Journal of Geography and Planning
Online ISSN: 2717-3534 Print ISSN: 2008-8078
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

Passive Defense and Earthquake Assessment in Urban Centers Using VIKOR and TOPSIS Fuzzy Model (Case Study of Tabriz Metropolitan Areas)[1]

Mohammad Raza PourMohammadi[1]✉, Kioumars Maleki[2]

1. Corresponding Author, Professor of Geography & Urban Planning Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran. E-mail: Pourmohammadi@tabrizu.ac.ir
2. Postdoctoral Researcher in Geography and Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran. E-mail: kioumars.maleki@tabrizu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 30 May 2023
Revised: 5 March 2024
Accepted: 9 March 2024
Published: 15 March 2026

Keywords:
Passive defense, earthquake, Vikor, Tapsis Fuzzy, Tabriz metropolis.

ABSTRACT

The city is not only a collection of buildings, but a phenomenon beyond a building complex. Therefore, a city cannot be considered unique only in the collection of buildings. One of the dangers that threaten many cities in the world is earthquakes. Earthquake has long been one of the most dangerous natural hazards and has a high risk. Earthquake risk is an expected damage that will cause damage to elements of society or the environment. For this reason, the protection of the city against earthquakes cannot be considered only in retrofitting and building earthquake-resistant buildings. The connection of the northwest of the country has been done after obtaining the opinions of experts in earthquake and passive defense and urban planning, the necessary investigations and analyzes were carried out using Vikor and TOPSIS fuzzy models, and the result of the model was shown using GIS software as a vulnerability map of the display areas. has been given and finally, areas 2, 3, 7, 4, Tabriz metropolitan municipality with less vulnerability and areas 10, 5, 1, 9, 6 and 8 located in the northeastern and northern areas of the city have been identified as unsuitable and critical. and the causes of vulnerability were expressed and solutions to control vulnerability were presented using data and matching the results of models.

Cite this article: PourMohammadi, M.R. & Maleki, K. (2026). Passive Defense and Earthquake Assessment in Urban Centers Using VIKOR and TOPSIS Fuzzy Model (Case Study of Tabriz Metropolitan Areas). *Journal of Geography and Planning*, 30(95), 1-20. http//doi.org/10.22034/gp.2024.56809.3142

© The Author(s).
Publisher: University of Tabriz.
DOI: http//doi.org/10.22034/gp.2024.56809.3142

1. This article is extracted from the post-doctoral project kioumars.maleki under the title: Threat network and risk loop in the earthquake crisis with an approach to passive defense in multi-purpose land use planning (case study: Tabriz metropolis) Department of Geography and Urban Planning, Department of Geography and Urban Planning , Faculty of Planning and Environmental Sciences of Tabriz University.

Introduction

Nowadays, the excessive development of the city is considered as a kind of danger. Many of these megacities are exposed to the risks and damages caused by natural disasters due to the development process and their physical-spatial shape and pattern as well as population density.

On average, an earthquake of magnitude 6 occurs in the country every year and every ten years an earthquake of magnitude 7 on the Richter scale occurs in the country.

The most recent earthquakes were 7.3 on the Richter scale on November 21, 2016 in Ezgole-Kermanshah, followed by 6.2 in Kerman on December 10, 2016. And... these are examples.

In this direction, in order to make policies to reduce vulnerability to natural hazards and the need to make correct decisions and implement operations in accordance with that, providing a clear picture of the consequences of hazards, evaluating vulnerable areas.

A city is necessary.

The metropolis of Tabriz has been a residential center and a communication and population hub in the northwestern region of the country since ancient times, and the role and importance of the defensive position of this city due to its population density is one of the reasons for this choice, which makes the analysis of earthquake vulnerability inevitable.

This article deals with measuring the impact of physical, social and natural components on the vulnerability of the municipal areas of Tabriz city using the fuzzy VIKOR and TOPSIS models and finally provides solutions that are in accordance with the principles of passive defense against earthquake risk in order to prepare the damage zone. Susceptibility and risk map to facilitate the identification of critical areas of Tabriz metropolis, etc., According to the data and results of the research and determination of areas with less vulnerability in the future, taking into account the risk of earthquakes and following passive defense considerations.

Data and Method

The current research is applied in terms of its purpose and descriptive-analytical in terms of implementation method. The natural, physical, social and economic components and the indicators in question are in accordance with the goals and principles of urban passive defense and overlap with the studies that have been published in articles, research projects and... had been prepared and edited. These components are used as input data of the models with the subcategory indicators (passage network, fault lines, etc.). In the following, using the opinion of expert professors in the field of planning and earthquakes, a table of components was extracted qualitatively and quantitatively, and the output of the survey of the state of Tabriz metropolitan areas was analyzed in the VIKOR and TOPSIS fuzzy model. And finally, the obtained output map was analyzed in order to compare urban areas in terms of physical development, etc.

Discussion

The output results of Vicor model indicate that the lowest number has the lowest vulnerability from earthquakes and the highest number has the highest vulnerability, and based on this, regions 2 have the lowest vulnerability and region 10 has the highest vulnerability. In the TOPSIS fuzzy model, region 2 ranks first, region 3 and 7 rank second, region 4 ranks third, region 6 ranks fourth, region 8 ranks fifth, region 5 ranks sixth, region 1 ranks seventh, and regions 10 and 9 They jointly have the last rank. And in this way, the areas with higher ranking are the most vulnerable.

Conclusion

The need to pay attention to efficient urban development and the need to pay attention to new ideas of urban planning and city defense planning seem very important to achieve the goals of urban defense. The comparative results of pathological evaluation of two models VIKOR and TOPSIS Fuzzy at the level of Tabriz metropolitan areas indicate that both models are compatible with each other in the estimation of vulnerability and according to the output of the models, the reasons for the vulnerability of the regions can be far away and He attributed the proximity to the fault, the status and position of the socio-economic class of the residents, the strength of the structure, density and non-density of the population, proximity and lack of optimal distribution of high-risk and threatening uses, etc.

According to the results of Vicor and TOPSIS fuzzy model, regions 10, 1, 9 and 5 have the highest vulnerability and other regions have an almost favorable situation. Changing and transferring conflicting uses, renovating and improving dilapidated structures, transferring dangerous uses and developing multi-purpose and open uses, etc.,

are among the most important urban defense solutions to reduce vulnerability and can be implemented and Doing this was important to reduce the effects of the crisis and the amount of damage in these areas before the earthquake.

Keywords: Passive defense, earthquake, Vikor, Tapsis Fuzzy, Tabriz metropolis.

جغرافیا و برنامه ریزی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۸۰۷۸ شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۳۵۳۴
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

پدافند غیرعامل و ارزیابی زلزله در مراکز شهری با استفاده از مدل ویکور و تاپسیس فازی (مطالعه موردی مناطق شهرداری کلان شهر تبریز)[۲]

محمدرضا پورمحمدی[۱]✉، کیومرث ملکی[۲]

۱. نویسنده مسئول، استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
رایانامه: Pourmohammadi@tabrizu.ac.ir

۲. پژوهشگر پسادکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
رایانامه: kioumars.maleki@tabrizu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۲۴

کلیدواژه‌ها:
پدافند غیرعامل،
زلزله، ویکور،
تاپسیس فازی،
کلان شهر تبریز.

چکیده

شهر تنها یک مجموعه از ساختمان‌ها نیست، بلکه پدیده‌ای فراتر از یک مجموعه ساختمانی است. لذا نمی‌توان به هیچ عنوان شهر را تنها در مجموعه ساختمان‌ها منحصر دانست یکی از خطراتی که بسیاری از شهرهای جهان را تهدید می‌کند زمین لرزه یا همان زلزله است. زلزله از دیر باز جزء پر خطرترین مخاطرات طبیعی بوده و از ریسک بالایی برخوردار است. ریسک زلزله، خسارت قابل انتظاری است که در اثر آن به عناصری از جامعه یا محیط آسیب‌هایی وارد می‌شود. به همین دلیل ایمن سازی شهر در برابر زلزله را نمی‌توان تنها در مقاوم سازی و ساختن بناهای مقاوم در برابر زلزله دانست در این مقاله در مورد چگونگی وضعیت خطرپذیری زلزله در سطح مناطق کلان شهر تبریز به عنوان یک شهر تاریخی- فرهنگی و قطب اقتصادی- ارتباطی شمال غرب کشور انجام گرفته است پس از اخذ نظرات تعداد ۳۰ نفر متخصص زلزله و پدافندغیرعامل و برنامه‌ریزی شهری، بررسی و تحلیل‌های لازم با استفاده از مدل‌های ویکور و تاپسیس فازی انجام و نتیجه مدل به وسیله نرم‌افزار GIS بصورت نقشه آسیب‌پذیری مناطق نمایش داده شده است و در نهایت به ترتیب مناطق ۲، ۳، ۷، ۴، (با مساحت ۱۰۴۰۸/۸۳ هکتار) شهرداری کلان شهر تبریز با آسیب‌پذیری کمتر و مناطق ۱۰، ۱، ۵، ۹ و ۶ و ۸ (با مساحت ۱۴۰۶۹/۳۴ هکتار) واقع در محدوده‌های شمال شرقی، شمالی شهر نامناسب و بحرانی تشخیص داده شدند و علل آسیب‌پذیری بیان و راهکارهای مهار آسیب‌پذیری با استفاده از داده‌ها و تطبیق نتایج مدل‌ها ارائه شد.

استناد: پورمحمدی، محمدرضا و ملکی، کیومرث (۱۴۰۵). پدافند غیرعامل و ارزیابی زلزله در مراکز شهری با استفاده از مدل ویکور و تاپسیس فازی (مطالعه موردی مناطق شهرداری کلان شهر تبریز). *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۳۰(۹۵)، ۲۰-۱.
http//doi.org/10.22034/gp.2024.56809.3142

ناشر: دانشگاه تبریز.
© نویسندگان.

۲. مقاله حاضر مستخرج از طرح پسادکتری کیومرث ملکی تحت عنوان: شبکه تهدید و حلقه مخاطره در بحران زلزله با رویکردی بر پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی کاربری اراضی چند منظوره (مطالعه موردی: کلان شهر تبریز) رشتهٔ جغرافیا و برنامه‌ریز شهری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریز شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی دانشگاه تبریز به شماره قرارداد: ۲۰۱۹/ص مورخه : ۱۴۰۱/۰۶/۰۸ می‌باشد.

مقدمه

رشد بی‌رویه و شتابان شهری در ایران در دهه‌های اخیر، سبب گسترش و توسعه سکونتگاه‌های شهری و روستایی و الحاق بسیاری از آن‌ها به شهرهای بزرگتر شده است (ملکی و همکاران، ۱۴۰۱: ۹۵(ب)) به نقل از (محمودزاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۲۲) این شهرها به دلیل انباشت سرمایه و تراکم بالای جمعیتی و نیز به علت گستردگی شان به نسبت سایر سکونتگاه‌ها صدمات بیشتری را متحمل می‌شوند (اسدی نظری، ۱۳۸۳: ۲). براساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته، تا سال ۲۰۳۰ میلادی، حدود ۶ میلیارد نفر از جمعیت ۸/۱ میلیاردی کره زمین در شهرها ساکن خواهند شد که حدود دو سوم از این تعداد نیز در کلانشهرها سکونت خواهند نمود (Elshehabi,2015: 106) روشن است با توجه به اینکه شهر ساختاری چندلایه از عناصر و اجزای کالبدی و غیر کالبدی (کارکردی، مکانی، اجتماعی) است و در پیوند نزدیک باهم شکل‌گرفته‌اند. میان این اجزا دو سطح از روابط متقابل و کنش ظرف و مظروفی وجود دارد. در این راستا به منظور سیاستگذاری کاهش آسیب‌پذیری در مقابل مخاطرات طبیعی و لزوم اتخاذ صحیح تصمیم‌ها و اجرای عملیات متناسب با آن ارائه تصویری روشن از عواقب ناشی از مخاطرات، ارزیابی پهنه‌های آسیب‌پذیر شهری ضروری است (سرور و کاشانی اصل، ۱۳۹۵: ۱۰۳-۸۷). کلان شهر تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی و از قدیم‌الایام مرکز سکونتگاهی و قطب ارتباطی و جمعیتی منطقه شمالغرب کشور بوده است نقش و اهمیت جایگاه پدافندی این شهر با توجه به جمعیت‌پذیری آن از دلایل این انتخاب است که تحلیل آسیب‌پذیری زلزله را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید، مقاله حاضر به تحلیل آسیب‌پذیری کلان شهر تبریز در ارتباط با زلزله احتمالی می‌پردازد که دستاوردهای آن نیز برای برنامه‌ریزی در افق‌های آینده کاربرد دارد. بعلاوه این مقاله در جستجوی تبیین و استفاده از تلفیق مولفه‌های کالبدی، اجتماعی و طبیعی و خروجی آسیب‌پذیری با استفاده از مدل‌های ویکور و تاپسیس فازی می‌باشد. همچنین ارائه راهکارهایی متناسب با اصول پدافندغیرعامل که بتوان، در برابر مخاطره زلزله آن را اجرایی نمود. در مقاله حاضر اهدافی همچون تهیه پهنه آسیب‌پذیری و نقشه خطر برای سهولت در شناسایی مناطق بحرانی کلان شهر تبریز و... با توجه به داده‌ها و نتایج حاصل از پژوهش و تعیین مناطق با آسیب‌پذیری کمتر در آینده با در نظر گرفتن خطر زلزله و رعایت ملاحظات پدافند غیرعامل دنبال می‌شود. اگرچه موضوع ارزیابی آسیب‌پذیری در جهان چندان موضوع تازه‌ای نیست، اما بعلت کاربردی بودن آن و روش‌های جدید تجزیه و تحلیل با توجه به ویژگی‌های طبیعی و انسانی متفاوت است. موضوع توسعه فیزیکی با رویکردی بر ملاحظات پدافند غیرعامل در ارزیابی و آسیب‌پذیری از زلزله در گذشته به عناوین مختلف نیز مورد توجه جغرافیدانان، برنامه‌ریزان شهری و مسئولین و غیره بوده است. در این بین در مقالات و پژوهش‌های مختلف از روش‌ها و مدل‌های بسیاری برای ارزیابی میزان آسیب‌پذیری در شهرها استفاده شده است که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود. برای مثال،سیوندی پور (۱۳۹۶)، با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و تجزیه و تحلیل آماری با احتمال رخداد زلزله‌های بزرگتر از ۵/۴ ریشتر در مناطق مختلف استان کرمان بررسی شده است بیشترین احتمال وقوع زلزله در این استان، در منطقه جنوبی و با احتمال ۶/۳۸ درصد پیش‌بینی شده است. با توجه به جغرافیا و گستره تحلیلی نتایج علمی بدست داده است. کرمی و امیریان (۱۳۹۷)، به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهری ناشی از شهر تبریز با استفاده از نرم‌افزارهای IDRISI و ArcGIS و انتخاب ۱۵ معیار و ترکیب مدل‌های منطق Fuzzy و AHP میزان آسیب‌پذیری منطقه‌های شهری و جمعیت ساکن در آن‌ها نیز تحلیل و استخراج‌شده است نتایج نشان می‌دهد که مناطق ۱۰ و ۱ به ترتیب دارای بدترین شرایط ممکن هستند و تطبیق نتایج به‌دست‌آمده با وضع موجود، حاکی از دقت بالای مدل انتخاب‌شده در موضوع پهنه‌بندی خطر زلزله است. ناصری و همکاران (۱۳۹۸)، به طبقه بندی کمی آسیب‌پذیری شهری دربرابر زلزله در شهر یزد پرداختند و نتیجه گرفتند که متغیرهای ساختمانی از نظر مساحت در آسیب‌پذیری فیزیکی- کالبدی متغیر ساختمان‌هایی با مساحت زیر۱۰۰ متر تا ۲۰۰ مترمربع هیچ گونه توزیع و پراکندگی ندارند. در مجموع متغیرهای نوع سکونت در آسیب‌پذیری اجتماعی، کمترین ضریب پراکندگی به متغیرهای سکونتگاه‌های گروهی مربوط است. ماریا و همکاران (۲۰۱۸)، آمادگی در مقابله با بلایای طبیعی با استفاده از روش‌های ارزیابی خطر مهندسی زلزله را در کشور ترکیه بررسی نمودند. آنها با استفاده از داده‌های زمین لرزه تاریخی ترکیه، روش جدیدی برای محاسبه احتمال وقوع لرزه و فراوانی آن را ابداع نمودند، حسینی سیاهگلی و همکاران (۱۳۹۹) به تحلیل مکانی کاربریهای شهر کرمانشاه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، توابع همپوشانی فازی و عملگرای گاما با ده لایه اطلاعاتی پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد از مناطق هشتگانه شهر کرمانشاه حدود ۵ منطقه آن از

شرایط نامطلوبی به لحاظ پدافند غیرعامل برخوردار است و شهر کرمانشاه به لحاظ ساختار و بافت شهری نسبت به پدافند غیرعامل در شرایط نامناسب و بحرانی قرار دارد. پاکرو و موسوی (۱۴۰۲) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی تاب آوری شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه یک شهر تبریز)، با استفاده از مدل fuuzy ahp و بررسی ۸ معیار مشخص شد که بیش از ۵۱ درصد محدوده دارای تاب‌آوری زیاد و خیلی زیاد است. راشد و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدل‌سازی و پیش‌بینی آسیب‌پذیری شهر کالیفرنیا پرداختند و با استفاده از توابع تحلیلی و سسیستم اطلاعات جغرافیایی، آسیب‌پذیری شهر را مدل‌سازی کردند. گلاتی (۲۰۱۸)، به ارزیابی آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله در شهر دهرادون هند پرداخت و چنین نتیجه گرفت که مدل Hazus به دلیل کثرت و تنوع داده‌ها و متغیرهای مورد استفاده می‌تواند به عنوان مدل مناسبی جهت ارزیابی و کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله مورد استفاده قرار گیرد. ابرت و همکاران (۲۰۱۹)، به ارزیابی آسیب-پذیری اجتماعی شهر با استفاده از عکس‌های هوایی و داده‌های ماهواره‌ای و GIS پرداختند و چنین نتیجه گرفتند که تحلیل داده‌های مکانی براساس بخش‌های مختلف در ترکیب با داده‌های میدانی به ارزیابی بهتر کمک می‌کند. مقاله حاضر به دنبال پاسخ به سوالات زیر می‌باشد:

۱. مناطق با آسیب‌پذیری بالا از نظر مخاطره زلزله در سطح کلان شهر تبریز کدامند؟

۲. نتایج حاصل از مقایسه تطبیقی مدل‌ها بیانگر چه توان‌ها و کاستی‌هایی در سطح مناطق شهرداری می‌باشد؟

مبانی نظری

گذری بر پدافندغیرعامل

بشر در طول تاریخ تدابیر گوناگونی را در راستای امنیت و حفاظت خویش اتخاذ کرده است (ملکی، ۱۴۰۰) و همیشه مسائل پدافندی را در حفظ و برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های خود را مدنظر داشته است. علم و هنر پدافند سابقه‌ایی به درازای تاریخ دارد واژه «پدافند» از دو جزء «پد» و «آفند» تشکیل شده است. در فرهنگ و ادب فارسی «پاد» یا «پد» پیشوندی است که به معانی «متضاد، پی در پی و دنبال هم» بوده (حسین زاده دلیر و همکاران، ۱۳۹۱: ۳) و هرگاه قبل از واژه‌ایی قرارگیرد معنای آن را معکوس می‌نماید. که آن را با عناوین عامل و غیرعامل می‌شناسند: ۱. پدافند عامل؛ مسلحانه و استفاده از ابزارآلات جنگی است و نیروهای مسلح مسئولیت اصلی را دارند (پورمحمدی و ملکی، ۱۴۰۰: ۴۲) ۲. پدافند غیرعامل؛ تمام نهادها، سازمان‌ها، صنایع و حتی مردم می‌توانند نقش مؤثری بر عهده بگیرند. و بر تدبر انسان و سلطه بر محیط برای مهار، مقابله و کاستن از آثار خطر تکیه دارد امروزه واژه پدافند غیرعامل در ادبیات فنی، طیف بسیار وسیع و گسترده‌ای از مفاهیم و اقدامات برنامه‌ریزی، طراحی و اجرا را در سه مرحله قبل از بحران به‌صورت آمادگی و هشدار، حین بحران به‌صورت شیوه‌های مواجهه و بعد از بحران به‌صورت شیوه‌های مواجهه و بازتوانی را شامل می‌شود (خدابخشی و ابراهیمی قوز لو، ۱۳۹۲: ۹۷۵). با عنایت به این مهم می‌توان پدافند غیرعامل را تدبیر و اندیشه خردمندانه در وضع موجود با نگرشی عمیق به آینده دانست و به عبارتی عملیاتی نمودن سریع تدابیر اندیشه شده در زمان حال و بصیرت به آینده جهت برنامه‌ریزی محیطی باهدف آسیب‌شناسی (Pathology) و شناسایی توانمندی‌ها و نقاط ضعف محیط متبوع در جهت مدیریت بهینه و توسعه پایدار تعریف نمود (پورمحمدی و ملکی، ۱۳۹۵ :۴۱). اما سازه، ساختار، مضمون و موضوعیت پدافند غیرعامل شامل: ۱) بحران شناسی و شناسایی تهدیدات قابل وقوع ۲) آسیب‌شناسی مخاطره و تهدیدات محتمل ۳) آینده‌نگری و تدوین استراتژی‌های مقابله و مهار مخاطرات جهت کاستن از آثار مخاطره ۴) ارائه ملاحظات مرتبط، به شرط همخوانی و سنجش با اصول پدافند غیرعامل با هدف بازدارندگی، حفظ و تقویت امنیت پایدار در جغرافیای محیطی می‌باشد (پورمحمدی و ملکی، ۱۴۰۰: ۴۳). پدافندغیرعامل دارای اصولی می‌باشد که عبارتند از: استتار، اختفاء، پوشش، فریب، مکانیابی، پراکندگی-تفرقه و جابجایی، مقاوم‌سازی استحکامات و ایمن‌سازی سازه‌های حیاتی، اعلام خبر- مدیریت ستادی-نهادی- سازمانی که رعایت و بکارگیری این اصول متناسب با نوع مخاطر محتمل و مکان خطر، مهار آسیب‌پذیری و کاهش آثاری خطر از جمله زلزله را منجر خواهد شد. هدف از برنامه‌ریزی و اجرای پدافندغیرعامل حمایت و کاهش آسیب‌پذیری از منابع انسانی و دارایی‌های موجود در برابر تهدیدات و خطرات طبیعی و انسان ساز است (کرمی و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۵۸).

زلزله و آسیب‌های شهری

بلایای طبیعی و حوادث غیرمترقبه پدیده‌هایی هستند که همواره انسان در طول تاریخ با آنها مواجه بوده است (کرمی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۸۶). شهرها و مراکز سکونتگاهی از خسارات و آسیب‌های این بلایا بی نصیب نبوده‌اند، آسیب‌پذیری های شهری نسبت به حوادث طبیعی چون زلزله می‌تواند برآیندی از نقش رفتارهای انسانی باشد که اهمیت نظام های برنامه‌ریزی در کاهش اثرات مخرب حوادث طبیعی را نشان می دهد (Rashed and Weeks, 2017:1) در کشورهای توسعه یافته تلفات مالی حوادث طبیعی بیشتر از تلفات جانی است؛ اما در کشورهای در حال توسعه این امر عکس است که نشان دهندۀ برنامه‌ریزی صحیح در کشورهای توسعه یافته است (Ebert et al, 2008: 130) با این حال امکان کنترل و یا پیش بینی دقیق بلایای طبیعی وجود ندارد و آنچه امکان پذیر است برنامه‌ریزی درست و گام برداشتن در مسیر ساخت شهرهایی با آسیب پذیری کمتر در مواجه با یک بلای طبیعی است (Moehle et al, 2009: 2). در ایران به طور متوسط هر سال یک زلزله به بزرگی ۶ ریشتر و هر ۱۰ سال یک زلزله به بزرگی ۷ درجه در مقیاس ریشتر رخ می دهد (علیدوستی، ۱۳۷۱: ۵۰) بررسی‌ها نشان می‌دهد درصد بالایی از صدمات به طور مستقیم به وضعیت نامطلوب برنامه‌ریزی و شناسایی و کاهش خطرات شهری مربوط می‌شود. عوامل متعددی همچون کاربری نامناسب زمین، ساخت و طراحی نامناسب ساختمان و زیرساخت های ناکارآمد شهری موجب افزایش خطر سکونتگاه‌های انسانی شده است. چنین عواقبی بر اثر وجود آسیب‌پذیری در ابعاد مختلف زندگی بشر پدید می آیند که بررسی و شناسایی آنها مدیریت بحران را در کاهش خسارات ناشی از زلزله یاری خواهد داد (عیسی لو و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۴) در رأس عوامل و مؤلفه‌های مختلف؛ وضعیت بد عناصر کالبدی و کاربری های نامناسب شهری، شبکه ارتباطی ناکارآمد، بافت شهری فشرده وفرسوده، تراکم شهری بالا وضعیت بد استقرار کاربری های درمان، کمبود و توزیع نامناسب فضاهای بازشهری و... نقش اساسی در افزایش میزان آسیب‌های وارده به شهر در هنگام وقوع زمین لرزه دارند (سعیدنیا، ۱۳۸۷: ۱۸). احتمال آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در محیط های شهری به دلایلی از جمله مکان گزینی شهرها در نواحی مستعد خطر، رشد شهرنشینی و غیره بهطور آشکاری در دهه‌های اخیر در سراسر جهان افزایش یافته است. آسیب‌پذیری لرزه‌ای در محیط شهری با گذشت سال‌ها به دلیل افزایش پیچیدگی‌های محیط شهری افزایش یافته است (علوی و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۲). زلزله چه به لحاظ روانی و چه به لحاظ مالی به دلیل سرعت وقوع و حجم تخریب، آثار ویرانگری را به همراه داشته و در صدر بلایای طبیعی قرار دارد. بحران ناشی از لرزش زمین وقتی بسیار حاد می شود که:

۱- مدت زمان لرزش طولانی باشد؛ درجۀ لرزش در مقیاس ریشتر بالا باشد؛ مجتمع های زیستی به کانون لرزش نزدیک باشد و در مجتمع زیستی محل وقوع زلزله، جمعیت و امکانات بیشتری مستقر باشد؛ ۲- سازه‌های ساخته شده از استحکام کافی برخوردار نباشند و بستر طبیعی مجتمع های زیستی از جنس مناسب و مقاوم نباشند؛ ۳- زمان وقوع زلزله زمان مناسب نباشد (مانند شب هنگام) و سایر عوامل، پس در واقع درجۀ تخریب زلزله تابعی از عوامل دهگانه فوق است که البته عوامل فرعی دیگری نیز در این موضوع دخیل می باشند (زنگی آبادی و تبریز، ۱۳۸۵: ۱۱۶). معیارهایی چون دوری و نزدیکی به گسل، شتاب افقی زمین، تعداد طبقات، دانه بندی قطعات، دوری و نزدیکی به مراکز درمانی، عمق سطح ایستابی، تراکم ساختمانی بنا، میزان محصوریت معابر، قدمت ابنیه، فاصله از مراکز و تاسیسات خطرزا، عرض گذرگاه، دوری و نزدیکی به فضاهای بی‌کالبد، تراکم جمعیتی، کیفیت ابنیه، مصالح ابنیه و همجواری کاربری ها در کاهش یا افزایش آسیب‌ها و خسارت های ناشی از زلزله ثاثیر به سزایی دارند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۰۶).

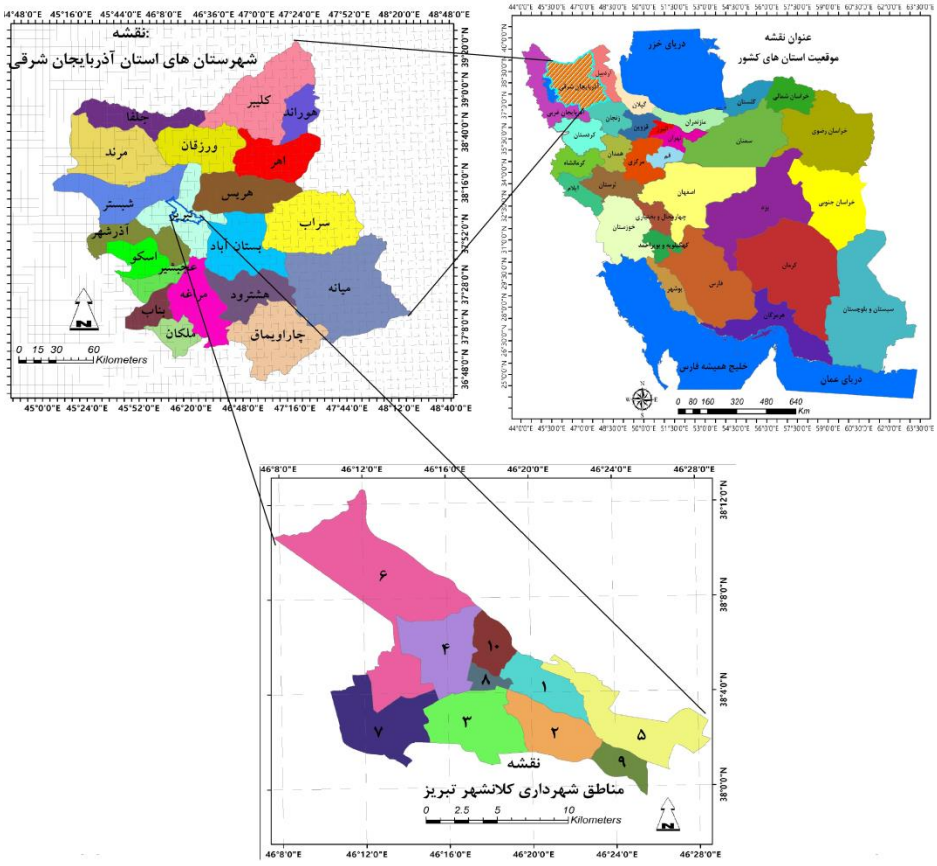
برنامه‌ریزی کاهش آسیب‌پذیری ناشی از عوارض زلزله

شهرها عالی‌ترین سیستم ها و شبکه‌های پیچیده‌ای هستند که تاکنون ظهور یافته‌اند (قربانی و همکاران، ۱۴۰۲: ۱۱۷). رشد سریع اغلب شهرها به افزایش میزان خسارات ناشی از زلزله در محدوده شهرها منجر شده است (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۳: ۶۰). ساخت و ساز اصولی با توجه به امکانات و محدودیت های طبیعی از جمله ویژگیهای توپوگرافی، ژئومورفولوژی و...، باعث می‌شود در مواقع بروز بحران زلزله در درون جوامع انسانی ابعاد فاجعه کم و قابل جبران باشد و این به نوبه خود احساس امنیت را برای انسان پدید می‌آورد. توسعه در مناطق نامناسب و در معرض خطر مناطق شهری کشورهای درحال توسعه، به‌دلیل ضعف

برنامه‌ریزی، بی توجهی در تعمیر و نگهداری و اسکان در اراضی در معرض خطر، به صورت عوامل مهمی در افزایش خسارات زلزله در آمده‌اند. برنامه‌ریزی کاهش عوارض زمین لرزه به منظور کاهش اثرات مخرب و مرگبار سانحه زلزله مورد عمل قرار می‌گیرد. این برنامه‌ریزی در سه بخش برنامه‌ریزی کالبدی کاهش عوارض زمین لرزه، برنامه‌ریزی اجتماعی–اقتصادی کاهش عوارض زمین لرزه، برنامه‌ریزی مدیریتی کاهش عوارض زمین لرزه، قابل طبقه بندی می‌باشد و در زیر به بخش‌های مذکور می‌پردازیم: ۱. برنامه‌ریزی کاهش عوارض زلزله این برنامه‌ریزی در دو مرحله انجام می‌گیرد: مرحله اول؛ ناحیه‌بندی یا پهنه‌بندی زلزله که به ارزیابی توزیع فضای خطر زلزله می‌پردازد. مرحله دوم؛ برنامه‌ریزی کاربرد اراضی که از طریق آن و به کمک ناحیه بندی زلزله‌ای می‌توان کاربری‌های در معرض خطر را شناسایی و برنامه اصلاحی را ارائه داد. ۲. برنامه‌ریزی اجتماعی –اقتصادی کاهش عوارض زلزله: این نوع برنامه‌ریزی بخشی از فرآیند توسعه در یک کشور محسوب می‌گردد به عبارت دیگر برنامه‌ریزی اجتماعی کاهش عوارض زلزله باید به نوعی ارتباط و پیوند یا ملاحظات فنی و مهندسی دیده شود و همینطور موضع اقتصاد و عوامل مختلف اقتصادی باید در کنار برنامه‌ریزی کلی کاهش عوارض لحاظ گردد همچنین چگونگی هدایت مراکز و نهادهای کاهش‌دهنده عوارض زلزله باید در برنامه‌ریزی مدیریتی کاهش عوارض زلزله مورد توجه قرار گرفته و بر انسجام و ارتباط امور و مدیریت آنها تاکید خاص گردد (صفری، ۱۳۷۶: ۱۵).

منطقه مورد مطالعه

شهرستان تبریز از سمت شمال با شهرستان‌های ورزقان، شبستر و هریس، از شرق و جنوب شرقی با شهرستان‌های هریس و بستان‌آباد، از جنوب با شهرستان مراغه، از غرب و جنوب غربی با شهرستان‌های شبستر و اسکو همجوار می‌باشد. شهرستان تبریز دارای ۳ بخش و ۵ شهر، ۶ دهستان و ۷۵ روستا می باشد (دفتر تقسیمات سیاسی، ۱۴۰۲).



شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (کلان شهر تبریز)

موقع جغرافیایی و استقرار شهر تبریز در محل مقاطع دره‌ها و شیب‌های ملایم، باعث موقعیت استراتژیک این شهر شده است (ملکی، ۱۳۹۱: ۸۳). شهر تبریز به عنوان بزرگ‌ترین متروپل شمال غرب ایران به همراه عوامل اقتصادی و انسانی و به ویژه مرزهای سیاسی و فرهنگی، طرق ارتباطی داخلی و راه‌های ترانزیتی به کشورهای همجوار (شوروی سابق، ترکیه و عراق) باعث ایجاد یک موقعیت ممتاز و استراتژیک برای شهر تبریز شده است (اصغری زمانی، ۱۳۷۹: ۱۴۶). به علاوه، عواملی، همچون: وجود آب فراوان در مکانیابی شهر، تأثیر بسزایی داشته است. شهر تبریز مرکز استان آذربایجان شرقی با وسعتی بالغ بر ۲۴۴۷۸/۱۷ هکتار در ۳۷ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۷ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی واقع‌شده است (شکل ۱). بزرگ‌ترین رود تبریز، آجی چای است که از کوه‌های سبلان سرچشمه می‌گیرد (حسین زاده دلیر و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱) (عمرانی، ۱۳۸۵: ۱۵). تبریز همواره در طول تاریخ گسترش خود، زمینلرزه‌های مخربی را تجربه کرده است. براثر رویداد زمینلرزه‌های یاد شده، این شهر بارها ویران و دوباره از نو و در همان جایگاه پیشین بنا شده است. یکی از بارزترین معضلات این شهر گسترش آن بر روی پهنه یکی از جنباترین سرچشمه‌های لرزه‌زای ایران زمین یعنی گسل شمال تبریز می‌باشد. آنچه تبریز را در مقوله زلزله از دیگر شهرها متمایز می‌کند و ویرانی‌های زیادی را در صورت وقوع زلزله احتمالی بر جای می‌گذارد، وجود گسل طولی است که از غرب تا شرق استان آذربایجان شرقی کشیده شده است. استقرار سکونتگاه‌های شهر تبریز در مجاورت گسل بزرگ تبریز که از شمال آن می‌گذرد، وجود مخروط افکنه بزرگ مهران‌رود و آجی چای در جلگه تبریز و به‌تبع آن غنی بودن آب‌های زیرزمینی و حاصل خیز بودن خاک‌های جلگه مسیر ترانزیتی اروپا سبب استقرار و توسعه شهر تبریز در کنار گسل خطرناک شده است تاریخ کهن شهر تبریز امکان ثبت زلزله‌های تاریخی را فراهم آورده است، جهت واقف شدن به اهمیت موضوع زمین‌لرزه‌های شهر تبریز، ذکر این نکته کافی است که زلزله ۱۸ دی‌ماه سال ۱۱۵۸ه.ش به‌عنوان یکی از مخرب‌ترین و مرگبارترین زلزله‌های جهان با ۷۷ هزار کشته، خودنمایی می‌کند (ملکی، ۱۴۰۲). از دیدگاه لرزه‌خیزی، در طی دو سده گذشته، زمین‌لرزه‌های بزرگی بر روی گسل شمال تبریز روی‌داده است، در میان زمین‌لرزه‌های تاریخی روی‌داده در ناحیه تبریز، زمین‌لرزه‌های ویرانگر سال ۱۰۴۲ و ۱۷۲۱ میلادی به بزرگی ۷/۳ با گسیختگی سطحی در راستای گسل شمال تبریز همراه بوده‌اند. زمین‌لرزه‌های سال ۱۷۲۱، ۱۷۷۹ میلادی که به فاصله زمانی کمی (کمی بیش از ۶۰ سال) از یکدیگر روی‌داده‌اند، به ترتیب دست‌کم ۵۰ و ۶۰ کیلومتر گسلش سطحی پدید آورده‌اند (Ambraseys & Melville, 1982). که در جدول زیر بیشینه پارامترهای شدیدزمین در گستره استان آذربایجان شرقی به تفصیل نمایش داده شده است.

جدول ۱. محاسبه جنبش بیشینه پارامترهای شدیدزمین در گستره استان آذربایجان شرقی

ردیف	شهر و مرکز بخش	سرچشمه خطی لرزه زا (مهمترین سرچشمه لرزه زا نسبت به شهر)						بیشینه پارامترهای جنبش شدید زمین MCE		
		گسل	طول (کیلومتر)	طول گسیختگی (کیلومتر)	بزرگا	شدت بیشینه بر روی گسل I(MSK)	زمین لرزه منتسب	فاصله از گسل (کیلومتر)	بیشینه شتاب افقی (g٪)	بیشینه شدت در محل IMSK
۱	تبریز	گسل شمال تبریز	۱۵۰	۵۸	۷/۳	Ix	۸۵۸، ۱۰۴۲، ۱۲۷۳، ۱۳۰۴، ۱۳۴۵، ۱۶۶۴، ۱۷۱۷، ۱۷۲۱، ۱۷۸۰، ۱۵۵۰، ۱۸۱۹، ۱۸۵۶ میلادی	۱	۶۴٪	IX
۲	مراغه	گسل شمال تبریز	۱۵۰	۵۸	۷/۳	Ix		۷۰	۱۸٪	VI
۳	هریس	گسل جنوب اهر	۶۲	۲۳	۶/۵	VII+		۲۰	۲۸٪	VI+
۴	میانه	گسل شمال تبریز(بخش دوم)	۱۸۵	۳۸	۷/۳	Ix	زلزله‌های یاد شده در فوق	۳۸	۳۵٪	VII+
۵	مهربان	گسل شمال تبریز	۱۵۰	۵۸	۷/۳	Ix		۳۰	۳۶٪	VII+
۶	جلفا	گسل نخجوان	۱۰۰	۳۷	۶/۹	VIiI+		۲۵	۳۳٪	VII+
۷	اهر	گسل جنوب اهر	۶۲	۲۳	۶/۵	VII+		۸	۳۶٪	VII+
۸	بستان آباد	گسل شمال تبریز	۱۵۰	۵۸	۷/۳	Ix		۲	۶۳٪	IX
۹	مرند	گسل شمال تبریز	۱۵۰	۵۸	۷/۳	Ix		۱۰	۵۴٪	VIII+
۱۰	آذرشهر	گسل شمال تبریز	۱۵۰	۵۸	۷/۳	Ix		۵۲	۲۳٪	VII+

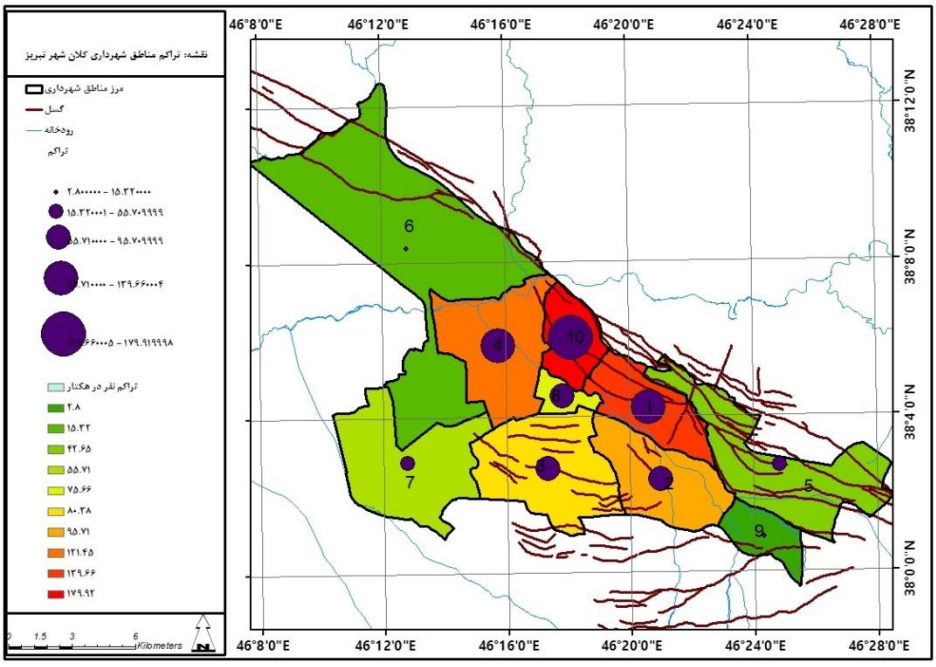
۱۱	سراب	گسل شمال تبریز	۱۵۰	۵۸	۷/۳	Ix		۴۷	۲۶٪	VII+
۱۲	هشترود	گسل سراسکند	۵۰	۱۸/۵	۶/۳	VII+		۲	۴۱٪	VII+
۱۳	عجب شیر	گسل شمال تبریز	۱۵۰	۵۸	۷/۳	ix		۷۰	۲۱٪	VI+
۱۴	شبستر	گسل شرفخانه	۴۵	۱۷	۶/۲	VII+		۵	۳۲٪	VII+
۱۵	کلیبر	گسل دشت مغان	۸۵	۳۱/۵	۶/۷	VIiI+		۴۵	۲۰٪	VI+
۱۶	بناب	گسل شمال تبریز	۱۵۰	۵۸	۷/۳	ix		۷۵	۱۶٪	VI+

ماخذ: (ملکی، ۱۴۰۲) به نقل از (مهندسین مشاور نقش محیط، ۱۳۹۵ با اقتباس از مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، بررسی مقدماتی لرزه‌خیزی در آذربایجان)

جدول ۲. تراکم مناطق دهگانه شهری کلان شهر تبریز

مناطق	مساحت به متر	هکتار	درصد مساحت	تراکم نفر در هکتار	جمعیت کل طبق سرشماری ۱۳۹۵
۱	۱۵۶۵۵۶۱۶/۲۴	۱۵۶۵/۵۶	۶/۴۰	۱۳۹/۶۶	۲۱۸۶۴۷
۲	۲۰۵۳۲۵۶۵/۰۲	۲۰۵۳/۲۶	۸/۳۹	۹۵/۷۱	۱۹۶۵۰۷
۳	۲۸۵۴۸۸۰۰/۱۱	۲۸۵۴/۸۸	۱۱/۶۶	۸۰/۳۸	۲۲۹۴۷۴
۴	۲۵۹۵۲۳۷۵/۷۱	۲۵۹۵/۲۴	۱۰/۶۰	۱۲۱/۴۵	۳۱۵۱۸۳
۵	۳۱۵۶۶۹۶۷/۹۶	۳۱۵۶/۷۰	۱۲/۹۰	۴۲/۶۵	۱۳۴۶۲۰
۶	۷۱۱۰۸۲۱۱/۷	۷۱۱۰/۸۲	۲۹/۰۵	۱۵/۳۲	۱۰۸۹۵۹
۷	۲۹۰۵۴۵۰۴/۶۲	۲۹۰۵/۴۵	۱۱/۸۷	۵۵/۷۱	۱۶۱۸۷۳
۸	۳۸۸۳۶۰۴/۴۸۵	۳۸۸/۳۶	۱/۵۹	۷۵/۶۶	۲۹۳۸۴
۹	۸۰۳۲۴۴۸/۹۰۸	۸۰۳/۲۴	۳/۲۸	۲/۸۰	۲۲۵۰
۱۰	۱۰۴۴۶۵۸۷/۵۹	۱۰۴۴/۶۶	۴/۲۷	۱۷۹/۹۲	۱۸۷۹۵۸
جمع	۲۴۴۷۸۱۶۸۲/۳	۲۴۴۷۸/۱۷	۱۰۰/۰۰	۸۰۹/۲۶	۱۵۸۴۸۵۵

ماخذ: نگارندگان و استفاده از برآورد آخرین نقشه مصوب شهر تبریز و داده‌های جمعیتی آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن (۱۳۹۵)



شکل ۲. تراکم و توزیع فضایی جمعیت مناطق شهرداری تبریز ماخذ: نگارندگان

با توجه به شکل و جدول فوق میانگین تراکم مناطق حدود ۸۱ نفر در هکتار است و کمترین مساحت منطقه شهرداری مربوط به منطقه ۸ و بیشترین مساحت مربوط به منطقه ۶ و کمترین تراکم جمعیت مربوط به منطقه ۹ و بیشترین تراکم مربوط به منطقه ۱۰ می‌باشد و مناطق دیگر نیز به تفصیل در جدول نمایان است. با نگاهی به جدول کاربری‌های غالب می‌توان به این نتیجه رسید که منطقه۹، ۷ و ۶ شهرداری بعنوان مناطق صنعتی و مناطق ۸ بافت تاریخی، تجاری و کهن شهر و مناطق ۱۰ و تاحدودی ۵ و ۳ و ۷ و ۴ مناطق با محلات حاشیه نشین می‌باشند و توضیحات کاربری‌های مناطق دیگر در جدول به تفصیل شرح داده شده است.

جدول ۳. نقش و ویژگی‌های مناطق ۱۰ گانه کلان شهر تبریز

منطقه	کاربری‌های شاخص و عملکرد غالب
۱	- خصلت غالب منطقه یک به لحاظ عملکرد آن (بدون احتساب کارکرد مسکونی)، نقش اداری در مقیاس شهری و فراشهری است. بافت طراحی شده منطقه شامل محلات و کوی‌های یده‌لو، بیلانکوه، پل سنگی، راهنمایی، سیلاب، صالح‌آباد (سیابان، سیاوان)، عباسی، قوشخانه (سیلاب قوشخانه)، کوی حصارک، کوی گلکار، کوی وحدت، گلپارک، ولیعصر، یوسف‌آباد و... سطوح باز و فضای سبز منطقه شامل پارک جنگلی باغمیشه، پارک ولیعصر، پارک چشم انداز و... است. و عمده‌ترین فعالیت‌های مستقر در منطقه شامل خرده فروشی غذا و آشامیدنی‌ها، کالاهای دارویی و لوازم خانگی است و بیشترین سطح کاربری منطقه بعد از شبکه معابر، کاربری مسکونی و کمترین آن کاربری جهانگردی و... است. - ادارات و سازمان‌های دولتی واقع در شرق تبریز (منطقه ۱) عبارتند از: اداره جهاد کشاورزی شهرستان تبریز، اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان، اداره کل بهزیستی استان، اداره کل بیمه و تأمین اجتماعی استان، اداره کل دادگستری استان، اداره کل راهنمایی و رانندگی استان، اداره کل فرهنگ و ارشاد اسلامی استان، اداره کل منابع طبیعی استان، بنیاد شهید و امور ایثارگران استان، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی استان، جمعیت هلال احمر استان، سازمان توسعه و عمران عون بن علی، سازمان قطار شهری، سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی استان، شرکت آب منطقه‌ای استان، شرکت امور سرمایه‌گذاری و مشارکت، شرکت توزیع نیروی برق تبریز، شهرداری منطقه ۱
۲	- کاربری مسکونی، بیشترین سطح از مساحت منطقه را شامل می‌شود که بیانگر غلبه کاربری مسکونی در منطقه دو است. یکی از ویژگیهای منطقه دو، وجود اراضی بایر در منطقه است که در رتبه اول کاربری‌ها قرار دارد. ائل‌گلی (ایل‌گلی، شاه‌گلی) در محدوده ناحیه یک، پارک بزرگ تفریحی ایل گلی در ناحیه دو، دانشگاه تبریز، محله زعفرانیه و تعدادی از کاربری‌های فرامنطقه‌ای، آبرسان، بزرگمهر، بهارستان، پرواز، حافظ، دادگستری، رجایی‌شهر و ویلاشهر، شمس‌آباد، شهید رجایی، کوی فردوس، گلشهر، مخابرات، میرداماد، ولیعصر جنوبی، یاغچیان و... - ادارات و سازمان‌های دولتی واقع در جنوب شرق تبریز (منطقه ۲) عبارتند از: اداره کل اوقاف و امور خیریه استان، اداره کل هواشناسی استان، دفتر نمایندگی وزارت امور خارجه، سازمان پارک‌ها، سازمان فرهنگی و هنری شهرداری، شرکت آب و فاضلاب استان، شرکت آب و فاضلاب روستایی استان، شرکت مخابرات استان، شهرداری منطقه ۲، مدیریت نقشه‌برداری استان، مرکز صدا و سیمای استان، معاونت مدیریت و برنامه‌ریزی استانداری و...
۳	- محلات اصلی مسکونی (منطقه ۳) عبارتند از: اسلام‌آباد، امامیه، تجلایی، چرنداب، حکیمی (حکیم نظامی، آخر شهناز)، دانش، زنگوله‌باغ، ساری زمین، طالقانی (شهرک سفیر امید)، کوی دانشگاه، لکلر، مارالان، منظریه و... قرار گرفتن کاربری‌های عمده شهری به خصوص پایانه مسافربری تبریز، تئاتر تبریز و... دارد و در این منطقه کاربری نظامی بیشترین وسعت را دارد. - ادارات و سازمان‌های دولتی واقع در جنوب تبریز (منطقه ۳) عبارتند از: اداره کل آموزش و پرورش استان، اداره کل پست استان، سازمان آمار و فناوری اطلاعات شهرداری، سازمان پایانه‌های مسافربری، سازمان تاکسیرانی، سازمان عمران، سازمان زیباسازی شهرداری، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران، شرکت خانه‌سازی پیش‌ساخته آذربایجان، شهرداری تبریز، کمیته امداد امام خمینی استان و...
۴	- محلات مسکونی منطقه شامل: آخونی، احراب (اهراب)، اسکویی، امیرباغی (باغ امیر)، امیرخیز، جمشیدآباد، چشمه‌لی داغ، چوخورلار، چوسدوزان (چوستدوزان)، حکم‌آباد، حیدرآباد، رضوانشهر، شتیل باغی، شهرک شهید بهشتی، قره‌آغاج، قمتپه (قومتپه)، قوروخ باغی، کوچه‌باغ، کوره‌باشی، کوی فیروز، لاک دیزک (لاک دیزج)، ملاعلی‌اکبر، وزیرآباد و... ادارات و سازمان‌های دولتی واقع در غرب تبریز (منطقه ۴) عبارتند از: اداره کل تعاون، کار و رفاه اجتماعی استان، سازمان جهاد کشاورزی، سازمان خدمات موتوری شهرداری، سازمان ورزش، شرکت گاز، شرکت واحد اتوبوسرانی تبریز و حومه، شهرداری منطقه ۴ و...
۵	- محله‌های اصلی شمال شرق تبریز (منطقه ۵) عبارتند از: الهیه، فرشته، نصر، بارنج، باغمیشه، خلعت‌پوشان، رشدیه، شهید بهشتی، کرکج، مرزداران، ولی‌امر و... - شهرداری منطقه ۵ و برخی ادارات دیگر در این منطقه قرار دارد. منطقه ۵ از نرخ رشد بالای جمعیتی نسبت به سایر مناطق برخوردار است.
۶	- منطقه ۶ در ناحیه شمال غربی کلانشهر تبریز یکی از ناطق بزرگ محسوب می‌شود. با اینکه وسعت بیشتری دارد ولی به دلیل استقرار صنایع و فضاهای عمده فعالیتی تبریز و فرودگاه و راه آهن و... یکی از کم تراکم ترین مناطق شهر و محور حمل و نقل برون شهری-برون مرزی است. محله‌های اصلی شمال غرب تبریز (منطقه ۶) عبارتند از:آناخاتون، الوار علیا، خانه‌های سازمانی نیروی هوایی، خطیب، شنب غازان (شام غازان)، شهرک امام خمینی (خانه‌سازی)، شهرک راه‌آهن، قراملک، قره‌لر باغی، شهرک شهید صیاد شیرازی و... - ادارات و سازمان‌های دولتی واقع در شمال غرب تبریز (منطقه ۶) عبارتند از: اداره کل آموزش فنی و حرفه‌ای استان، اداره کل پشتیبانی امور دام استان، اداره کل راه و ترابری استان، اداره کل راه‌آهن آذربایجان، اداره کل فرودگاه‌های استان، اداره کل گمرکات استان، شهرداری منطقه ۶ و... موقعیت جغرافیا شهرداری منطقه شش تبریز: این منطقه قسمت بزرگی از نواحی شمال‌غربی شهر تبریز را دربرمی‌گیرد. محدوده و حوزه استحفاظی این منطقه از سمت شمال از میدان شهید بابایی تا شهرک شهید صیاد شیرازی ادامه می‌یابد و فرودگاه بین‌المللی شهید مدنی تبریز و پایگاه دوم شکاری شهید فکوری را شامل می‌شود. از سمت جنوب به بزرگراه شهید بابایی و باغات محله حکم‌آباد منتهی می‌شود. از سمت غرب به بزرگراه کارگر و سرحد غربی شهرداری منطقه چهار ختم می‌شود و از سمت شرق نیز از جاده روستای مایان و سه‌راهی مرند تا میدان راه‌آهن را شامل می‌شود. محله تاریخی شنب غازان، محله تاریخی قراملک، شهرک راه‌آهن، شهرک شهید بهشتی (خانه‌های سازمانی شرکت ماشین‌سازی تبریز) در این منطقه قرار گرفته‌اند.

۷	- محله‌های اصلی جنوب غرب تبریز (منطقه ۷) عبارتند از: آخماقیه (شهرک شهید چمران)، اشرفی لاله (لاله)، برادران، بهاران، خلجان، دیزل‌آباد، رسالت، رواسان، شهرک اندیشه، شهید باکری، قوروخ کوشنی، کوجووار، کوی لاله، کوی مکرر، نور و... - ادارات و سازمان‌های دولتی واقع در جنوب غرب تبریز (منطقه ۷) عبارتند از: اداره کل کتابخانه‌های عمومی استان، سازمان آرامستان‌ها، شهرداری منطقه ۳، شهرداری منطقه ۷، کانون پرورش فکری کودکان و نوجوانان استان و.. منطقه ۷ شهرداری تبریز، به دلیل واقع‌شدن در ابتدای ورودی جنوب غربی تبریز، بوستان‌های متعددی را در خود گنجانده‌است. از جمله؛ این بوستان‌ها می‌توان به بوستان‌های آخماقیه، پونک، چشم‌انداز، ستارخان، صفا و نیلوفر اشاره کرد. کتابخانه عمومی شهید خلیل فاتح» که به تازگی افتتاح گردیده است، تنها کتابخانه عمومی در سطح منطقه ۷ تبریز محسوب می‌گردد.، خانه فرهنگ اندیشه» نیز یکی دیگر از مراکز فرهنگی منطقه ۷ تبریز است که در تیرماه سال ۱۳۸۵ خورشیدی افتتاح شده است. منطقه ۷ شهرداری تبریز، یکی از مراکز بزرگ صنعتی در شهر تبریز و حتی در کل ایران محسوب می‌شود. مراکز متعدد صنعتی، از جمله کارخانجات شرکت تراکتورسازی ایران، پالایشگاه نفت تبریز، نیروگاه حرارتی و گازی تبریز، پتروشیمی تبریز و... در این منطقه فعالیت می‌کنند.
۸	- محله‌های اصلی مرکز تبریز (منطقه ۸) عبارتند از: بازار، بالاحمام، تربیت، خاقانی، راست‌کوچه (راسته‌کوچه)، مقصودیه و.... - ادارات و سازمان‌های دولتی واقع در مرکز تبریز (منطقه ۸) عبارتند از: اتاق بازرگانی، صنایع و معادن تبریز، اداره کل امور اقتصادی و دارایی استان، اداره کل ثبت احوال استان، اداره کل ثبت اسناد و املاک استان، اداره کل حمل و نقل و پایانه‌های استان، اداره کل دخانیات استان، استانداری آذربایجان شرقی، سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی، سازمان حمل و نقل و ترافیک، شرکت برق منطقه‌ای آذربایجان، شرکت عمران و توسعه آذربایجان، فرمانداری تبریز، فرماندهی نیروی انتظامی استان و.... - منطقه هشت کم وسعت ترین منطقه وکانون عمده فعالیت های اقتصادی شهر است و محور گردشگری و مهم‌ترین آثار تاریخی و باستانی شهر تبریز، همانند بازار تبریز، مسجد کبود، مسجد جامع تبریز، ارگ تبریز، کاخ شهرداری تبریز و... را در خود جای داده است.محله‌های قدیمی شهر تبریز همانند «راسته‌کوچه»، «چهارمنار»، «سنجران»، «میارمیار»، «دوه‌چی»، «سرخاب»، ایچری‌ارمنستان و نیز همه دروازه‌های تاریخی شهر تبریز، شامل «دمیرقاپی»، «درب باغمیشه»، «درب سرخاب»، «درب دوه‌چی»، «درب استانبول»، «درب گجیل»، «قالاقاپوسی»، «درب نوبر» و «درب خیابان» در این منطقه ساخته شده‌اند. ولی بر اثر حوادث طبیعی، تنها درب خیابان سالم باقی مانده است و بقیه درب‌ها به طور کلی ویران شده‌اند و هم‌اکنون اثری از آن‌ها برجای نمانده است. همچنین، محله‌های ثروتمندنشین شهر تبریز که اشراف و بزرگان شهر در آن‌ها سکونت داشته‌اند و دارند، در این منطقه واقع شده‌اند. از میان این محله‌ها می‌توان به کوی امام جمعه، کوی اسلامیه، کوی انگج، کوچه حرمخانه، کوی عین‌الدوله، کوی کرباسی، کوی کلکته‌چی، کوی مجتهد، کوی مجیدالملک، کوی مسجد جامع، کوی میارمیار و کوی ارمنستان اشاره کرد. - برطبق شواهد، درگذشته اپیک‌یولی (راه ابریشم) از این منطقه عبور می‌کرده است و باعث رونق تبریز بوده است. مهم‌ترین کلیساهای ارامنه آذربایجان، همچون کلیساهای «مریم مقدس»، «سن‌ونسان»، «کاتولیک‌ها» و... در این منطقه واقع شده‌اند. مهم‌ترین موزه‌های استان آذربایجان شرقی و شهر تبریز، همانند «موزه آذربایجان»، «موزه مشروطه»، «موزه قرآن و کتابت»، «موزه فرش» و «موزه ارامنه» نیز در این منطقه واقع شده‌اند.
۹	- کم جمعیت ترین منطقه شهرداری، محله‌های اصلی خاوران (منطقه ۹) عبارتند از: خاوران، فتح‌آباد و... ادارات و سازمان‌های دولتی واقع در خاوران (منطقه ۹) عبارتند از: شهرداری منطقه ۹ که در سال ۱۳۸۸ تأسیس شده است. این منطقه شامل شهرک خاوران و حوزه اطراف آن است.
۱۰	- محله‌های اصلی شمال تبریز (منطقه ۱۰) عبارتند از: ارم، جهودیلر، حسن‌آباد، خلیل‌آباد، سرخاب، شتربانی (دوه‌چی)، شربت‌زاده، ششگلان، علی‌نژاد، محمدیه، منبع و...

ماخذ: ملکی، ۱۴۰۲

داده و روش‌ها

آنچه مسلم است این است که آسیب‌پذیری زلزله هرچقدر کمتر باشد خسارات جانی و مالی کمتر و بالعکس است در این بین برای انجام برنامه‌ریزی‌های مطلوبتر و و ارزیابی خطر لازم است که انتخاب و گزینش مولفه‌ها و شاخص‌های مرتبط دقیق انجام پذیرد. در مقاله حاضر؛ مولفه‌های طبیعی، کالبدی، اجتماعی و اقتصادی و شاخص‌های مورد پرسش، متناسب با اهداف و اصول پدافندغیرعامل شهری و در همپوشی با مطالعاتی که در مقالات، طرح های پژوهشی و... انجام گرفته بود تهیه و تدوین شدند. این مولفه‌ها و شاخص‌ها عبارتند از: ۱. بلوک جمعیتی ۱۳۹۵ (با ستون مرد و زن، باسواد و بی سواد و...) ۲. شبکه معابر ۳. خطوط گسل و... که در جدول ۴ به تفصیل نمایش داده شده است تا در تحلیل آسیب‌پذیری مناطق دهگانه شهرداری شهر تبریز و بعنوان داده ورودی مدل‌ها مورد استفاده قرار گیرند. که در ادامه میزان تاثیرگذاری مولفه‌ها به وسیله روش بردار ویژه مورد سنجش قرار گرفت و با استفاده ازدیدگاه تعداد ۳۰ نفر کارشناس خبره در حوزه برنامه‌ریزی و زلزله، جدولی از مولفه‌ها بصورت تحلیل کیفی تهیه شد و در نهایت، نظرات متخصصان در قالب جدول ۵ به صورت کمی استخراج گردید.

جدول ٤. مولفه‌ها و شاخص‌های موثر در آسیب‌پذیری ناشی از زلزله کلان شهر تبریز

مولفه‌ها	ردیف	شاخص‌ها	مولفه‌ها	ردیف	شاخص‌ها
اجتماعی	۱	تراکم جمعیت	طبیعی	۲۶	فاصله از رودخانه
	۲	تراکم خانوار		۲۷	فاصله از قنات، چشمه و چاه
	۳	تراکم نسبت سالخوردگی	کالبدی	۲۸	فاصله از خیابان‌ها و شبکه ارتباطی

	۴	نسبت جنسی		۲۹	تراکم واحدهای آپارتمان
	۵	نسبت جوانی		۳۰	فاصله از ایستگاه آتش نشانی
	۶	تراکم جمعیت زیر ۱۰سال		۳۱	فاصله از مراکز درمانی و بیمارستان (اورژانس، بیمارستان، درمانگاه و...)
	۷	تراکم جمعیت ۱۰ الی ۴۵ سال		۳۲	فاصله از مراکز نظامی
	۸	تراکم جمعیت ۴۵ سال و بالاتر		۳۳	فاصله از مراکز صنعتی
	۹	تراکم جمعیت باسواد مرد		۳۴	عمر بنا
	۱۰	تراکم جمعیت باسواد زن		۳۵	کیفیت ابنیه
اقتصادی	۱۱	تراکم نرخ اشتغال		۳۶	تراکم سازه‌های اسکلت فلزی
	۱۲	تراکم نرخ بیکاری		۳۷	تراکم سازه‌های بتن آرمه
	۱۳	تراکم شاغلین مرد و زن		۳۸	تراکم سازه‌های آجر و آهن
	۱۴	تراکم بیکاران مرد و زن		۳۹	تراکم سازه‌های خشت چوب و گل
	۱۵	تراکم بار وابستگی		۴۰	تراکم سازه‌های آجر، سیمان و سنگ
	۱۶	تراکم تکفل		۴۱	کاربری اراضی (سازگاری اراضی)
	۱۷	تراکم فعالیت واقعی		۴۲	تراکم مساحت ۱۰۰ متر مربع و پایین‌تر
	۱۸	تراکم واحد های استیجاری		۴۳	تراکم مساحت ۲۰۰-۱۰۰ متر مربع
	۱۹	تراکم مالکیت		۴۴	تراکم مساحت ۲۰۰ متر مربع و بالاتر
	۲۰	تراکم نسبت خانوار به مسکن		۴۵	کاربری‌های امن و چندمنظوره (استادیوم، پارک، فضاهای باز و بایر و اراضی زراعی و باغات و...)
	۲۱	تراکم جمعیت غیر فعال		۴۶	فاصله از کاربری‌های اشتعالی (مراکز تقلیل و تقویت فشار گاز و پمپ گاز و بنزین) به متر
	۲۲	تراکم جمعیت فعال		۴۷	فاصله از خطوط نیرو و سوخت (نفت، برق فشار قویی و گاز و...)
طبیعی	۲۳	درصد شیب		۴۸	فاصله از خطوط ریلی و مترو
	۲۴	زمین شناسی			
	۲۵	فاصله از خط گسل			

ماخذ: دیدگاه صاحب نظران و اقتباس از (ملکی، ۱۴۰۲) و (قنبری و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۷) (فاضل و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۲۴) و (نور الهی و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۷).

یادآور می‌شود که معادل بسیار مناسب عدد۹، مناسب ۷ و نامناسب ۵ و بسیار نامناسب ۳ جایگزین شده است. در نهایت وضعیت مناطق شهرداری کلان شهر تبریز پس از ارزش‌گذاری به وسیله متخصصین امر، در مدل‌های ویکور و تاپسیس فازی مورد تحلیل قرار گرفت. بعد از آن، به تحلیل نقشه خروجی به‌دست‌آمده در جهت مقایسه مناطق شهری ازنظر توسعه کالبدی و... اقدام گردید و نتایج علمی ازجمله تعیین جهات بهینه توسعه آتی، کاستن از آثار بحرانی زلزله با شناسایی محدوده‌های آسیب‌پذیر، مناطق امن و ناامن شهری، میزان آسیب‌پذیری مناطق سکونتگاهی متناسب با کاستی‌های به‌دست‌آمده از پهنه‌بندی منتج شد.

جدول ۵. اولویت بندی مناطق شهر تبریز از نظر آسیب‌پذیری دربرابر زلزله

مولفه	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
طبیعی	۳	۷	۷	۷	۳	۵	۷	۵	۳	۳
اقتصادی	۷	۷	۵	۵	۷	۵	۵	۷	۷	۵
اجتماعی	۹	۹	۷	۵	۷	۷	۵	۷	۷	۵
کالبدی	۷	۹	۷	۷	۹	۷	۷	۵	۹	۵

تجزیه و تحلیل داده‌ها

روش بردار ویژه برای تعیین وزن مولفه‌ها

در مرحله اول جمع مقادیر هر سطر را بدست آورده و آنها را بر جمع کل مقدار ماتریس تقسیم نموده که وزن حاصل شود.

جدول ٦. ماتریس مقایسات زوجی حاصل از نظر سنجی

شاخص	طبیعی	اقتصادی	اجتماعی	کالبدی	مجموع مقایر هر سطر	وزن
طبیعی	۱/۰۰۰	۶/۰۰۰	۵/۰۰۰	۲/۰۰۰	۱۴/۰	۰/۴۴۰۲۵۲
اقتصادی	۰/۱۶۷	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	۱/۷	۰/۰۵۳۴۵۹
اجتماعی	۰/۲۰۰	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۴۰۰	۴/۶	۰/۱۴۴۶۵۴
کالبدی	۰/۵۰۰	۵/۰۰۰	۵/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱۱/۵	۰/۳۶۱۶۳۵
					۳۱/۸	

جدول ۷. اختلاف وزن با وزن مرحله قبل

شاخص	طبیعی	اقتصادی	اجتماعی	کالبدی	مجموع	وزن	اختلاف وزن با وزن مرحله قبل
طبیعی	۴/۰	۳۷/۰	۲۲/۰	۷/۲	۷۰/۲	۰/۴۸۳۵۷۲	۰/۰۴۳۳۲۰
اقتصادی	۰/۵	۴/۰	۲/۵	۰/۹	۷/۹	۰/۰۵۴۲۱۱	۰/۰۰۰۷۵۲
اجتماعی	۱/۱	۹/۲	۵/۰	۱/۸	۱۷/۱	۰/۱۱۷۷۹۳	-۰/۰۲۶۸۶۱
کالبدی	۲/۸	۲۸/۰	۱۴/۲	۵/۰	۵۰/۰	۰/۳۴۴۴۲۴	-۰/۰۱۷۲۱۱
					۱۴۵/۲		

بعد از انجام این مرحله ۵ مرحله دیگر اختلاف وزن با وزن‌های مراحل قبلی را انجام خواهیم داد تا جدول نرمال‌تر شود.

جدول ۸. اختلاف وزن با وزن مراحل قبل

شاخص	طبیعی	اقتصادی	اجتماعی	کالبدی	مجموع	وزن	اختلاف وزن با وزن مرحله قبل
طبیعی	۲۷۹۴۸/۰	۲۴۷۴۹۱/۰	۱۳۸۹۰۴/۸	۴۸۲۴۷/۶	۴۶۲۵۹۱/۴	۰/۴۸۴۹۴۳	-۰/۰۰۰۰۰۱
اقتصادی	۳۲۶۰/۰	۲۸۸۶۸/۵	۱۶۲۰۲/۵	۵۶۲۷/۸	۵۳۹۵۸/۸	۰/۰۵۶۵۶۶	۰/۰۰۰۰۰۰
اجتماعی	۶۹۴۲/۹	۶۱۴۸۲/۲	۳۴۵۰۷/۰	۱۱۹۸۵/۸	۱۱۴۹۱۷/۹	۰/۱۲۰۴۷۰	۰/۰۰۰۰۰۰
کالبدی	۱۹۴۸۰/۷	۱۷۲۵۰۹/۲	۹۶۸۲۱/۳	۳۳۶۳۰/۲	۳۲۲۴۴۱/۴	۰/۳۳۸۰۲۱	۰/۰۰۰۰۰۰
					۹۵۳۹۰۹/۵		

جدول ۹. جدول نهایی و خروجی حاصل از روش بردار ویژه

شاخص	وزن
طبیعی	۰/۴۸۴۹۴۳
اقتصادی	۰/۰۵۶۵۶۶
اجتماعی	۰/۱۲۰۴۷۰
کالبدی	۰/۳۳۸۰۲۱
مجموع	۱/۰۰۰۰

با توجه به خروجی مدل بردار ویژه مولفه طبیعی دارای بیشترین وزن و به ترتیب مولفه‌های کالبدی، اجتماعی و اقتصادی در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

مدلتاپسیس فازی (TOPSIS Fuzzy)

یکی از مشهورترین روش‌های شناخته شده که به طور گسترده برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده می‌شود، روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی است از این روش در پژوهش‌های زیادی به منظور رتبه بندی و انتخاب گزینه‌ها استفاده شده است. یکی دیگر از این مدل‌ها تاپسیس فازی است که برای اولین بار چن و همکاران در سال ۱۹۹۲ آن را مطرح کردند. دراین مدل، وزن‌ها و ماتریس تصمیم‌گیری به صورت اعداد فازی تعریف می‌شوند و همانند تاپسیس کلاسیک براساس فاصله از ایده آل مثبت و منفی رتبه بندی می‌کند. در تحقیقات بسیاری از این روش بهره گرفته شده است (ملکی، ۱۴۰۰: ۱۷۹). برای اولویت بندی مناطق کلان شهر تبریز از نظر آسیب‌پذیری از زلزله از مدل تاپسیس فازی استفاده شده است. در مرحله اول هریک از متغیرهای زبانی که به وسیله پرسشنامه تکمیل شده است برای تمام شاخص‌ها و مناطق کلان شهر تبریز وارد جدول و سپس متغیرهای کیفی جهت این که بتوان آن‌ها را مورد آزمون قرار داده به متغیرهای کمی تبدیل می‌شود. بر این اساس برای هر گزینه براساس یک متغیر زبانی (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد یعنی وضعیت شهر در همان شاخص ایده آل بوده و کمترین آسیب‌پذیری را دارا می‌باشد و به ترتیب تا معیار کم که وضعیت آسیب‌پذیری زیادی را متحمل شهر می‌کند) یک تابع عضویت فازی در محدود یک تا ۹ تعریف می‌شود. و اعداد با ارقام مثلثی فازی تعیین می‌شود. عدد ۱ با عدد مثلثی (۳، ۱، ۱)، عدد ۳ با عدد مثلثی (۵، ۳، ۱)، عدد ۵ با عدد مثلثی (۷، ۵، ۳) عدد ۷ با عدد مثلثی (۹، ۷، ۵)، عدد ۹ با عدد مثلثی (۹، ۹، ۷) ؛ اعداد زوج هم بینا بین تعریف می‌شود. ماتریس تصمیم برای ۸ گزینه و ۴ معیار به صورت زیر باشد که تلفیق نظرات تصمیم‌گیرنگان است.

جدول ۱۰. ماتریس تصمیم

شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
طبیعی	۳	۷	۷	۷	۳	۵	۷	۵	۳	۳
اقتصادی	۷	۷	۵	۵	۷	۵	۵	۷	۷	۵
اجتماعی	۹	۹	۷	۵	۷	۷	۷	۷	۷	۵
کالبدی	۷	۹	۷	۷	۹	۷	۷	۵	۹	۵

جدول ۱۱. ماتریس تصمیم فازی

شاخص	منطقه ۱			منطقه ۲			منطقه ۳			منطقه ۴			منطقه ۵			منطقه ۶			منطقه ۷			منطقه ۸			منطقه ۹			منطقه ۱۰		
طبیعی	۱	۳	۵	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۱	۳	۵	۳	۵	۷	۵	۷	۹	۳	۵	۷	۱	۳	۵	۱	۳	۵
اقتصادی	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۳	۵	۷	۳	۵	۷	۵	۷	۹	۳	۵	۷	۳	۵	۷	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۳	۵	۷
اجتماعی	۷	۹	۹	۷	۹	۹	۵	۷	۹	۳	۵	۷	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۳	۵	۷
کالبدی	۵	۷	۹	۷	۹	۹	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۷	۹	۹	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۳	۵	۷	۷	۹	۹	۳	۵	۷

جدول ۱۲. مجذور ماتریس تصمیم فازی

شاخص	منطقه ۱			منطقه ۲			منطقه ۳			منطقه ۴			منطقه ۵			منطقه ۶			منطقه ۷			منطقه ۸			منطقه ۹			منطقه ۱۰		
طبیعی	۱	۹	۲۵	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۱	۹	۲۵	۹	۲۵	۴۹	۲۵	۴۹	۸۱	۹	۲۵	۴۹	۱	۹	۲۵	۱	۹	۲۵
اقتصادی	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۹	۲۵	۴۹	۹	۲۵	۴۹	۲۵	۴۹	۸۱	۹	۲۵	۴۹	۹	۲۵	۴۹	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۹	۲۵	۴۹
اجتماعی	۴۹	۸۱	۸۱	۴۹	۸۱	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۹	۲۵	۴۹	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۹	۲۵	۴۹
کالبدی	۲۵	۴۹	۸۱	۴۹	۸۱	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۴۹	۸۱	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۲۵	۴۹	۸۱	۹	۲۵	۴۹	۴۹	۸۱	۸۱	۹	۲۵	۴۹

جدول ۱۳. جذر مجموع مربعات

شاخص	مجموع مربعات			جذر مجموع مربعات		
طبیعی	۱۲۲	۲۸۲	۵۲۲	۱۱/۰	۱۶/۸	۲۲/۸
اقتصادی	۱۷۰	۳۷۰	۶۵۰	۱۳/۰	۱۹/۲	۲۵/۵
اجتماعی	۲۶۶	۵۰۶	۷۴۶	۱۶/۳	۲۲/۵	۲۷/۳
کالبدی	۲۹۰	۵۳۸	۷۴۶	۱۷/۰	۲۳/۲	۲۷/۳

جدول ۱٤. ماتریس بی‌مقیاس فازی

شاخص	منطقه ۱			منطقه ۲			منطقه ۳			منطقه ۴			منطقه ۵		
طبیعی	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۴۵	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۸۱	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۸۱	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۸۱	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۴۵
اقتصادی	۰/۲	۰/۳۶	۰/۶۹	۰/۲	۰/۳۶	۰/۶۹	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۵۴	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۵۴	۰/۲	۰/۳۶	۰/۶۹
اجتماعی	۰/۲۶	۰/۴	۰/۵۵	۰/۲۶	۰/۴	۰/۵۵	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۵۵	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۵۵
کالبدی	۰/۱۸	۰/۳	۰/۵۳	۰/۲۶	۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۱۸	۰/۳	۰/۵۳	۰/۱۸	۰/۳	۰/۵۳	۰/۲۶	۰/۳۹	۰/۵۳
شاخص	منطقه ۶			منطقه ۷			منطقه ۸			منطقه ۹			منطقه ۱۰		
طبیعی	۰/۱۳	۰/۳	۰/۶۳	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۸۱	۰/۱۳	۰/۳	۰/۶۳	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۴۵	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۴۵
اقتصادی	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۵۴	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۵۴	۰/۲	۰/۳۶	۰/۶۹	۰/۲	۰/۳۶	۰/۶۹	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۵۴
اجتماعی	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۵۵	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۵۵	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۵۵	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۵۵	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۴۳
کالبدی	۰/۱۸	۰/۳	۰/۵۳	۰/۱۸	۰/۳	۰/۵۳	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۴۱

جهت بدست آوردن وزن هریک از شاخص‌ها از (روش بردار ویژه و یا از روش آنتروپی شانون) می‌توان استفاده کرد. در اینجا ماتریس وزن معیارها به صورت فازی به شرح زیر است. از روش بردار ویژه پس از آن که شاخص‌ها به صورت مقایسه زوجی بایکدیگر مقایسه شدند در نهایت وزن نهایی آن‌ها به صورت زیر بدست آمده است همانگونه که در فایل مربوط به بردار ویژه دیدیم مقدار اپسیلن را یک میلیونیم گرفتیم و مقدار وزن نهایی محاسبه شد نرخ سازگاری محاسبات نیز زیر یک دهم است و نتیجه قابل قبول می‌باشد چرا که اگر نرخ سازگاری بالاتر از این مقدار باشد نتیجه قابل قبول نیست و باید بازنگری شود در اینجا نتایج روش بردار ویژه قابل قبول است اما در هر صورت آنچه که به عنوان ماتریس وزن استفاده کرده‌ایم در قالب فازی به صورت جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱۵. وزن شاخص‌ها

شاخص	وزن شاخص‌ها		
طبیعی	۵	۷	۹
اقتصادی	۱	۱	۳
اجتماعی	۳	۵	۷
کالبدی	۵	۷	۹

جدول ۱٦. نرخ عملکرد موزون گزینه‌های تصمیم

شاخص	منطقه ۱			منطقه ۲			منطقه ۳			منطقه ۴			منطقه ۵		
طبیعی	۰/۲۲	۱/۲۵	۴/۰۷	۱/۰۹	۲/۹۲	۷/۳۳	۱/۰۹	۲/۹۲	۷/۳۳	۱/۰۹	۲/۹۲	۷/۳۳	۰/۲۲	۱/۲۵	۴/۰۷
اقتصادی	۰/۲۰	۰/۳۶	۲/۰۷	۰/۲۰	۰/۳۶	۲/۰۷	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۲۰	۰/۳۶	۲/۰۷
اجتماعی	۰/۷۷	۲/۰۰	۳/۸۶	۰/۷۷	۲/۰۰	۳/۸۶	۰/۵۵	۱/۵۶	۳/۸۶	۰/۳۳	۱/۱۱	۳/۰۰	۰/۵۵	۱/۵۶	۳/۸۶
کالبدی	۰/۹۲	۲/۱۱	۴/۷۶	۱/۲۸	۲/۷۲	۴/۷۶	۰/۹۲	۲/۱۱	۴/۷۶	۰/۹۲	۲/۱۱	۴/۷۶	۱/۲۸	۲/۷۲	۴/۷۶

شاخص	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
طبیعی	۰/۶۶	۲/۰۸	۵/۷۰	۱/۰۹	۲/۹۲	۰/۶۶	۲/۰۸	۵/۷۰	۱/۰۹	۲/۹۲	۰/۶۶	۲/۰۸	۵/۷۰	۱/۰۹	۲/۹۲
اقتصادی	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶
اجتماعی	۰/۵۵	۱/۵۶	۳/۸۶	۰/۵۵	۱/۵۶	۰/۵۵	۱/۵۶	۳/۸۶	۰/۵۵	۱/۵۶	۰/۵۵	۱/۵۶	۳/۸۶	۰/۵۵	۱/۵۶
کالبدی	۰/۹۲	۲/۱۱	۴/۷۶	۰/۹۲	۲/۱۱	۰/۹۲	۲/۱۱	۴/۷۶	۰/۹۲	۲/۱۱	۰/۹۲	۲/۱۱	۴/۷۶	۰/۹۲	۲/۱۱

جدول ۱۷. نرخ عملکرد موزون گزینه‌های تصمیم

شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
طبیعی	۵/۵۴	۱۱/۳۵	۱۱/۳۵	۱۱/۳۵	۵/۵۴	۸/۴۴	۱۱/۳۵	۸/۴۴	۵/۵۴	۵/۵۴
اقتصادی	۲/۶۳	۲/۶۳	۱/۹۹	۱/۹۹	۲/۶۳	۱/۹۹	۱/۹۹	۲/۶۳	۲/۶۳	۱/۹۹
اجتماعی	۶/۶۳	۶/۶۳	۵/۹۷	۴/۴۵	۵/۹۷	۵/۹۷	۵/۹۷	۵/۹۷	۵/۹۷	۴/۴۵
کالبدی	۷/۷۸	۸/۷۵	۷/۷۸	۷/۷۸	۸/۷۵	۷/۷۸	۷/۷۸	۵/۷۶	۸/۷۵	۵/۷۶

جدول ۱۸. ماکزیمم و مینیمم

شاخص	می نیمم	ماکزیمم
طبیعی	۵/۵۴	۱۱/۳۵
اقتصادی	۱/۹۹	۲/۶۳
اجتماعی	۴/۴۵	۶/۶۳
کالبدی	۵/۷۶	۸/۷۵

جدول ۱۹. نهادینه کردن مقدار ایده ال می‌نیمم

شاخص	منطقه ۱			منطقه ۲			منطقه ۳			منطقه ۴			منطقه ۵		
طبیعی	۰/۲۲	۱/۲۵	۴/۰۷	۰/۲۲	۱/۲۵	۴/۰۷	۰/۲۲	۱/۲۵	۴/۰۷	۰/۲۲	۱/۲۵	۴/۰۷	۰/۲۲	۱/۲۵	۴/۰۷
اقتصادی	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱
اجتماعی	۰/۳۳	۱/۱۱	۳/۰۰	۰/۳۳	۱/۱۱	۳/۰۰	۰/۳۳	۱/۱۱	۳/۰۰	۰/۳۳	۱/۱۱	۳/۰۰	۰/۳۳	۱/۱۱	۳/۰۰
کالبدی	۰/۵۵	۱/۵۱	۳/۷۰	۰/۵۵	۱/۵۱	۳/۷۰	۰/۵۵	۱/۵۱	۳/۷۰	۰/۵۵	۱/۵۱	۳/۷۰	۰/۵۵	۱/۵۱	۳/۷۰
شاخص	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
طبیعی	۰/۲۲	۱/۲۵	۴/۰۷	۰/۲۲	۱/۲۵	۰/۲۲	۱/۲۵	۱/۰۷	۰/۲۲	۱/۲۵	۰/۲۲	۱/۲۵	۴/۰۷	۰/۲۲	۱/۲۵
اقتصادی	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۱۲	۰/۲۶	۱/۶۱	۰/۱۲	۰/۲۶
اجتماعی	۰/۳۳	۱/۱۱	۳/۰۰	۰/۳۳	۱/۱۱	۰/۳۳	۱/۱۱	۳/۰۰	۰/۳۳	۱/۱۱	۰/۳۳	۱/۱۱	۳/۰۰	۰/۳۳	۱/۱۱
کالبدی	۰/۵۵	۱/۵۱	۳/۷۰	۰/۵۵	۱/۵۱	۰/۵۵	۱/۵۱	۳/۷۰	۰/۵۵	۱/۵۱	۰/۵۵	۱/۵۱	۳/۷۰	۰/۵۵	۱/۵۱

بعد از انجام مرحله نهادینه کردن مقدار ایده آل می‌نیمم مراحل: محاسبه فاصله تا ایده ال می‌نیمم و نهادینه کردن مقدار ایده ال ماکزیمم انجام می‌گیرد که در نهایت محاسبه میزان نزدیکی که به محاسبه رتبه گزینه‌ها (مناطق شهرداری) منتهی می‌شود.

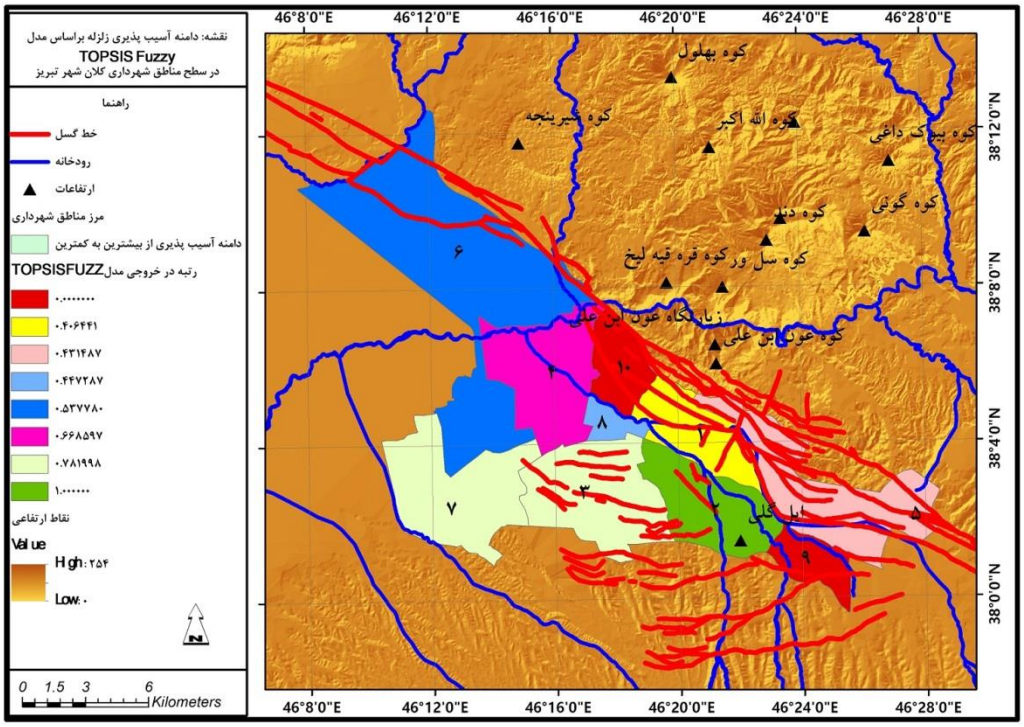
جدول ۲۰. محاسبه فاصله تا ایده ال ماکزیمم

شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
طبیعی	۲/۱۷۳۲۷۵	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۲/۱۷۳۲۷۵	۱/۰۸۶۶۳۸	۰/۰۰۰۰۰۰	۱/۰۸۶۶۳۸	۲/۱۷۳۲۷۵	۲/۱۷۳۲۷۵
اقتصادی	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۲۷۶۱۲۲	۰/۲۷۶۱۲۲	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۲۷۶۱۲۲	۰/۲۷۶۱۲۲	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۲۷۶۱۲۲
اجتماعی	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۲۸۶۲۹۰	۰/۷۵۷۲۷۳	۰/۲۸۶۲۹۰	۰/۲۸۶۲۹۰	۰/۲۸۶۲۹۰	۰/۲۸۶۲۹۰	۰/۲۸۶۲۹۰	۰/۷۵۷۲۷۳
کالبدی	۰/۴۰۷۵۷۸	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۴۰۷۵۷۸	۰/۴۰۷۵۷۸	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۴۰۷۵۷۸	۰/۴۰۷۵۷۸	۱/۰۱۸۲۸۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۱/۰۱۸۲۸۰
SK+	۲/۵۸۰۹	۰/۰۰۰۰	۰/۹۷۰۰	۱/۴۴۱۰	۲/۴۵۹۶	۲/۰۵۶۶	۰/۹۷۰۰	۲/۳۹۱۲	۲/۴۵۹۶	۴/۲۲۴۹

جدول ۲۱. رتبه مناطق شهرداری حاصل از خروجی مدل تاپسیس فازی

شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
c	۰/۴۰۶۴۴۱	۱/۰۰۰۰۰۰	۰/۷۸۱۹۹۸	۰/۶۶۸۵۹۷	۰/۴۳۱۴۸۷	۰/۵۳۷۷۸۰	۰/۷۸۱۹۰۸	۰/۴۴۷۲۸۷	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰
رتبه	هفتم	اول	دوم	سوم	ششم	چهارم	دوم	پنجم	آخر	آخر

در جدول و نقشه، محاسبه میزان نزدیکی و محاسبه رتبه مناطق براساس خروجی مدل تاپسیس فازی ارائه شده است و منطقه ۲ در رتبه اول، منطقه ۳ و ۷ در رتبه دوم، منطقه ۴ در رتبه سوم، منطقه ۶ در رتبه چهارم، منطقه ۸ رتبه پنجم، منطقه ۵ رتبه ششم، منطقه ۱ رتبه هفتم و مناطق ۱۰ و ۹ بطور مشترک رتبه آخر را دارند.



شکل ۳. نقشه رتبه آسیب‌پذیری مناطق شهرداری کلان شهر تبریز حاصل خروجی مدل TOPSIS Fuzzy

مدل ویکور

در مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از روش‌هایی که به رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم می‌پردازد روش ویکور است. روش ویکور اولین بار توسط آپروکویچ و تیزنگ ارائه شد و در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره با معیارها و واحدهای اندازه‌گیری مختلف و متعارض تمرکز دارد (ملکی و همکاران، ۱۴۰۱: ۹(الف)). این روش، یک مجموعه رتبه‌بندی شده از گزینه‌های موجود را با توجّه به شاخص‌های متضاد تعیین می‌کند. به‌طوری‌که رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس این هدف صورت می‌گیرد. این جواب سازشی یک شاخص رتبه‌بندی چندمعیاره بر اساس نزدیکی به جواب ایده آل را مطرح می‌سازد (Opricovic,۱۹۹۸: 16) روشی مبتنی بر ماتریس تصمیم برای انتخاب گزینه بهینه براساس تعدادی معیار است که توسط اپریکویک معرفی شد. واژه VIKOR حروف اختصاری عبارت صربستانی[1] Vlse به معنای بهینه‌سازی چند معیاره و حل سازشی می‌باشد. این روش پس از گسترش کاربرد روش تاپسیس توسط اپریکویک به سال ۱۹۸۴ برای حل مشکلات تاپسیس ارائه شد (ملکی، ۱۴۰۰) روش ویکور قادر است تصمیم‌گیرندگان را برای دستیابی به یک تصمیم نهایی یاری دهد. در اینجا جواب سازشی، نزدیک‌ترین جواب موجه به جواب ایده آل است که کلمه "سازش"به یک توافق متقابل اطلاق می‌گردد (Opricovic&Tzeng, 2004: 447).

1. Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje

جدول ۲۲. نتیجه نظرات متخصصان

شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
طبیعی	۳	۷	۷	۷	۳	۵	۷	۵	۳	۳
اقتصادی	۷	۷	۵	۵	۷	۵	۵	۷	۷	۵
اجتماعی	۹	۹	۷	۵	۷	۷	۷	۷	۷	۵
کالبدی	۷	۹	۷	۷	۹	۷	۷	۵	۹	۵

جدول ۲۳. جذر مجموع

شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	مجموع	جذر مجموع
طبیعی	۹	۴۹	۴۹	۴۹	۹	۲۵	۴۹	۲۵	۹	۹	۲۸۲	۱۶/۷۹
اقتصادی	۴۹	۴۹	۲۵	۲۵	۴۹	۲۵	۲۵	۴۹	۴۹	۲۵	۳۷۰	۱۹/۲۴
اجتماعی	۸۱	۸۱	۴۹	۲۵	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹	۴۹	۲۵	۵۰۶	۲۲/۴۹
کالبدی	۴۹	۸۱	۴۹	۴۹	۸۱	۴۹	۴۹	۲۵	۸۱	۲۵	۵۳۸	۲۳/۱۹

جدول ۲٤. وزن شاخص

شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰	وزن شاخص
طبیعی	۰/۵۴	۲/۹۲	۲/۹۲	۲/۹۲	۰/۵۴	۱/۴۹	۲/۹۲	۱/۴۹	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۵۷
اقتصادی	۲/۵۵	۲/۵۵	۱/۳۰	۱/۳۰	۲/۵۵	۱/۳۰	۱/۳۰	۲/۵۵	۲/۵۵	۱/۳۰	۰/۱۲
اجتماعی	۳/۶۰	۳/۶۰	۲/۱۸	۱/۱۱	۲/۱۸	۲/۱۸	۲/۱۸	۲/۱۸	۲/۱۸	۱/۱۱	۰/۱۴
کالبدی	۲/۱۱	۳/۴۹	۲/۱۱	۲/۱۱	۳/۴۹	۲/۱۱	۲/۱۱	۱/۰۸	۳/۴۹	۱/۰۸	۰/۱۷

جدول ۲۵. وزن مولفه‌های چهارگانه

شاخص	Fmax	Fmin	W
طبیعی	۲/۹۲	۰/۵۴	۰/۵۷
اقتصادی	۲/۵۵	۱/۳۰	۰/۱۲
اجتماعی	۳/۶۰	۱/۱۱	۰/۱۴
کالبدی	۳/۴۹	۱/۰۸	۰/۱۷

جدول ۲٦. وزن شاخص

شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
طبیعی	۰/۵۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۷	۰/۳۴	۰/۰۰	۰/۳۴	۰/۵۷	۰/۵۷
اقتصادی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۲
اجتماعی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۴
کالبدی	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۰۰	۰/۱۷
Sj	۰/۶۶	۰/۰۰	۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۶۵	۰/۶۴	۰/۳۰	۰/۵۹	۰/۶۵	۱/۰۰
Rj	۰/۵۷	۰/۰۰	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۵۷	۰/۳۴	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۵۷	۰/۵۷

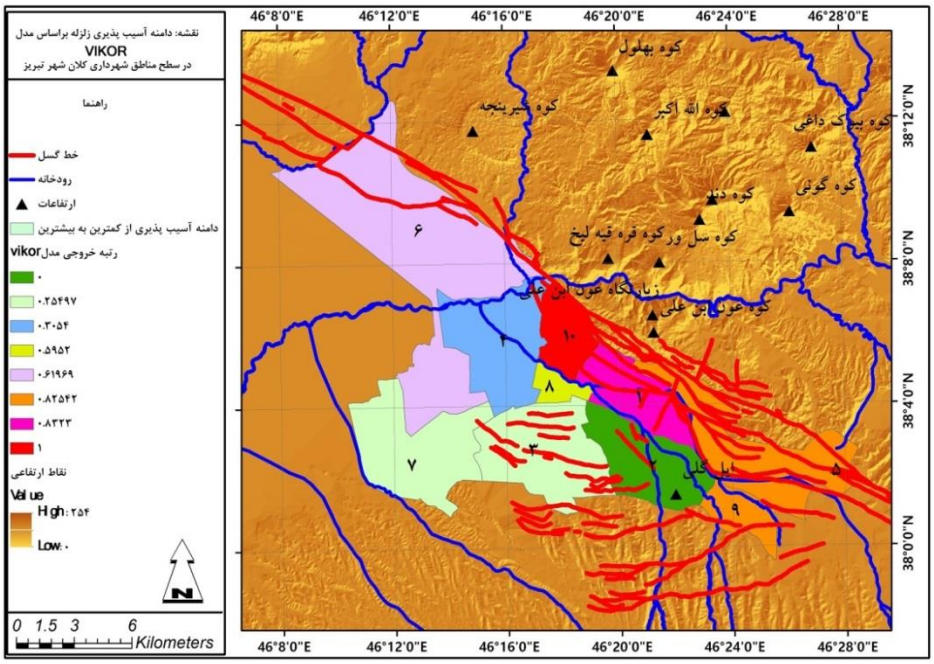
جدول ۲۷. وزن شاخص‌ها

شاخص	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
بخش اول Q	۰/۶۶۵	۰/۰۰۰	۰/۲۹۸	۰/۳۵۹	۰/۶۵۱	۰/۶۳۹	۰/۲۹۸	۰/۵۹۰	۰/۶۵۱	۱/۰۰۰
بخش دومQ	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۱۲	۰/۲۵۲	۱/۰۰۰	۰/۶۰۰	۰/۲۱۲	۰/۶۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
Q	۰/۸۳۲	۰/۰۰۰	۰/۲۵۵	۰/۳۰۵	۰/۸۲۵	۰/۶۲۰	۰/۲۵۵	۰/۵۹۵	۰/۸۲۵	۱/۰۰۰

با توجه به نتایج خروجی مدل ویکور کمترین عدد دارای کمترین میزان آسیب‌پذیری از زلزله و عددبیشتر دارای بیشترین میزان آسیب‌پذیری می‌باشد که بر این مبنا به ترتیب مناطق ۲ دارای کمترین میزان آسیب‌پذیری و منطقه ۱۰ دارای بیشترین میزان آسیب‌پذیری تشخیص داده شده است که مناطق دیگر متناسب با خروجی مدل رتبه بندی و در نقشه و جدول ارائه شده و نمایش داده شده‌اند.

جدول ۲۸. مقدارQ حاصل خروجی مدل VIKOR

گزینه	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸	منطقه ۹	منطقه ۱۰
Q	0.8323	۰	۰/۲۵۴۹۷	۰/۳۰۵۴	۰/۸۲۵۴۲	۰/۶۱۹۶۹	۰/۲۵۴۹۷	۰/۵۹۵۲	۰/۸۲۵۴۲	۱
رتبه	۷	۱	۲	۳	۶	۵	۲	۴	۶	۸



شکل ٤. نقشه رتبه آسیب‌پذیری مناطق شهرداری کلان شهر تبریز حاصل خروجی مدل VIKOR

نتیجه‌گیری

شهرها به عنوان کانون‌های جمعیتی و مراکز اجتماعی متناسب با شرایط سیاسی و موقعیت اقتصادی ارتباطی مسیر رشد و توسعه را پیش گرفته‌اند و پذیرای جمعیت از اقصی نقاط محدوده و فرامحدوده خود می‌شوند و همین امر توسعه فیزیکی شهر را در ادوار مختلف تاریخی دست خوش تغییر و تحولات انسانی و طبیعی نموده است، عموما با گسترده ترین دخالت های نسنجیده انسانی در محیط طبیعی از جمله ساخت و سازهای بی‌رویه در حریم گسل، عدم توجه به مباحث پدافندغیرعامل در برنامه‌ریزی شهری، فقدان و یا بی توجهی به ضوابط و استانداردهای ساخت و ساز نیز تشدید می شود. کاهش آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله، به عنوان یکی از اهداف اصلی برنامه ریزی شهری و طراحی شهری محسوب می گردد، لذا ضرورت توجه به توسعه شهری کارآمد و توجه به اندیشه‌های جدید شهرسازی و برنامه‌ریزی دفاعی شهر، برای رسیدن به اهداف پدافند شهری بسیار مهم به نظر می‌رسد. در ادامه متناسب با سوالات، مولفه‌ها و شاخص‌های مورد پرسش و پیشینه تحقیق به نظر می‌رسد که نتایج هر دو مدل: تاپسیس فازی و ویکور در برآورد آسیب‌پذیری با یکدیگر همخوانی دارند که در تحقیقات قبلی این دو مدل بطور همزمان در بررسی آسیب‌پذیری زلزله مورد استفاده قرار نگرفته‌اند، شاید بتوان گفت دلیل استفاده از دو این مدل نیز مقایسه نتایج به دست آمده و میزان صحت نتایج در تطبیق با یکدیگر بوده است که متناسب با خروجی مدل‌ها می‌توان اهم دلایل آسیب‌پذیری و کمتر

آسیب‌پذیری مناطق را به عواملی همچون: دوری و نزدیکی به گسل، وضعیت و جایگاه و طبقه اقتصادی و اجتماعی ساکنین، مقاومت سازه و میزان نظارت بر ساخت و سازها، سرانه فضاهای باز و سبز و دیگر کاربری‌های امدادی و...، تراکم و عدم تراکم جمعیت، همجواری و عدم توزیع بهینه کاربری‌های پرخطر و تهدیدزا و... نسبت داد. نتایج تطبیقی ارزیابی آسیب شناسی از دو مدل ویکور و تاپسیس فازی در سطح مناطق کلان شهر تبریز حاکی از این است که مناطق ۱۰، ۱، ۵، ۸ و ۶ به واسطه ساخت و ساز بر روی گسل و قرارگیری در جوار آن، به همراه وجود مساحت عظیمی از بافت های فرسوده و حاشیه نشین در تعدادی از این محدوده‌ها از مناطق آسیب‌پذیر شهر تبریز محسوب می‌شوند که می طلبد با تغییر و انتقال کاربری‌های معارض، نوسازی و بهسازی بافت های فرسوده، توسعه کاربری‌های چندمنظوره و باز و... نسبت به کاهش آثار بحران و میزان خسارت در این مناطق در قبل از وقوع زلزله اقدام نمود. همچنین با توجه به اینکه در مقاله حاضر مدل‌های بکار برده شده، صرفا با تدوین مولفه‌ها و نظر سنجی از تعداد ۳۰ نفر متخصص حوزه مربوطه منتج به نتیجه شده‌اند، در تطبیق با نتایج مقاله آقایان امیریان و کرمی (مناطق ۱۰ و ۱ آسیب‌پذیرتر و مناطق ۲ و ۲ با آسیب‌پذیری کمتری همراه است) که در پیشینه ذکر شده است قرار دارد، چرا که طبق نتایج مقاله حاضر مناطق ۱۰، ۱ (مجموع هر دو منطقه شهرداری با بیشترین میزان آسیب‌پذیری دربردارنده ۲۶۱۰/۲۲ هکتار از مساحت کل شهر و ۴۰۶۶۰۵ نفر جمعیت می‌باشد) را آسیب‌پذیرتر از مناطق ۲، ۳ و۷ (مجموع هر ۳ منطقه شهرداری دارای ۷۸۱۳/۵۹ هکتار و ۵۸۷۸۵۴ جمعیت می‌باشد) تشخیص داده‌اند.به نظر می‌رسد؛ اشرافیت متخصصین پرسش شونده بر محدوده مورد مطالعه، انتخاب درست شاخص‌های مورد سنجش و میزان دقت و سطح اطمینان بالای مدل‌های تحلیلی مورد استفاده در مقالات و دیگر پژوهش‌ها، از مزیت هایی است که این میزان همپوشانی با مدل‌های، AHP-FUZZY AHP, FUZZY و... را رقم خواهد زد و همانطور که اشاره شد در این مقاله نیز به این نکات توجه و تاکید لازم شده است.

منابع

ابراهیمی، مجید؛ سلمانی مقدم، محمد؛ امیراحمدی، ابوالقاسم و مریم نوری (۱۳۹۴). «ارزیابی آسیب پذیری لرزه‌ای شهر بَردَسْکن در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی وارون (IHPW)»، *مجلهٔ مخاطرات محیط طبیعی*، ۶: ۱۰۵-۱۳۷.

اسدی نظری، مهرنوش (۱۳۸۳). «*برنامه‌ریزی و مکان‌یابی اردوگاه‌های اسکان موقت بازماندگان زلزله، نمونه موردی: منطقه ۱ (ناحیه ۶) شهر تهران*»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی گروه شهرسازی (برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای)، دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس.

اصغری زمانی، اکبر (۱۳۷۹). *پژوهشی در روند حاشیه نشینی در ایران*، مورد نمونه شهر تبریز، رسالهٔ کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استاد راهنما: کریم حسین‌زاده دلیر، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۳). «مخاطرات ناشی از توسعه شهری بر روی ناهمواریهای گسلدار»، *مسکن و انقلاب*، شماره ۱۰۷.

پورمحمدی، محمدرضا و ملکی، کیومرث (۱۳۹۵). *پدافند غیرعامل؛ استراتژی‌های توسعه و امنیت منطقه شهری*، انتشارات: موسسه نشر شهر با همکاری معاونت امور اجتماعی و فرهنگی شهرداری، چاپ اوّل، تهران.

پورمحمدی، محمدرضا و ملکی، کیومرث (۱۴۰۰). *پدافند غیرعامل و استراتژی‌های توسعه و امنیت منطقه شهری*، چاپ دوم (ویرایش جدید همراه با اضافات)، ناشر: انتشارات فروزش.

حسین‌زاده دلیر، کریم؛ ملکی، کیومرث؛ شفاعتی، آرزو و حیدری‌فر و محمدرئوف (۱۳۹۱). «پدافند غیرعامل و توسعه پایدار شهری با تأکید بر کاربری‌های تهدید پذیر کلان‌شهر تبریز از منظر جنگ»، *نشریه جغرافیا و پایداری محیط دانشگاه رازی کرمانشاه*، ۲(۵)، ۱-۲۴.

حیدری، محمدجواد (۱۳۹۷). «ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری از خطر زلزله (مطالعه موردی بافت قدیم شهر زنجان)»، *مهندسی جغرافیایی سرزمین*، ۲(۳)، ۱۰۱-۱۱۵.

دفتر تقسیمات سیاسی استانداری آذربایجان شرقی (۱۴۰۲).

خدابخشی، زهرا و ابراهیمی قوزلو؛ میرمعظم (۱۳۹۲). «بررسی وضعیت پدافند غیرعامل در خراسان جنوبی»، *همایش ملی خراسان جنوبی، دانشگاه بیرجند*، ۴ و ۵ اردیبهشت‌ماه.

زنگی آبادی، علی و تبریزی، نازنین (۱۳۸۵). «زلزلهٔ تهران و ارزیابی فضایی آسیب پذیری مناطق شهری»، *پژوهش‌های جغرافیایی* (۵۶)، ۱۱۵-۱۳۰.

سرور، هوشنگ؛ کاشانی اصل، امیر (۱۳۹۵). «ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی شهر اهر در برابر زلزله»، *فصلنامه آمایش محیط*، ۹(۳۴)، ۸۷-۱۰۸.

سعیدنیا، احمد (۱۳۸۷). *کاربری زمین شهری*، نشریه شماره ۹۹، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری، شهرداری تهران.

صفری، عباس (۱۳۷۶). *برنامه‌ریزی مواجهه با سوانح طبیعی (مطالعه موردی زلزله منطقه طارم علیا)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته شهرسازی گرایش برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، گروه شهرسازی دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی.

علیدوستی، سیروس (۱۳۷۱). *کاربرد مدیریت بحران در کاهش ضایعات زلزله*، انتشارات دانشگاه تهران.

عمرانی، بهروز (۱۳۸۵). «بررسی زلزله‌های تاریخی و زلزله‌نگاری در تبریز»، *مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی*، دانشگاه یزد، صص ۱۰-۲۷.

علوی، سیدعلی؛ ابراهیمی، محمد؛ نجف پورمحمودآباد، بهمن و خالدی، عبدالله (۱۳۹۵). «*ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر میناب در برابر زمین لرزه*». *دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران*، (۹)، ۷۱-۸۲.

عیسی‌لو، شهاب‌الدین؛ لطیفی، غلامرضا و گودرزی، وحید (۱۳۹۵). «ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی بافت منطقه یک شهر تهران در برابر زلزله احتمالی با استفاده از روش IHWP و سیستم GIS»، *فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر*، ۲۵(۱۰۰)، ۷۳-۸۷.

فاضل، سوگل؛ تقوایی، مسعود و محمودزاده، امیر (۱۳۹۶). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شهری با استفاده از مدل ANP مطالعه ی موردی: شهر نجف آباد، *دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران*، (۱۱)، ۱۲۱-۱۳۲.

قربانی، رسول؛ روستایی، شهریور و ابوالحسنی، نسیم (۱۴۰۲). بررسی مداخالت کالبدی در بافتهای تاریخی و تاثیر آن بر انسجام و پیوستگی سازمان فضایی مطالعه موردی: بافت تاریخی شهر تبریز. *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۷(۸۳)، ۱۱۷-۱۳۱.

قنبری، ابوالفضل؛ سالکی ملکی، محمدعلی و قاسمی، معصومه (۱۳۹۲). پهنه بندی میزان آسیب‌پذیری شهرها در مقابل خطر زمین لرزه (نمونه موردی: شهر تبریز)، *فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۵(۲۱)، ۳۵.

کرمی، فریبا؛ قنبری، ابوالفضل و حسن دوست فراحانی، داود (۱۳۹۹). مکانیابی سایت‌های حیاتی و حساس در شهرستان بجنورد با رویکرد پدافند غیرعامل، *نشریه جغرافیا و برنامه شهری دانشگاه تبریز*، ۲۴(۷۳)، ۲۵۷-۲۷۵.

کرمی، فریبا؛ کریم‌زاده، حسین و احمدی، محمدجواد (۱۴۰۰). مکانیابی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با رویکرد پدافند غیرعامل در مناطق مرزی – مطالعه موردی: شهرستان بانه، *فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، ۳۰(۱۱۸)، ۱۸۵-۲۰۱.

محمودزاده، حسن؛ نعیمی پیوستی، ابوالفضل و مسعودی، حسن (۱۴۰۰). «شناسایی عوامل موثر بر توسعه شهر سررود(سردری) و تبعات الحاق آن به مادر شهر تبریز با رویکرد آینده‌نگاری»، *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه تبریز*، ۲۵(۷۵)، ۲۲۲-۲۰۷

ملکی، کیومرث (۱۳۹۱). *ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری کاربری‌های حساس شهر تبریز از منظر پدافندغیر عامل با تأکید بر بحران زلزله با استفاده از GIS*، طرح تحقیقاتی همکاران بخش دفاع سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح.

ملکی، کیومرث (۱۳۹۷). *برنامه آمایش سرزمین استان کرمانشاه، بخش اول، فصل چهارم، بخش مطالعاتی: پدافند غیرعامل و مخاطرات محیطی و محیط زیستی*، کارفرما سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، مجری دانشگاه رازی، مدیر پروژه دکتر جمال فتح اللهی، زمستان.

ملکی، کیومرث (۱۴۰۰). *«تبیین و ارائه الگوی کالبدی-فضایی توسعه شهری در پهنه‌های خطر زلزله (مورد مطالعه: کلان شهر کرمانشاه)»*، رساله دکتری تخصصی (Ph.D) رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، مرکز تحصیلات تکمیلی تهران، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیا.

ملکی، کیومرث (۱۴۰۲). *شبکه تهدید و حلقه مخاطره در بحران زلزله با رویکردی بر پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی کاربری اراضی چند منظوره (مطالعه موردی: کلانشهر تبریز)*، طرح پسا دکتری رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، استاد راهنما: پروفسور محمدرضا پورمحمدی.

ملکی، کیومرث؛ پورمحمدی، محمدرضا؛ یوسفی شهیر، هانیه و کرمی، محمدرضا (۱۴۰۱الف). ارزیابی ساختار محله‌ای- فضایی سکونتگاه‌های شهری مبتنی بر مخاطره زلزله از منظر پدافندغیرعامل (مطالعه موردی: کلان‌شهر کرمانشاه)، *دو فصلنامه مدیریت بحران دانشگاه صنعتی مالک اشتر با همکاری انجمن علوم ایمنی ایران*، (۲۲)، ۱-۲۱.

ملکی، کیومرث؛ علی اکبری، اسماعیل و پاهکیده، اقبال (۱۴۰۱ب). ریسک پذیری توسعه فیزیکی شهر کرمانشاه در مقابل خطر زلزله با رویکرد پدافند غیر عامل، *نشریه فضای شهری و حیات اجتماعی دانشگاه تبریز*، ۱(۲)، ۹۵-۱۱۴.

نورالهی، حانیه؛ سلیمانی، عاطفه؛ برزگر، اکرم و علیدوستی، علی (۱۳۹۲). ارزیابی میزان حساسیت دارایی‌ها و پهنه‌های شهری با استفاده از تحلیل اندرکنشی با رویکرد برنامه‌ریزی شهری، *دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران*، (۴).

مهندسین مشاور نقش محیط (۱۳۹۵). *عمران (طرح توسعه و جامع) شهر تبریز (الف) جلد اول: بررسی کلی منطقه*، وزارت راه و شهرسازی؛ اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی، مصوب ۱۳۹۵/۰۸/۲۴.

Ambraseys, N. N. & Melville, C. P, (1982). A History of Persian Earthquakes (Cambridge University) Press,Cambridge.

Elshehabi, O. (2015). Rootless Hubs: Migration, Urban Commodification and ‘the Right to the City’in the GCC. Transit States: Labour, Migration & Citizenship in the Gulf, London, Pluto Books, 101-131.

Moehle. J., Barkley. C., Bonowitz, D., Karlinsky, S., Maffei, J., Poland, C. (2009). the Resilient City-A Way of Thinking about Preparedness, Mitigation, and Rebuilding, Proceeding of the NZSEE conference, Apr 3-5, Christchurch.

Rashed. T,Weeks. J,Couclelis. H,Herold. M, (2017). an integrative GIS and remote sensing model for place-based urban vulnerability analysis.

UN/ ISDR. (2005). Hyogo Framework for 2005-2015: Building the Resilience of the Nations and Communities to Disasters. www.unisdr.org/wcdr/intergover/official-docs/Hyogo-framework action English pdf, accessed.