



Identifying and Explaining Urban Resilience Indicators with a Passive Defense Approach Case Study: Tehran Metropolis

Rasoul Afsari¹  , Milad Hasanalizadeh² 

1. (Corresponding Author) *Department of Urban Planning, Faculty of Passive Defense, University of Higher National Defense, Tehran, Iran*

Email: r.afsari@sndu.ac.ir

2. *Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanity Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran*

Email: milad.hasanalizadeh@znu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:

Received:

22 May 2023

Received in revised form:

14 September 2023

Accepted:

14 September 2023

Keywords:

*Explaining of Indicators,
Urban Resilience,
Passive Defense,
Fuzzy DEMATEL,
Tehran Metropolis.*

ABSTRACT

Urban resilience has physical-infrastructure, environmental, social-cultural, economic, and institutional-management dimensions, and each of these dimensions has its indicators. Passive defense as a preparation to deal with various natural and unnatural disasters and calamities is an approach that can improve the resilience of cities. The current research aims to identify and explain the indicators of urban resilience in the spaces of the metropolis of Tehran according to the passive defense approach. The current research is applied in terms of its purpose, descriptive-analytical in terms of nature, and mixed in terms of method. With a judgmental and available sampling method, 25 urban science experts scored the indicators the documentary method identified. The indicators' importance, significance, and influence have been explained using the fuzzy DEMATEL method in Excel software. The results of the fuzzy DEMATEL model have shown that the distance from faults, with a value of 1.049, is the most influential index, and the percentage of buildings with a resistant facade is the most influential index, with a value of -0.729. Also, distance from faults, power plants, distance from airports, distance from rivers, and distance from public green and open spaces are respectively recognized as the most critical indicators of urban resilience with a passive defense approach in the Tehran metropolis. Managers and planners of the Tehran metropolis should pay attention to the indicators of urban resilience with the passive defense approach that has been identified and explained in the current research for any measures to prepare the city to deal with natural and manufactured crises, and the basis of all their executive plans and decisions should be to improve the mentioned indicators.

Cite this article: Afsari, R., & Hasanalizadeh, M. (2024). Identifying and Explaining Urban Resilience Indicators with a Passive Defense Approach Case Study: Tehran Metropolis. *Human Geography Research Quarterly*, 56 (3), 109-131.

<http://doi.org/10.22059/jhgr.2023.359707.1008602>



© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Pres

Extended Abstract

Introduction

This research identifies and explains urban resilience indicators in the form of physical-infrastructure, environmental, social-cultural, economic, and institutional-management resilience in Tehran. An effort is made to determine the most important and most influential indicators of urban resilience with the approach of passive defense in Tehran so that the managers of this metropolis while being aware of the indicators affecting the resilience of the city, can plan and perform executive actions to improve the resilience indicators in this metropolis in order to achieve the goals of passive urban defense. The importance of the current research is in increasing knowledge and filling the scientific weakness in the field of identifying and explaining urban resilience indicators at the level of urban spaces with the passive defense approach, as well as theoretical development in the field of combining the two issues of urban resilience and urban passive defense. Therefore, the current research aims to identify and explain the indicators of urban resilience in the metropolitan areas of Tehran according to the passive defense approach. Thus, the current research seeks to answer these questions:

-What are the most critical urban resilience indicators concerning the passive defense approach in Tehran metropolitan areas?

-What is the prioritization of indicators that are effective on urban resilience in the metropolitan areas of Tehran according to the passive defense approach?

Methodology

The current research is of applied type in terms of purpose, descriptive-analytical in terms of nature, and mixed type (qualitative-quantitative) in terms of research method. The statistical population of the research to explain the indicators of urban resilience with a passive defense approach are urban science experts, including university professors, graduates, and doctoral students in the fields of geography and urban planning, urban planning, civil engineering, and passive defense who have the necessary

knowledge and expertise both theoretically and empirically in connection with Tehran. Sampling experts and elites use a judgmental and available method, including scientific experience, willingness, and ability to participate in research. In this study, the number of samples was considered to be 25 people. The data related to the theoretical foundations of the research were prepared in a library and documentary manner, and surveying experts extracted the raw data of the research. The validity of the researcher-made questionnaire has been confirmed through interviews with professors and experts. The reliability of the questionnaire was also measured by Cronbach's alpha method, which was 0.998. The method of data analysis in the current research includes two qualitative-quantitative stages. The qualitative stage includes identifying and extracting urban resilience indicators with a passive defense approach through the examination of the theoretical foundations as well as the background of the research. In the quantitative stage, by performing the fuzzy DEMATEL technique with the participation of urban science experts, including university professors, graduates, and doctoral students as panel members, the impact and effectiveness as well as the importance of urban resilience indicators with the passive defense approach in Tehran are explained in Excel software.

Results and discussion

According to the results, 160 urban resilience indicators have been identified with the passive defense approach in Tehran. Based on the results of fuzzy DEMATEL model, the indicators of distance from faults, distance from airports, distance from power plants, distance from rivers, distance from refineries, distance from mines, distance from green and public open spaces, distance from warehouses and food silos, distance from medical centers and household density in the residential unit have been identified as 10 indicators with the highest impact value (cause) and indicators of the percentage of buildings with resistant facades, the percentage of residential units with bathrooms, the distance from public toilets, the ratio of the number of trash cans to the

population, the percentage of residential units with sewage disposal systems, the percentage of buildings with non-resistant facades, the percentage of residential units with services health, the percentage of households with cars, the percentage of residential units with piped water, and the percentage of residential units with fixed telephones have been identified as 10 indicators with the highest impact value (disabled). Also, the indicators of distance from faults with a value of 2.021, distance from power plants with a value of 2.013, distance from airports with a value of 1.982, distance from rivers with a value of 1.914 and distance from green and open spaces general with a value of 1.870 have been identified as the most important indicators of urban resilience with a passive defense approach in Tehran. The research results presented here differ from those mentioned in the background. The previous studies only examined a few urban resilience indicators using a passive defense approach. In contrast, this research comprehensively investigated all the indicators of urban resilience using the same approach, and a new finding was discovered, indicating the superiority of this study.

Conclusion

According to the research results, managers and planners of the Tehran should pay attention to the indicators of urban resilience with the passive defense approach that has been identified and explained in the current research for any measures to prepare the city to deal with natural and manufactured crises and the basis of all their executive plans and decisions should be to improve the mentioned indicators.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

شناسایی و تبیین شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران

رسول افسری^۱ ✉، میلاد حسنعلی‌زاده^۲ 

۱- نویسنده مسئول، گروه شهرسازی، پدافند غیرعامل، دانشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران. رایانامه: r.afsari@sndu.ac.ir
۲- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: milad.hasanalizadeh@znu.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

تاب‌آوری شهری دارای ابعاد کالبدی-زیرساختی، زیست‌محیطی، اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی و نهادی-مدیریتی است و هر یک از این ابعاد نیز شاخص‌های مخصوص به خود را دارند. پدافند غیرعامل به‌عنوان یک آمادگی برای مقابله با حوادث و بلایای مختلف طبیعی و غیرطبیعی، رویکردی است که می‌تواند تاب‌آوری شهرها را ارتقا دهد. هدف پژوهش حاضر شناسایی و تبیین شاخص‌های تاب‌آوری شهری در فضاهای کلان‌شهر تهران با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل است. پژوهش حاضر از نظر هدف از نوع کاربردی، از نظر ماهیت توصیفی-تحلیلی و از نظر روش آمیخته است. با روش نمونه‌گیری قضاوتی و در دسترس ۲۵ نفر از متخصصان علوم شهری شاخص‌های شناسایی‌شده با روش اسنادی را امتیازدهی کرده‌اند. اهمیت و معناداری و نیز تأثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها با استفاده از روش دیمتل فازی در نرم‌افزار Excel تبیین شده است. نتایج مدل دیمتل فازی نمایان کرده است که فاصله از گسل‌ها با مقدار ۱/۰۴۹ تأثیرگذارترین شاخص و درصد ساختمان‌های با نمای مقاوم با مقدار ۰/۷۲۹- تأثیرپذیرترین شاخص است. همچنین فاصله از گسل‌ها، فاصله از نیروگاه‌های برق، فاصله از فرودگاه‌ها، فاصله از رودخانه‌ها و فاصله از فضاهای سبز و باز عمومی به ترتیب به‌عنوان بااهمیت‌ترین شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران شناخته شده‌اند. مدیران و برنامه‌ریزان کلان‌شهر تهران جهت هرگونه اقدام برای آمادگی شهر در مقابله با بحران‌های طبیعی و انسان‌ساخت باید به شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل که در پژوهش حاضر شناسایی و تبیین شده‌اند توجه کنند و اساس تمام برنامه‌ها و تصمیم‌های اجرایی آن‌ها ارتقای شاخص‌های نامبرده باشد.

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۳/۰۱
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۲/۰۶/۲۳
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۰۶/۲۶

واژگان کلیدی:
تبیین شاخص‌ها،
تاب‌آوری شهری،
پدافند غیرعامل،
دیمتل فازی،
کلان‌شهر تهران.

استناد: افسری، رسول و حسنعلی‌زاده، میلاد. (۱۴۰۳). شناسایی و تبیین شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران. فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۵۶ (۳)، ۱۳۱-۱۰۹.

<http://doi.org/10.22059/jhgr.2023.359707.1008602>

مقدمه

امروزه سهم جمعیت شهری جهان به دلیل شهرنشینی سریع بیش از ۵۰ درصد است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ این میزان به دو سوم جمعیت جهان برسد (Dastjerdi et al, 2021: 1). مناطق شهری با توجه به حجم بالای سرمایه‌گذاری و استقرار بسیاری از کاربری‌های مهم در آن و افزایش روزافزون جمعیت آن‌ها، در صورت بروز بحران‌ها طبیعی و انسان‌ساخت دچار صدمات مالی و جانی قابل توجهی می‌شوند که این خسارات شامل ترکیبی از ویرانی‌های کالبدی و اختلال در عملکرد عناصر شهری، آسیب‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی است (Sitas et al, 2021: 326). فجایع ثبت‌شده در سراسر جهان، آسیب‌پذیری محیط ساخته‌شده را نشان می‌دهد (Cerè et al, 2017: 173). در طول تاریخ، بشر همواره صحنه‌های جنگ و برخوردهای نظامی را تجربه کرده است و کمتر سرزمینی از این آفت مصون مانده است (Musiaka et al, 2021: 543). با پیشرفت‌های صورت گرفته در حوزه حملات نظامی امروزه تمامی مناطق شهری در معرض خطر می‌باشند، به‌ویژه کشور ایران با وجود دشمنان خارجی که اکثراً هم در کشورهای هم‌مرز ایران پایگاه‌های نظامی دارند و مرتب با تهدیدات نظامی خود قدرت‌نمایی می‌کنند (Rezaie Narimisa et al, 2019: 154). بنابراین در برنامه‌ریزی‌های شهری باید لایه‌های حفظ آمادگی که عبارت‌اند از ایمنی، امنیت و دفاع لحاظ گردند که با توجه به سلسله‌مراتب این لایه‌ها، دفاع به‌عنوان بالاترین و مهم‌ترین سطح خود دربرگیرنده ایمنی و امنیت است. دفاع بر دو نوع دفاع عامل و دفاع غیرعامل است و رویکرد دفاع غیرعامل باید در تمامی علوم از جمله برنامه‌ریزی شهری مدنظر قرار بگیرد، چراکه بدون این رویکرد آمادگی لازم در شهرها برای مقابله با این تهدیدات به دست نمی‌آید (ابراهیمیان قاجاری، ۱۴۰۰: ۴۶). پدافند غیرعامل در مناطق شهری، موضوعی است که هم به لحاظ اقتصادی، هم به لحاظ سیاسی، هم به لحاظ اجتماعی و فرهنگی و غیره واجد اهمیتی دوچندان است (Tang & Wen, 2009: 871). یکی از راه‌های اساسی برای ایجاد آمادگی در برابر بحران‌ها، آگاهی از میزان تاب‌آوری شهر در صورت وقوع آن بحران است که در این صورت می‌توان با اتخاذ راهکارهایی آمادگی در برابر این‌گونه بحران‌ها را تا حد بسیار زیادی افزایش داد (Ghajari et al, 2018: 104). تاب‌آوری دارای ابعاد کالبدی-زیرساختی، زیست‌محیطی، اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی و نهادی-مدیریتی است و هر یک از این ابعاد نیز مؤلفه‌ها و شاخص‌های مخصوص به خود را دارند (Zhang & Li, 2018: 143). تاکنون پژوهش‌های بسیار زیادی در خصوص ارزیابی تاب‌آوری شهر در مقابل انواع تهدیدات طبیعی مانند زلزله صورت پذیرفته است، اما پژوهش‌ها در خصوص ارزیابی تاب‌آوری مناطق شهری در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت به‌ویژه تهدیدات جنگی به‌مراتب کمتر است که در این پژوهش علاوه بر تاب‌آوری شهری در برابر تهدیدات طبیعی به تاب‌آوری شهری در برابر تهدیدات انسان‌ساخت نیز پرداخته می‌شود. در این پژوهش شناسایی و تبیین شاخص‌های تاب‌آوری شهری در قالب تاب‌آوری کالبدی-زیرساختی، زیست‌محیطی، اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی و نهادی-مدیریتی در کلان‌شهر تهران انجام می‌گیرد و تلاش می‌شود تا مهم‌ترین و همچنین تأثیرگذارترین و تأثیرپذیرترین شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران مشخص شود تا مدیران این کلان‌شهر ضمن آگاهی از شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری شهر، بتوانند در جهت نیل به اهداف پدافند غیرعامل شهری برنامه‌ریزی و اقدامات اجرایی برای ارتقای شاخص‌های تاب‌آوری در این کلان‌شهر انجام دهند. اهمیت پژوهش حاضر در دانش‌افزایی و پر کردن ضعف علمی در حوزه شناسایی و تبیین شاخص‌های تاب‌آوری شهری در سطح فضاهای شهری با رویکرد پدافند غیرعامل و نیز توسعه نظری در حوزه ترکیب دو موضوع تاب‌آوری شهری و پدافند غیرعامل شهری است. از این‌رو، هدف پژوهش حاضر نیز شناسایی و تبیین شاخص‌های تاب‌آوری شهری در فضاهای کلان‌شهر تهران با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل است. بنابراین پژوهش حاضر در پی پاسخ‌گویی به این سؤالات

است که: مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری شهری در فضاهای کلان‌شهر تهران با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل کدام‌اند؟ اولویت‌بندی شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری شهری در فضاهای کلان‌شهر تهران با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل چگونه است؟

در سال‌های اخیر در زمینه تبیین و تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری در فضاهای شهری با رویکرد پدافند غیرعامل مطالعات داخلی و خارجی مهمی انجام شده است که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود:

ابراهیمیان قاجاری (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی تاب‌آوری کالبدی نواحی شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از تحلیل‌های مکانی و تکنیک پرمته (مطالعه موردی: شهر بابل)» به این نتیجه رسید که نواحی مختلف شهر بابل از تاب‌آوری یکسانی برخوردار نبوده به طوری که نواحی مرکزی شهر و تا حدی نواحی جنوبی شهر نسبت به نواحی شمالی، شرقی و غربی تاب‌آوری پایین‌تری دارند. با تحلیل نتایج تحقیق توسط کارشناسان پدافند غیرعامل مشخص شد، مهم‌ترین دلایل تاب‌آوری پایین مناطق مرکزی شهری بابل تراکم بالای ساخت، بالا بودن درجه محصوریت، وجود مراکز نظامی مهم و مراکز سوخت‌رسانی متعدد در این مناطق است. موسوی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «شناسایی تهدیدات و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل» نمایان کردند که در بخش تهدیدات، تهاجم موشکی (هوایی و دریایی) و حملات سایبری بیش‌ترین مقدار و در بخش آسیب‌پذیری نیز حملات موشکی (هوایی و دریایی) و حملات سایبری حائز اولویت اول و دوم هستند. مختاری ملک‌آبادی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری نقاط حساس شهری بر اساس اصول پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: بندر دیر)» به این نتیجه رسیدند که نقاط حساس شهری بندر دیر آسیب‌پذیری متفاوت و بالایی دارند و از میان آن‌ها، اسکلهٔ صیادی بیش‌ترین آسیب‌پذیری و شهرداری بندر دیر کم‌ترین آسیب‌پذیری را دارد. راهبرد مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری نقاط نیز، تهاجمی است. محمودزاده و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان «مدل‌سازی مکانی حریم ایمنی و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری مشهد در برابر حملات هوایی؛ از منظر پدافند غیرعامل» نشان دادند که مراکز بهداشتی و صنایع شهری اثرگذارترین شاخص و انبار و مراکز مذهبی اثرپذیرترین شاخص‌ها شناخته شدند. همچنین روند الگوها نشان می‌دهد بیش‌ترین ضریب شاخص‌های کلان مربوط به زیرساخت‌های ویژه بااهمیت ۱/۵۵ است. چن و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «اندازه‌گیری تاب‌آوری زیرساخت‌های شهری از طریق چارچوب فشار-وضعیت-پاسخ در چهار شهرداری چین» بر اساس مدل فشار-وضعیت-پاسخ (PSR)، نمایان کردند که مراحل مختلف اهمیت نسبی PSR برای توسعه تاب‌آوری زیرساخت‌های شهری در چهار شهر متفاوت بود. وضعیت در درجه اول منفعت زیست‌محیطی منابع، بیش‌ترین تأثیر را بر انعطاف‌پذیری زیرساخت‌های شهری با ۳۸/۷۳ درصد داشت. درحالی‌که شانگهای در رتبه اول قرار گرفت، سطوح تاب‌آوری زیرساخت‌های شهری در چهار شهر به‌طور کلی با تاب‌آوری مداوم پایین ضعیف بود. پوریارمحمدی و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «تدوین راهبردهای تاب‌آوری کالبدی در پدافند غیرعامل با توجه به شناسایی مناطق در معرض خطر محیط‌های شهری (مطالعه موردی: شهر اهواز)» مناطق در معرض خطر اهواز را در یک نقشه جامع ارزیابی ریسک شناسایی و به تصویر کشیدند و استراتژی‌ها مربوطه را با استفاده از تکنیک استقرار تابع کیفیت (QFD) اولویت‌بندی کردند. پاریزی و همکاران (۲۰۲۲) پژوهشی با عنوان «یک چارچوب تحلیل چندمعیاره مبتنی بر GIS برای ارزیابی تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر زلزله» انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که «استحکام ساختمان»، «تراکم ساختمان»، «نسبت ابعاد» و «عرض خیابان» مهم‌ترین شاخص‌های فیزیکی در نظر گرفته‌شده در چارچوب پیشنهادی هستند. نتایج کلی نشان‌دهنده سطوح پایین تاب‌آوری فیزیکی در شهر کرمان است. ربیهاک (۲۰۲۰) پژوهشی با عنوان «ارتقاء تاب‌آوری یک

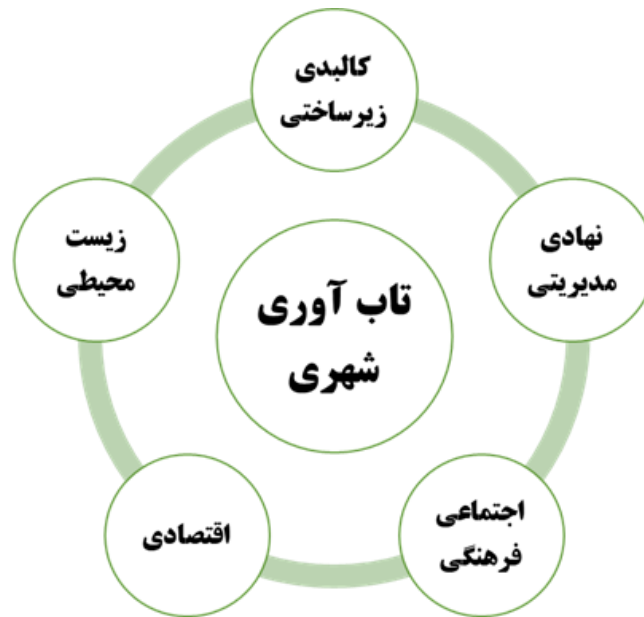
سیستم زیرساختی حیاتی: مطالعه موردی جمهوری اسلواکی» انجام داد. او با استفاده از روش ASOR که روش برای ارزیابی و تقویت تاب‌آوری سازمانی برای یک سیستم زیرساختی حیاتی و مهم است، نمایان کرد که روش ASOR با شناسایی ضعف‌ها و تقویت نقاط مثبت به توسعه زیرساخت‌های باکیفیت، قابل اعتماد، پایدار و مقاوم، از جمله زیرساخت‌های منطقه‌ای و فرامرزی کمک می‌کند.

پژوهش‌های نامبرده تعداد محدودی از شاخص‌های تاب‌آوری شهری را مورد تحلیل قرار داده‌اند اما در این پژوهش تمامی شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل شناسایی و تبیین می‌شود. در سایر پژوهش‌ها عمدتاً از روش‌های AHP و ANP برای امتیازدهی به شاخص‌ها استفاده شده است اما در این پژوهش شاخص‌های تاب‌آوری شهری با مدل جدید دیمتل فازی تبیین می‌شود.

مبانی نظری

مخاطرات این ظرفیت را دارند که در نبود سیستم‌های کاهش خطر، به سوانحی هولناک و ویران‌کننده برای اجتماعات بشری تبدیل شوند (Tarhan et al, 2016: 453). مخاطره شهری عبارت است از واقعه یا عملی از طبیعت، فناوری یا انسان با چنان شدتی که شیرازه زندگی روزمره شهری ناگهان گسیخته شود و مردم دچار رنج و درماندگی شوند (امینی ورکی و همکاران، ۱۳۹۳: ۶). مخاطرات به دو دسته مخاطرات طبیعی (زلزله، سیل، طوفان، آتش‌فشان و آلودگی هوا، گردباد، بهمن، سونامی و غیره) و مخاطرات انسان‌ساز تقسیم می‌گردند. مخاطرات انسان‌ساز نیز خود به سه دسته مخاطرات نظامی (شامل تهاجم هوایی، زمینی و دریایی)، مخاطرات امنیتی (شامل خراب‌کاری، بمب‌گذاری و اقدامات تروریستی) و مخاطرات اتفاقی (شامل آتش‌سوزی، انفجار مخازن سوخت و یا نشت مواد خطرناک) تقسیم می‌شوند (نقوی، ۱۳۹۸: ۱۳). تاب‌آوری توانایی یک سیستم در تحمل یا سازگاری با عوارض شوک‌هایی مانند بحران‌های طبیعی یا انسان‌ساخت است، درحالی‌که سیستم همچنان قادر است عملکرد خود را حفظ و به فعالیت‌هایش استمرار بخشد (Rogatka et al, 2021: 3). شهرها نیز باید بتوانند از بحران‌های ناشی از خطرات مربوط به حوادث طبیعی یا انسانی نجات پیدا کنند (Jamali et al, 2023: 1). تاب‌آوری در بحث شهرسازی و امور شهری در دهه‌های اخیر جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است (Wubneh, 2023: 3). تاب‌آوری شهری، اگرچه مفهومی مبهم است، اما به‌عنوان «توانایی یک سیستم شهری و همه شبکه‌های اجتماعی-اکولوژیکی و اجتماعی-فنی تشکیل‌دهنده آن در مقیاس‌های زمانی و مکانی- برای حفظ یا بازگشت سریع به عملکردهای مطلوب در مواجهه با یک اختلال، برای انطباق با تغییر و تغییر سریع سیستم‌هایی که ظرفیت انطباقی فعلی یا آینده را محدود می‌کنند» تعریف می‌شود (Hannibal et al, 2022: 1).

رویکرد اصلی تاب‌آوری طراحی با آسیب‌پذیری کمتر و انعطاف‌پذیری بیش‌تر برای شهر در برابر مخاطرات و حوادث است که می‌توان از ابعاد مختلف و مؤلفه‌های گوناگون بررسی کرد. ابعاد کالبدی-زیرساختی، زیست‌محیطی، اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی و نهادی-مدیریتی از مهم‌ترین ابعاد تاب‌آوری شهری محسوب می‌شوند (لعلی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۷). در شکل ۱ ابعاد تاب‌آوری شهری ارائه شده است.



شکل ۱. ابعاد تاب‌آوری شهری

تاب‌آوری کالبدی به معنای ارزیابی واکنش جامعه و ظرفیت بازبایی بعد از سانحه مانند پناهگاه‌ها، واحدهای مسکونی و زیرساختی مثل خطوط لوله، جاده‌ها و وابستگی آن‌ها به زیرساخت‌های دیگر است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۶۰). تاب‌آوری زیرساختی به صورت آسیب‌پذیری ساختارهای فیزیکی از جمله املاک، ساختمان‌ها و سیستم‌های حمل‌ونقل است. این خود اشاره به ظرفیت اسکان، تأسیسات شهری، آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر خطرات، زیرساخت‌های بحرانی و دسترسی به جاده‌ها برای تخلیه و خطوط عرضه بعد از بحران دارد. این یک تعریف جامع است که شامل پیشگیری، حفاظت، مقاومت، بازبایی و سازگاری است. تاب‌آوری کالبدی و زیرساختی برای کیفیت زندگی افراد و کیفیت محیط پیرامون در زندگی روزانه آن‌ها الزام‌آور است (محمدی سرین دیزج، ۱۳۹۶: ۱۳۰-۱۲۸).

سیستم‌های زیست‌محیطی، مؤلفه‌های طبیعی شهر هستند که شامل مسیرهای آب، خاک، توپوگرافی، جغرافیا و سیستم‌های طبیعی هستند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۱). الگوهای رفت‌وآمدها، فعالیت و همزیستی در سکونتگاه‌های مترکم شهری و غیره، بر میزان تاب‌آوری محیط‌زیست شهری تأثیر می‌گذارد. مشکلات زیست‌محیطی مانند سیلاب‌ها، رانش زمین، آلودگی هوا و غیره در دیدگاه سیستمی قابل مرتفع شدن است، زیرا تاب‌آوری زیست‌محیطی با ساختارهای اقتصادی و اجتماعی شهر نیز در ارتباط است و به همین سبب شهرهای هوشمند و رشد سبز باعث افزایش تاب‌آوری محیط‌زیست شهری می‌شود (شیری‌پور و همکاران، ۱۴۰۱: ۲۵۴). برخی از منابع مانند تالاب‌ها و فضای سبز شهری برای جذب اثرات بلایایی مانند سیل و بهبود فرآیند بازبایی ضروری هستند. در دسترس بودن و دسترسی به منابع پاک و مقرون‌به‌صرفه برای بقا و شکوفایی جوامع انسانی ضروری است. بنابراین برای دستیابی به جوامع تاب‌آور باید اقدامات مناسبی در زمینه حفاظت و مدیریت منابع انجام شود (Irvine et al, 2023: 44).

تاب‌آوری به معنای مهارت‌ها، خصوصیات و توانمندی‌ها، خودتکایی و ظرفیت‌های اجتماعی است (Arbon et al, 2016: 203). تاب‌آوری اجتماعی شامل شرایطی است که تحت آن افراد و گروه‌های اجتماعی با تغییرات محیطی انطباق می‌یابند (Keck & Sakdapolrak, 2013: 13). به عبارت دیگر، تاب‌آوری اجتماعی یکی از بنیان‌های اساسی جامعه در برابر بحران‌ها و سختی‌هاست که نویدبخش جامعه سازگار، منعطف و دارای قدرت بازبایی از شرایط سخت است (Maclean

(et al, 2014: 145).

بعد اقتصادی تاب‌آوری شهری شامل معیارهای مربوط به ساختار اقتصاد، امنیت و ثبات آن و پویایی آن است. تاب‌آوری اقتصادی یک جامعه به ظرفیت و مهارت جمعیت شاغل آن برای حمایت از جمعیت وابسته بستگی دارد. در دسترس بودن مشاغل با دستمزد معقول، ابزارهای مالی و طرح‌های بیمه‌ای برای تأمین امنیت اقتصادی جامعه نیز می‌تواند با تاب‌آوری اقتصادی مرتبط باشد. انتظار می‌رود جوامع متکی به یک صنعت واحد در برابر بحران‌ها آسیب‌پذیرتر باشند. از این رو، کسب‌وکارهای بزرگ و کوچک برای اطمینان از سرمایه‌گذاری داخلی و تداوم کسب‌وکار مورد نیاز هستند. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد، در مقایسه با فروشگاه‌های زنجیره‌ای بزرگ، کسب‌وکارهای کوچک محلی در گردش پول در اقتصاد محلی مؤثرتر هستند (Sharifi & Yamagata, 2016: 266).

تاب‌آوری سازمانی به‌عنوان یک نیاز واقعی سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا با شرایط بحرانی امروز و محیط فاجعه‌بار آن مقابله کنند. بیش‌تر پژوهش‌ها تاب‌آوری سازمانی را در تنظیم ظرفیت‌ها یا توانایی‌ها تعریف می‌کنند. برخی از تعاریف شامل توانایی تنظیم و حفظ عملکردهای مطلوب در شرایط چالش‌برانگیز یا پرفشار است. ظرفیت پویایی، سازگاری و تطبیق‌پذیری سازمانی که با گذشت زمان رشد و توسعه می‌یابد؛ توانایی بازگشت سریع از وقایع مخرب یا مشکلات و توانایی بهبودی بعد از حوادث مخرب را افزایش می‌دهد. سازمان‌های تاب‌آور انعطاف‌پذیر و بسیار قابل‌اعتماد هستند. تاب‌آوری سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا چالش‌های مخرب را مدیریت کنند. هنگام ترکیب این تعاریف و سایر تعاریف مشابه به نظر می‌رسد تاب‌آوری از دیدگاه سازمانی بر ۳ جنبه «انعطاف‌پذیری، نگهداری و سازگاری» تأکید می‌کند (پودینه و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۳۲-۱۲۹).

شاخص‌های تاب‌آوری، به‌ویژه برای کمک به برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان در درک جایگاه جوامع‌شان از نظر تاب‌آوری و توسعه استراتژی‌ها و برنامه‌های عملیاتی برای ایجاد شهرهای تاب‌آورتر ضروری خواهند بود (Sharifi & Yamagata, 2016: 259). در این پژوهش برای رسیدن به شاخص‌های تاب‌آوری شهری در ابعاد پنج‌گانه کالبدی-زیرساختی، زیست‌محیطی، اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی و نهادی-مدیریتی از مطالعات کتابخانه‌ای گسترده استفاده شده است؛ به‌طوری‌که این شاخص‌ها محصول مطالعه و بررسی بیش از ۱۰۰ مقاله چاپ‌شده در نشریه‌های معتبر بوده است که هر کدام تعدادی از شاخص‌های مزبور را مطرح نموده و مورد بررسی قرار داده‌اند. در مجموع ۱۷۰ شاخص بر اساس مطالعات اسنادی شناسایی و در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ابعاد و شاخص‌های تاب‌آوری شهری

ابعاد	مؤلفه	شاخص‌ها
دسترسی	دسترسی	دسترسی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی درون‌شهری، دسترسی به شبکه معابر اصلی، عرض معابر، تراکم تردد در فضا، دسترسی به پارکینگ، دسترسی به ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی شهر
		سازگاری کاربری‌ها، فاصله از هسته‌های شهری، سطح اشغال بنا، ضریب محصوریت، مساحت قطعات، مساحت بلوک، ارتفاع بنا، تعداد طبقات بنا، اسکلت بنا، مصالح بنا، کیفیت بنا، نمای بنا، قدمت بنا، تراکم ساختمانی، تراکم واحد در ساختمان
کالبدی-زیرساختی	مسکونی	تراکم واحدهای مسکونی، تراکم زیربنای مسکونی، میانگین مساحت زیربنای مسکونی، تراکم اتاق در واحد مسکونی، درصد واحدهای مسکونی آپارتمانی، درصد واحدهای مسکونی غیرآپارتمانی (ویلا)، درصد واحدهای مسکونی چادر، کپر، آلونک و زاغه، درصد واحدهای مسکونی دارای برق، درصد واحدهای مسکونی دارای گاز
		فاصله از مراکز مهم نظامی، فاصله از مراکز صنعتی، فاصله از لوله اصلی گاز، فاصله از ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز، فاصله از مخازن اصلی ذخیره سوخت و نفت، فاصله از خطوط انتقال نفت و فرآورده‌های نفتی، فاصله از پالایشگاه‌ها، فاصله از جایگاه‌های سوخت‌رسانی، فاصله از لوله اصلی آب، فاصله از تأسیسات تصفیه آب، فاصله از مخزن و منبع تأمین آب، فاصله از پست‌های فشار قوی برق شهری، فاصله از خطوط اصلی برق‌رسانی، فاصله از نیروگاه‌های برق، فاصله از کابل‌های اصلی مخابرات، فاصله از دکل‌های مخابرات، رادیو و تلویزیون، فاصله از
حربیم مراکز خطرآفرین	حربیم مراکز خطرآفرین	فاصله از مراکز مهم نظامی، فاصله از مراکز صنعتی، فاصله از لوله اصلی گاز، فاصله از ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز، فاصله از مخازن اصلی ذخیره سوخت و نفت، فاصله از خطوط انتقال نفت و فرآورده‌های نفتی، فاصله از پالایشگاه‌ها، فاصله از جایگاه‌های سوخت‌رسانی، فاصله از لوله اصلی آب، فاصله از تأسیسات تصفیه آب، فاصله از مخزن و منبع تأمین آب، فاصله از پست‌های فشار قوی برق شهری، فاصله از خطوط اصلی برق‌رسانی، فاصله از نیروگاه‌های برق، فاصله از کابل‌های اصلی مخابرات، فاصله از دکل‌های مخابرات، رادیو و تلویزیون، فاصله از

مکان‌های باستانی و تاریخی، قرارگیری در محدوده بافت فرسوده، قرارگیری در محدوده طرح ترافیک، فاصله از پل‌های زیرگذر و روگذر شهری، فاصله از تقاطع‌ها، فاصله از صداوسیما، فاصله از زندان، فاصله از انبارها و سیلوهای مواد غذایی، فاصله از فرودگاه‌ها، فاصله از پایانه‌های اتوبوس مسافربری برون شهری، فاصله از خطوط راه‌آهن، فاصله از ایستگاه راه‌آهن		
درصد واحدهای مسکونی دارای آب‌ولوله‌کشی، درصد واحدهای مسکونی دارای منبع نگهداری آب، درصد واحدهای مسکونی دارای سرویس بهداشتی، درصد واحدهای مسکونی دارای حمام، دسترسی به سرویس‌های بهداشتی عمومی، درصد واحدهای مسکونی دارای سیستم دفع فاضلاب، نسبت تعداد سطوح‌های زباله به جمعیت، دسترسی به قبرستان‌ها	ویژگی‌های بهداشتی شهر	
فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از مسیل‌ها و کانال‌های فاضلاب شهری، فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر و آب‌های سطحی، فاصله از چاه‌های آب عمیق و نیمه عمیق، فاصله از چشمه‌ها، فاصله از قنات‌ها، فاصله از مراکز دفن زباله، فاصله از گسل‌ها، فاصله از معدن	حريم عناصر طبیعی خطرآفرین	زیست‌محیطی
ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین، جنس زمین (سازندهای زمین‌شناسی)، ژئومورفولوژی و تیپ اراضی، نوع خاک، فرسایش خاک، تراکم پوشش گیاهی، نوع آب‌وهوای شهری، میزان بارش سالانه، میانگین دمای سالانه	ویژگی‌های طبیعی شهر	
دسترسی به فضاهای سبز عمومی، دسترسی به فضاهای باز، درصد سطوح غیرقابل نفوذ در برابر رواناب‌ها، قرارگیری در محدوده طرح کنترل آلودگی هوا	ویژگی‌های محیطی شهری	
دسترسی به مراکز مذهبی، دسترسی به مراکز فرهنگی، دسترسی به مراکز ورزشی، دسترسی به مراکز گردشگری و جهانگردی	زیرساخت فرهنگی- اجتماعی	
میزان تعاملات اجتماعی شهروندان، درصد مشارکت شهروندان، درصد افراد ساکن در محل تولد، تعداد سازمان‌های حمایت اجتماعی در هر ۱۰۰۰۰ نفر، تعداد سازمان‌های مردم‌نهاد در هر ۱۰۰۰۰ نفر	سرمایه اجتماعی	اجتماعی- فرهنگی
تراکم جمعیت، تراکم خانوار در واحد مسکونی، تراکم نفر در واحد مسکونی، تراکم نفر در اتاق، تراکم جمعیت در زیربنای مسکونی، سرانه زیربنای مسکونی، متوسط بعد خانوار، درصد جمعیت کودک، درصد جمعیت سالمند، درصد جمعیت معلول، درصد جمعیت مستقل، میانگین سنی جمعیت، نسبت جنسی جمعیت، تعداد مرگ‌ومیر کودکان در هر ۱۰۰۰۰ نفر، درصد مهاجران وارد شده	جمعیت	
درصد جمعیت دارای مذهب غالب، درصد جمعیت دارای قومیت غالب، درصد جمعیت اقلیت‌های قومی، درصد جمعیت اقلیت‌های مذهبی	فرهنگ	
دسترسی به مراکز تجاری، دسترسی به بانک‌ها، درصد بیمه ساختمان‌ها، درصد بیمه وسایل نقلیه، درصد بیمه ائاثیه منزل، درصد افراد تحت پوشش بیمه، قیمت زمین، قیمت مسکن	زیرساخت اقتصادی	
درصد خانوارهای دارای خودرو، درصد واحدهای مسکونی با تصرف ملکی، درصد واحدهای مسکونی استیجاری، درصد جمعیت مولد (۱۵ ساله تا ۶۴ ساله)، درصد جمعیت غیرمولد (زیر ۱۵ سال و بالای ۶۴ سال)، درصد جمعیت شاغل، درصد تعداد افراد شاغل در هر خانوار، درصد جمعیت بیکار، درصد مشارکت اقتصادی، درصد مشارکت اقتصادی زنان، بار معیشت، بار اقتصادی، بار تکفل خالص، درصد جمعیت دارای اشتغال کاذب نسبت به کل شاغلان، درصد شاغلان در بخش فعالیت‌های خصوصی نسبت به کل شاغلان، درصد خانوار با درآمد بالاتر از خط فقر، درصد خانوار با درآمد پایین‌تر از خط فقر، نرخ تورم متوسط سالانه، نرخ رشد اقتصادی سالانه، میزان پس‌انداز خانوارها	پایداری اقتصادی	اقتصادی
درصد اشتغال در بخش‌های صنعتی و کشاورزی (تولیدی) نسبت به اشتغال کل، درصد جمعیت کارآفرین مشغول به کار در مشاغل خلاق، نسبت تعداد واحدهای کسب‌وکار بزرگ‌مقیاس نسبت به کل واحدهای کسب‌وکار	تنوع اقتصادی	
درصد باسوادی جمعیت ۶ ساله و بیشتر، درصد بی‌سوادی جمعیت ۶ ساله و بیشتر، درصد باسوادی در جمعیت لازم‌التعلیم، درصد جمعیت دارای تحصیلات دانشگاهی، درصد اشتغال به تحصیل، دسترسی به مدارس، دسترسی به مراکز آموزش عالی	دانش‌افزایی	
درصد واحدهای مسکونی دارای تلفن ثابت، درصد جمعیت دارای اتصال به شبکه اینترنت، درصد جمعیت دارای تلفن همراه، درصد خانوارهای دارای رایانه	آگاهی‌رسانی	نهادی-
فاصله از مراکز اداری، دسترسی به پناهگاه‌ها، دسترسی به مراکز انتظامی، دسترسی به مراکز پلیس +۱۰	زیرساخت مدیریتی	مدیریتی
دسترسی به مراکز هلال‌احمر، دسترسی به آتش‌نشانی، دسترسی به مراکز درمانی، دسترسی به داروخانه	امداد و نجات	
دسترسی به پایگاه‌های مدیریت بحران، درصد بودجه حوزه مدیریت بحران شهری نسبت به کل بودجه شهرداری در یک سال	نهادی	

پدافند غیرعامل مربوط به جنگ یا صلح نیست بلکه یک آمادگی برای مقابله با حوادث و بلایای مختلف طبیعی و غیرطبیعی است. درواقع، پدافند غیرعامل بیش‌تر تأکید بر روی «مدیریت پیش از بحران» دارد؛ و به‌طورکلی هر اقدام غیرمسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور

در مقابل بحران‌هایی با «عامل طبیعی» (خشک‌سالی، سیل، زلزله، طوفان، رانش و لغزش زمین و غیره) و «عامل انسانی» (جنگ، تحریم، شورش‌های داخلی و غیره) گردد، «پدافند غیرعامل» خوانده می‌شود (حاتمی‌نژاد و عظیم‌زاده ایرانی، ۱۳۹۴: ۹۳). پدافند غیرعامل دارای اصول مشخصی است که عبارت‌اند از: (۱) انتخاب عرصه‌های ایمن در جغرافیای کشور (۲) تعیین مقیاس بهینه استقرار جمعیت و فعالیت در فضا (۳) پراکندگی در توزیع عملکردها متناسب با تهدیدات و جغرافیا (۴) انتخاب مقیاس بهینه از پراکندگی و توجیه اقتصادی پروژه (۵) کوچک‌سازی و ارزان‌سازی و ابتکار در پدافند غیرعامل (۶) موازی‌سازی سیستم‌های پشتیبانی وابسته (۷) مقاوم‌سازی، استحکامات و ایمن‌سازی سازه‌های حیاتی (۸) مکان‌یابی استقرار عملکردها (۹) مدیریت بحران دفاعی در صحنه‌ها (۱۰) استتار و نامرئی‌سازی (۱۱) کور کردن سیستم اطلاعاتی دشمن (۱۲) اختفاء با استفاده از عوارض طبیعی (۱۳) پوشش در همه زمینه‌ها (۱۴) فریب، ابتکار عمل و تنوع در کلیه اقدامات (۱۵) حفاظت اطلاعاتی سیستم‌های حیاتی، حساس و مهم (۱۶) تولید سازه‌های دومانظوره (اسکندری، ۱۳۸۹: ۳۴). بدون شک نوع پدافند در بخش شهری کاملاً متفاوت از پدافند نظامی است و می‌توان اصطلاح پدافند غیرعامل شهری را برای این بخش‌ها مناسب‌تر دانست. از سوی دیگر پدافند غیرعامل شهری بسیار مهم‌تر از سایر بخش‌هاست به گونه‌ای که اهمیت این موضوع در مناطق شهری، هم به لحاظ اقتصادی، هم به لحاظ سیاسی، هم به لحاظ اجتماعی و فرهنگی و... واجد اهمیتی دوچندان است. خسارت‌ها و صدمه‌های محتمل شهری در صورت بروز بحران شهری شامل ترکیبی از ویرانه‌های کالبدی و اختلال در عملکرد عناصر شهری است. انهدام سازه‌ها و ساختمان‌ها، شبکه راه‌ها و دسترسی‌ها، تأسیسات اساسی مخازن آب، نیروگاه‌ها، خطوط ارتباطی تلفن، برق، آب و گاز از آن جمله هستند. چنان‌که در صورت بروز رخدادی پایدار، اختلال در هر یک از شبکه‌های آب‌رسانی، برق‌رسانی، گازرسانی و خطوط مخابراتی موجب در تنگنا قرار گرفتن جمعیت ساکن می‌شود و از توان مقاومت آن‌ها می‌کاهد. در مجموع می‌توان از پدافند غیرعامل شهری به منزله راهبرد آمادگی در شرایط اضطرار، یا استراتژی بازدارندگی یاد کرد. این استراتژی پاسخ‌گویی به نیاز شهروندان برای حفاظت در برابر بحران‌های طبیعی، اجتماعی و فناورانه شهری است و حیطه‌های متنوع آسیب‌پذیری کالبدی، اکولوژیک و فناورانه را در بر می‌گیرد. بر این اساس پدافند غیرعامل شهری مجموعه‌ای از برنامه‌ریزی، طراحی و اقداماتی است که باعث کاهش آسیب‌پذیری (شهر و شهروندان) در مقابل تهدیدات در معنای عام آن می‌شود (عبدالملکی و صفری نامیوندی، ۱۴۰۰: ۹۰؛ محمدی ده‌چشمه و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۳۴). شاخص‌های پدافند غیرعامل شهری در جدول ۲ ارائه شده است. شایان توجه است که تمامی شاخص‌های پدافند غیرعامل شهری با شاخص‌های ابعاد مختلف تاب‌آوری شهری مشترک هستند.

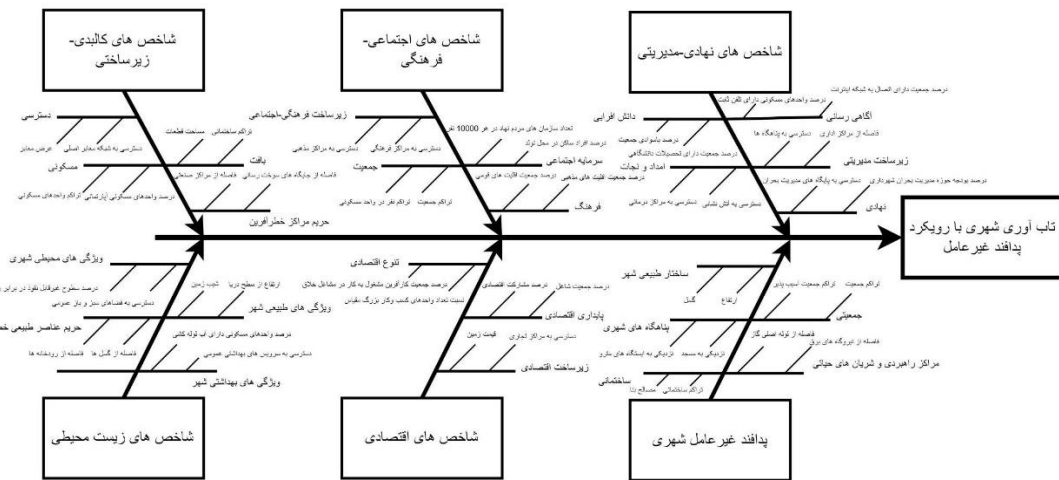
جدول ۲. عوامل، مؤلفه‌ها و شاخص‌های پدافند غیرعامل شهری مؤثر بر تاب‌آوری شهری

عوامل	مؤلفه‌ها	شاخص‌ها
	مراکز حیاتی	فاصله از صداوسیما، فاصله از نیروگاه‌های برق، پالایشگاه‌های نفت و گاز، فاصله از ایستگاه‌های تقلیل و تقویت فشار گاز، فاصله از دکل مخابرات، فاصله از سیل‌های آرد و گندم، فاصله از مخزن آب (سدها)، فاصله از فرودگاه، فاصله از ایستگاه راه‌آهن، دسترسی به مراکز بیمارستانی
مراکز راهبردی	مراکز حساس	فاصله از پادگان نظامی، فاصله از زندان، فاصله از مخزن سوخت، فاصله از تصفیه‌خانه آب، فاصله از ترمینال‌های مسافربری
	مراکز مهم	فاصله از پمپ بنزین، فاصله از پست فشار قوی برق، فاصله از مراکز صنعتی، فاصله از ادارات کل، دسترسی به مراکز آتش‌نشانی، دسترسی به بانک‌ها
		نزدیکی به بزرگ‌راه‌ها و آزادراه‌ها
		نزدیکی به راه شریانی درجه یک
شریان‌های حیاتی	شبکه معابر شهری	نزدیکی به راه شریانی درجه دو
		نزدیکی به راه جمع و پخش‌کننده
		نزدیکی به ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی شهر

فاصله از پل‌ها، زیرگذرها و روگذرها		
فاصله از لوله اصلی گاز	شبکه گاز	
فاصله از خطوط اصلی برق	شبکه برق	
فاصله از لوله اصلی آب	شبکه آب	
فاصله از کابل‌های اصلی مخابرات	شبکه مخابرات	
فاصله از هسته‌های شهری	هسته‌های شهری	هسته‌های شهری
تراکم ساختمانی		
تراکم تردد در فضا	تراکم	
تراکم مسکونی		
عمر بنا		
کیفیت بنا		ساختمانی
مساحت بنا		
مصالح بنا	بافت شهری	
اسکلت بنا		
تعداد طبقات بنا		
سازگاری کاربری‌ها	الگوی هم‌جواری کاربری‌ها	کاربری زمین
تراکم جمعیت		
تراکم جمعیت آسیب‌پذیر (سالمدان، کودکان و معلولان)	تراکم	جمعیتی
نزدیکی به ایستگاه‌های مترو		
نزدیکی به فضاهای سبز و باز عمومی		
نزدیکی به سالن‌های ورزشی		
نزدیکی به مدرسه و دانشگاه	نزدیکی به	پناهگاه‌های
نزدیکی به مساجد و اماکن مذهبی	پناهگاه‌های شهری	شهری
نزدیکی به کاربری‌های فرهنگی		
نزدیکی به تونل‌ها		
نزدیکی به سوله‌های نظامی		
ارتفاع	توپوگرافی	
شیب		
پوشش گیاهی	زیست‌محیطی	ساختار طبیعی شهر
آب‌های سطحی و زیرزمینی	هیدرولوژی	
گسل	ژئومورفولوژی	

با مطالعه موضوعات مطرح شده در مورد دو مفهوم «تاب‌آوری و پدافند غیرعامل» می‌توان دریافت که موضوع تاب‌آوری ابعاد بیشتری را در بر می‌گیرد و بیشتر به صورت سنججه و معیار عمل می‌نماید اما راهکار چندانی ارائه نمی‌کند. برعکس آن؛ موضوع پدافند غیرعامل بیشتر به دنبال ارائه توصیه‌های اجرایی و راهکار است و معیار زیادی ارائه نمی‌نماید. به نظر می‌رسد لازم است با مشخص کردن تأثیر به‌کارگیری تکنیک‌های ارائه شده طراحی پدافند غیرعامل در بهبود میزان تاب‌آوری و ارتباط عملی بین آن‌ها، این تکنیک‌ها به نحو مؤثری در طراحی شهری مورد توجه قرار گیرند (نقوی، ۱۳۹۸: ۴). از این رو، می‌توان بیان داشت با توجه به تأکید ویژه پدافند غیرعامل شهری بر مراکز حیاتی، حساس و مهم در سطح شهرها، تاب‌آوری شهری در بحث شاخص‌ها تا حد زیادی با پدافند غیرعامل شهری همپوشانی دارد اما تاب‌آوری شهری بیش‌تر به معیار و شاخص‌ها می‌پردازد و برخلاف پدافند غیرعامل راهکارهای اجرایی برای بهبود اوضاع ارائه نمی‌کند. ارتباط مفهومی تاب‌آوری شهری با پدافند غیرعامل شهری به صورت مدل نظری شاخص‌های تاب‌آوری در فضاهای شهری با رویکرد

پدافند غیرعامل در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲. مدل نظری شاخص‌های تاب‌آوری در فضاهای شهری با رویکرد پدافند غیرعامل

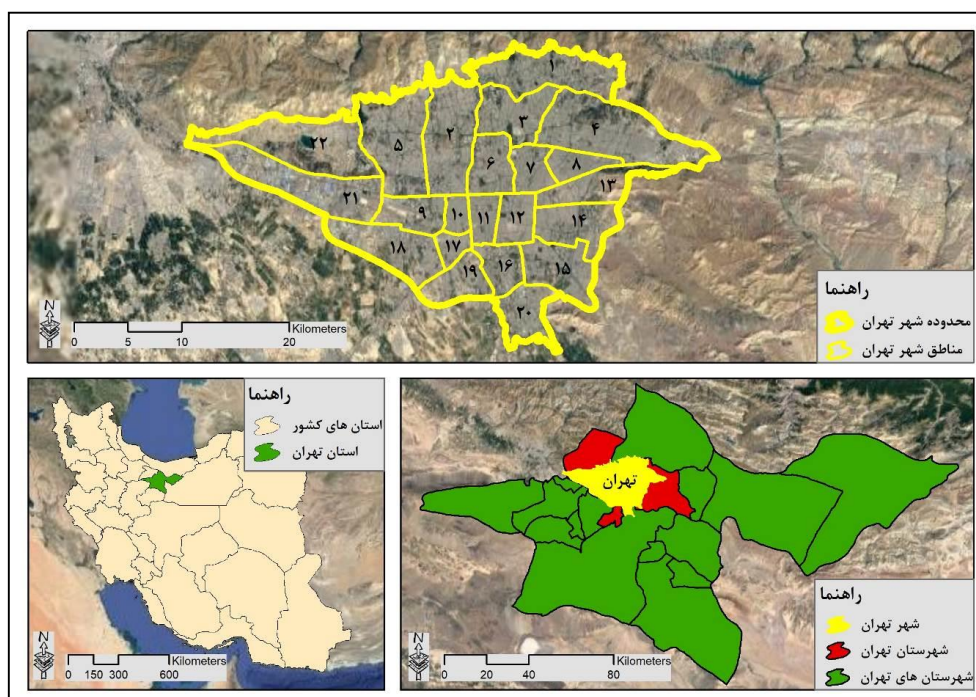
روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف از نوع کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی - تحلیلی و از نظر روش پژوهش از نوع آمیخته (کیفی-کمی) است. جامعه آماری پژوهش برای تبیین شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل، متخصصان علوم شهری شامل اساتید دانشگاهی، فارغ‌التحصیلان و دانشجویان دکتری در رشته‌های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، شهرسازی، عمران و پدافند غیرعامل هستند که هم به لحاظ نظری و هم به لحاظ مصداقی در ارتباط با کلان‌شهر تهران دانش و تخصص لازم را دارند. برای نمونه‌گیری از کارشناسان و نخبگان، از روش قضاوتی و در دسترس شامل تجربه علمی، تمایل و توانایی مشارکت در پژوهش استفاده می‌شود. اصولاً حجم نمونه در تحقیقات کیفی، ثابت و قطعی نیست و بستگی به شرایط مطالعه دارد. با این حال، معمولاً تعداد نمونه‌های لازم برای رسیدن به حد کفایت نظری، ۱۵ تا ۳۰ نفر تعیین می‌شود که در این پژوهش نیز، تعداد نمونه‌ها ۲۵ نفر در نظر گرفته شد. داده‌های مربوط به مبانی نظری پژوهش به شیوه کتابخانه‌ای و اسنادی تهیه شده و داده‌های خام پژوهش با نظرسنجی از متخصصان استخراج شده است. روایی پرسش‌نامه محقق ساخته از طریق مصاحبه با اساتید و متخصصان مورد تأیید قرار گرفته است. پایایی پرسش‌نامه نیز با روش آلفای کرونباخ موردسنجش قرار گرفته است که میزان آن برابر ۰/۹۹۸ شده است. روش تجزیه و تحلیل اطلاعات در پژوهش حاضر شامل دو مرحله کیفی-کمی است. مرحله کیفی شامل شناسایی و استخراج شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل از طریق بررسی مبانی نظری و تئوریک و همچنین پیشینه پژوهش است. در مرحله کمی با انجام تکنیک دیمتل فازی با مشارکت متخصصان علوم شهری شامل اساتید دانشگاهی، فارغ‌التحصیلان و دانشجویان دکتری به‌عنوان اعضای پانل تأثیرگذاری و تأثیرپذیری و همچنین میزان اهمیت شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در شهر تهران در نرم‌افزار Excel تبیین می‌شود.

محدوده مورد مطالعه

قلمرو جغرافیایی پژوهش حاضر کلان‌شهر تهران است. تهران، به‌عنوان پایتخت ایران و کلان‌شهر مرکزی شهر منطقه‌ای، با وسعت حدود ۷۳۰ کیلومتر مربع و جمعیتی بالغ بر هشت میلیون نفر در مرکز منطقه کلان‌شهری تهران قرار دارد. این

محدوده شامل ۲۲ منطقه شهرداری، ۱۲۳ ناحیه، ۳۵۴ محله است که در مجموع ۷/۴ درصد مساحت کل منطقه را به خود اختصاص می‌دهد. در سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر تهران ۸۶۹۳۷۰۶ نفر بوده است (اسدی، ۱۳۹۹: ۸۷۶). کلان‌شهر تهران به‌عنوان پایتخت کشور، دارای تمرکز بالایی از جمعیت، سرمایه و نیز ساختار سیاسی-اداری است و در صورت هر گونه تهاجم هوایی از سوی دشمن هدف اصلی خواهد بود. همچنین وجود گسل‌های متعدد در داخل و اطراف این کلان‌شهر خطر وقوع زلزله را بسیار جدی کرده است. جاری شدن رواناب‌های سطحی و طغیان رودخانه‌های داخل شهر و نیز آلودگی هوا از دیگر مخاطرات کلان‌شهر تهران هستند. با توجه به تمرکز کارخانه‌های صنعتی، نیروگاه‌ها، تصفیه‌خانه‌ها، پتروشیمی و غیره، مخاطرات اتفاقی از جمله آتش‌سوزی، انفجار مخازن سوخت و یا نشت مواد خطرناک نیز از دیگر مخاطرات کلان‌شهر تهران محسوب می‌شود. قلمرو جغرافیایی کلان‌شهر تهران در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۳. قلمرو جغرافیایی کلان‌شهر تهران

یافته‌ها

بعد از استخراج شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل از طریق مبانی نظری پژوهش، پانل متخصصان با مشارکت ۲۵ نفر از متخصصان علوم شهری شامل اساتید دانشگاهی، فارغ‌التحصیلان و دانشجویان دکتری در رشته‌های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، شهرسازی، عمران و پدافند غیرعامل که هم به لحاظ نظری و هم به لحاظ مصداقی در ارتباط با کلان‌شهر تهران دانش و تخصص لازم را دارند، تشکیل شده است. ۱۱ نفر از متخصصان از رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، ۷ نفر از رشته شهرسازی، ۴ نفر از رشته عمران، ۳ نفر از رشته پدافند غیرعامل، ۱ نفر استاد تمام، ۳ نفر دانشیار، ۴ نفر استادیار، ۵ نفر فارغ‌التحصیل دکتری، ۱۲ نفر دانشجوی دکتری، ۱۹ مرد و ۶ زن هستند. سپس از طریق مصاحبه با متخصصان علوم شهری شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل که طریق مبانی نظری پژوهش استخراج شده بود، با انجام تغییرات و اصلاحاتی پایش گردید تا مورد تأیید و توافق اعضای پانل قرار گیرد. پایش شاخص‌ها به این صورت بوده است که: تعدادی از شاخص‌ها به همان صورت مورد تأیید متخصصان قرار گرفته

است. عنوان تعدادی از شاخص‌ها اصلاح شده است. تعدادی از شاخص‌ها با هم ادغام شده است. تعدادی از شاخص‌ها تبدیل به دو شاخص جداگانه شده است. تعدادی از شاخص‌ها بر اساس نظر متخصصان رد شده است. تعدادی از شاخص‌ها توسط متخصصان به مجموعه شاخص‌های پژوهش اضافه شده است. در نهایت پس از پایش و اصلاحات مدنظر متخصصان، ۱۶۰ شاخص به عنوان شاخص‌های پژوهش تعیین شده است. شاخص‌های پژوهش به همراه کد مربوطه در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. شاخص‌های پژوهش

کد	شاخص	کد	شاخص
C81	ژئومورفولوژی و تیپ اراضی	C1	فاصله از ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی درون شهری
C82	نوع خاک	C2	فاصله از شبکه معابر اصلی
C83	فرسایش خاک	C3	عرض معابر
C84	تراکم پوشش گیاهی	C4	تراکم تردد در فضا
C85	نوع آب‌وهوای شهری	C5	فاصله از پارکینگ
C86	میزان بارش سالانه	C6	فاصله از ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی شهر
C87	میانگین دمای سالانه	C7	سازگاری کاربری‌ها
C88	فاصله از فضاهای سبز و باز عمومی	C8	فاصله از هسته‌های شهری
C89	درصد سطوح غیرقابل نفوذ در برابر رواناب‌ها	C9	سطح اشغال ساختمان
C90	قرارگیری در محدوده طرح کنترل آلودگی هوا	C10	ضریب محصوریت
C91	فاصله از مراکز مذهبی	C11	میانگین مساحت قطعات
C92	فاصله از مراکز فرهنگی	C12	مساحت بلوک
C93	فاصله از مراکز ورزشی	C13	ارتفاع ساختمان
C94	فاصله از مراکز گردشگری و جهانگردی	C14	تعداد طبقات ساختمان
C95	درصد مشارکت شهروندان	C15	درصد ساختمان‌های با اسکلت بادوام
C96	درصد افراد ساکن در محل تولد	C16	درصد ساختمان‌های با اسکلت کم‌دوام
C97	تعداد سازمان‌های حمایت اجتماعی در هر ۱۰۰۰۰ نفر	C17	درصد ساختمان‌های با مصالح بادوام
C98	تعداد سازمان‌های مردم‌نهاد در هر ۱۰۰۰۰ نفر	C18	درصد ساختمان‌های با مصالح کم‌دوام
C99	تراکم جمعیت	C19	کیفیت ساختمان
C100	تراکم خانوار در واحد مسکونی	C20	درصد ساختمان‌های با نمای مقاوم
C101	تراکم نفر در واحد مسکونی	C21	درصد ساختمان‌های با نمای نامقاوم
C102	تراکم نفر در اتاق	C22	قدمت ساختمان
C103	تراکم جمعیت در زیربنای مسکونی	C23	تراکم ساختمانی
C104	سرانه زیربنای مسکونی	C24	تراکم واحد در ساختمان
C105	متوسط بعد خانوار	C25	تراکم واحدهای مسکونی
C106	درصد جمعیت ناتوان (کودک، سالمند و معلول)	C26	تراکم زیربنای مسکونی
C107	درصد جمعیت مستقل	C27	میانگین مساحت زیربنای مسکونی
C108	درصد جمعیت زن	C28	تراکم اتاق در واحد مسکونی
C109	درصد مهاجران وارد شده	C29	درصد واحدهای مسکونی آپارتمانی
C110	درصد جمعیت دارای مذهب غالب	C30	درصد واحدهای مسکونی غیرآپارتمانی (ویلايي)
C111	درصد جمعیت دارای قومیت غالب	C31	درصد واحدهای مسکونی چادر، کپر، آلونک و زاغه
C112	درصد جمعیت اقلیت‌های قومی	C32	درصد واحدهای مسکونی دارای برق
C113	درصد جمعیت اقلیت‌های مذهبی	C33	درصد واحدهای مسکونی دارای گاز
C114	فاصله از مراکز تجاری	C34	فاصله از مراکز مهم نظامی
C115	فاصله از بانک‌ها	C35	فاصله از مراکز صنعتی-کارگاهی

C116	درصد بیمه ساختمان‌ها	C36	فاصله از لوله اصلی گاز
C117	درصد بیمه وسایل نقلیه	C37	فاصله از پست‌های تقلیل فشار گاز شهری (T.B.S)
C118	درصد بیمه آتاثیه منزل	C38	فاصله از مخازن اصلی ذخیره سوخت و نفت
C119	درصد افراد تحت پوشش بیمه	C39	فاصله از خطوط انتقال نفت و فراورده‌های نفتی
C120	قیمت زمین	C40	فاصله از پالایشگاه‌ها
C121	قیمت مسکن	C41	فاصله از جایگاه‌های سوخت‌رسانی
C122	درصد خانوارهای دارای خودرو	C42	فاصله از لوله اصلی آب
C123	درصد واحدهای مسکونی با تصرف ملکی	C43	فاصله از تأسیسات تصفیه آب
C124	درصد واحدهای مسکونی استیجاری	C44	فاصله از مخزن و منبع تأمین آب (سد)
C125	نسبت مالکیت به استیجاری	C45	فاصله از پست‌های فشار قوی برق شهری
C126	درصد جمعیت شاغل	C46	فاصله از خطوط اصلی برق‌رسانی
C127	درصد تعداد افراد شاغل در هر خانوار	C47	فاصله از نیروگاه‌های برق
C128	درصد جمعیت بیکار	C48	فاصله از کابل‌های اصلی مخابرات
C129	درصد مشارکت اقتصادی	C49	فاصله از دکل‌های مخابرات، رادیو و تلویزیون
C130	درصد مشارکت اقتصادی زنان	C50	فاصله از ساختمان‌ها و مکان‌های تاریخی و باستانی
C131	بار معیشت	C51	قرارگیری در محدوده بافت فرسوده
C132	بار اقتصادی	C52	قرارگیری در محدوده طرح ترافیک
C133	بار تکفل خالص	C53	فاصله از پل‌های زیرگذر و روگذر شهری
C134	درصد جمعیت دارای اشتغال کاذب	C54	فاصله از تقاطع‌ها
C135	درصد جمعیت دارای اشتغال خصوصی	C55	فاصله از صداوسیما
C136	درصد خانوار با درآمد بالاتر از خط فقر	C56	فاصله از زندان
C137	درصد خانوار با درآمد پایین‌تر از خط فقر	C57	فاصله از انبارها و سیلوهای مواد غذایی
C138	نرخ تورم متوسط سالانه	C58	فاصله از فرودگاه‌ها
C139	نرخ رشد اقتصادی سالانه	C59	فاصله از پایانه‌های اتوبوس مسافربری برون‌شهری
C140	میزان پس‌انداز خانوارها	C60	فاصله از خطوط راه‌آهن
C141	درصد اشتغال در بخش‌های صنعتی و کشاورزی (تولیدی) نسبت به اشتغال کل	C61	فاصله از ایستگاه راه‌آهن
C142	درصد جمعیت کارآفرین مشغول به کار در مشاغل خلاق	C62	درصد واحدهای مسکونی داری آب‌لوله‌کشی
C143	نسبت تعداد واحدهای کسب‌وکار بزرگ‌مقیاس نسبت به کل واحدهای کسب‌وکار	C63	درصد واحدهای مسکونی دارای منبع نگهداری آب
C144	درصد باسواد جمعیت	C64	درصد واحدهای مسکونی دارای سرویس بهداشتی
C145	درصد بی‌سوادی جمعیت	C65	درصد واحدهای مسکونی دارای حمام
C146	درصد جمعیت دارای تحصیلات دانشگاهی	C66	فاصله از سرویس‌های بهداشتی عمومی
C147	فاصله از مدارس	C67	درصد واحدهای مسکونی دارای سیستم دفع فاضلاب
C148	فاصله از مراکز آموزش عالی	C68	نسبت تعداد سطل‌های زباله به جمعیت
C149	درصد واحدهای مسکونی دارای تلفن ثابت	C69	فاصله از رودخانه‌ها
C150	درصد جمعیت دارای اتصال به شبکه اینترنت	C70	فاصله از مسیل‌ها و کانال‌های فاضلاب شهری
C151	درصد جمعیت دارای تلفن همراه	C71	فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر و آب‌های سطحی
C152	فاصله از مراکز اداری	C72	فاصله از چاه‌های آب عمیق و نیمه عمیق
C153	فاصله از پناهگاه‌ها	C73	فاصله از چشمه‌ها
C154	فاصله از مراکز انتظامی	C74	فاصله از قنات‌ها
C155	فاصله از هلال‌احمر	C75	فاصله از مراکز دفن زباله
C156	فاصله از آتش‌نشانی	C76	فاصله از گسل‌ها
C157	فاصله از مراکز درمانی	C77	فاصله از معدن
C158	فاصله از داروخانه	C78	ارتفاع از سطح دریا

C159	فاصله از مراکز مدیریت بحران	C79	شیب زمین
C160	درصد بودجه حوزه مدیریت بحران شهری نسبت به کل بودجه شهرداری در یک سال	C80	جنس زمین (سازندهای زمین‌شناسی)

نخستین گام برای انجام محاسبات تکنیک دیمتل فازی طراحی ماتریس تصمیم‌گیری مقایسات زوجی و شناسایی یک طیف کلامی یا زبانی مناسب برای گردآوری داده‌ها است. از این رو، ماتریس تصمیم‌گیری 160×160 مطابق شاخص‌های معرفی شده در جدول ۲ طراحی و برای متخصصان ارسال شد. این ماتریس بر اساس طیف زبانی به صورت تأثیر بسیار زیاد (۴)، تأثیر زیاد (۳)، تأثیر کم (۲)، تأثیر بسیار کم (۱)، بدون تأثیر (۰) طراحی شد و از متخصصان خواسته شده با وارد کردن یکی از اعداد ۰ تا ۴ تأثیر هر شاخص بر شاخص دیگر را مشخص نمایند. سپس هر یک از اعداد قطعی ۰ تا ۴ مطابق جدول ۴ در نرم‌افزار Excel به اعداد فازی تبدیل شدند.

جدول ۴. اعداد فازی مثلثی معادل طیف لیکرت ۵ درجه

متغیرهای کلامی	اعداد قطعی	اعداد فازی مثلثی
بدون تأثیر	۰	(۰/۲۵، ۰، ۰)
تأثیر خیلی کم	۱	(۰/۵، ۰/۲۵، ۰)
تأثیر کم	۲	(۰/۷۵، ۰/۵، ۰/۲۵)
تأثیر زیاد	۳	(۱، ۰/۷۵، ۰/۵)
تأثیر خیلی زیاد	۴	(۱، ۰/۷۵)

در این قسمت از ارائه فرمول‌ها و جداول مربوط به مراحل روش دیمتل فازی اجتناب شده است و توضیحات مربوطه به صورت خلاصه به همراه جدول نهایی مدل دیمتل فازی ارائه شده است. پس از جمع‌آوری نظرات خبرگان در خصوص میزان تأثیرگذاری شاخص‌ها بر یکدیگر و فازی سازی آن، ماتریس فازی ارتباطات مستقیم (Z) از طریق محاسبه میانگین نظرات خبرگان به دست آمده است. در مرحله بعد ماتریس فازی ارتباطات مستقیم نرمال شده است. بدین منظور ابتدا مقدار بیش‌ترین عدد مجموع کرانه بالای اعداد فازی (u) به دست آمده و سپس تمامی مقادیر ماتریس فازی ارتباطات مستقیم بر این مقدار تقسیم شده است تا ماتریس فازی ارتباطات مستقیم نرمال شده به دست آید. مقدار بیش‌ترین عدد مجموع کرانه بالای اعداد فازی جدول فوق برابر $147/53$ شده است. بعد از نرمال‌سازی ماتریس فازی ارتباطات مستقیم، ماتریس فازی ارتباطات کلی که با T نمایش داده می‌شود محاسبه شده است. برای به دست آوردن ماتریس ارتباطات کلی ابتدا ماتریس فازی ارتباطات مستقیم نرمال شده به سه ماتریس قطعی با اعداد غیرفازی تقسیم شده است که به ترتیب شامل اعداد حد پایین ماتریس میانگین (l)، اعداد حد وسط ماتریس میانگین (m) و اعداد حد بالای ماتریس میانگین (u) است. ماتریس l، m و u از یک ماتریس یکه با همان تعداد سطر و ستون کم شده است. در ادامه سه ماتریس حاصل معکوس و سپس در ماتریس اولیه^۱ مربوط به خود ضرب شده‌اند. در پایان هر کدام از حدهای پایین، میان و بالای اعداد مثلثی ترکیب و سپس ماتریس T محاسبه شده است. در مرحله بعد مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس T محاسبه شده است. مجموع سطرها (D) نشان‌گر میزان تأثیرگذاری آن شاخص بر سایر شاخص‌های مورد مطالعه و مجموع ستون‌ها (R) نشان‌گر میزان تأثیرپذیری آن شاخص از سایر شاخص‌های مورد مطالعه است. سپس با $D+R$ میزان اهمیت شاخص‌ها مشخص می‌شود که هرچه میزان آن بیشتر باشد اهمیت آن شاخص بیشتر است. با $D-R$ نیز میزان اثرگذاری و اثرپذیری شاخص‌ها مشخص می‌شود که اگر میزان $D-R$ شاخصی بیش‌تر از صفر باشد آن شاخص اثرگذار و اگر میزان $D-R$ شاخصی کمتر از صفر باشد آن شاخص اثرپذیر است. در نهایت اعداد فازی $D+R$ و $D-R$ با استفاده از روش مرکز ثقل دی‌فازی و قطعی

شده است. ماتریس اهمیت و تأثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها در جدول ۵ ارائه شده است.

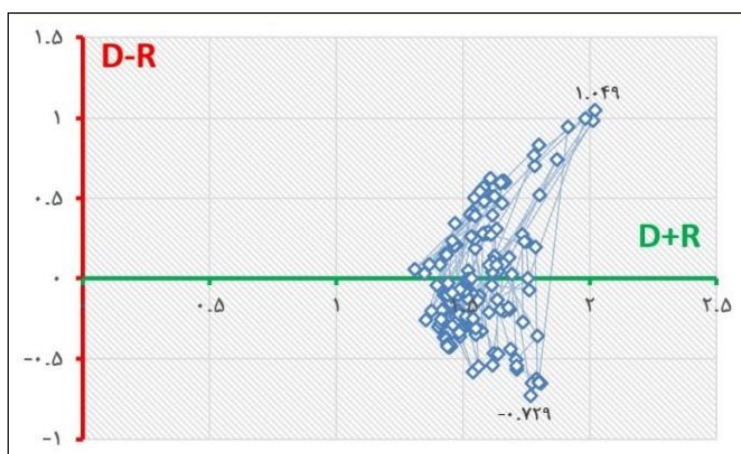
جدول ۵. ماتریس اهمیت و تأثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها

رتبه	D-R	رتبه	D+R	شاخص	رتبه	D-R	رتبه	D+R	شاخص
۸۱	-۰/۰۸۰	۱۰۲	۱/۵۱۴	C81	۱۱۹	-۰/۲۷۲	۲۳	۱/۷۳۷	C1
۱۳۱	-۰/۳۲۰	۱۱۱	۱/۴۹۷	C82	۳۶	-۰/۲۷۷	۲۴	۱/۷۳۴	C2
۱۳۰	-۰/۳۱۸	۱۱۳	۱/۴۸۸	C83	۵۴	-۰/۱۴۰	۴۸	۱/۶۲۶	C3
۱۲۵	-۰/۲۹۷	۹۴	۱/۵۳۰	C84	۱۳۵	-۰/۳۶۰	۱۱	۱/۷۹۳	C4
۱۲۴	-۰/۲۹۲	۸۴	۱/۵۴۳	C85	۱۴۸	-۰/۵۰۵	۲۷	۱/۷۱۱	C5
۱۲۶	-۰/۳۰۰	۸۵	۱/۵۴۳	C86	۱۴۵	-۰/۴۴۰	۲۹	۱/۶۸۸	C6
۱۲۹	-۰/۳۱۱	۷۸	۱/۵۵۲	C87	۷۴	-۰/۰۴۴	۵۵	۱/۶۱۳	C7
۷	-۰/۷۴۱	۵	۱/۸۷۰	C88	۸۰	-۰/۰۷۳	۱۹	۱/۷۶۱	C8
۶۰	-۰/۰۸۳	۴۶	۱/۶۳۳	C89	۴۶	-۰/۲۲۷	۲۱	۱/۷۵۰	C9
۱۰۳	-۰/۲۰۱	۱۲۴	۱/۴۷۴	C90	۴۷	-۰/۲۲۷	۲۲	۱/۷۴۱	C10
۴۰	-۰/۲۶۲	۹۰	۱/۵۳۶	C91	۱۰۴	-۰/۲۰۳	۲۵	۱/۶۶۳	C11
۴۳	-۰/۲۵۰	۷۷	۱/۵۵۲	C92	۹۹	-۰/۱۹۳	۳۰	۱/۶۸۴	C12
۴۲	-۰/۲۵۴	۸۸	۱/۵۳۸	C93	۱۰۰	-۰/۱۹۵	۴۰	۱/۶۵۰	C13
۴۴	-۰/۲۴۷	۸۱	۱/۵۴۸	C94	۹۷	-۰/۱۸۲	۳۳	۱/۶۷۹	C14
۷۳	-۰/۰۳۱	۱۳۷	۱/۴۴۱	C95	۹۱	-۰/۱۰۸	۷۳	۱/۵۶۴	C15
۱۳۸	-۰/۳۷۳	۱۴۲	۱/۴۳۴	C96	۶۴	-۰/۰۴۲	۴۴	۱/۶۳۷	C16
۱۳۷	-۰/۳۶۹	۱۴۹	۱/۴۲۴	C97	۹۰	-۰/۱۰۶	۷۴	۱/۵۶۳	C17
۱۳۹	-۰/۳۷۶	۱۴۳	۱/۴۳۴	C98	۶۵	-۰/۰۳۷	۵۳	۱/۶۱۶	C18
۱۳	-۰/۶۰۱	۳۳	۱/۶۶۶	C99	۵۵	-۰/۱۳۰	۳۱	۱/۶۸۳	C19
۱۰	-۰/۶۱۰	۳۸	۱/۶۵۵	C100	۱۶۰	-۰/۷۲۹	۱۸	۱/۷۶۸	C20
۱۱	-۰/۶۰۷	۳۴	۱/۶۶۴	C101	۱۵۵	-۰/۶۳۱	۱۲	۱/۷۹۳	C21
۱۵	-۰/۵۹۴	۴۲	۱/۶۴۷	C102	۵۰	-۰/۱۹۵	۱۴	۱/۷۸۶	C22
۱۲	-۰/۶۰۶	۳۶	۱/۶۶۳	C103	۳۷	-۰/۲۷۶	۶۲	۱/۵۹۴	C23
۱۴	-۰/۵۹۹	۴۱	۱/۶۴۹	C104	۳۴	-۰/۲۸۰	۶۱	۱/۵۹۹	C24
۱۱۷	-۰/۲۶۰	۱۵۸	۱/۳۵۵	C105	۳۳	-۰/۲۸۴	۶۵	۱/۵۸۳	C25
۳۰	-۰/۳۴۴	۱۲۷	۱/۴۶۸	C106	۳۹	-۰/۲۷۰	۶۶	۱/۵۸۲	C26
۱۲۰	-۰/۲۷۵	۱۴۸	۱/۴۲۴	C107	۳۲	-۰/۲۹۱	۶۰	۱/۶۰۰	C27
۱۲۲	-۰/۲۸۸	۱۳۰	۱/۴۶۱	C108	۳۵	-۰/۲۷۹	۶۹	۱/۵۷۸	C28
۱۴۴	-۰/۴۲۸	۱۳۶	۱/۴۴۵	C109	۱۳۲	-۰/۳۲۸	۷۰	۱/۵۷۴	C29
۱۴۳	-۰/۴۲۴	۱۳۴	۱/۴۵۲	C110	۱۳۴	-۰/۳۴۸	۷۹	۱/۵۵۰	C30
۱۴۰	-۰/۴۰۹	۱۳۸	۱/۴۴۰	C111	۶۳	-۰/۰۴۷	۹۸	۱/۵۲۱	C31
۱۴۱	-۰/۴۱۲	۱۳۵	۱/۴۴۸	C112	۱۴۶	-۰/۴۶۶	۵۰	۱/۶۲۲	C32
۱۴۲	-۰/۴۲۱	۱۴۰	۱/۴۳۸	C113	۱۴۷	-۰/۴۷۱	۴۳	۱/۶۳۹	C33
۱۱۰	-۰/۲۳۲	۱۰۰	۱/۵۱۹	C114	۲۲	-۰/۵۱۳	۴۹	۱/۶۲۴	C34
۱۱۴	-۰/۲۵۲	۱۱۰	۱/۵۰۲	C115	۲۴	-۰/۴۸۵	۶۴	۱/۵۸۳	C35
۵۲	-۰/۱۵۰	۱۴۵	۱/۴۳۰	C116	۶۶	-۰/۰۲۹	۱۵۹	۱/۳۵۰	C36
۱۲۸	-۰/۳۰۳	۱۵۴	۱/۴۰۴	C117	۲۶	-۰/۴۲۱	۸۹	۱/۵۳۶	C37
۱۳۱	-۰/۲۸۳	۱۵۲	۱/۴۱۲	C118	۲۵	-۰/۴۷۱	۳۹	۱/۶۵۴	C38
۵۳	-۰/۱۴۸	۱۴۱	۱/۴۳۷	C119	۶۲	-۰/۰۵۶	۱۶۰	۱/۳۱۱	C39
۸۸	-۰/۱۰۴	۱۴۷	۱/۴۲۵	C120	۵	-۰/۸۳۲	۱۰	۱/۷۹۹	C40
۸۷	-۰/۱۰۴	۱۳۹	۱/۴۳۹	C121	۲۷	-۰/۴۰۳	۹۵	۱/۵۲۹	C41
۱۵۳	-۰/۵۸۳	۸۷	۱/۵۴۰	C122	۹۲	-۰/۱۱۴	۱۳۳	۱/۴۵۶	C42

۹۸	-۰/۱۹۳	۱۴۶	۱/۴۲۵	C123	۸۹	-۰/۱۰۵	۱۲۸	۱/۴۶۸	C43
۱۰۱	-۰/۲۰۰	۱۴۴	۱/۴۳۰	C124	۲۳	-۰/۵۰۵	۸۳	۱/۵۴۵	C44
۱۰۲	-۰/۲۰۰	۱۵۰	۱/۴۱۷	C125	۲۸	-۰/۳۹۷	۵۲	۱/۶۱۶	C45
۱۱۶	-۰/۲۵۷	۱۲۰	۱/۴۸۳	C126	۱۱۲	-۰/۲۳۷	۱۲۶	۱/۴۷۲	C46
۱۰۶	-۰/۲۰۵	۱۲۱	۱/۴۸۲	C127	۳	-۰/۹۸۲	۲	۲/۰۱۳	C47
۷۶	-۰/۰۵۴	۱۰۶	۱/۵۱۱	C128	۱۳۶	-۰/۳۶۵	۱۱۴	۱/۴۸۸	C48
۱۰۸	-۰/۲۲۶	۱۱۶	۱/۴۸۷	C129	۵۷	-۰/۰۹۲	۳۷	۱/۶۶۱	C49
۱۳۳	-۰/۳۳۶	۱۱۷	۱/۴۸۶	C130	۱۴۹	-۰/۵۳۸	۵۴	۱/۶۱۶	C50
۷۰	-۰/۰۰۴	۹۶	۱/۵۲۵	C131	۵۱	-۰/۱۸۳	۸۰	۱/۵۴۸	C51
۷۲	-۰/۰۰۷	۱۰۳	۱/۵۱۴	C132	۱۰۷	-۰/۳۱۴	۵۹	۱/۶۰۲	C52
۷۱	-۰/۰۰۵	۹۷	۱/۵۲۲	C133	۵۶	-۰/۱۰۳	۵۱	۱/۶۱۸	C53
۱۰۹	-۰/۲۲۷	۱۱۸	۱/۴۸۴	C134	۶۱	-۰/۰۸۰	۵۸	۱/۶۰۴	C54
۱۱۱	-۰/۲۳۷	۱۰۵	۱/۵۱۲	C135	۳۱	-۰/۳۱۱	۴۷	۱/۶۳۲	C55
۱۱۳	-۰/۲۴۹	۸۶	۱/۵۴۱	C136	۳۸	-۰/۲۷۱	۵۶	۱/۶۱۰	C56
۷۷	-۰/۰۶۲	۱۰۷	۱/۵۰۷	C137	۸	-۰/۷۰۵	۱۵	۱/۷۸۳	C57
۹۳	-۰/۱۱۷	۱۰۱	۱/۵۱۷	C138	۲	-۰/۹۹۷	۳	۱/۹۸۲	C58
۹۴	-۰/۱۲۵	۹۹	۱/۵۱۹	C139	۶۹	-۰/۰۰۱	۲۰	۱/۷۵۷	C59
۶۸	-۰/۰۰۰	۹۲	۱/۵۳۵	C140	۹۵	-۰/۱۳۴	۴۵	۱/۶۳۶	C60
۸۵	-۰/۰۹۸	۱۱۹	۱/۴۸۴	C141	۶۷	-۰/۰۲۴	۲۸	۱/۶۹۲	C61
۸۲	-۰/۰۸۲	۱۰۸	۱/۵۰۷	C142	۱۵۲	-۰/۵۶۷	۲۵	۱/۷۱۳	C62
۸۶	-۰/۱۰۳	۱۲۳	۱/۴۸۱	C143	۱۵۰	-۰/۵۴۶	۲۶	۱/۷۱۲	C63
۱۱۵	-۰/۲۵۴	۱۵۱	۱/۴۱۳	C144	۱۵۴	-۰/۶۲۶	۱۳	۱/۷۸۹	C64
۱۰۵	-۰/۲۰۳	۱۵۶	۱/۳۷۷	C145	۱۵۹	-۰/۶۵۳	۶	۱/۸۰۷	C65
۴۵	-۰/۲۳۲	۱۳۱	۱/۴۵۹	C146	۱۵۸	-۰/۶۵۱	۱۷	۱/۷۷۳	C66
۷۵	-۰/۰۴۴	۱۵۵	۱/۳۹۷	C147	۱۵۶	-۰/۶۴۴	۸	۱/۸۰۰	C67
۴۱	-۰/۲۶۱	۹۳	۱/۵۳۲	C148	۱۵۷	-۰/۶۴۶	۹	۱/۸۰۰	C68
۱۵۱	-۰/۵۵۰	۷۵	۱/۵۶۱	C149	۴	-۰/۹۴۴	۴	۱/۹۱۴	C69
۷۹	-۰/۰۷۱	۱۱۵	۱/۴۸۷	C150	۴۸	-۰/۲۰۶	۱۲۵	۱/۴۷۳	C70
۸۴	-۰/۰۹۳	۱۳۲	۱/۴۵۹	C151	۴۹	-۰/۲۰۴	۱۲۹	۱/۴۶۷	C71
۵۹	-۰/۰۸۷	۱۵۳	۱/۴۰۹	C152	۱۲۷	-۰/۳۰۳	۱۱۲	۱/۴۹۲	C72
۱۸	-۰/۵۵۲	۷۱	۱/۵۷۳	C153	۱۱۸	-۰/۲۷۲	۱۲۲	۱/۴۸۱	C73
۱۹	-۰/۵۴۸	۶۳	۱/۵۸۸	C154	۱۲۳	-۰/۲۹۱	۱۰۹	۱/۵۰۵	C74
۱۷	-۰/۵۶۱	۶۸	۱/۵۷۹	C155	۲۱	-۰/۵۲۱	۷	۱/۸۰۳	C75
۱۶	-۰/۵۶۹	۶۷	۱/۵۸۱	C156	۱	۱/۰۴۹	۱	۲/۰۲۱	C76
۹	-۰/۶۲۶	۵۷	۱/۶۰۹	C157	۶	-۰/۷۶۷	۱۶	۱/۷۸۰	C77
۵۸	-۰/۰۸۷	۱۵۷	۱/۳۶۷	C158	۹۶	-۰/۱۳۸	۷۶	۱/۵۵۹	C78
۲۹	-۰/۳۹۲	۸۲	۱/۵۴۷	C159	۸۳	-۰/۰۹۲	۹۱	۱/۵۳۶	C79
۲۰	-۰/۵۴۳	۷۲	۱/۵۶۶	C160	۷۸	-۰/۰۷۱	۱۰۴	۱/۵۱۲	C80

سپس نمودار علی شاخص‌ها بر اساس D+R و D-R به دست‌آمده از جدول ۵ ترسیم‌شده و در شکل ۴ ارائه شده است. در نمودار علی محور افقی D+R است که نشان‌دهنده میزان اهمیت شاخص‌ها است و محور عمودی D-R است که میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری شاخص‌ها را نشان می‌دهد. بنابراین جایگاه هر یک از شاخص‌ها بر اساس دو شاخص اهمیت و رابطه در شکل ۴ مشخص شده است. مطابق این شکل، بر اساس مقادیر D-R می‌توان تأثیرگذارترین و تأثیرپذیرترین شاخص را شناسایی کرد. شاخص‌هایی که مقدار مثبت دارند به‌عنوان علت یا شاخص تأثیرگذار و شاخص‌هایی که مقدار

منفی دارند به‌عنوان معلول یا شاخص تأثیرپذیر شناسایی می‌شوند. با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای $D-R$ نمایان شده است که شاخص فاصله از گسل‌ها با مقدار $۱/۰۴۹$ تأثیرگذارترین شاخص و شاخص درصد ساختمان‌های با نمای مقاوم با مقدار $-۰/۷۲۹$ تأثیرپذیرترین شاخص است. در مجموع شاخص‌های فاصله از گسل‌ها، فاصله از فرودگاه‌ها، فاصله از نیروگاه‌های برق، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از پالایشگاه‌ها، فاصله از معدن، فاصله از فضاهای سبز و باز عمومی، فاصله از انبارها و سیلوهای مواد غذایی، فاصله از مراکز درمانی و تراکم خانوار در واحد مسکونی به ترتیب به‌عنوان تأثیرگذارترین شاخص‌ها (علت‌ها) و شاخص‌های درصد ساختمان‌های با نمای مقاوم، درصد واحدهای مسکونی دارای حمام، فاصله از سرویس‌های بهداشتی عمومی، نسبت تعداد سطوح‌های زباله به جمعیت، درصد واحدهای مسکونی دارای سیستم دفع فاضلاب، درصد ساختمان‌های با نمای نامقاوم، درصد واحدهای مسکونی دارای سرویس بهداشتی، درصد خانوارهای دارای خودرو، درصد واحدهای مسکونی دارای آبلوله‌کشی و درصد واحدهای مسکونی دارای تلفن ثابت به ترتیب به‌عنوان تأثیرپذیرترین شاخص‌ها (معلول‌ها) شناخته شده‌اند. همچنین بر اساس مقادیر به‌دست‌آمده برای $D+R$ (محور افقی) می‌توان بیان نمود که شاخص فاصله از گسل‌ها با مقدار $۲/۰۲۱$ به‌عنوان بااهمیت‌ترین شاخص شناسایی شده است. بنابراین فاصله از گسل با توجه به نقش آن در ایجاد زلزله مهم‌ترین شاخص تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران محسوب می‌شود و از این‌رو، توجه به این شاخص به‌ویژه در ساخت‌وسازهای جدید و مکان‌یابی تأسیسات و تجهیزات شهری و شهرک‌های مسکونی بسیار ضروری است. بعد از آن شاخص‌های فاصله از نیروگاه‌های برق با مقدار $۲/۰۱۳$ ، فاصله از فرودگاه‌ها با مقدار $۱/۹۸۲$ ، فاصله از رودخانه‌ها با مقدار $۱/۹۱۴$ و فاصله از فضاهای سبز و باز عمومی با مقدار $۱/۸۷۰$ به‌عنوان بااهمیت‌ترین شاخص‌ها شناسایی شده‌اند. نیروگاه‌های برق با توجه به احتمال خراب‌کاری صنعتی و انفجار و همچنین حملات نظامی دارای اهمیت است و در صورت عدم رعایت فاصله مناسب از آن‌ها می‌تواند میزان بحران را افزایش دهد. فاصله از فرودگاه‌ها که هدف اصلی در حملات هوایی دشمن محسوب می‌شود نیز بسیار مهم است. رودخانه‌ها نیز خطر بالقوه‌ای برای ایجاد سیلاب‌های شهری محسوب می‌شوند و رعایت فاصله از آن‌ها ضروری است. فضاهای سبز و باز عمومی نیز برای شرایط پس از بحران و به‌ویژه برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان دارای اهمیت بسیار است.



شکل ۴. نمودار علی شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران

بحث

تاب‌آوری شهری و پدافند غیرعامل دو مفهوم در زمینه مدیریت بحران هستند که در صورت ترکیب با یکدیگر توانایی و آمادگی شهرها برای مقابله با مخاطرات گوناگون را تضمین می‌کنند. این پژوهش با هدف شناسایی و تبیین شاخص‌های

تاب‌آوری شهری در فضاهای کلان‌شهر تهران با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل انجام شده است. در این پژوهش شناسایی و تبیین تاب‌آوری کلان‌شهر تهران در ابعاد کالبدی-زیرساختی، زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، نهادی-مدیریتی با رویکرد پدافند غیرعامل مورد بررسی قرار گرفته است. مطابق نتایج، ۱۶۰ شاخص تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران شناسایی شده است. مطابق نتایج مدل دیمتل فازی، شاخص‌های فاصله از گسل‌ها، فاصله از فرودگاه‌ها، فاصله از نیروگاه‌های برق، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از پالایشگاه‌ها، فاصله از معدن، فاصله از فضاهای سبز و باز عمومی، فاصله از انبارها و سیلوهای مواد غذایی، فاصله از مراکز درمانی و تراکم خانوار در واحد مسکونی به‌عنوان ۱۰ شاخص با بیش‌ترین مقدار تأثیرگذاری (علت) و شاخص‌های درصد ساختمان‌های با نمای مقاوم، درصد واحدهای مسکونی دارای حمام، فاصله از سرویس‌های بهداشتی عمومی، نسبت تعداد سطوح‌های زباله به جمعیت، درصد واحدهای مسکونی دارای سیستم دفع فاضلاب، درصد ساختمان‌های با نمای نامقاوم، درصد واحدهای مسکونی دارای سرویس بهداشتی، درصد خانوارهای دارای خودرو، درصد واحدهای مسکونی دارای آبلوله‌کشی و درصد واحدهای مسکونی دارای تلفن ثابت به‌عنوان ۱۰ شاخص با بیش‌ترین مقدار تأثیرپذیری (معلول) شناسایی شده‌اند. همچنین شاخص‌های فاصله از گسل‌ها با مقدار ۲/۰۲۱، فاصله از نیروگاه‌های برق با مقدار ۲/۰۱۳، فاصله از فرودگاه‌ها با مقدار ۱/۹۸۲، فاصله از رودخانه‌ها با مقدار ۱/۹۱۴ و فاصله از فضاهای سبز و باز عمومی با مقدار ۱/۸۷۰ به‌عنوان بااهمیت‌ترین شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران شناسایی شده‌اند. از این‌رو، نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش نامبرده در پیشینه پژوهش مغایرت دارد؛ زیرا در هر یک از پژوهش‌های نامبرده تعداد محدودی از شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل بررسی شده است اما در این پژوهش تمامی شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل به‌طور جامع بررسی شده و نتیجه‌ای نوین به‌دست آمده است.

نتیجه‌گیری

شهرها به‌عنوان پیچیده‌ترین ساخته دست بشر، با خطرات گسترده‌ای به دلیل دامنه وسیعی از مخاطرات و به علت آسیب‌پذیری متعددشان مواجه هستند. یکی از راه‌های اساسی برای ایجاد آمادگی در برابر بحران‌ها، آگاهی از میزان تاب‌آوری شهر در صورت وقوع آن بحران است که در این صورت می‌توان با اتخاذ راهکارهایی آمادگی در برابر این‌گونه بحران‌ها را تا حد بسیار زیادی افزایش داد. تاب‌آوری رویکردی با تأکید بر مانایی و مقاومت دارایی‌های یک سیستم در برابر حوادث و شوک‌های داخلی و خارجی است که می‌تواند در عرصه‌های گوناگون کالبدی-زیرساختی، زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، نهادی-مدیریتی نمود یابد. یک شهر به‌طور کامل تاب‌آور محسوب خواهد شد که تمامی شاخص‌ها، مؤلفه‌ها و ابعاد تاب‌آوری در آن شهر در وضعیت بهتر و در حالت رشد و ارتقا قرار گیرند و چه‌بسا که ارتقای ناموزون ابعاد مختلف در مسیر تاب‌آوری شهری خیلی به تاب‌آور شدن کلیت یک شهر و مردمان آن منجر نخواهد شد. اگر شهر را به‌عنوان یک موجود زنده معرفی کنیم و رشد، تغییر و پویایی شهرها و شهروندان‌شان را بپذیریم، در تمام جهان، یافتن و حتی ساختن شهری که به‌طور کامل دارای مؤلفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری باشد، به‌ندرت امکان‌پذیر است، اما آنچه مهم است اراده و خیزش این شهرها و مدیریت شهری آن‌ها و حرکت گام‌به‌گامشان به سمت شهرهای آماده و نزدیک‌تر شدن به شهرهای تاب‌آور است. پدافند غیرعامل نیز به‌عنوان یک آمادگی برای مقابله با حوادث و بلایای مختلف طبیعی و انسان‌ساخت، رویکردی است که می‌تواند تاب‌آوری شهرها را ارتقا دهد. مطالعات گوناگونی پیرامون ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های مطرح در تاب‌آوری شهرها و سیستم‌های شهری بیان شده است که هر کدام از منظر و دیدگاه خاصی

تاب‌آوری را مدنظر قرار داده و به آن پرداخته است. در این پژوهش نیز شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران شناسایی و تبیین شده است. مطابق نتایج مطالعات نظری و مدل دیمتل فازی، از ۱۶۰ شاخص شناسایی‌شده در ۵ بعد کالبدی-زیرساختی، زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، نهادی-مدیریتی، ۵ شاخص فاصله از گسل‌ها، فاصله از نیروگاه‌های برق، فاصله از فرودگاه‌ها، فاصله از رودخانه‌ها و فاصله از فضاهای سبز و باز عمومی به‌عنوان بااهمیت‌ترین شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران شناسایی شده‌اند. با توجه به نتایج پژوهش، مدیران و برنامه‌ریزان کلان‌شهر تهران جهت هرگونه اقدام برای آمادگی شهر در مقابله با بحران‌های طبیعی و انسان‌ساخت باید به شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل که در پژوهش حاضر شناسایی و تبیین شده‌اند توجه کنند و اساس تمام برنامه‌ها و تصمیم‌های اجرایی آن‌ها ارتقای شاخص‌های نامبرده باشد. از این‌رو، راهکارهای اجرایی زیر برای ارتقای این شاخص‌ها ارائه می‌شود:

در تمام طرح‌های مکان‌یابی و ایجاد صنایع و شهرک‌های صنعتی، تأسیسات و تجهیزات شهری، شهرک‌های مسکونی به فاصله از گسل‌ها برای کاهش خسارات ناشی از زلزله احتمالی توجه شود و صنایع، تأسیسات و شهرک‌ها تا حد امکان در مکان‌هایی با فاصله مناسب از گسل‌ها احداث شوند. به‌عبارت‌دیگر، در طرح‌های مکان‌یابی شاخص فاصله از گسل برای افزایش تاب‌آوری کلان‌شهر تهران با رویکرد پدافند غیرعامل به‌عنوان مهم‌ترین شاخص در نظر گرفته شود. نیروگاه‌های برق با توجه به احتمال مورد هدف قرار گرفتن در حملات نظامی، خراب‌کاری صنعتی و انفجار و غیره از جمله مراکز حیاتی به‌شمار می‌روند و در بحث پدافند غیرعامل مکان‌یابی و فاصله مناسب آن از سایر کاربری‌ها به‌ویژه مراکز حیاتی و حساس دیگر و همچنین مناطق مسکونی ضروری است. با توجه به اینکه نیروگاه‌های برق از قبل ساخته شده‌اند و به علت صرف هزینه زیاد نمی‌توان مکان‌های فعلی آن‌ها را تغییر داد، باید در جهت مکان‌یابی و همچنین باز توزیع فضایی سایر کاربری‌های حیاتی و حساس و همچنین فضاهای مسکونی برای حفظ فاصله ایمن از این نیروگاه‌ها برنامه‌ریزی و اقدام نمود.

فرودگاه‌ها نیز در بحث پدافند غیرعامل به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مراکز حیاتی محسوب می‌شوند که در شرایط حملات نظامی هدف قطعی حمله خواهند بود. بنابراین در تمام طرح‌های مکان‌یابی و آمایش شهری - منطقه‌ای حفظ فاصله ایمن شهرک‌های مسکونی و صنعتی و سایر مراکز حیاتی و حساس از فرودگاه‌ها ضروری است. با توجه به خطر ایجاد سیلاب‌های شهری توسط رودخانه‌هایی که از وسط یا اطراف شهر می‌گذرند، حفظ فاصله ایمن مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی از رودخانه‌ها در طرح‌های توسعه شهری لازم‌الاجرا است و در صورت عدم رعایت فاصله ایمن از رودخانه‌ها احتمال بروز بحران و تحمیل خسارات جانی و مالی قابل توجه در صورت ایجاد سیل قطعی است. فاصله از فضاهای سبز و باز عمومی شاخصی است که برای شرایط پس از بحران دارای اهمیت بسیار است. زیرا در شرایط پس از وقوع بحران، فضاهای سبز و باز عمومی نقش اصلی را برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان ایفا می‌کنند و هرچه فاصله فضاهای مختلف شهر از فضاهای سبز و باز عمومی کمتر باشد، میزان تاب‌آوری شهروندان در برابر بحران‌های شهری ارتقا خواهد یافت. از این‌رو، برنامه‌ریزی جهت ایجاد فضاهای سبز و باز عمومی جدید در سطح کلان‌شهر تهران برای کاهش فاصله مناطق مختلف شهر از این فضاها ضروری و لازم‌الاجرا است.

حامی مالی

این اثر حامی مالی ندارد.

سه‌م نویسنده‌گان در پژوهش

نویسنده‌گان در تمام مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سه‌م برابر داشتند.

تضاد منافع

نویسنده‌گان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسنده‌گان از همه‌کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

- ابراهیمیان قاجاری، یاسر. (۱۴۰۰). ارزیابی تاب‌آوری کالبدی نواحی شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از تحلیل‌های مکانی و تکنیک پرمته (مطالعه موردی: شهر بابل). *علوم و فنون نقشه‌برداری*، ۱۱ (۲)، ۴۵-۶۰.
<http://dorl.net/dor/20.1001.1.2322102.1400.11.2.4.4>
- احمدی، عبدالمجید؛ فتحی، سعید و اکبری، ابراهیم. (۱۳۹۷). ارزیابی تاب‌آوری محیط شهری در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زمین‌لرزه با استفاده از منطق فازی و GIS (مطالعه موردی: شهر ارومیه). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۷ (۳)، ۵۷-۷۳.
<https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.69540>
- اسدی، صالح؛ مشکینی، ابوالفضل؛ علوی، سیدعلی و قائدرحمتی، صفر. (۱۳۹۹). تبیین سناریوهای مسکن گروه‌های آسیب‌پذیر شهری (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران). *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۵۲ (۳)، ۸۷۱-۸۸۸.
<https://doi.org/10.22059/jhgr.2019.250120.1007623>
- اسکندری، حمید. (۱۳۸۹). *دانستنی‌های پدافند غیرعامل*. چاپ اول، تهران: انتشارات بوستان حمید.
- امینی ورکی، سعید؛ مدیری، مهدی؛ شمسایی زفرقندی، فتح‌اله و قنبری‌نسب، علی. (۱۳۹۳). شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو. مدیریت بحران، ۳ (ویژه‌نامه هفته پدافند غیرعامل)، ۵-۱۸.
- پودینه، محمد؛ میری، غلام‌رضا و انوری، محمودرضا. (۱۴۰۱). واسنجی جایگاه سازمان‌های مدیریت بحران در افزایش تاب‌آوری شهری (مطالعه موردی: شهر زابل). *مدیریت بحران*، ۱۱ (۱)، ۱۴۰-۱۲۹.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.23453915.1401.11.1.7.4.129-140>
- حاتمی‌نژاد، حسین و عظیم‌زاده ایرانی، اشرف. (۱۳۹۴). ساماندهی محلات شهری بر مبنای الزامات پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: محلات ناحیه شش منطقه دو شهر تهران). *اطلاعات جغرافیایی «سپهر»*، ۲۴ (۹۶)، ۹۱-۱۱۲.
<https://doi.org/10.22131/sepehr.2016.18946>
- شیری‌پور، مهدی؛ ساسان‌پور، فرزانه؛ فصیحی، حبیب‌اله و شمعی، علی. (۱۴۰۱). سنجش نقش ساختار فضایی کلان‌شهرها در تاب‌آوری زیست‌محیطی کلان‌شهر تبریز با روش فازی ماباک. *تحقیقات جغرافیایی*، ۳۷ (۲)، ۲۵۳-۲۶۶.
<https://georesearch.ir/article-1-1291-fa.html>
- صالحی، اسماعیل؛ آقابابایی، محمدتقی؛ سردمدی، هاجر و فرزادبهباش، محمدرضا. (۱۳۹۰). بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه علیت. *محیط‌شناسی*، ۳۷ (۵۹)، ۹۹-۱۱۲.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.10258620.1390.37.59.10.2.99-112>
- عبدالملکی، علی و صفری‌نامیوندی، مهدی. (۱۴۰۰). پهنه‌بندی حریم امن زیرساخت شهرهای پشتیبان جنگ از منظر پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر بروجرد). *پدافند غیرعامل*، ۱۲ (۳)، ۸۷-۱۰۰.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086849.1400.12.3.8.8.87-100>
- علی، محمد؛ خوارزمی، امیدعلی و اجزاشکوهی، محمد. (۱۳۹۸). ارزیابی میزان آمادگی شهر مشهد در مواجهه با مخاطرات طبیعی با رویکرد تاب‌آوری شهری. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۸ (۱)، ۱۰۳-۱۱۸.
<https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.75289>
- محمدی ده‌چشمه، مصطفی؛ حیدری‌نیا، سعید و شجاعیان، علی. (۱۳۹۶). سنجش الگوی استقرار کاربری‌های حیاتی از منظر پدافند

- غیرعامل در کلان‌شهر اهواز. پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، ۴۹ (۴)، ۷۵۳-۷۳۳. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2016.56073>
- محمدی سرین دیزج، مهدی. (۱۳۹۶). ارزیابی تاب‌آوری در سطح نواحی شهری با رویکرد کاهش خطرپذیری در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله): مطالعه موردی: شهر زنجان. رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، تهران: دانشگاه پیام نور.
- محمودزاده، حسن؛ پویان‌جم، آذر و اصغرزاده، سلیمه. (۱۳۹۸). مدل‌سازی مکانی حریم ایمنی و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری مشهد در برابر حملات هوایی؛ از منظر پدافند غیرعامل. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱ (۴)، ۲۰۳-۱۹۱. <https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.82738>
- مختاری ملک‌آبادی، رضا؛ سقایی، محسن و گنچکی، عقیل. (۱۳۹۹). ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری نقاط حساس شهری بر اساس اصول پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: بندر دیر). جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۱۰ (۲)، ۸۴۱-۸۵۶. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22286462.1399.10.38.16.1>
- موسوی، سیدرضا؛ پیوسته‌گر، یعقوب و کلانتری خلیل‌آباد، حسین. (۱۳۹۹). شناسایی تهدیدات و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل. جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۱۰ (۳)، ۹۳۴-۹۱۷. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22286462.1399.10.39.24.1>
- نقوی، سیدعلی. (۱۳۹۸). بررسی راهکارهای بهبود تاب‌آوری با استفاده از اصول پدافند غیرعامل در طراحی شهری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد طراحی شهری، تهران: دانشگاه پیام نور.

References

- Arbon, P., Steenkamp, M., Cornell, V., Cusack, L., & Gebbie, K. (2016). Measuring disaster resilience in communities and households: pragmatic tools developed in Australia. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 7(2), 201-215. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-03-2015-0008>
- Cerè, G., Rezgui, Y., & Zhao, W. (2017). Critical review of existing built environment resilience frameworks: directions for future research. *International journal of disaster risk reduction*, 25(4), 173-189. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.09.018>
- Chen, M., Jiang, Y., Wang, E., Wang, Y., & Zhang, J. (2022). Measuring Urban Infrastructure Resilience via Pressure-State-Response Framework in Four Chinese Municipalities. *Applied Sciences*, 12(6), 2819-2827. <https://doi.org/10.3390/app12062819>
- Dastjerdi, M.S., Lak, A., Ghaffari, A., & Sharifi, A. (2021). A conceptual framework for resilient place assessment based on spatial resilience approach: An integrative review. *Urban Climate*, 1(36), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100794>
- Ghajari, Y.E., Alesheikh, A.A., Modiri, M., Hosnavi, R., Abbasi, M., Sharifi, A. (2018). Urban vulnerability under various blast loading scenarios: Analysis using GIS-based multi-criteria decision analysis techniques. *Cities*, 72, 102-114. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.006>
- Hannibal, B., Meerow, S., Woodruff, S. C., Roy, M., Gilbertson, P. G., & Matos, M. (2022). Meerow S. Woodruff SC. Roy M. Gilbertson PG. Matos M. Who collaborates on urban resilience? An analysis of flood resilience planning networks in four coastal cities. *Journal of Urban Affairs*, 1, 1-18. <https://doi.org/10.1080/07352166.2022.2137033>
- Irvine, K.N., Suwanarit, A., Likitswat, F., Srilertchaipanij, H., Sahavacharin, A., Wongwatcharapaiboon, J., Boonkam, P., Ingegno, M., & Janpathompong, S. (2023). Nature-based solutions to enhance urban flood resiliency: case study of a Thailand Smart District. *Sustainable Water Resources Management*, 9(1), 43-53. <https://doi.org/10.1007/s40899-023-00821-6>
- Jamali, A., Robati, M., Nikoomaram, H., & Farsad, F. (2023). Aghamohammadi H. Urban Resilience and Climate Change: Developing a Multidimensional Index to Adapt against Climate Change in the Iranian Capital City of Tehran. *Urban Science*, 7(1), 1-18. <https://doi.org/10.3390/urbansci7010007>
- Keck, M., & Sakdapolrak, P. (2013). What is social resilience? Lessons learned and ways forward. *Erdkunde: Scientific Geography*, 67(1), 5-19. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.2013.01.02>
- Maclean, K., Cuthill, M., & Ross, H. (2014). Six attributes of social resilience. *Journal of Environmental Planning and Management*, 57(1), 144-156. <https://doi.org/10.1080/09640568.2013.763774>

- Musiaka, L., Sudra, P., & Spórna, T. (2021). Spatial Chaos as a Result of War Damage and Post-War Transformations. Example of the Small Town of Węgorzewo. *Land*, 10(5), 541-551. <https://doi.org/10.3390/land10050541>
- Narimisa, M.R., Basri, N.E., Elahi, M., Hasannezhad, M., & Alipanahi, E. (2019). Passive defense: Measuring and evaluating urban vulnerability with resilience approach. *RELIGACIÓN. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(13), 153-162. <https://revista.religacion.com/index.php/religacion/article/view/202>
- Parizi, S.M., Taleai, M., & Sharifi, A. (2022). A GIS-Based Multi-Criteria Analysis Framework to Evaluate Urban Physical Resilience against Earthquakes. *Sustainability*, 14(9), 5034-5043. <https://doi.org/10.3390/su14095034>
- Pouryarmohammadi, M., Ahmadi, H., & Salaripour, A. (2022). Developing physical resilience strategies in passive defense according to identification of endangered areas of urban environments (case study: Ahvaz city). *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 13(1), 14-30. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-08-2020-0086>
- Rehak, D. (2020). Assessing and Strengthening Organisational Resilience in A Critical Infrastructure System: Case Study of the Slovak Republic. *Safety Science*, 123, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.104573>
- Rogatka, K., Starczewski, T., & Kowalski, M. (2021). Urban resilience in spatial planning of polish cities-True or false? Transformational perspective. *Land Use Policy*, 101, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105172>
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016). Urban resilience assessment: Multiple dimensions, criteria, and indicators. *Urban resilience*, 1, 259-276. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39812-9_13
- Sitas, N., Selomane, O., Hamann, M., & Gajjar SP. (2021). Towards equitable urban resilience in the Global South within a context of planning and management. *Urban ecology in the global south*, 1(1), 325-345. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67650-6_13
- Tang, A., & Wen, A. (2009). An intelligent simulation system for earthquake disaster assessment. *Computers & Geosciences*, 35(5), 871-879. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2008.03.003>
- Tarhan, C., Aydin, C., & Tecim, V. (2016). How can be disaster resilience built with using sustainable development?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 216, 452-459. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.059>
- Wubneh, M. (2023). Planning, Urban Resilience, and Sustainability. *Planning for Cities in Crisis*, 1, 3-29. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18416-1_1
- Zhang, X., & Li, H. (2018). Urban resilience and urban sustainability: what we know and what do not know?. *Cities*, 72(83), 141-148. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.009>
- Abdolmaleki, A., & Safari, M. (2021). The Safe Zoning of War-Supporting Cities' Infrastructure from the Perspective of Passive Defense (A Case Study of Boroujerd City). *Passive Defense Quarterly*, 12(3), 87-100. <https://dori.net/dor/20.1001.1.20086849.1400.12.3.8.8>[In Persian].
- Ahmadi, A., Fathi, S., & akbari, E. (2018). Assessment of Urban Resilience against Natural Hazards with an Emphasis on Earthquake and Using Fuzzy Logic and GIS (A Case Study of Urmia City). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 7(3), 57-73. <https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.69540>[In Persian].
- Amini Varaki, S., Modiri, M., Shamsayi Zafarghandi, F., & Ghanbari nasab, A. (2015). Perspectives of the city's vulnerability to environmental hazards and its effective components by using the Q-Method. *Emergency Management*, 3(93), 5-18. https://www.joem.ir/article_11584.html[In Persian].
- Asadi, S., Meshkini, A., Alavi, S.A., & Ghaedrahmati, S. (2020). Explaining housing scenarios for vulnerable urban groups Case Study: metropolis Tehran. *Human Geography Research*, 52(3), 871-888. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2019.250120.1007623>[In Persian].
- Ebrahimian Ghajari, Y. (2021). Evaluation of Physical Resilience of Urban Areas from the Perspective of Passive Defense Using Geospatial Analysis and PROMETHEE II Technique (Case Study: Babol City). *Journal of Geomatics Science and Technology*, 11(2), 45-60. <http://dori.net/dor/20.1001.1.2322102.1400.11.2.4.4>[In Persian].
- Eskandari, H. (2010). *Knowledge of passive defense*. First edition, Tehran: Bostan Hamid Press. [In Persian].
- Hataminejad, H., & Azimzadeh Irany, A. (2016). Organizing Urban Neighborhoods based on the

- Passive Defense Requirements (Case study: 6th District Neighborhoods of Tehran's Region 2). *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 24(96), 91-112. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2016.18946>. [In Persian].
- Laaly, M., Kharazmi, O.A., & Ajzashkouhi, M. (2019). Assessing the Readiness of Mashhad City in Facing Natural Hazards with Urban Resilience Approach. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 8(1), 103-118. <https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.75289>[In Persian].
- Mahmoudzadeh, H., PouyanJam, A., & AsgharZadeh, S. (2020). Spatial Analysis of the Protected Zone and Vulnerability of Urban Facilities in Mashhad to Useful Airstrikes, from a Passive Security Viewpoint. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 8(4), 191-203 <https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.82738>. [In Persian].
- Mohamadi Dehcheshmeh, M., Heydarinia, S., & Shojaiian, A. (2017). Measurement of critical land use in terms of passive defense in the metropolis of Ahvaz. *Human Geography Research*, 49(4), 733-753. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2016.56073>[In Persian].
- Mohammadi Serin Dizj, M. (2016). *Assessing resilience at the level of urban areas with the approach of reducing vulnerability to natural hazards (earthquakes); Case study: Zanjan city*. Doctoral thesis of geography and urban planning, Tehran: University of Payam Noor. [In Persian].
- Mokhtari Malek Abadi, R., Saghaei, M., & Gankhaki, A. (2020). Assessment and Vulnerability Analysis of urban Sensitive points based on the Principles of Passive Defense (Case study: Dayyer's Seaport). *Geography (Regional Planning)*, 10(2), 841-856. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22286462.1399.10.38.16.1>[In Persian].
- Mousavi, S., Peyvastehgar, Y., & Kalantari Khalilabad, H. (2020). Identifying threats and vulnerabilities of urban infrastructure with a passive defense approach. *Geography (Regional Planning)*, 10(3), 917-934. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22286462.1399.10.39.24.1>[In Persian].
- Naqavi, S.A. (2018). *Investigating solutions to improve resilience using passive defense principles in urban design*. Master's thesis of urban design, Tehran: University of Payam Noor. [In Persian].
- Pudineh, M., Miri, G.R., & Anvari, M.R. (2022). Analysis of the position of crisis management organizations in increasing urban resilience (Case study: Zabol city). *Emergency Management*, 11(1), 129-140. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.23453915.1401.11.1.7.4>[In Persian].
- Salehi, E., Aghababaei, M.T., Sarmadi, H., & Farzad Behtash, M.R. (2011). Considering the Environment Resiliency by Use of Cause Model. *Environmental Studies*, 37(59), 99-112. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.10258620.1390.37.59.10.2> [In Persian].
- Shiripour, M., Sasanpour, F., Fassihi, H., & Shamai, A. (2022). Assessing the Role of Spatial Structure of Metropolises in Environmental Resilience of Tabriz Metropolis by Fuzzy MABAC Method. *Geographical Research*. 37(2), 253-266. <https://georesearch.ir/article-1-1291-fa.html>[In Persian].