vulnerability potential. Among the factors affecting the vulnerability of these areas, we can mention

the proximity to the fault, wear and tear of the tissues, distance from the aid centers, high density and also the lack of elasticity of the roads. Also, based on the results obtained from the PROMETHEE model, regions 9, 6 and 2 ranked first to third with scores of 0.438, 0.366 and 0.295, respectively. These areas have a very favorable situation in terms of vulnerability to earthquakes. Regions 5 and 7 have moderate vulnerability with net flow of 0.219 and 0.148 respectively. Regions 4, 8, and 3 have a high vulnerability status with scores of -0.114, -0.126, and -0.235, respectively, and regions 10 and 1 have a net flow of -0.454 and -0.527. 0- They are in the last rank and are among the most vulnerable areas against earthquakes.





پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تحلیلی بر سطح آسیب پذیری مناطق شهری در برابر مخاطرات طبیعی «زلزله» با تأکید بر رویکرد مدیریت بحران (مطالعه موردی: کلان شهر تبریز)

مصطفی مواساتی^۱، حسن احمدزاده^۲، علی پناهی^۳

۱. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران رایانامه: mostafa.movasati20@yahoo.com
۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. رایانامه: h_ahmadzadeh@iaut.ac.ir
۳. استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. رایانامه: panahin@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۱۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۳/۳۱ کلیدواژه‌ها: آسیب پذیری، زلزله، مدیریت بحران، کلان شهر تبریز.	زلزله یکی از خطرناک ترین، مخرب ترین و غیرقابل پیش بینی ترین مخاطرات طبیعی به شمار می آید. از این رو، شناسایی مناطق آسیب پذیر شهرها به منظور افزایش ظرفیت مقابله با خطرات زلزله و مدیریت بحران این مخاطره ضروری است. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی سطوح آسیب پذیر کلان شهر تبریز در برابر زلزله و ارائه راهکارهای مدیریت بحران (قبل از بحران) برای کاهش اثرات زلزله نگارش شده است. روش تحقیق در مطالعه حاضر آمیخته (ترکیبی از رویکردهای کیفی و کمی) با هدف کاربردی و ماهیت تحلیلی-اکتشافی می باشد که به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات و تهیه نقشه های رقومی از روش FAHP و نرم افزار ArcGIS و به منظور بررسی آسیب پذیری مناطق ۱۰ گانه ی شهر از روش PROMETHEE استفاده شده است. همچنین جامعه ی آماری تحقیق شامل مدیران و مسئولان شهری و نخبگان دانشگاهی می باشد. حجم نمونه ی مدیران و مسئولان با استفاده از روش کوهن در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۹۰ نفر تعیین گردیده که نحوه ی دسترسی به آنها بر مبنای روش گلوله برفی می باشد. حجم نمونه ی نخبگان دانشگاهی نیز بر مبنای روش نمونه گیری دلفی هدفمند ۱۴ نفر تعیین شده است. یافته های تحقیق نشان می دهد که مناطق حاشیه ای و مرکزی شهر بیشترین پتانسیل آسیب پذیری را دارا می باشند. در این بین مناطق ۱۰ و ۱ با کسب جریان خالص $-۰/۴۵۴$ و $-۰/۵۲۷$، جزو مناطق با آسیب پذیری خیلی زیاد در برابر زلزله محسوب می شوند. از عوامل مؤثر بر آسیب پذیری این مناطق می توان به نزدیکی به گسل، فرسودگی بافت ها، دوری از مراکز امداد و نجات، تراکم زیاد و همچنین عدم کشش پذیری معابر اشاره کرد. بدین منظور نیاز به رویکرد سیستمی و یکپارچه به منظور بازگشت پذیری و توانمندسازی اجتماع لازم بوده و در این راستا توجه به مرحله ی قبل از بحران در ابعاد مقاوم سازی ابنیه، ارتقاء دسترسی ها و تهیه ی طرح های موضعی به تفکیک محلات با تأکید بر محلات آسیب پذیر ضروری می باشد.

استناد: مواساتی، مصطفی؛ احمدزاده، حسن؛ و پناهی، علی (۱۴۰۴). تحلیلی بر سطح آسیب پذیری مناطق شهری در برابر مخاطرات طبیعی «زلزله» با تأکید بر رویکرد مدیریت بحران (مطالعه موردی: کلان شهر تبریز). *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۹ (۹۱)، ۳۰۹-۳۲۹.



<http://doi.org/10.22034/gp.2024.59712.3218>

© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه تبریز.

مقدمه

مخاطرات طبیعی جزء لاینفک سکونتگاه‌های انسانی به‌ویژه مناطق شهری محسوب می‌گردند که طی دوره‌های تاریخی آسیب‌های فراوانی را به شهرهای مختلف دنیا تحمیل کرده‌اند. در عصر حاضر نیز اثرات این مخاطرات با توجه به افزایش جمعیت و تراکم انسانی در مناطق شهری بیشتر گردیده (Spaans and Waterhout, 2017:111; Zhang et al, 2019:216)، که در صورت ناآگاهی و نداشتن آمادگی، صدمات جبران‌ناپذیری به ابعاد مختلف زندگی انسان‌ها اعم از حوزه‌های سکوتی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، روان‌شناختی و غیره وارد خواهد کرد (O'Brien et al, 2004:195). در این میان، زلزله به‌عنوان یکی از فاجعه‌بارترین و مخرب‌ترین انواع مخاطرات طبیعی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مطرح بوده است (Dong and Shan, 2013: 85)، که با خرابی ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری، خسارت‌های بسیاری را به اموال و دارایی‌ها در نواحی شهری و اطراف آن وارد می‌کند (Kapucu et al, 2022:11; Yates and Paquette, 2011:7). بنابراین در راستای برخورد با اثرات بحران زلزله، بررسی وضعیت موجود در ابعاد مختلف (Olsen et al, 2023:2) و توجه به اصل شناخت از منظر نقاط آسیب‌پذیر، عامل اولیه و اساسی می‌باشد (Eriksson, 2023:2) و برنامه‌ریزی و طراحی شهری بایستی با توجه به این اصل، فضاهای شهری و شهروندان را در جهت مقابله و کاهش خطرات زلزله توانمند سازند (Cremen et al, 2022:2). در این راستا، به‌منظور مواجهه با اثرات زلزله و سایر حوادث طبیعی و اتخاذ تصمیم‌های سریع و عملیات اجرایی، دانشی تحت عنوان مدیریت بحران به‌وجود آمده است (Xu et al, 2016:419). مدیریت بحران یکی از مهمترین فاکتورهایی است که در افزایش و یا کاهش میزان خسارت‌ها و تلفات انسانی در زمان بروز بلایای طبیعی تأثیر فراوانی دارد (Andrulis et al, 2011:228). این دانش به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که قبل، هنگام و بعد از وقوع حوادث طبیعی جهت کاهش آثار این حوادث غیرمترقبه و آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های انسانی انجام می‌گیرد. بنابراین دانش برنامه‌ریزی شهری با تکیه بر داده‌های جغرافیایی و شناسایی نقاط آسیب‌پذیر می‌تواند با تبیین اصول و مفاهیم خود و با استفاده از این داده‌ها اصول مدیریتی لازم جهت مدیریت بحران شهری و کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر این حوادث را با تأکید بر مرحله‌ی قبل از بحران به اجرا درآورد (Cas et al, 2014:438; Roth, 2018:92). با توجه به اهمیت مدیریت بحران شهرها در راستای مواجهه با مخاطرات طبیعی، پژوهش حاضر با هدف شناسایی مناطق آسیب‌پذیر کلان‌شهر تبریز در برابر زلزله و ارائه‌ی راهکارهای اجرایی بر مبنای رویکرد مدیریت بحران (مرحله‌ی قبل از بحران) به‌منظور کاهش اثرات مخاطره‌ی 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. درواقع کلان‌شهر تبریز در محل تلاقی ۲ گسل شمال تبریز و آذرشهر ایجاد شده است و این مکان جغرافیایی می‌تواند عامل وقوع زلزله‌های خطرناکی در این شهر باشد. این شهر در طول تاریخ بارها بر اثر زمین‌لرزه‌های مهلک و ویرانگر نابود شده و از نو ساخته شده است. در عصر حاضر نیز توسعه‌ی بی‌رویه، ناهماهنگ و غیراصولی شهر در چند دهه‌ی 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 مرحله‌ی 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 مدیریت بحران کلان‌شهر تبریز ضرورتی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. با توجه به هدف تحقیق، پاسخگویی به سؤال‌های زیر اساس کار پژوهش حاضر می‌باشد:

- وضعیت موجود فضاهای مختلف کلان‌شهر تبریز از منظر آسیب‌پذیری در برابر زلزله به چه میزان می‌باشد؟
- با کاربست چه اصولی می‌توان مقدمات مدیریت بحران کلان‌شهر تبریز در برابر مخاطره‌ی زلزله را فراهم آورد؟

پیشینه تحقیق

تحلیل سطح آسیب پذیری شهرها در برابر مخاطرات طبیعی و به ویژه زلزله در پژوهش های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. با این حال، ارائه الگوی مطلوب کاهش آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله با تأکید بر مدیریت بحران (سطح پیش از بحران)، خلأ پژوهش های گذشته و نوآوری پژوهش حاضر تلقی می گردد. همچنین در تحقیق حاضر سعی گردیده با استفاده از نتایج مدل های مختلف، به ارائه یافته های دقیق تری در مورد سطوح آسیب پذیر کلان شهر تبریز دست یافت. در ادامه به بررسی برخی از پژوهش های مرتبط با موضوع پرداخته شده است.

روستایی (۱۳۹۰)، در پژوهشی تحت عنوان پهنه بندی خطر گسل تبریز برای کاربری های مختلف اراضی شهری به این نتایج دست یافته است که اکثر محلات شمال شهر به صورت یک نیم دایره از کانون زلزله شمال تبریز در پهنه ی خطر بسیار بالا قرار دارند، سایر محلات شهر به ویژه در شرق و غرب منطقه در خطر بالا قرار گرفته اند. قنبری و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهشی تحت عنوان پهنه بندی میزان آسیب پذیری شهر تبریز در مقابل خطر زمین لرزه به این نتایج دست یافته اند که شهر تبریز از نظر خطر زمین لرزه وضعیت مطلوبی نداشته و بیشتر قسمت های پرتراکم شهری به خصوص قسمت های شمالی و مرکزی شهر در پهنه های آسیب پذیری و خطر بسیار بالا و بالا قرار دارند. حبیبی و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهش خود با عنوان بررسی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از مدل MIHPW، منطقه ۱۰ تبریز را مورد بررسی قرار داده اند. نتایج نشان می دهد قطعاتی که دارای خیابان های کم عرض، تعداد طبقات و درجه ی محصوریت بالا، مساحت کم تر، سطح اشغال، تراکم های ساختمانی و جمعیتی بالا، کیفیت ابنیه ی پایین، نوع سازه ی کم دوام، قدمت ابنیه ی بالا، فاصله ی زیاد تا فضای های باز و فاصله ی نزدیکی به گسل های اصلی بوده اند، دارای امتیاز آسیب پذیری بالایی بوده و در نتیجه آسیب پذیر نشان داده شده اند. همچنین در محدوده ی منطقه، با حرکت از سمت شمال غرب به طرف مرکز و شمال شرق به میزان آسیب پذیری شهر افزوده می شود. خدمت زاده و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهشی به تحلیل شاخص های آسیب پذیری شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله در شهر ارومیه پرداخته اند. نتایج پژوهش نشان می دهد که در مناطق با شیب های بیشتر از ۲۰ درصد و نواحی با تراکم جمعیتی بالا بیشترین آسیب پذیری مشاهده می شود. نواحی با آسیب پذیری خیلی زیاد با ۳۴/۱۲ درصد، زیاد با ۱۱/۸۱ درصد، متوسط با ۳۰/۴۷ درصد، کم با ۲۰/۸۹ درصد و خیلی کم با ۲/۷ درصد از مساحت بلوک های آماری را به خود اختصاص دادند. در حالت کلی می توان گفت که ۴۵/۹۳ درصد از محدوده ی مورد مطالعه بر اساس معیارهای استفاده شده در تحلیل آسیب پذیرند. اسمعیل پور و همکاران (۱۴۰۱)، در تحقیق خود به ارزیابی میزان آسیب پذیری مسکن منطقه ۱۰ شهرداری تبریز در برابر مخاطره ی زلزله پرداخته اند. نتایج حاصل از پهنه بندی آسیب پذیری لرزه ای منطقه ۱۰ شهر تبریز نشان می دهد که بالغ بر ۱۲/۶ درصد از فضاهای شهری منطقه ی مطالعاتی در کلاس با آسیب پذیری لرزه ای زیاد و ۴/۵ درصد در کلاس با آسیب پذیری لرزه ای بسیار زیاد واقع شده اند. کاربری های با آسیب پذیری زیاد و بسیار زیاد عمدتاً شامل کاربری های مسکونی واقع در محلات مرکزی منطقه ۱۰ می باشند. پریادی^۱ و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهشی تحت عنوان یادگیری از بلایای زلزله ی گذشته: نیاز به سیستم مدیریت دانش برای افزایش تاب آوری زیرساخت ها در اندونزی به این نتایج دست یافته اند که کمبود اطلاعات و دانش در مورد عملکرد تاب آوری زیرساخت ها در هنگام زلزله در اندونزی، تصمیم گیری مبتنی بر دانش در برنامه ریزی، توسعه و بهره برداری از زیرساخت های تاب آور را محدود کرده است. از این رو، توسعه ی یک سیستم مدیریت دانش برای زیرساخت های مقاوم در برابر زلزله در اندونزی، برای نجات جان بیشتر و کاهش اختلالات اقتصادی ناشی از آسیب های زیرساختی و در نتیجه کمک به دستیابی به اهداف توسعه ی پایدار ضروری می باشد. هوآنگ^۲ و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهشی به بررسی عوامل و مکانیزم های مؤثر بر کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در برابر بحران ها در چین پرداخته اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که سیستم سیاست گذاری مهمترین علت و تخصیص منابع مهمترین عامل تأثیرگذار بر کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در برابر بحران ها

1- Pribadi

2 - Huang

می‌باشد. همچنین تدبیر مناسب در مقاوم‌سازی و سایر ابعاد از ضروریات اساسی محسوب می‌گردد. اُسکارسون^۱ (۲۰۲۲)، در پژوهشی تحت عنوان مدیریت بحران در عمل به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری در برابر بحران‌ها به این نتایج دست یافته است که تأکید بر تمرین و عمل مدیریت بحران در زندگی روزمره راهکاری مناسب برای ارتقاء مقابله با بحران‌ها و مدیریت آنها از طریق کسب صلاحیت و دانش مناسب می‌باشد. کاپوکو^۲ و همکاران (۲۰۲۲)، 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. اولسن^۳ و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی تحت عنوان ضرورت مدیریت بحران مشارکتی شهری در راستای کاهش آسیب‌پذیری شهرها در مواجهه با انواع مخاطرات به این نتایج دست یافته‌اند که با توجه به سطوح آسیب‌رسانی مختلف مخاطرات و پیوستگی سیستم‌های شهری نیاز است که دیدگاه یکپارچه در مدیریت بحران شهرها لحاظ گردد. در این راستا، اگرچه تجربیات زیادی در مدیریت بحران وجود دارد، اما هنوز مشخص نیست که چه قابلیت‌هایی بازیگران مختلف را قادر می‌سازد تا به‌طور مشترک در هنگام رویارویی با مخاطرات به‌صورت هماهنگ عمل کنند. بروسا^۴ و همکاران (۲۰۲۳)، نیز در مطالعه‌ای تحت عنوان ایمن‌سازی کلیسای مدونا دل‌سوله^۵ (۲۰۲۳) در مرحله‌ی اضطراری زلزله‌ی ۲۰۱۶ (پس از زلزله)، به نقش و قابلیت همکاری بازیگران مختلف به‌عنوان ابزاری برای کاهش خطر لرزه‌ای میراث ساخته‌شده‌ی آسیب‌دیده پرداخته‌اند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که قابلیت همکاری در آمادگی در برابر خطر می‌تواند به‌طور مؤثر در میان بازیگران مختلف درگیر در حفاظت از میراث فرهنگی در مرحله‌ی اضطراری پس از زلزله توسعه یابد. همچنین نتایج این پژوهش اهمیت آمادگی در برابر خطر را نشان می‌دهد، زیرا یک واکنش سریع می‌تواند به‌طور مؤثر پیامدهای منفی بر میراث ساخته‌شده را کاهش دهد. در عین حال، مزیت دستیابی به قابلیت همکاری خوب همه‌ی بازیگران درگیر در حفاظت از میراث فرهنگی در مرحله‌ی اضطراری را نشان می‌دهد، زیرا آنها می‌توانند به‌طور قابل توجهی ایمنی باقیمانده‌ی بناهای تاریخی آسیب‌دیده را افزایش دهند.

مبانی نظری

با توجه به رشد فزاینده‌ی شهرنشینی، شهرها به‌عنوان بستر وقوع حوادث دارای اهمیت زیادی می‌باشند (پورمحمدی و کرمی، ۱۳۹۳: ۵۶) و شناخت فضاهای شهری و برنامه‌ریزی و طراحی مناسب آن‌ها راهی به سوی برآوردن نیازهای گوناگون شهروندان در سه بعد پیشگیری، مقابله و اقدامات پس از بحران محسوب می‌گردد. در این بین، آسیب‌پذیری در برابر خطرات زلزله یک مسئله‌ی 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, 2012:555). می‌توان بیان داشت زلزله یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی است (اسمعیل‌پور و همکاران، ۱۴۰۱: ۲۸)، که علاوه بر خسارات فیزیکی و تلفات انسانی، دارای اثرات منفی در ابعاد مختلف می‌باشد (قائدرحمتی و عظیمی‌نیا، ۱۳۹۶: ۲۸۰). از این‌رو، انجام تحقیقات در زمینه‌ی برنامه‌ریزی و مدیریت بحران در برابر زلزله و شناخت آسیب‌پذیر ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است (Banica et al, 2017:2; Pitidis et al, 2018:2). در این راستا، تهیه‌ی برنامه‌های ارزیابی خطرپذیری، حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی و اجرای اصول برنامه‌ریزی کاربری اراضی مطابق با خطرپذیری‌های احتمالی را موجب می‌شود (Meerow et al, 2016:39; Paton and Johnston, 2017:76). از طرفی ضرورت این موضوع از آنجا ناشی می‌شود که شدت و ابعاد وقوع حوادث در شهرهای امروزی اغلب وسیع است، حجم تقاضای ایجادشده برای عملیات امداد و نجات نیز بسیار زیاد است و مراکز امدادرسانی که در حالت عادی نیازهای شهر را تأمین

1- Oscarsson

2- Kapucu

3- Olsen

4 - Brusa

5- Madonna del Sole

می‌کنند، عمدتاً برای پاسخگویی در حین بحران کافی نیستند (Amideo et al, 2018:282; Andreassen et al, 2018:361). بنابراین بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات طبیعی و برنامه‌ریزی در راستای مدیریت بهینه‌ی بحران ضرورتی می‌باشد.

دیدگاه‌های مختلفی در راستای آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات وجود دارد. به‌طور کلی به‌منظور ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله دو دسته‌ی کلی عوامل انسان‌ساخت و طبیعی تأثیرگذارند؛ عواملی که انسان‌ساز تلقی می‌شود و نحوه‌ی تکوین و روند تغییرات آن بیشتر جنبه‌ی انسانی دارد و در حالت کلی نتیجه‌ی دخالت مستقیم انسان است و عواملی که مبنای تشکیل آنها ریشه‌ی طبیعی دارد و این در حالی می‌باشد که چگونگی رفتار و دخالت‌های انسانی می‌تواند در چگونگی بروز و ظهور این نوع از شرایط طبیعی در زندگی بشری نقش تعیین‌کننده داشت (Jaiswal and Wald, 2010:1019). عوامل انسانی شامل نوع مصالح، کیفیت ابنیه، تراکم جمعیت، بعد خانوار، کاربری اراضی، معابر، تعداد طبقات، تراکم ساختمان‌ها و تأسیسات خطرزا است. عوامل طبیعی نیز شامل سازندهای طبیعی، فاصله از گسل، حداکثر شتاب زلزله، مدت تداوم زلزله می‌باشد (Tang and Wen, 2009:873). در این راستا شناسایی نقاط آسیب‌پذیر گامی اساسی محسوب می‌شود که می‌توان اولویت‌های مداخله در بافت‌ها و فضاهای مختلف را مشخص نماید. بدین منظور نیاز به بررسی ابعاد مختلف همچون وضعیت تراکم جمعیتی و ساختمانی، کیفیت ساختمان‌ها، فاصله از گسل، فاصله از مراکز امدادرسانی و سازگاری کاربری‌ها احساس می‌گردد (Deverell et al, 2019:487).

پس از ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها، کاربست رویکردهای اثربخش به‌منظور برنامه‌ریزی در راستای کاهش اثرات انواع مخاطرات ضروری می‌باشد که یکی از مهمترین این رویکردها مدیریت بحران است. به‌طور کلی می‌توان عنوان کرد که مدیریت بحران فرآیندی برای پیشگیری از بحران و یا به حداقل رساندن اثرات آن به هنگام وقوع است (Wiedmer et al, 2021:337). بر اساس دیدگاه پیرسون و کلایر؛ مدیریت بحران تلاشی نظام‌یافته توسط اعضای سازمان همراه با ذینفعان خارج از سازمان، در جهت پیشگیری از بحران‌ها و یا مدیریت اثربخش آن در زمان وقوع است (Davis and Izadkhah, 2006:13). به عبارت دیگر مدیریت بحران، نظام و سیستم برنامه‌ریزی منسجم و یکپارچه با بهره‌گیری از علوم و تکنولوژی در راستای مقابله با حوادث و مخاطراتی است که منجر به آسیب‌های جانی، مالی، کالبدی و مختل شدن و برهم خوردن زندگی اجتماعی می‌گردند (Ainuddin and Routray, 2012:27). به‌طور خلاصه نیز برنامه‌ریزی، سازماندهی، هدایت و کنترل بهینه‌ی بحران را اصطلاحاً مدیریت بحران می‌گویند (Mirzaei, 2008:5). در شکل شماره ۱ مکانیزم برنامه‌ریزی مدیریت بحران شرح داده شده است.



شکل (۱): مکانیزم برنامه‌ریزی مدیریت بحران

مأخذ: (ولدیگی و پورحیدری، ۱۳۹۲: ۱۹).

در تکامل رویکرد مدیریت بحران، چرخه‌ی مدیریت بحران مطرح گردیده است (Mirzaei, 2008:5). چرخه‌ی مدیریت بحران به سه مرحله تقسیم می‌شود: مرحله‌ی قبل از بحران، حین بحران و پس از بحران. در این راستا، زمان قبل از وقوع سانحه، مهم‌ترین زمان از دیدگاه مدیریت بحران است (جوزی خمسلویی و تقوایی، ۱۳۹۸: ۱۲۴)، زیرا با تحلیل ریسک (شامل

ارزیابی، مدیریت و ارتباطات ریسک) و برنامه‌ریزی صحیح در این مرحله می‌توان در راستای پیشگیری، کاهش اثر و آمادگی^۳ عمل کرد. همچنین این مراحل به یکدیگر مرتبط هستند و هر کدام به تخصص‌های خاصی نیاز دارند. در هر مرحله ممکن است تمامی یا برخی از نهادها و سازمان‌های دولتی و مردمی در مدیریت بحران شرکت داشته باشند که می‌بایست وظایف هر بخش و نحوه‌ی هماهنگی آنها تعریف شده باشد (Danielsson, 2016:37; Deverell et al, 2019:484; Moerschell and Novak, 2020:31). در رویکرد آسیب‌پذیری، مرحله‌ی قبل از بحران یعنی شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و ارتقاء آنها مدنظر می‌باشد.

داده و روش‌ها

روش تحقیق در مطالعه‌ی حاضر آمیخته (ترکیبی از رویکردهای کیفی و کمی) با هدف کاربردی و ماهیت تحلیلی-اکتشافی می‌باشد. در این راستا ابتدا با استفاده از مطالعات اسنادی شاخص‌های تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر زلزله شناسایی، سپس از طریق مصاحبه با نمونه‌ی آماری نخبگان طی سه مرحله شاخص‌ها نهایی و بومی‌سازی گردیده‌اند، در نهایت از نمونه‌های آماری مدیران، مسئولان و نخبگان میزان تأثیرگذاری آنها پرسشگری شده است. بنابراین جامعه‌ی آماری تحقیق شامل مدیران و مسئولان شهری و نخبگان دانشگاهی می‌باشد. حجم نمونه‌ی مدیران و مسئولان با استفاده از روش کوهن^۴ در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۹۰ نفر تعیین گردیده که نحوه‌ی دسترسی به آنها بر مبنای روش گلوله برفی می‌باشد. حجم نمونه‌ی نخبگان دانشگاهی نیز بر مبنای روش نمونه‌گیری دلفی هدفمند ۱۴ نفر تعیین شده است. در جدول شماره ۱ به ویژگی‌های جامعه‌ی آماری تحقیق پرداخته شده است.

جدول (۱): ویژگی‌های نمونه‌ی آماری

مدیران و مسئولان									
جنسیت	تعداد	سن	تعداد	تحصیلات	تعداد	رشته‌ی تحصیلی	تعداد	سمت	تعداد
مرد	۶۹	۱۹-۲۹ سال	۵	لیسانس	۲۱	عمران	۲۸	مدیر ارشد	۴
		۳۰-۳۹ سال	۳۲	فوق لیسانس	۵۱	شهرسازی	۲۳	مدیر میانی	۲۷
زن	۲۱	۴۰-۴۹ سال	۴۶	دکتری تخصصی	۱۸	جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	۳۹	کارشناس شهری	۵۹
		۵۰ سال و بالا	۷						
نخبگان دانشگاهی									
جنسیت	تعداد	سن	تعداد	تحصیلات	تعداد	رشته‌ی تحصیلی	تعداد		
مرد	۹	۱۹-۲۹ سال	۱	دانشجوی دکتری	۸	عمران	۴		
		۳۰-۳۹ سال	۳			شهرسازی	۳		

1- Prevention

2 Mitigation

3 Preparedness

4 Cohen

	زن	۵	۴۰-۴۹ سال	۶	دکتری تخصصی (هیأت علمی)	۶	جغرافیا و برنامه ریزی شهری	۷	
			۵۰ سال و بالا	۴					

مأخذ: (نگارندگان، ۱۴۰۲).

همچنین در راستای تجزیه و تحلیل اطلاعات و تهیه نقشه‌های رقومی از روش FAHP در نرم‌افزار ArcGIS و همپوشانی وزنی^۱ و فازی^۲ استفاده شده است. رتبه‌بندی مناطق ۱۰گانه‌ی شهر به‌لحاظ آسیب‌پذیری نیز با استفاده از روش PROMETHEE انجام گرفته است.

فرمول کوهن:

$$n = (z^2 \times s^2) / d^2$$

در این فرمول Z یک مقدار ثابت است که به فاصله‌ی اطمینان و سطح خطا (α) بستگی دارد. با توجه به تعیین فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد بنابراین d برابر ۰/۰۵ و Z برابر با ۱/۹۶ می‌باشد. S نیز واریانس نمونه‌ی اولیه می‌باشد که با پرسشگری از ۲۰ نمونه‌ی اولیه از حجم نمونه به دست می‌آید. بر مبنای محاسبات صورت گرفته واریانس نمونه‌ی اولیه ۰/۲۴۲ به دست آمده و با جاگذاری در فرمول فوق حجم نمونه ۹۰ نفر برآورد شده که روش دسترسی به این حجم نمونه بر مبنای روش نمونه‌گیری غیرتصادفی هدفمند بوده است.

رابطه‌ی (۱):

$$n = (3/8416 \times 0/0585) \div 0/0025 = 90$$

روش سلسله‌مراتبی فازی (FAHP)

روش تحلیل سلسله‌مراتبی معمولی (AHP) روشی خوب برای کسب نظر خبرگان و متخصصان می‌باشد، اما به درستی نحوه‌ی تفکر انسانی را منعکس نمی‌کند. زیرا خبره‌ای که در حال پاسخگویی است، می‌بایست نظر خود را با اعداد دقیق بیان کند. درحالی‌که طبیعت مقایسه‌های زوجی، فازی است و خبره مایل است در قضاوت‌های خود یک بازه را اعلام کند نه اینکه یک عدد ثابت و قطعی را بیان کند. در روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی اکثر اصول همانند تحلیل سلسله‌مراتبی معمولی (AHP) است، منتها با این تفاوت که به جای اعداد ثابت برای قضاوت، از اعداد فازی استفاده می‌شود. در این روش پس از تهیه نمودار سلسله‌مراتبی، از تصمیم‌گیرنده یا تصمیم‌گیرندگان خواسته می‌شود تا عناصر هر سطح را نسبت به هم مقایسه کنند و اهمیت نسبی عناصر را با استفاده از اعداد فازی بیان کنند. در منطق بولین، عضویت یک عنصر در یک مجموعه به صورت صفر (عدم عضویت) و یک (عضویت) بیان می‌شود. به منظور استفاده از مدل بولین در تحلیل، ابتدا به ازاء هر عامل، یک نقشه‌ی ورودی به صورت باینری بر اساس ضوابط تهیه می‌شود؛ به این صورت که مقدار یک در هر واحد پیکسلی از یک نقشه‌ی ورودی نشان‌دهنده‌ی مناسب بودن و مقدار صفر نشان‌دهنده‌ی نامناسب موقعیت مکانی آن پیکسل جهت فعالیت مورد نظر با توجه به مفهوم آن نقشه (عامل) می‌باشد. در خصوص نمایش عددی عبارات فازی، این توضیح لازم است که یک عدد فازی ممکن است به صورت مثلثی یا دوزنقه‌ای بیان شود. در حالت مثلثی عدد مربوطه را به صورت رابطه‌ی ۲ نمایش می‌دهند.

رابطه‌ی (۲):

$$M \equiv (a, b, c)$$

در این فرمول پارامترهای a و b و c به ترتیب بیانگر کمترین مقدار ممکن، محتمل‌ترین مقدار و بیشترین مقدار ممکن برای عدد مورد نظر هستند و عدد مورد نظر می‌تواند بین a و c تغییر کند. در تحلیل‌های تحقیق حاضر از اعداد فازی مثلثی استفاده خواهد شد. تحلیل سلسله‌مراتبی فازی دو روش شناخته‌شده دارد که عبارتند از روش چانگ (Chang) و روش یاگر (Yager). روش چانگ معروف‌ترین و متداول‌ترین روش در ایران است که شامل مراحل همپوشان رسم نمودار سلسله‌مراتبی، تعریف اعداد

^۱ - Weighted Overlay

^۲ - Fuzzy Overlay

فازی برای مقایسه‌ی زوجی، تشکیل و محاسبه‌ی ماتریس فازی زوجی و محاسبه‌ی اوزان نهایی معیارها می‌باشد. بنابراین در ابتدا لازم است اعداد فازی برای انجام مقایسه‌های زوجی تعریف شود تا خبرگان طبق آن نسبت به ارائه‌ی پاسخ‌های خود اقدام نمایند. اعداد فازی معمول به شرح جدول شماره ۲ می‌باشد.

جدول (۲): تعریف اعداد فازی به منظور مقایسه‌های زوجی

ترجیحات	یکسان	نسبتاً زیاد	زیاد	بسیار زیاد	فوق العاده زیاد
اعداد فازی	(۱و۱)	(۲و۳و۴)	(۴و۵و۶)	(۶و۷و۸)	(۸و۹و۱۰)

مأخذ: (نگارندگان، ۱۴۰۲).

مرحله‌ی بعد محاسبه ماتریس S برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسه‌ی زوجی می‌باشد، S ها اعداد فازی مثلثی هستند که با استفاده از رابطه‌ی ۳ محاسبه می‌شوند.
رابطه‌ی (۳):

$$S_i \equiv \left| \bigcup_{j=1}^m M_{gi}^j \right| \bigcap \left\{ \bigcup_{i=1}^n \left| \bigcup_{j=1}^m M_{gi}^j \right| \right\}^{01}$$

در رابطه‌ی ۳، M اعداد فازی مثلثی داخل ماتریس و مقایسه‌های زوجی هستند. در حقیقت هنگام محاسبه‌ی ماتریس S ، هر یک از اجزاء اعداد فازی تک به تک جمع زده می‌شود و در معکوس فازی مجموع کل ضرب می‌شود. این مرحله شبیه محاسبه‌ی وزن‌های نرمال شده در روش AHP معمولی ولی با اعداد فازی است. در ادامه S_i ها از نظر درجه‌ی بزرگی با یکدیگر بر اساس رابطه‌ی (۴) مقایسه می‌شوند.

رابطه‌ی (۴):

$$V(M_2 \propto M_1) \equiv hgt(M_1 \cap M_2) \equiv \pi_{M_2}(d) \equiv \begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \propto m_1 \\ 0, & \text{if } I_1 \propto u_2 \\ \frac{I_1 \cap u_2}{(m_2 \cap u_2) \cap (m_1 \cap I_1)}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

در رابطه‌ی ۵، M_2, M_1 دو عدد فازی مثلثی هستند.

رابطه‌ی (۵):

$$M_2 \equiv (I_2, m_2, u_2), M_1 \equiv (I_1, m_1, u_1)$$

سپس بردار وزن نرمالیزه نشده با محاسبه‌ی کمترین مقدار (مینیموم) V های محاسبه‌شده در مرحله‌ی قبل، بدست می‌آید. در مرحله‌ی آخر، بردار وزن بدست آمده از مرحله‌ی قبل که نرمال نشده بود، نرمالایزه می‌شود تا بردار وزن نهایی که هدف نهایی محاسبات فازی است، به‌دست آید. قابل ذکر است در این تحقیق از روش اشتراک فازی استفاده شده است.
روش PROMETHEE یکی از روش‌های نو رتبه‌ای است که برای رتبه‌بندی مجموعه محدودی از گزینه‌ها در میان معیارهای بیشتر متناقض استفاده می‌شود (Behzadian and 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 رابطه‌ی (۶)، 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.
رابطه‌ی (۶):

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

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 به کار گرفته شده در پژوهش حاضر جهت محاسبه اهمیت نسبی مؤلفه‌ها مدل AHP می‌باشد.

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

گام چهارم؛ میزان مجموع موزون برتری گزینه: رتبه‌بندی پایانی یا اولویت گزینه با جمع کردن اولویت همه‌ی شاخص‌ها به دست می‌آید که به آن مقدار کلی گفته می‌شود و با رابطه‌ی ۷، به دست می‌آید (Leeneer and Pastijn, 2002:331).

رابطه‌ی (۷):

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

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

گام پنجم؛ جریان رتبه‌بندی مثبت و منفی: اگر تعداد گزینه‌ها که با n نشان داده می‌شود بیش‌تر از دوتا باشد، رتبه‌بندی پایانی به وسیله‌ی مجموع مقادیر مقایسات زوجی به دست 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 (رابطه‌ی ۸) (Brans, 1996:595).

رابطه‌ی (۸):

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a)$$

این جریان نشان می‌دهد که گزینه a چقدر بر گزینه‌های دیگر اولویت دارد. بزرگترین $\phi^+(a)$ به معنای بهترین گزینه است. رابطه انتخاب کوچکترین گزینه نشان می‌دهد که گزینه‌های دیگر تا چه میزان بر گزینه a اولویت دارند. کوچکترین $\phi^-(a)$ نشان‌دهنده بهترین گزینه است (رابطه‌ی ۹).

رابطه‌ی (۹):

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a)$$

به طور کلی رتبه‌بندی گزینه‌ها را می‌توان با جریان مثبت و منفی رتبه‌بندی کرد. این دو رتبه‌بندی به طور معمول یکسان نیستند (Barns and 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 and Plazibat, 1998:34). این جریان حاصل توازن میان جریان رتبه‌بندی مثبت و منفی است. جریان خالص بالاتر نشان‌دهنده گزینه برتر است (Barns and Mareschal, 1994:300)، که از طریق رابطه‌ی ۱۰، به دست می‌آید.

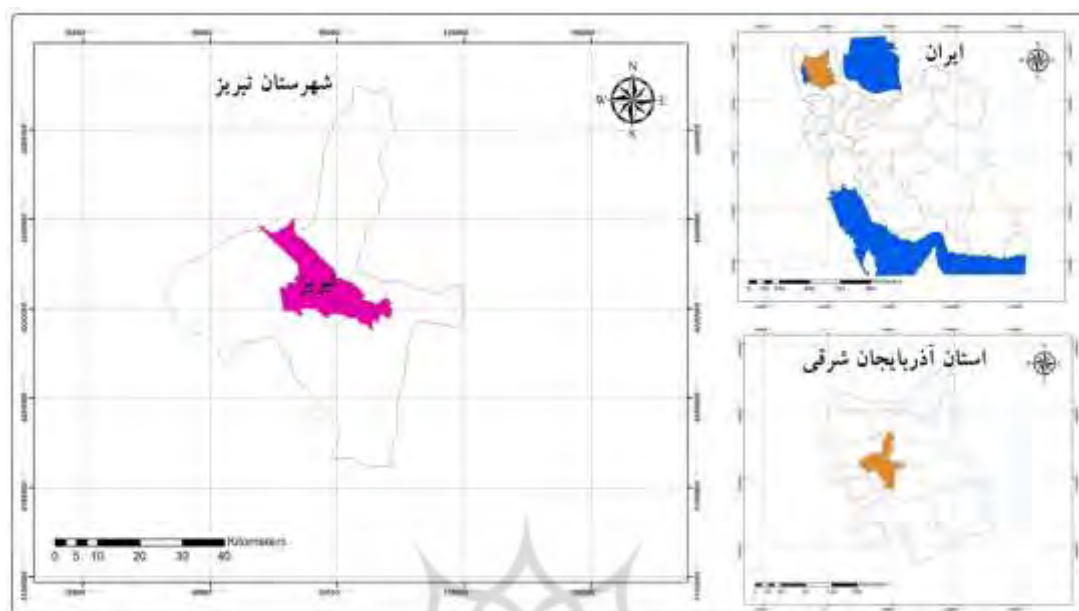
رابطه‌ی (۱۰):

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

معرفی محدوده‌ی مورد مطالعه

تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی یکی از شهرهای بزرگ ایران است. این شهر بزرگترین شهر منطقه‌ی 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 دقیقه‌ی طول شرقی و ۳۸ درجه و ۲ دقیقه‌ی 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 مدیریت بحران را ضروری ساخته است.



شکل (۲): موقعیت جغرافیایی کلان‌شهر تبریز
مأخذ: (نگارندگان، ۱۴۰۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

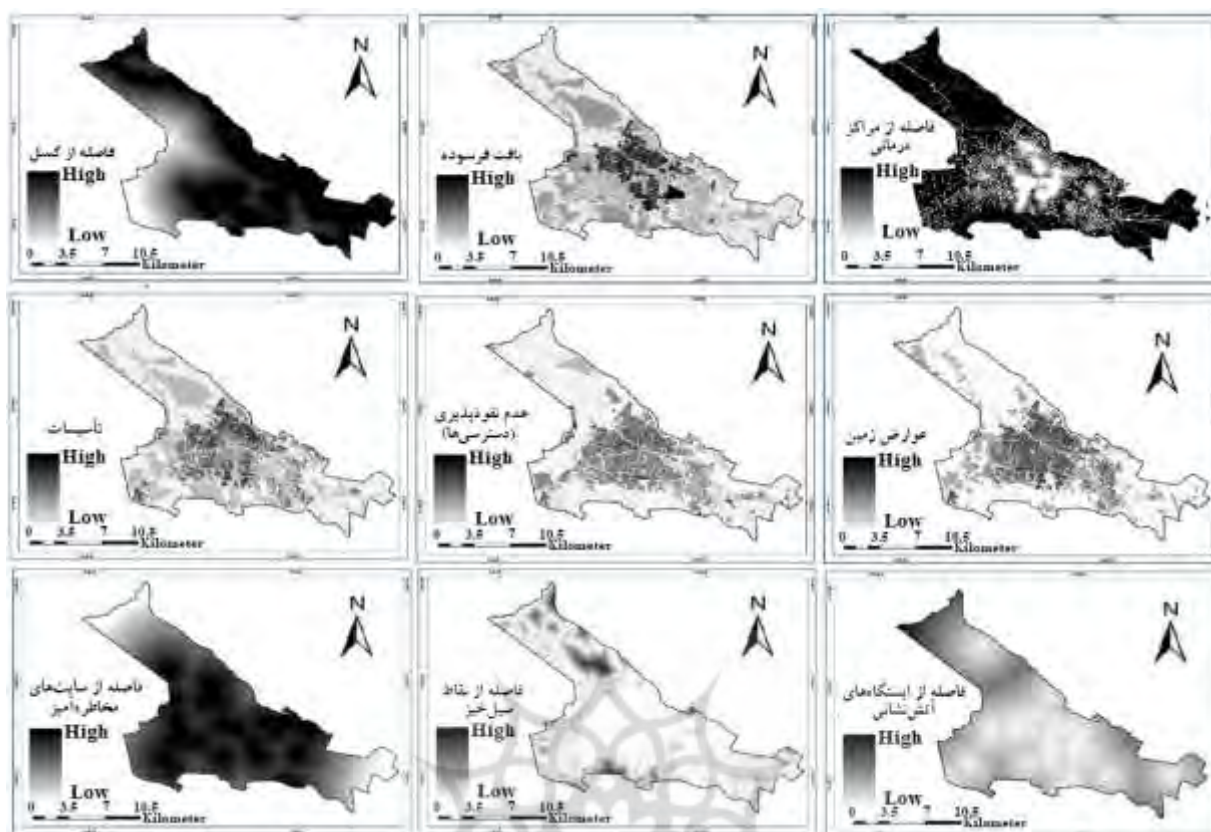
شناسایی معیارها و وزن‌دهی به آنها

در این بخش، ابتدا بر اساس نظر دو گروه نخبگان و کارشناسان (مدیران و مسئولان)، ارزش‌های هر معیار مشخص توسط روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی تحلیل گردیده است. سپس وزن‌های نهایی در محیط GIS وارد شده و خروجی نهایی به‌منظور بهره‌برداری حاصل شده است. طبق نظر خبرگان ۹ معیار شامل نزدیکی به مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، ایستگاه‌های آتش‌نشانی، جاده‌ی دسترسی به معابر اصلی، بافت فرسوده و تاسیسات زیربنایی و دوری از نقاط سیل‌خیز و رودخانه، گسل، سایت‌های مخاطره آمیز و شیب زمین در پرسشنامه آمده است. همچنین این معیارها در مطالعات مختلف همچون آندرولیس^۱ و همکاران (۲۰۱۱)، کاس^۲ و همکاران (۲۰۱۴) و موئرسچل و نوآک^۳ (۲۰۲۰) مورد استفاده قرار گرفته است. به‌طور کلی وضعیت شاخص‌های مورد بررسی به شرح شکل شماره ۳ می‌باشد.

1- Andrulic

2- Cas

3- Moerschell and Novak



شکل (۳): وضعیت موجود شاخص های مورد بررسی

مأخذ: (نگارندگان، ۱۴۰۲).

همچنین خلاصه نتایج اوزان نهایی معیارها حاصل از تحلیل فازی نظر کارشناسان و خبرگان مطابق جدول ۳ می باشد.

جدول (۳): نتایج حاصل از تحلیل فازی

ردیف	معیارها	اوزان نهایی خبرگان	اوزان نهایی کارشناسان
۱	عوارض زمین	۰/۰۵۸۵	۰/۰۴۹۶
۲	وضعیت تأسیسات زیربنایی (آب، برق، گاز)	۰/۰۸۹	۰/۱۰۸۹
۳	جاده های دسترسی به معابر اصلی	۰/۰۷۸۱	۰/۰۹۹۵
۴	فاصله از نقاط سیل خیز و رودخانه	۰/۱۶۷۴	۰/۱۱۹۹
۵	فاصله از گسل	۰/۱۹۹۳	۰/۱۰۷۹
۶	فاصله از سایت های مخاطره آمیز (محل های آلوده، پتروشیمی، پمپ بنزین و فشار قوی)	۰/۱۴۶۵	۰/۱۴۸۹
۷	نزدیکی به ایستگاه های آتش نشانی	۰/۰۴۹۵	۰/۰۶۹
۸	نزدیکی به مراکز درمانی	۰/۰۸۵۷	۰/۱۰۹۷
۹	نزدیکی به بافت فرسوده و تراکم زیاد	۰/۱۲۶	۰/۱۷۹۴

مأخذ: (یافته های تحقیق، ۱۴۰۲).

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می گردد، از دید خبرگان معیار فاصله از گسل دارای بیشترین اهمیت و معیار نزدیکی به ایستگاه های آتش نشانی از کمترین اهمیت برخوردارند. از نظر کارشناسان دوری از سایت های مخاطره آمیز و عوارض زمین به ترتیب بیشترین و کمترین امتیاز را دارند. البته اختلاف اوزان معیارها در دو گروه در دو معیار دوری از گسل و رودخانه فاحش بوده و در سایر معیارها تفاوت در اندازه ۲ و ۳ درصد می باشد و بالتبع در نقشه های پهنه بندی با نظر خبرگان اطراف گسل و مسیل ها بیشترین آسیب پذیری را دارا می باشند. البته ناگفته نماند که حریم گسل با حریم رودخانه بسیار متفاوت است و حریم گسل ها بر

اساس نوع اصلی و فرعی، فعال یا غیرفعال بودن و حریم رودخانه‌ها براساس دبی سیلابی آنها تعیین می‌گردد. با جمع آوری اطلاعات از سایر مطالعات قبلی و منابع، حریم‌ها و کلاسه بندی معیارها مطابق جدول ۴ خلاصه شده است که در پیاده‌سازی محیط Arc GIS سعی شد این موارد تا حد امکان رعایت شود.

جدول (۴): استانداردها، حریم و کلاسه‌بندی معیارها

ردیف	معیارها	توضیحات
[* این ضوابط را سازمان پیشگیری و مدیریت بحران تهران تعیین کرده است.]		
۱	عوارض زمین	بهترین شیب بین ۲ تا ۶ درصد است. بین صفر تا ۲ درصد آسیب‌پذیر در برابر سیل و بیشتر از ۱۰ درصد هزینه‌بر خواهد بود.
۲	وضعیت تأسیسات زیربنایی	حریم لوله‌های آبرسانی ۳ یا ۴ متر برای لوله ۵۰۰ یا ۸۰۰ اینچ از هر طرف بستگی به ساینز لوله‌های اصلی دارد (آیین‌نامه‌ی حریم مخازن، کانال‌های آبیاری و زهکشی).
۳	جاده‌ی دسترسی به معابر اصلی	مطلوب‌ترین فاصله از معابر محلی ۵۰ متر است. مطلوب‌ترین فاصله از معابر درجه یک ۲۰۰ متر است. مطلوب‌ترین فاصله از معابر درجه دو ۱۰۰ متر می‌باشد.
۴	فاصله از نقاط سیل‌خیز و رودخانه	از هر طرف ۱۲-۱۵ متر، بستگی به میزان دبی سیلابی دارد (آیین‌نامه‌ی حریم مخازن، کانال‌های آبیاری و زهکشی).
۵	دوری از گسل	حریم گسل معمولاً ۲۰۰ یا ۳۰۰ متر می‌باشد.
۶	دوری از سایت‌های مخاطره‌آمیز (محل آلوده، جایگاه سوخت و فشار قوی)	ایستگاه گاز: ۲۰۰ متر، تقلیل گاز: ۵۰ متر، پمپ بنزین: ۲۰۰ متر، ایستگاه برق: ۵۰ متر.
۷	نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی	بهترین فاصله یک کیلومتر می‌باشد.
۸	نزدیکی به مراکز درمانی و بیمارستان‌ها	از مراکز درمانی و درمانگاه مطلوب‌ترین فاصله ۷۰۰ متر و از بیمارستان مطلوب‌ترین فاصله ۱/۵ کیلومتر می‌باشد.
۹	بافت فرسوده و تراکم زیاد	دارای آسیب‌پذیری زیاد می‌باشد.

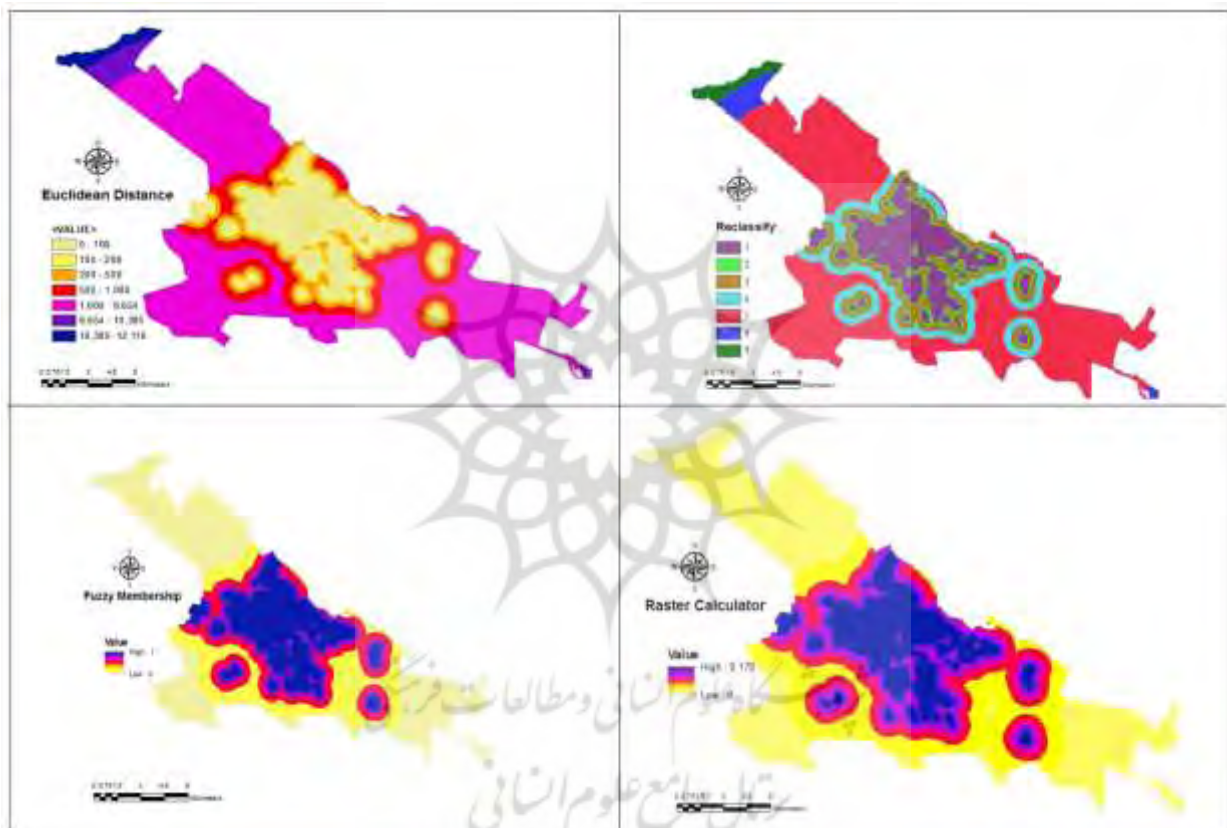
مأخذ: (Davis and Izadkhah, 2006; Heilig, 2011; Kapucu et al, 2022).

همپوشانی وزنی

در همپوشانی وزنی ابتدا فاصله‌گذاری اقلیدسی (Euclidean Distance) برای هر لایه انجام می‌شود. در تحقیق حاضر از ۷ طبقه‌ی فاصله‌ای برای هر لایه استفاده شده است بازه طبقاتی فاصله‌ها بر اساس اهمیت و شعاع تأثیر فاصله در نظر گرفته شده است، به‌عنوان مثال فاصله‌گذاری تأسیسات شهری بسیار متفاوت از فاصله‌گذاری گسل می‌باشد، چراکه شعاع تأثیر گسل بسیار بیشتر از وضعیت تأسیسات شهری است. بعد از فاصله‌گذاری باید کلاسه‌بندی (Reclassify) انجام شود. در مرحله کلاسه‌بندی، امتیاز ۱ الی ۹ برای هر طبقه فاصله‌ی اقلیدسی اعمال شده است شاید این سؤال پیش آید که چرا امتیاز ۱ الی ۷ با توجه به ۷ طبقه بودن فاصله‌ها در نظر نگرفته نشده است. پاسخ این است که در امتیازدهی طبقات سعی شد طبقاتی که از اهمیت بیشتری برخوردارند امتیاز چشم‌گیری نسبت به طبقات فاصله‌ای کم اهمیت داشته باشند و اختلاف یک امتیاز بین طبقات فاصله‌ها نمی‌توانست این تفاوت فاحش را اعمال کند. در مرحله‌ی باید Toolbox جدیدی ایجاد و در داخل جعبه ابزار جدید مدل جدیدی تولید شود در مدل جدید تمامی کلاسه‌بندی لایه‌ها آورده می‌شود و برای تولید شبکه ابزار Weight Overlay به مدل اضافه می‌گردد. در این تحقیق برای گسل، سه لایه بر اساس نوع گسل‌ها وجود داشت که لازم بود هر یک از این معیارهای گسل ابتدا یک شبکه‌ی فرعی را تشکیل و به شبکه‌ی اصلی وصل شوند. بعد از تشکیل شبکه‌های فرعی و اصلی باید وزن هر معیار داده شود یک نقشه با اعمال نظر خبرگان و یک نقشه با اعمال وزن کارشناسان تهیه خواهد شد. وزن‌ها به‌صورت درصدی اعمال می‌شوند و جمع آنها باید ۱۰۰ درصد باشد. هر شبکه همپوشانی اعم از فرعی و اصلی باید از ۱۰۰ درصد متغیرهای زیرمجموعه‌ی خود تشکیل شده باشد.

همپوشانی فازی

در همپوشانی فازی نیز ابتدا باید کلاس بندی انجام گیرد. در این تحقیق، تمامی لایه ها به ۷ کلاس تقسیم بندی شدند و هر کلاسه بندی بسته به وزن منفی و مثبت آن عددی بین ۱ تا ۹ داده شده است. از لایه شیب بندی به عنوان Mask استفاده شده است. روش کار بدین ترتیب بوده است که ابتدا با استفاده از دستور Euclidean Distance طبقه بندی فاصله ای اقلیدسی انجام شده است سپس با استفاده از دستور Reclassify امتیازدهی کلاس ها با امتیاز بین ۱ تا ۹ اعمال شده است در ادامه دستور Fuzzy membership برای فازی نمودن لایه های کلاسه بندی شده بین صفر و یک صورت گرفته است. دستور Raster Calculator برای اعمال وزن نهایی معیارها طبق نظر خبرگان و کارشناسان به کار گرفته شد و در نهایت با دستور Fuzzy Overlay و همپوشانی لایه ها با روش اشتراک فازی انجام شده است. به عنوان نمونه در شکل ۴ مراحل وزن دهی مطابق مراحل بیان شده برای لایه ی بافت فرسوده با اعمال وزن نظر کارشناسان به این لایه نشان داده شده است.

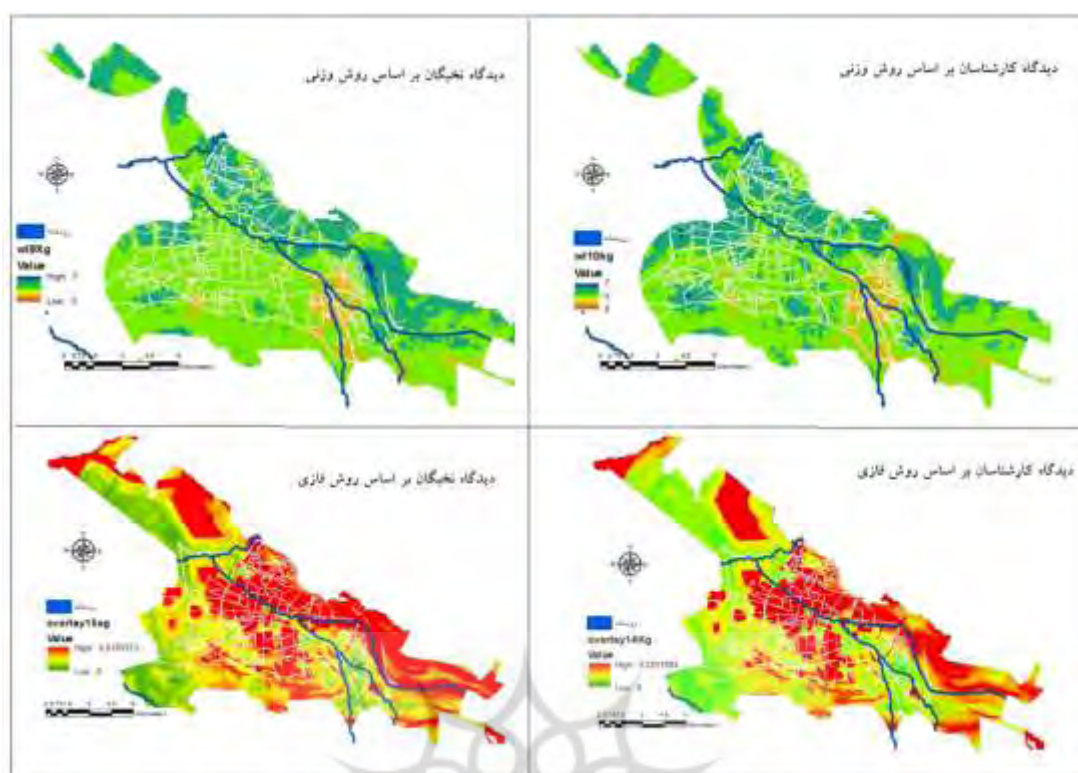


شکل (۴): نحوه ی پهنه بندی با مدل سازی فازی برای لایه ی بافت فرسوده و تراکم

مأخذ: (یافته های تحقیق، ۱۴۰۲).

پهنه بندی فضایی آسیب پذیری کلان شهر تبریز در برابر زلزله با استفاده از همپوشانی وزنی و فازی

بعد از تشکیل شبکه ی همپوشانی وزن ها و فراخوانی فایل ذخیره شده، نقشه های پهنه بندی با استفاده از همپوشانی به دست می آید. در تمامی این لایه ها از لایه ی شیب شهر به عنوان Mask استفاده شده است، چون مرز بندی محدوده ی شهر تبریز در این لایه کامل است. در روش همپوشانی فازی نیز بعد از مراحل بیان شده برای فازی سازی لایه ها و اعمال وزن برای تک تک لایه ها از دستور Fuzzy Overlay برای تهیه ی نقشه ها استفاده شده است. بر اساس پهنه بندی مناطق آسیب پذیر شهر در برابر زلزله ی احتمالی می توان گفت که مناطق حاشیه ای و مرکزی شهر بیشترین پتانسیل آسیب پذیری را دارا می باشند. از عوامل مؤثر بر آسیب پذیری این مناطق می توان به نزدیکی به گسل، فرسودگی بافت ها، دوری از مراکز امداد و نجات، تراکم زیاد و همچنین عدم کشش پذیری معابر اشاره کرد.



شکل (۵): پهنه‌بندی فضایی آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز در برابر زلزله با استفاده از همپوشانی وزنی و فازی
مأخذ: (یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲).

با توجه به شکل شماره ۵ و دیدگاه نخبگان ۱۰/۳ درصد از بافت کلان‌شهر تبریز در پهنه‌ی آسیب‌پذیری خیلی‌زیاد و ۱۱/۷ درصد در پهنه‌ی آسیب‌پذیری زیاد قرار دارد. بنابراین می‌توان بیان داشت که حدود ۲۲ درصد از بافت کلان‌شهر تبریز در برابر بحران از جمله زلزله به شدت آسیب‌پذیر است. همچنین بر اساس دیدگاه کارشناسان ۲۵/۵ درصد از بافت کلان‌شهر تبریز در برابر زلزله آسیب‌پذیرند.

جدول (۵): میزان آسیب‌پذیری کلان‌شهر تبریز در برابر زلزله

دیدگاه کارشناسان		دیدگاه نخبگان		امتیاز	میزان آسیب‌پذیری
درصد	مساحت به هکتار	درصد	مساحت به هکتار		
۳۲/۳	۶۱۳۷	۳۶/۵	۶۹۳۵	۱	آسیب‌پذیری خیلی کم
۳۴/۹	۶۶۳۱	۳۵/۱	۶۶۶۹	۳	آسیب‌پذیری کم
۷/۳	۱۳۸۷	۶/۴	۱۲۱۶	۵	آسیب‌پذیری متوسط
۱۳/۴	۲۵۴۶	۱۱/۷	۲۲۲۳	۷	آسیب‌پذیری زیاد
۱۲/۱	۲۲۹۹	۱۰/۳	۱۹۵۷	۹	آسیب‌پذیری خیلی زیاد

مأخذ: (یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲).

بررسی میزان آسیب‌پذیری مناطق ۱۰ گانه‌ی 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 پرموته، به منظور رتبه‌بندی مناطق ۱۰ گانه در این روش برای هر یک از معیارها وزنی در نظر گرفته شده و سپس رتبه‌ی هر منطقه تعیین می‌گردد.

جدول (۶): جریان رتبه بندی مثبت، منفی و خالص در روش پرومته

وضعیت آسیب پذیری	دامنه ی امتیاز	Phi	رتبه بندی نهایی	Phi	Phi-	Phi+	منطقه
کم	۰/۲۵۰ و بیشتر	۰/۴۳۸	۱ منطقه ۹	-۰/۵۲۷	۰/۵۹۶	۰/۰۶۹	منطقه ۱
		۰/۳۶۶	۲ منطقه ۶	۰/۲۹۳	۰/۰۸۹	۰/۳۸۴	منطقه ۲
		۰/۲۹۵	۳ منطقه ۲	-۰/۲۳۵	۰/۴۰۹	۰/۱۷۴	منطقه ۳
متوسط	۰ الی ۰/۲۵۰	۰/۲۱۹	۴ منطقه ۵	-۰/۱۱۴	۰/۳۴۹	۰/۲۳۵	منطقه ۴
		۰/۱۴۸	۵ منطقه ۷	۰/۲۱۹	۰/۱۷۶	۰/۳۹۵	منطقه ۵
زیاد	۰ الی ۰/۲۵۰ -	-۰/۱۱۴	۶ منطقه ۴	۰/۳۶۶	۰/۰۸۱	۰/۴۴۷	منطقه ۶
		-۰/۱۲۶	۷ منطقه ۸	۰/۱۴۸	۰/۲۰۴	۰/۳۵۲	منطقه ۷
		-۰/۲۳۵	۸ منطقه ۳	-۰/۱۲۶	۰/۲۷۵	۰/۱۴۹	منطقه ۸
خیلی زیاد	۰/۱۵۰ - و بیشتر	-۰/۴۵۴	۹ منطقه ۱۰	۰/۴۳۸	۰/۰۴۱	۰/۴۷۹	منطقه ۹
		-۰/۵۲۷	۱۰ منطقه ۱	-۰/۴۵۴	۰/۶۰۳	۰/۱۴۹	منطقه ۱۰

مأخذ: (یافته های تحقیق، ۱۴۰۲).

جدول شماره ۶، رتبه بندی مناطق ده گانه ی شهرداری کلان شهر تبریز به لحاظ آسیب پذیری در برابر زلزله براساس مدل پرومته را نشان می دهد که مناطق ۹، ۶ و ۲ به ترتیب با کسب امتیاز ۰/۴۳۸، ۰/۳۶۶ و ۰/۲۹۵ رتبه ی اول تا سوم را به خود اختصاص داده اند. این مناطق از نظر آسیب پذیری در برابر زلزله از وضعیت بسیار مطلوبی برخوردارند. مناطق ۵ و ۷ به ترتیب با کسب جریان خالص ۰/۲۱۹ و ۰/۱۴۸ از آسیب پذیری متوسطی برخوردار می باشند. منطقه ۴، ۸ و ۳ به ترتیب با کسب امتیاز ۰/۱۱۴، ۰/۱۲۶ و ۰/۲۳۵ دارای وضعیت آسیب پذیری زیاد می باشند و مناطق ۱۰ و ۱ با کسب جریان خالص ۰/۴۵۴ - و ۰/۵۲۷ - در رتبه آخر قرار دارند و جزو مناطق آسیب پذیری خیلی زیاد در برابر زلزله محسوب می شوند.

بحث و بررسی

به منظور مدیریت بحران زلزله در کلان شهر تبریز بایستی رویکردی استراتژیک در سه مرحله ی قبل از بحران، در حین بحران و پس از بحران تدوین و جنبه ی اجرایی داشته باشد. قابل ذکر است که با توجه به هدف تحقیق حاضر یعنی بررسی سطح آسیب پذیری فضاهای مختلف کلان شهر تبریز، رویکرد قبل از بحران مدنظر می باشد. با این حال، با توجه به طولانی شدن فرایند استحکام سازی شهر در برابر زلزله، به رویکردهای در حین بحران و پس از آن نیز در قالب برنامه های کوتاه مدت پرداخته شده است.

الف) قبل از بحران

مفهوم برنامه ریزی قبل از بحران بعد از زلزله ی هیوگوکن نامبو^۱ (۱۹۵۵) در ژاپن به کار رفت. همچنین معیارهای اصلی شامل آموزش واحد همسایگی جهت برنامه ی بازسازی پس از فاجعه ی متروپلیتن توکیو به شیوه های مختلفی به انجام رسیده است. یکی از مهم ترین اصول مدیریت بحران، پیش بینی و آمادگی در مقابل بحران است و به همین دلیل باید بیشترین بودجه را به این مرحله اختصاص داد. این مرحله معمولاً ۳۰ درصد از ۱۰۰ درصد هزینه ها را دربر می گیرد. هر اندازه که به مرحله ی قبل از بحران اهمیت بیشتری داده شود، هزینه های مربوط به مرحله ی حین بحران و پس از بحران کاهش خواهد یافت. احداث سدها، اقدامات انجام شده جهت جلوگیری از طغیان رودخانه ها، مقاوم سازی ساختمان ها برای مقابله با زلزله، تدابیر لازم جهت جلوگیری از نشت گاز و نفت به محیط رودخانه و ... از جمله اقدامات پیشگیرانه می باشد. آمادگی شامل کلیه ی عملیات و اقداماتی است که دولت ها، جوامع و همچنین افراد را قادر به انجام عکس العمل سریع و کارا در مواقع بروز بحران می نماید. در کلان شهر تبریز این رویکرد تا حدودی مناسب می باشد، با این حال مقاوم سازی مسکن به ویژه در مناطق حاشیه ای و مرکز شهر توصیه می گردد. همچنین

¹ - Hyogoken nambu

بایستی بودجه‌ی مناسب در این حوزه در نظر گرفته شود و با نظارت مناسب به مقاومت‌سازی و توانمندسازی شهر پرداخته شود. از طرفی وجود معابر تنگ و باریک در مناطق حاشیه‌ای به‌ویژه مناطق ۱۰ و ۱، موجب عدم خدمات‌رسانی مناسب خواهد گردید، بنابراین نیاز است با در نظرگیری منافع شهروندان و با تجمیع قطعات مختلف، کشش‌پذیری این معابر را موجب گردید. یکی دیگر از موارد الزامی در مرحله‌ی قبل از بحران تأکید بر طرح‌های ممیزی املاک و اراضی به‌منظور جلوگیری از ساخت‌وسازهای غیرمجاز می‌باشد. همانطور که ذکر شد این مرحله نیازمند برنامه‌ریزی استراتژیک و بلندمدت در ساختار فضایی شهری است.

(ب) حین بحران

این مرحله شامل مراحل پاسخگویی (واکنش) و امداد رسانی (خدمات اضطراری) می‌باشد. هدف از واکنش، به حداقل رساندن میزان جراحات انسان‌ها و تخریب تأسیسات و دارایی‌ها با انجام یک رشته اقدام فوری مانند اعلام خطر، تخلیه‌ی منطقه‌ی خطر، جستجو و انتقال قربانیان به مناطق امن و ارائه‌ی خدمات فوری پزشکی به مجروحان است. در این مرحله نیازمند تدابیر گسترده‌ای می‌باشیم. کلان‌شهر تبریز با بافت متراکم و فشرده دارای مکان‌های اسکان موقت پایین می‌باشد. از طرفی عدم دسترسی مناسب به خدمات امداد رسانی در کل سطوح شهر به‌ویژه مناطق شمالی، جنوبی و مرکزی با توجه به معابر نامطلوب، آسیب‌های بسیاری را در صورت وقوع زلزله‌های احتمالی به همراه خواهد داشت. بنابراین مکان‌یابی و احداث خدمات امداد و نجات در سطح مختلف شهر ضروری می‌باشد. می‌توان برنامه‌های این مرحله را در بازه‌های زمانی میان‌مدت اجرایی نمود.

(ج) پس از بحران

این مرحله مشتمل بر دو مرحله‌ی بهبودی و بازتوانی است. بهبودی شامل عملیاتی است که به‌منظور عادی‌سازی شرایط وقوع بحران صورت می‌پذیرد. مرحله‌ی بهبودی و عادی‌سازی اوضاع معمولاً توأم با بهسازی، بازسازی و بازتوانی می‌باشد. معطوف کردن کوشش‌ها به آثار و مسائل پس از وقوع بحران، چیزی جز گرفتار شدن در چرخه‌ی حاکمیت بحران‌زدگی مضاعف نیست. بنابراین بایستی به برنامه‌ریزی استراتژیک در مرحله‌ی قبل از بحران پرداخته شود. با این حال، در این مرحله نیاز به ساختار اقتصادی و اجتماعی توانمند و نظام مدیریتی اثربخش احساس می‌گردد. در کلان‌شهر تبریز همانند سایر شهرهای ایران، افراد کم‌درآمد و ناتوان در اولویت سازمان‌های مالی نمی‌باشند، بنابراین ضروری است تا با تغییر قوانین و تعریف بودجه برای این اقشار، مقدمات مواجهه با بحران‌های مختلف شکل گیرد.

به‌طور کلی می‌توان عنوان کرد که زمان قبل از وقوع سانحه، مهم‌ترین زمان از دیدگاه مدیریت بحران است، زیرا با تحلیل ریسک (شامل ارزیابی، مدیریت و ارتباطات ریسک) و برنامه‌ریزی صحیح در این مرحله می‌توان در راستای پیشگیری، کاهش اثر^۱ و آمادگی^۲ عمل کرد؛ این مراحل به یکدیگر مرتبط هستند و هر کدام به تخصص‌های خاصی نیاز دارند. در هر مرحله ممکن است تمامی یا برخی از نهادها و سازمان‌های دولتی و مردمی در مدیریت بحران شرکت داشته باشند که می‌بایست وظایف هر بخش و نحوه‌ی هماهنگی آنها تعریف شده باشد. وضعیت موجود کلان‌شهر تبریز و همچنین وضعیت مطلوب به شرح زیر می‌باشد.

پیشگیری و کاهش اثرات: این مرحله اقدامات با هدف جلوگیری از وقوع مخاطرات یا کاهش آثار زیانبار آن می‌باشد. جلوگیری از وقوع مخاطرات امکان‌پذیر نمی‌باشد، اما می‌توان با رعایت اصولی همچون دوری از مناطق مستعد بحران، مقاومت‌سازی ابنیه و زیرساخت‌ها، اثرات انواع بحران‌ها را کاهش داد. در کلان‌شهر تبریز این موضوع با توجه به مسائل موجود در نظام مدیریتی شهر و گسترش سکونتگاه‌های غیررسمی در پیرامون گسل با مشکلات عدیده‌ای مواجه می‌باشد.

آمادگی: اقداماتی برای افزایش توانایی در انجام مراحل مختلف مدیریت بحران. آمادگی شامل جمع‌آوری اطلاعات، پژوهش، برنامه‌ریزی، ایجاد ساختارها، آموزش، تأمین منابع، تمرین و مانور است. در کلان‌شهر تبریز در ابعاد پژوهشی وضعیت مطلوب می‌باشد ولی در اجرا شاهد عملکردهای مؤثر نمی‌باشیم.

1 Prevention

2 Mitigation

3 Preparedness

پاسخ و واکنش در برابر بحران: ارائه‌ی خدمات اضطراری و فوق‌العاده بدنبال وقوع بحران با هدف حفاظت از منابع مختلف در جلوگیری از گسترش خسارات است. مقابله در حوادث بحرانی شامل شناسایی دامنه‌ی بحران، ریشه‌یابی عوامل ایجاد بحران، استفاده از ابزارهای انسانی، اطلاعاتی و فیزیکی مورد نیاز برای مقابله با بحران است. عدم بهره‌مندی از فناوری‌های نوین و همچنین دانش‌محوری (زیرساخت‌ها و انسانی) از مسائل عمده‌ی نظام مدیریت بحران کلان‌شهر تبریز محسوب می‌شود.

بازگشت به وضعیت قبل از سانحه: بازگرداندن شرایط یک سیستم آسیب‌دیده پس از بحران به شرایط عادی با در نظر گرفتن ویژگی‌های سیستم موفق و کلیه‌ی ضوابط ایمنی. پرواضح است که بحران‌ها علاوه بر خسارات مادی و اقتصادی، دارای ابعاد و آثار اجتماعی گسترده در حوزه‌ی نظم و انتظام اجتماعی، همبستگی اجتماعی، هنجارها و الگوهای رفتار اجتماعی هستند. بنابراین رویکرد سیستمی و یکپارچه به‌منظور بازگشت‌پذیری و توانمندسازی اجتماع لازم بوده و در کلان‌شهر تبریز عدم وجود این یکپارچگی سختی بازگشت‌پذیری را موجب خواهد شد.

نتیجه‌گیری

یکی از مهمترین مخاطرات و بحران‌هایی که به‌طور مستمر در تمامی نقاط جهان موجب آسیب‌های فراوان می‌گردد، وقوع زمین‌لرزه (زلزله) می‌باشد. کلان‌شهر تبریز نیز یکی از پرخطرترین شهرهای ایران از لحاظ لرزه‌خیزی است. این شهر طی ادوار مختلف تاریخی با اثرات این مخاطره روبه‌رو بوده و چندین بار نیز نوسازی گردیده است. مهمترین عامل ایجاد زلزله در این شهر گسل تبریز است. گسل تبریز یکی از ساختارهای خطی ایران است که با درازای ۱۰۰ کیلومتر از کوه‌های میشو (در غرب) تا بستان‌آباد (در شرق) قابل ردیابی است. بهترین اثر این گسل در شمال تبریز دیده می‌شود و به همین دلیل گسل تبریز نام‌گذاری شده‌است. با وجود اینکه از آخرین زلزله‌ی مخرب گسل شمال تبریز، بیش از ۲۳۰ سال می‌گذرد، نمی‌توان آن را از نظر لرزه‌خیزی غیرفعال دانست؛ چراکه زلزله‌های این گسل دارای دوره‌ی بازگشت ۲۵۰ الی ۳۰۰ سال هستند. بنابراین با توجه به افزایش جمعیت و تراکم در این شهر، شناسایی پهنه‌های آسیب‌پذیر به‌منظور مواجهه با زلزله‌ی احتمالی ضروری است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که قسمت اعظم این شهر از بافت‌های فرسوده تشکیل شده است که طول عمر بالایی دارند و هیچ استحکام بنایی ندارند و بیشترین تراکم جمعیتی در این بخش از شهر ساکن هستند. هرگونه خطر لرزه‌خیزی فاجعه‌ی جبران‌ناپذیری به‌وجود خواهد آورد و مدیریت بحران این فاجعه بسیار سخت خواهد بود. همچنین فرسودگی زیرساخت‌ها، نزدیکی به گسل و معابر نامطلوب موجب آسیب‌پذیری بالای شهر در مناطق حاشیه‌ای به‌ویژه شمال شهر گردیده است. بنابراین به رویکرد استراتژیک در راستای کاهش اثرات زلزله و سایر مخاطرات در کلان‌شهر تبریز احساس می‌گردد. در این راستا، آمادگی و مرحله‌ی قبل از بحران در کلان‌شهر تبریز نیازمند برنامه‌ریزی مناسب می‌باشد که ضمن نهادینه کردن مدیریت بحران و ایجاد مدیریت توانمند در حوادث و بلایا و افزایش هماهنگی درون‌بخشی و برون‌بخشی در نظام مدیریت و بلایا با ارزیابی خطرات بالقوه و راه‌های پیش‌گیری از حوادث و بلایا به آماده‌سازی جامعه برای رویارویی با شرایط اضطراری ناآل آید.

همچنین نتایج پژوهش حاضر تأییدی از نتایج پژوهش‌های خدمت‌زاده و همکاران (۱۴۰۰)، پریبادی و همکاران (۲۰۲۱) و بروسا و همکاران (۲۰۲۳)، در راستای مهم بودن مرحله‌ی قبل از بحران در برنامه‌ریزی استراتژیک مدیریت بحران در برابر مخاطرات می‌باشد.

- به‌طور کلی برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر بحران زلزله با رویکرد مدیریت بحران می‌توان راهکارهای زیر را ارائه داد:
- جلوگیری از گسترش سکونتگاه‌ها در مناطق حاشیه‌ای به‌ویژه در پهنه‌های شمالی و جنوبی و پیرامون گسل و زمین‌های ناپایدار (مناطق ۱۰ و ۱ نیازمند نظارت بیشتر در مورد ساخت‌وسازهای جدید می‌باشند)؛
- اتخاذ سیاست‌های سختگیرانه در راستای کاهش ساخت‌وسازهای غیرمجاز و کم‌دوام؛
- تدوین طرح‌های بازآفرینی در محدوده‌های مرکزی و تاریخی شهری (مناطق ۴ و ۸ کلان‌شهر تبریز)؛

- بازاندیشی در برنامه‌ریزی کاربری اراضی و جابه‌جایی کاربری‌های خطرزا در محدوده مرکزی شهر از یک‌سو و دسترسی‌پذیری به خدمات امدادرسانی برای سطوح مختلف شهر؛
- برنامه‌ریزی در راستای ایجاد فضاهای باز و اسکان‌های موقت شهر (به‌ویژه در حوزه‌ی استحفاظی شهرداری مناطق ۱، ۴، ۸ و ۱۰)؛
- بهره‌مندی از فناوری‌های نوین به‌منظور قطع انرژی‌ها در مواقع بحران به‌منظور کاهش اثرات بحران‌ها؛
- ارتقاء کشش‌پذیری معابر در مناطق حاشیه‌ای و مرکزی شهر برای تسهیل آمدود و وسایل نقلیه‌ی اضطراری همچون آتش‌نشانی، آمبولانس و ...؛
- بهره‌مندی از طرح‌های موضعی و در سطح محلی برای شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و ارتقاء و توانمندسازی آنها؛
- تدوین قوانین و مقررات مناسب در راستای تجمیع قطعات در مناطق غیررسمی و افزایش کشش‌پذیری معابر در این مناطق؛
- ارائه‌ی برنامه‌ی بلندمدت در راستای جابه‌جایی سکونتگاه‌های پیرامون گسل به سایر مناطق؛
- بازاندیشی در جانمایی سایت‌های مخاطره‌آمیز به دور از تراکم‌های جمعیتی؛
- بازاندیشی در ساختار فضایی و تعادل در دسترسی به خدمات امدادونجات با مکان‌یابی مناسب آنها.



منابع

- اسمعیل پور، مرضیه؛ لاله پور، منیژه و ممقانی، سمانه (۱۴۰۱). ارزیابی میزان آسیب پذیری مسکن شهر تبریز در برابر مخاطره زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری). *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۶(۸۲)، ۴۸-۲۷.
- پورمحمدی، محمدرضا و کرمی، محمدرضا. (۱۳۹۳). ترکیب مدل کرنل (KDE) و مدل AHP در ارزیابی خطر زلزله در بافت های حاشیه نشین و فرسوده شهری با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مطالعه موردی مناطق یک و پنج شهر تبریز. *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۱۸(۵۰)، ۸۸-۵۵.
- جوزی خمسلویی، علی؛ تقوایی، مسعود. (۱۳۹۸)، تحلیل آسیب پذیری و اولویت بندی کاربری های تاریخی کلانشهر اصفهان در مدیریت بحران و تخلیه اضطراری، *جغرافیا*، ۱۷(۶۳)، ۱۳۷-۱۲۳.
- حبیبی، کیومرث؛ عزتی، محمد؛ ترابی، کمال؛ عزت پناه، بختیار. (۱۳۹۵)، بررسی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از مدل MIHWP (مطالعه موردی منطقه ۱۰ تبریز)، *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۰(۵۸)، ۱۰۱-۱۱۸.
- خدمت زاده، علی؛ موسوی، میرنجف و یوسف زاده، اردشیر. (۱۴۰۰). تحلیل شاخص های آسیب پذیری شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: شهر ارومیه). *مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه های انسانی*، ۱۶(۵۴)، ۴۳-۶۲.
- روستایی، شهرام (۱۳۹۰)، پهنه بندی خطر گسل تبریز برای کاربری های مختلف اراضی شهری، *جغرافیا و توسعه*، دوره ۹، شماره ۲۱، صص ۴۱-۲۷.
- قائدرحمتی، صفر و عظیمی نیا، بابک (۱۳۹۶). ارزیابی میزان تراکم و ارتباط آن با آسیب پذیری لرزه ای (نمونه موردی: منطقه چهار شهرداری تهران). *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۱(۶۱)، ۲۹۸-۲۷۹.
- قنبری، ابوالفضل، سالکی ملکی، محمدعلی، قاسمی، معصومه (۱۳۹۲)، پهنه بندی میزان آسیب پذیری شهرها در مقابل خطر زمین لرزه (نمونه موردی: شهر تبریز)، *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، دوره ۲، شماره ۵، صص ۳۵-۲۱.
- ولدبیگی، برهان الدین؛ پورحیدری، غلامرضا. (۱۳۹۲)، *برنامه ریزی بحران*. تهران: انتشارات شرکت آرویج ایرانیان، انجمن علمی مدیریت بحران ایران.

References

- Esmailpour, Marzieh; Lalepour, Manijeh and Mamghani, Samaneh (2013). Assessing the vulnerability of Tabriz housing to earthquake hazards (case study: District 10 of the municipality). *Geography and Planning*, 26(82), 27-48. [In Persian]
- Pourmohammadi, Mohammad Reza and Karami, Mohammad Reza. (2014). Combining the Kernel Model (KDE) and the AHP Model in Earthquake Risk Assessment in Marginal and Deteriorated Urban Contexts with the Help of Geographic Information System (GIS), Case Study of Districts One and Five of Tabriz City. *Geography and Planning*, 18(50), 55-88. [In Persian]
- Jozi Khamsaloei, Ali; Taghvaei, Masoud. (2019), Vulnerability Analysis and Prioritization of Historical Land Uses of Isfahan Metropolitan City in Crisis Management and Emergency Evacuation, *Geography*, 17(63), 123-137. [In Persian]
- Habibi, Kiyomars; Ezzati, Mohammad; Torabi, Kamal; Ezzatpanah, Bakhtiar. (2016), Investigating the vulnerability of cities to earthquakes using the MIHWP model (case study of Tabriz region 10), *Geography and Planning*, 20(58), 101-118. [In Persian]
- Khedmatzadeh, Ali; Mousavi, Mirnajaf and Yousefzadeh, Ardeshtir. (2000). Analysis of urban vulnerability indicators with an earthquake crisis management approach (case study: Urmia city). *Human Settlement Planning Studies*, 16(54), 43-62. [In Persian]
- Roustaei, Shahram (2011), Tabriz Fault Hazard Zoning for Different Urban Land Uses, *Geography and Development*, Volume 9, Issue 21, pp. 41-27. [In Persian]

- Qaedrahmati, Safar and Aziminia, Babak (2017). Assessment of density and its relationship with seismic vulnerability (Case study: District 4 of Tehran Municipality). *Geography and Planning*, 21(61), 279-298. [In Persian]
- Ghanbari, Abolfazl, Saleki Maleki, Mohammad Ali, Ghasemi, Masoumeh (2013), Zoning the vulnerability of cities to earthquake risk (Case study: Tabriz city), *Geography and Environmental Hazards*, Volume 2, Issue 5, pp. 21-35. [In Persian]
- Valdbeigi, Borhan-eddin; Pourheidari, Gholamreza. (2013), *Crisis Planning*. Tehran: Arvij Iranian Company Publications, Iranian Crisis Management Scientific Association.[In Persian]
- Ainuddin, S., & Routray, J. K. (2012). Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2, 25-36.
- Amideo, A. E., Scaparra, M. P., & Kotiadis, K. (2018). Optimising shelter location and evacuation routing operations: The critical issues. *European Journal of Operational Research*, 279(2), 279-295.
- Andreassen, N., Borch, O. J., Kuznetsova, S., & Markov, S. (2018). *Emergency Management in Maritime Mass Rescue Operations: The Case of the High Arctic*. In *Sustainable Shipping in a Changing Arctic*, Springer, Cham, 359-381.
- Andrulis, D.P., Siddiqui, N.J., & Purtle, J.P. (2011). Integrating racially and ethnically diverse communities into planning for disasters: the California experience. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 5(5), 227-234.
- Babic, Z., & Plazibat, N. (1998). Ranking of enterprises based on multicriterial analysis. *International Journal of Production Economics*, 56(57), 29-35.
- Banica, A., Rosu, L., Muntele, I., & Grozavu, A. (2017). Towards Urban Resilience: A Multi-Criteria Analysis of Seismic Vulnerability in Iasi City (Romania). *Sustainability*, 9(2), 270.
- 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.
- Brans, J.P. (1996). The space of freedom of the decision maker modeling the human brain. *European Journal Operational Research*, 92, 593-602.
- Brans, J.P., & Mareschal, B. (1994). The PROMCALE- GAIA decision support system for multicriteria decision aid. *Decision Support Systems*, 12(5), 297- 310.
- Brusa, E., Chesi, C., & Torre, S.D. (2023). Securing the church of Madonna del Sole during the emergency phase of 2016 earthquake: interoperability of different actors as an instrument for reducing seismic risk of damaged built heritage. *Procedia Structural Integrity*, 44, 275-282.
- Cas, A. G., Frankenberg, E., Suriastini, W., & Thomas, D. (2014). The impact of parental death on child well-being: evidence from the Indian Ocean tsunami. *Demography*, 51(2), 437-457.
- 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.
- Cremen, G., Bozzoni, F., Pistorio, S., & Galasso, C. (2022). Developing a risk-informed decision-support system for earthquake early warning at a critical seaport. *Reliability Engineering & System Safety*, 218, 1-13.
- Danielsson, E. (2016). Following routines: a challenge in cross-sectorial collaboration. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 24(1), 36-45.
- Davis, I., & Izadkhah, Y. (2006). Building resilient urban communities. *Article from OHI*, 31(1), 11-21.
- Deverell, E., Alvinus, A., & Hede, S. (2019). Horizontal collaboration in crisis management: an experimental study of the duty officer function in three public agencies. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*, 10(4), 484-508.

- 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.
- Eriksson, K. (2023). Organisational learning without fire? Risk analyses as a basis for developing crisis management capabilities. *Safety Science*, 163, 1-8.
- 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.
- 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.
- Jaiswal, K., & Wald, D. (2010). An empirical model for global earthquake fatality estimation. *Earthquake Spectra*, 26(4), 1017-1037.
- Kapucu, N., Ge, Y., Martín, Y., & Williamson, Z. (2022). Urban resilience for building a sustainable and safe environment. *Urban Governance*, 1, 10-16.
- Leeneer, I., & Pastijn, H. (2002). Selecting land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques. *European Journal Operational Research*, 139, 327-338.
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and urban planning*, 147, 38-49.
- Mirzaei, H., Yavar, B., & Mirtaheri, M. (2008). Lessons learn from disaster management in sistán. *Drough along the world 7 intrnational pora, davos*. Switzerland.
- Moerschell, L., & Novak, S.S. (2020). Managing crisis in a university setting: the challenge of alignment. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 28(1), 30-40.
- O'Brien, K., Sygna L., & Haugen, J. E. (2004). Vulnerable or Resilient? A Multi-Scale Assessment of Climate Impacts and Vulnerability in Norway. *Climatic change*, 64 (1-2), 193-225.
- Olsen, M., Oskarsson, P-A., Jallberg, N., Granasen, M., & Nordstrom, J. (2023). Exploring collaborative crisis management: A model of essential capabilities. *Safety Science*, 162, 1-13.
- Oscarsson, O. (2022). Crisis-as-practice: Conceptualizing the role of everyday work practices in crisis management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 83, 1-10.
- Paton, D., & Johnston, D. (2017). *Disaster resilience: an integrated approach*. Charles C Thomas Publisher.
- Pitidis, V., Tapete, D., Coaffee, J., Kapetas, L., & Porto de Albuquerque, J. (2018). Understanding the implementation challenges of urban resilience policies: investigating the influence of urban geological risk in Thessaloniki, Greece. *Sustainability*, 10(10), 3573.
- Pribadi, K.S., Abduh, M., Wirahadikusumah, R.D., Hanifa, N.R., Irsyam, M., Kusumaningrum, P., & Puri, E. (2021). Learning from past earthquake disasters: The need for knowledge management system to enhance infrastructure resilience in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 64, 1-14.
- Roth, M. (2018). A resilient community is one that includes and protects everyone. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 71(2), 91-94,
- Spaans, M., & Waterhout, B. (2017). Building up resilience in cities worldwide-rotterdam as participant in the 100 Resilient Cities Programme. *Cities* 61, 109-116.
- Tang, A., & Wen, A. (2009). An intelligent simulation system for earthquake disaster assessment. *Computers & Geosciences*, 35(5), 871-879.
- Wiedmer, R., Rogers, Z.S., Polyviou, M., Mena, C., & Chae, S. (2021). The dark and bright sides of complexity: a dual perspective on supply network resilience. *Journal of Business Logistics*, 42(3), 336-359.

- Xu, J., Dai, J., Rao, R., & Xie, H. (2016). The association between exposure and psychological health in earthquake survivors from the Longmen Shan Fault area: the mediating effect of risk perception. *BMC public health*, 16(1), 417-429.
- 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.
- Zhang, P., Zhang, L., Chang, Y., Xu, M., Hao, Y., Liang, S., Liu, G., Yang, Z., & Wang, C. (2019). Food-energy-water (FEW) nexus for urban sustainability: a comprehensive review. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 215–224.

