



Spatial Analysis of Housing Resilience Against Natural Hazards with an Emphasis on Earthquakes: A case study of Southern Regions of Tehran Metropolis

Abolfazl Meshkini¹ , Amir Hossein Nematullah Zadeh Mahani² 

1. (Corresponding Author) Department of Geography and Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Email: meshkini@modares.ac.ir

2. Department of Geography and Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Email: ah.nemat@modares.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:

Received:

12 July 2024

Received in revised form:

13 October 2024

Accepted:

7 November 2024

Available online:

21 December 2024

Keywords:

Resilience,
Housing,
Earthquake,
Multiple-Criteria Decision-Making (MCDM),
Best-Worst Method (BWM),
Tehran Metropolis.

ABSTRACT

The possibility of the Tehran metropolis's vulnerability due to seismic activities, location near fault lines, dense population, and various environmental factors is undeniable. Accordingly, this study investigated the resilience of housing in the southern regions of the Tehran metropolis (Regions 15, 16, 19, and 20) against seismic activities. This research is practical and descriptive-analytical in terms of purpose and method, respectively. The required data and information were collected through library and survey methods and analyzed using the best-worst (BWM) method and Excel and Arc GIS software. For this purpose, by studying the background of the research, 24 critical criteria were identified, then using the (BWM) weighting method, and their importance coefficient was determined. Finally, the layers were combined using the fuzzy gamma operator to create a resilience map for the studied regions. The results showed that 43% of southern regions showed very low resilience, and 12% showed low resilience. On the contrary, in the physical-environmental index, 7% of the regions had very low resilience, and 22% had very high resilience. Overall, 50% of the regions showed low resilience, emphasizing the urgent need for targeted interventions. The findings emphasize the importance of addressing socio-economic factors in resilience planning and suggest that a comprehensive approach, a combination of socio-economic and physical-environmental indicators, is necessary to increase housing resilience against earthquakes in southern regions of Tehran.

Citation: Meshkini, A., & Nematullah Zadeh Mahani, A. H. (2024). Spatial Analysis of Housing Resilience Against Natural Hazards with an Emphasis on Earthquakes: A case study of Southern Regions of Tehran Metropolis. *Geographical planning of space quarterly journal*, 14 (4), 153-177.

 <http://doi.org/10.30488/gps.2025.464167.3753>



© The Author (s)

Publisher: Golestan University Press

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Extended Abstract

Introduction

Rapid global urbanization is leading to unprecedented expansion in urban areas, with projections indicating a potential growth exceeding 200% by 2100, primarily driven by developments in emerging economies. Urban areas are increasingly vulnerable to various natural and environmental hazards, particularly earthquakes, which have doubled in frequency and intensity over the past four decades. These seismic events are of particular concern due to their potential to cause significant loss of life, economic disruption, and widespread damage, especially in densely populated urban centers. Earthquake-related disasters are further exacerbated by secondary effects such as landslides, liquefaction, and tsunamis, which can magnify the destruction and challenges in recovery efforts. Urban resilience has emerged as a crucial approach to mitigating the impact of such natural disasters. Resilience in this context refers to the capacity of urban systems to anticipate, resist, and recover from a range of shocks and stresses, encompassing both physical and social dimensions of urban environments. This approach advocates for more dynamic and adaptive urban systems that can absorb disturbances while maintaining functionality. Resilience is critical in earthquake-prone regions, where effective disaster risk reduction (DRR) strategies are vital for minimizing damage, safeguarding lives, and ensuring rapid recovery. Given the high seismic risk and vulnerability of Tehran, the capital of Iran, due to its proximity to fault lines, dense population, and various environmental factors, the resilience of housing structures in the city, particularly in its southern regions, is critical. This study aims to analyze the resilience of houses in the southern regions of the Tehran metropolis against earthquakes, focusing on identifying key indicators that influence resilience and measuring the overall resilience levels in these regions.

Methodology

This research adopts a descriptive-analytical approach, classified as applied research due to its focus on practical outcomes. The study identifies research dimensions through a comprehensive literature review and collects official data, including 2015 statistical blocks and existing city maps. The analysis combines multi-criteria decision-making methods with spatial analysis to assess resilience. The Best-Worst Method (BWM), introduced by Rezaei in 2015, was employed to weigh decision-making factors and criteria. Subsequently, a digital map of earthquake risk probability was created using Euclidean distance from fault layers in ArcGIS software. The study normalized and weighted 24 socio-economic and physical-environmental criteria, combining them using the Fuzzy Gamma operator to produce a resilience map for the study area. The research evaluates 11 socio-economic sub-criteria and 13 physical-environmental sub-criteria, ranging from population density and household size to distance from fault lines and access to critical infrastructure.

Results and discussion

The study's findings indicate significant variability in resilience levels across the southern regions of Tehran. The socio-economic resilience index revealed that 43% of the southern regions exhibit very low resilience, with an additional 12% displaying low resilience. In contrast, 28% of the regions demonstrate medium resilience, while only 13% and 4% show high and very high resilience, respectively. These results highlight substantial socio-economic challenges in nearly half of the southern regions, indicating a pressing need for targeted interventions to improve resilience. On the other hand, the physical-environmental resilience index presented a more balanced distribution of resilience levels. Only 7% of the regions showed very low resilience, while another 7% had low resilience. A significant portion of the regions fell into the medium to high resilience categories, with 23% displaying medium resilience, 20% high resilience, and 22% very high resilience. This distribution suggests that while physical-environmental

factors contribute to resilience, there is still significant room for improvement, particularly in addressing the socio-economic vulnerabilities that exacerbate overall risk. When combining the socio-economic and physical-environmental indicators, the overall resilience map indicates that 50% of the regions possess very low resilience, with 13% showing low resilience, 12% medium resilience, 13% high resilience, and 12% very high resilience. These findings underscore the critical disparities in resilience across the southern regions and emphasize the need for a more integrated approach to resilience planning, particularly in addressing socio-economic factors. The research highlights that the most critical sub-criteria affecting resilience include the ratio of unstable building materials and population density, which had the highest importance coefficients. Conversely, distance from educational centers and sports fields had the lowest importance. The spatial analysis of resilience across socio-economic and physical-environmental indices provides a detailed understanding of the distribution of vulnerabilities and resilience levels, enabling more targeted and effective interventions.

Conclusion

The study concludes that there are significant disparities in the resilience of the southern regions of the Tehran metropolis, particularly between socio-economic and physical-environmental indicators. While the physical-environmental resilience shows a relatively balanced distribution, the socio-economic resilience reveals substantial challenges, with nearly half of the regions exhibiting very low to low resilience. These findings underscore the need for a holistic approach to resilience planning that integrates socio-economic and physical-environmental factors. The study also emphasizes the importance of spatial analysis in evaluating and enhancing resilience. Geographic Information Systems (GIS) and spatial data are invaluable tools in identifying high-risk regions, assessing infrastructure quality, and mapping socio-economic and physical-environmental

variables. This comprehensive approach improves urban emergency management and provides data-driven insights for developing resilience policies and strategies that strengthen housing resilience to natural hazards. Ultimately, the research advocates for a more inclusive and dynamic approach to urban resilience that addresses urban systems' complexities and promotes sustainable development. By focusing on socio-economic and physical-environmental indicators, cities like Tehran can enhance their capacity to withstand and recover from seismic events, ensuring safer and more resilient urban environments for their inhabitants.

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.



تحلیل فضایی تاب آوری مسکن در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زلزله مطالعه موردی: مناطق جنوبی کلان شهر تهران

ابوالفضل مشکینی^۱ ✉، امیر حسین نعمت‌الله زاده ماهانی^۲

۱. نویسنده مسئول، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: meshkini@modares.ac.ir

۲. گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: ah.nemat@modares.ac.ir

چکیده	اطلاعات مقاله
کلان‌شهر تهران به دلیل موقعیت جغرافیایی در نزدیکی گسل‌های فعال، تراکم جمعیت و عوامل محیطی در معرض آسیب‌های ناشی از زلزله قرار دارد. هدف این پژوهش، تحلیل تاب‌آوری مسکن در مناطق جنوبی تهران (مناطق ۱۵، ۱۶، ۱۹ و ۲۰) در برابر زلزله است. این پژوهش از نوع کاربردی و به روش توصیفی-تحلیلی انجام شده و داده‌ها با روش‌های کتابخانه‌ای و پیمایشی گردآوری و با استفاده از مدل بهترین-بدترین (BWM) و نرم‌افزارهای Excel و ArcGIS تحلیل شده‌اند. در ابتدا، ۲۴ معیار کلیدی با مطالعه پیشینه تحقیق شناسایی و سپس وزن دهی و ضریب اهمیت آن‌ها با روش (BWM) تعیین شد. لایه‌های اطلاعاتی با بهره‌گیری از عملگر گامای فازی ترکیب شده و نقشه تاب‌آوری مناطق مورد مطالعه تهیه شد. نتایج نشان داد که ۴۳ درصد مناطق تاب‌آوری بسیار پایین و ۱۲ درصد تاب‌آوری پایین دارند، در حالی که تنها ۷ درصد از نظر کالبدی-محیطی تاب‌آوری بسیار پایین و ۲۲ درصد تاب‌آوری بسیار بالا دارند. به طور کلی، ۵۰ درصد مناطق جنوبی دارای تاب‌آوری بسیار پایین بوده و نیاز به مداخلات فوری دارند. نوآوری این پژوهش در تلفیق شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی، استفاده از روش (BWM) برای دقت در وزن دهی معیارها و بهره‌گیری از گامای فازی برای مدل‌سازی تاب‌آوری است. یافته‌ها بر اهمیت پرداختن به عوامل اجتماعی-اقتصادی در برنامه‌ریزی تاب‌آوری تأکید می‌کنند و پیشنهاد می‌کنند که یک رویکرد جامع، ترکیبی از شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی، برای افزایش تاب‌آوری مسکن در برابر زلزله در مناطق جنوبی تهران ضروری است.	نوع مقاله: مقاله پژوهشی
	تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۲۲
	تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۷/۱۱
	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۷
	تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱
	واژگان کلیدی: تاب‌آوری، مسکن، زلزله، تصمیم‌گیری چند معیاره، روش بهترین-بدترین، کلان‌شهر تهران.
	استناد: مشکینی، ابوالفضل و نعمت‌الله زاده ماهانی، امیر حسین. (۱۴۰۳). تحلیل فضایی تاب‌آوری مسکن در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زلزله مطالعه موردی: مناطق جنوبی کلان شهر تهران. <i>مجله آمایش جغرافیایی فضا</i>، ۱۴ (۴)، ۱۷۷-۱۵۳.
	http://doi.org/10.30488/gps.2025.464167.3753
	ناشر: انتشارات دانشگاه گلستان
	© نویسندگان

مقدمه

جهان به سرعت در حال شهرنشینی است و پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که مناطق شهری به‌طور قابل‌توجهی به گسترش خود ادامه خواهند داد، رشد بالقوه منطقه شهری جهان تا سال ۲۱۰۰ به‌طور بالقوه بیش از ۲۰۰٪ خواهد بود که عمدتاً توسط کشورهای درحال توسعه هدایت می‌شود (Cho & Bauer, 2019). شهرهای سراسر جهان در معرض طیف وسیعی از مخاطرات طبیعی و زیست‌محیطی مانند زلزله، خشک‌سالی و سیل قرار دارند؛ که تعداد و شدت آن‌ها در ۴۰ سال گذشته دو برابر شده است و زلزله مهم‌ترین خطر است (Pesaresi et al., 2017)؛ بنابراین درک کنونی از مخاطرات طبیعی و نحوه واکنش به آن‌ها به دلیل شدت و فراوانی فزاینده رویدادهای مرتبط برای شهرها بیش از هر زمان دیگری مهم است (Gasparini et al., 2014). وقوع مخاطرات طبیعی با تغییر چشم‌اندازهای فضایی، اقتصادی و اجتماعی شهرها را به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ به‌عنوان مثال، در دهه‌های اخیر، زلزله‌ها باعث خسارات و تلفات جانی قابل‌توجهی در مناطق شهری شده‌اند، که تأثیر آن‌ها برحسب منطقه به دلیل تفاوت در قوانین ساختمانی، اقدامات آمادگی و واکنش بسیار متفاوت است. زلزله خسارات جانی و اقتصادی قابل‌توجهی در سطح جهان به‌جای می‌گذارد و سالانه باعث حدود ۳۷۲۶۳۴ مرگ و ۹۹۵۲۱۹ جراحت می‌شوند که حدود ۶۱ میلیون نفر را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Doocy et al., 2013). پیامدهای زمین‌لرزه در مناطق پرجمعیت بسیار بیشتر است و شهرها در مرکز آسیب‌پذیری از زلزله قرار دارند؛ علاوه بر این، اثرات ثانویه مانند زمین‌لغزش، روانگرایی و سونامی^۱ می‌تواند باعث خسارات اقتصادی و تلفات قابل‌توجهی شود که اغلب از خود زمین‌لرزه پیشی می‌گیرد (Daniell et al., 2017). بسیاری از بزرگ‌ترین شهرهای جهان در نزدیکی خطوط گسلی قرار دارند که خطر احتمال وقوع زمین‌لرزه‌هایی با بزرگی بالا آن‌ها را تهدید می‌کند (Tucker et al., 1994). آسیب‌پذیری مراکز شهری با زیرساخت‌های ناکافی مقاوم در برابر زلزله، به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه، ترکیب می‌شود و می‌تواند فجایع عظیم‌تری را در پی داشته باشد (Bilham, 2009). در این بین زلزله‌ها اغلب منجر به تخریب گسترده مسکن آسیب‌پذیر، مانند سازه‌های ضعیف یا قدیمی می‌شوند که باعث جابه‌جایی ساکنان و ایجاد خسارات اقتصادی قابل‌توجه می‌شود، بنابراین ظرفیت سازه‌های مسکونی برای تحمل و بازیابی پس از زلزله که به‌طور مستقیم بر ایمنی، پایداری و زمان‌بندی بازیابی جامعه تأثیر می‌گذارد بسیار حیاتی است (Holzer & Savage, 2013). استراتژی‌هایی مانند مقاوم‌سازی لرزه‌ای، رعایت قوانین سخت‌گیرانه ساختمانی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های مقاوم در کاهش تلفات، آسیب به اموال و زمان بازیابی مؤثر ثابت شده‌اند. ادغام این اقدامات در برنامه‌ریزی ساخت‌وسازهای شهری نه تنها تاب‌آوری مسکن را افزایش می‌دهد، بلکه ثبات اقتصادی را تقویت می‌کند و خطرات بلندمدت را کاهش می‌دهد؛ ادغام این اقدامات در برنامه‌ریزی ساخت‌وسازهای شهری نه تنها تاب‌آوری مسکن را افزایش می‌دهد بلکه بر نیاز به بهبود استانداردهای ساختمانی برای کاهش تأثیر رویدادهای لرزه‌ای آینده نیز تأکید می‌کند (Daniell et al., 2017). رویکرد "تاب‌آوری"^۲ در زمینه برنامه‌ریزی شهری و مدیریت ریسک بلایا (DRM)^۳ اساساً در مورد افزایش ظرفیت شهر برای پیش‌بینی، مقاومت و بازیابی از شوک‌ها و استرس‌های مختلف است. این رویکرد ناشی از نیاز به پرداختن به ابعاد کالبدی و اجتماعی محیط‌های شهری برای ایجاد سیستم‌هایی است که می‌توانند آشفتگی‌ها را جذب کنند و در عین حال به عملکرد مؤثر خود ادامه دهند (Park et al., 2013; Simonovic, 2018).

1. Landslides, liquefaction, and tsunamis

2. Resilience

3. Disaster Risk Management (DRM)

تفکر تاب‌آوری یک تغییر پارادایم به سمت سیستم‌های شهری پویاتر و سازگارتر را ترویج می‌کند (Rezvani et al., 2023). این رویکرد فراگیر، اثربخشی استراتژی‌های کاهش خطر بلایا (DRR)^۱ را افزایش می‌دهد و با اتخاذ طیف وسیعی از سیاست‌ها می‌تواند تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری را افزایش دهد، تأثیر مخاطرات طبیعی را کاهش دهد و به تلاش‌های بازیابی کمک کند (Davies, 2015). یک شهر تاب‌آور با توانایی آن در پاسخگویی مؤثر به طیف وسیعی از خطرات، از جمله مخاطرات زیست‌محیطی، چالش‌های اجتماعی و شوک‌های اقتصادی مشخص می‌شود. شهرهای تاب‌آور با یک فرم شهری قوی مشخص می‌شوند که اصول طراحی اکولوژیکی و شهری را برای افزایش سازگاری و پایداری ادغام می‌کنند (Pickett et al., 2004; Sharifi, 2019). شهرهای تاب‌آور با چارچوب‌هایی طراحی‌شده‌اند که جنبه‌های فرهنگی، کالبدی و اجرایی را برای مقاومت در برابر اختلالات و بازیابی آن‌ها موردتوجه قرار می‌دهند (Desouza & Flanery, 2013)؛ این مسئله شامل اتخاذ استراتژی‌های جامع کاهش خطر، پذیرش فناوری‌های هوشمند، و تقویت انعطاف‌پذیری چندبعدی، از جمله جنبه‌های طبیعی، اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و نهادی است (Godschalk, 2003). پیامدهای مخرب زمین‌لرزه‌های اخیر با آشکار ساختن شکاف‌ها و چالش‌های موجود در استراتژی‌های مدیریت بلایای کنونی، به‌طور قابل‌توجهی بر نیاز به سیاست‌های افزایش تاب‌آوری تأکید کرده‌اند (Rushton et al., 2021). ایجاد سیاست‌های تاب‌آوری در برابر زلزله برای شهرها به دلیل مزایای چندوجهی که در افزایش ایمنی شهری، به حداقل رساندن خسارات اقتصادی و بهبود قابلیت‌های بازیابی ارائه می‌کنند، بسیار مهم است (Wada et al., 2018). چنین استراتژی‌هایی، ابزارهای اساسی را برای سیاست‌گذاران فراهم می‌کند تا به‌طور سیستماتیک تاب‌آوری شهری را ارزیابی و افزایش دهند و اطمینان حاصل کنند که شهرها برای مقاومت و بازیابی سریع در برابر رویدادهای لرزه‌ای آمادگی بهتری دارند. به‌طور کلی، این سیاست‌ها برای کاهش خطرات، پرورش فرهنگ آمادگی، و تضمین عملکرد پایدار و ایمنی مناطق شهری حیاتی هستند (Alexander, 2011).

با توجه به خطر بالا و پیامدهای شدید زلزله در کلان‌شهر تهران به‌عنوان پایتخت کشور، ارزیابی تاب‌آوری در برابر زلزله به دلیل آسیب‌پذیری قابل‌توجه آن در برابر فعالیت‌های لرزه‌ای، ناشی از موقعیت مکانی آن در نزدیکی خطوط گسل، جمعیت متراکم و عوامل محیطی مختلف ضروری است (Etemadfard & Moradi, 2021). برآوردها نشان می‌دهد تقریباً ۲۹ درصد از مساحت تهران به‌شدت مستعد زلزله است که نیازمند استراتژی‌های جامع مدیریت ریسک است (Afsari et al., 2023). دراین‌بین پرداختن به ارزیابی میزان تاب‌آوری در مناطق مجاور حریم کلان‌شهر تهران مسئله‌ای است که در مطالعات مغفول واقع شده است؛ اراضی پیرامونی شهر تهران به علت تغییر کاربری اراضی کشاورزی، گسترش افقی شهر، افزایش تراکم جمعیت، ساخت‌وسازهای بی‌رویه، تخریب محیط‌زیست و غیره به کانون‌های بحرانی برای شهر تبدیل شده‌اند و شرایط نگران‌کننده‌ای دارند (شیخی و شبستر، ۱۳۹۷: ۳-۲). دراین‌بین مناطق جنوبی تهران با چالش‌های اساسی‌تری مواجه هستند که ناشی از توسعه‌نیافتگی‌های سنواتی، نابرابری‌های فضایی، سیاست‌های ناکارآمد، ضعف‌های حاکمیتی، تخریب‌های زیست‌محیطی و نارسایی‌های زیرساختی است. مشخصه مناطق جنوبی تهران بحران مسکن است که با شهرنشینی سریع و رشد جمعیت تشدید شده است. ساکنان این مناطق اغلب با گزینه‌های مسکن حداقلی و دسترسی محدود به خدمات ضروری مواجه هستند (Dianati, 2021; Pilehvar & Ghasemi, 2024). سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری ملاحظات اجتماعی و اقتصادی این مناطق را نادیده گرفته‌اند که علاوه بر شکاف بین اهداف برنامه‌ریزی و اجرا، فقدان مشارکت عمومی را نیز در پی داشته است؛ به‌علاوه ضعف‌های حاکمیت با هماهنگی ضعیف بین نهادها و ضعف در

1. Disaster Risk Reduction (DRR)

اجرای مقررات مسائل این مناطق را تشدید کرده است (Borhani et al., 2022; Ghasemi, 2024; Zamani & Arefi, 2013)؛ بر همین مبنا، به دلیل اینکه تلاش‌ها برای بهبود تاب‌آوری باید بر کاهش آسیب‌پذیری‌های ساختاری، افزایش شاخص‌های اجتماعی و اقتصادی و افزایش مشارکت عمومی برای ایجاد محیط شهری تاب‌آورتر با قابلیت مقاومت در برابر رویدادهای لرزه‌ای آینده متمرکز باشد؛ ارزیابی تاب‌آوری مسکن در سطح این مناطق امری ضروری است و پژوهش حاضر به تحلیل تاب‌آوری مسکن در برابر زلزله در مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران می‌پردازد. اهداف مطالعه به شرح زیر است:

- تحلیل شاخص‌های مؤثر در تاب‌آوری مسکن مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران در برابر زلزله.

- اندازه‌گیری سطوح تاب‌آوری مسکن مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران در برابر زلزله.

از اولین مطالعات داخلی در زمینه تاب‌آوری مسکن می‌توان به ابدالی و همکاران (۱۳۹۸) اشاره کرد؛ آن‌ها در پژوهشی با هدف ارزیابی تاب‌آوری در برابر زلزله در شهر نورآباد و مسکن مهر جنبه‌های اجتماعی، نهادی، اقتصادی و کالبدی تاب‌آوری را با تکنیک‌های AHP و VIKOR، مورد ارزیابی قرار دادند. یافته‌ها نشان داد که شهر نورآباد (اجتماعات از پیش ایجادشده) در ابعاد اجتماعی، نهادی، اقتصادی و کالبدی نسبت به مسکن مهر نورآباد (اجتماعات برنامه‌ریزی‌شده) در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد (Abdali et al., 2019). در مطالعه دیگری، کمالی و همکاران (۱۴۰۰)، به تحلیل تاب‌آوری کالبدی پروژه‌های مسکن مهر محله پونک زنجان در برابر زلزله پرداختند. یافته‌ها نشان داد که از میان ۱۸ شاخص اساسی فاصله از گسل در بالاترین اهمیت و دسترسی به کاربری‌های درمانی و ایستگاه‌های آتش‌نشانی کمترین اهمیت را دارا می‌باشند. در مجموع، محلات متشکل از مسکن مهر به علت ضعف‌ها در مؤلفه‌های کالبدی‌شان از تاب‌آوری پایینی برخوردار بودند و با وجود نوساز بودن آسیب‌پذیری بیشتری داشتند (Kamali et al., 2021). عبدود و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهشی تاب‌آوری مسکن منطقه ۴ شهر ارومیه در برابر زلزله را با استفاده از روش SWARA ارزیابی کردند. یافته‌ها حاکی از آن بود که اکثر مسکن در این منطقه در سطوح تاب‌آوری متوسط تا پایین قرار دارند و کمتر از ۵ درصد ساختمان‌ها در بالاترین رده‌های تاب‌آوری و حدود ۵۳ درصد در مناطق پرخطر قرار دارند (Abdovad et al., 2021). مشکینی و همکاران (۱۴۰۳)، در آخرین پژوهش صورت گرفته به بررسی تاب‌آوری کالبدی مسکن در محله‌های شمالی شهر تهران (مناطق ۱-۵ و ۲۲) به‌عنوان نزدیک‌ترین مناطق به خط گسل شمالی پرداختند. نتایج خروجی مدل SWARA نشان داد که بیش از ۶۰ درصد از مسکن این مناطق دارای مقاومت کم یا بسیار کم در برابر زلزله هستند و تنها ۱۹ درصد آن‌ها در وضعیت مطلوب قرار دارند. منطقه ۱ کمترین تاب‌آوری و منطقه ۴ بیشترین تاب‌آوری را به نمایش گذاشت و یک شیب قابل توجه از افزایش تاب‌آوری از شمال و غرب به جنوب و جنوب شرقی برجسته است (Meshkini et al., 2024).

از میان مطالعات خارجی جووانتی و پاگلیاچی (۲۰۱۷)، بر آسیب‌پذیری مسکن در منطقه امیلیا^۱ در ایتالیا پس از زلزله سال ۲۰۱۲ متمرکز شدند؛ یافته‌های آن‌ها نشان داد که بخش‌هایی با شرایط اجتماعی-اقتصادی و ساختمانی ضعیف‌تر نسبت به سایرین آسیب‌های گسترده‌تری را متحمل شده‌اند (Giovannetti & Pagliacci, 2017). یافته‌های مطالعه باست-سالوم و گواردیولا-ویلورا (۲۰۲۳) در مورد آسیب‌پذیری لرزه‌ای در مولا (مورسیا)^۲ اسپانیا با استفاده روش شاخص آسیب‌پذیری (ریسک-UE)^۳ نشان می‌دهد که ساختمان‌هایی که اکثریت آن‌ها میراث فرهنگی اسپانیا است، از اثرات رها شدن و نگهداری ناکافی رنج می‌برند. در نتیجه، این ساختمان‌ها در صورت وقوع زلزله‌ای با شدت‌های ۷ تا ۸ ریشتر آسیب

1. Emilia
2. Mula (Murcia)
3. Vulnerability Index Method (Risk-UE)

جدی خواهند دید و بین ۱۷ تا ۴۳ درصد از مساحت ساخته‌شده تخریب خواهد شد (Basset-Salom & Guardiola, 2023). یافته‌های سوتریسنو و همکاران (۲۰۲۴)^۱، در منطقه سوکابومی در جاوه غربی، اندونزی^۱ نشان داد که اکثر جوامع در مناطقی با آسیب‌پذیری متوسط زندگی می‌کنند؛ بسیاری از پارامترها شامل تاریخچه رخداد زمین‌لرزه‌ها، نوع خاک، ویژگی‌های ساختاری، زمین‌شناسی زمین، شیب/توپوگرافی، کاربری اراضی مناطق ساخته‌شده و داده‌های اجتماعی-اقتصادی مانند انواع ساختمان‌ها و زیرساخت‌های مدیریت بحران بر تاب‌آوری این منطقه تأثیر گذاشته‌اند (Sutrisno et al., 2024). یافته‌های پژوهش مشکینی و همکاران (۲۰۲۴)^۲، در ارزیابی تاب‌آوری کالبدی-محیطی محله‌های قدیمی تهران با روش‌های آنتروپی و رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR)^۳ نشان داد که محله‌های قدیمی عموماً دارای تاب‌آوری کالبدی پایین‌تری در مقایسه با سایر مناطق شهری هستند. همچنین در هر محله، تاب‌آوری کالبدی مسکن و تاب‌آوری محیطی متفاوت است که ناشی از شرایط بسیار متفاوت محله‌ها از نظر شاخص‌های تاب‌آوری است و عوامل ریزدانه‌ی واحدهای مسکونی، فاصله از ایستگاه آتش‌نشانی و دسترسی به فضاهای عمومی سبز و باز نقش عمده‌ای در تاب‌آوری کالبدی-محیطی ایفا می‌کنند (Meshkini et al., 2024).

با توجه به‌مرور پیشینه نوآوری پژوهش حاضر در چند جنبه اصلی خواهد بود. نخست، در مقایسه با مطالعات پیشین که عمدتاً به ارزیابی کلی یا منطقه‌ای تاب‌آوری مسکن پرداخته‌اند، این تحقیق با تمرکز ویژه بر مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران تلاش می‌کند به تحلیل عمیق‌تر و جامع‌تری از شاخص‌های تاب‌آوری مسکن بپردازد. دوم، استفاده از روش بهترین-بدترین^۳ به‌عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای ارزیابی شاخص‌ها و تعیین سطح تاب‌آوری بخش دیگری از نوآوری این پژوهش خواهد بود. در نهایت، با توجه به آسیب‌پذیری بالای مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران در برابر زلزله، به دلیل تراکم جمعیتی، ساخت‌وسازهای غیراصولی و موقعیت مکانی آن‌ها در نزدیکی گسل‌های فعال، ارزیابی میزان تاب‌آوری مسکن در این مناطق یک ضرورت انکارناپذیر است. این پژوهش بر آن است تا با تحلیل شاخص‌های مؤثر در تاب‌آوری مسکن در این مناطق و اندازه‌گیری سطح تاب‌آوری، راهکارهایی خاص را برای بهبود وضعیت و کاهش آسیب‌های احتمالی این مناطق ارائه دهد.

مبانی نظری

در برنامه‌ریزی شهری، تاب‌آوری به‌عنوان ظرفیت یک سیستم شهری برای حفظ عملکردها و ساختار اصلی خود با وجود شوک‌های خارجی تعریف می‌شود (Taşan-Kok et al., 2013)؛ باین‌حال نقش آن را به‌عنوان یک مدل جامع برای کاهش خطر بلایا به دلیل عدم وضوح مفهومی آن همچنان موردبحث است (Alexander, 2013). به‌طور کلی، مرور تکامل تاریخی مفهوم تاب‌آوری نشان‌دهنده کاربرد و اهمیت گسترده بین‌رشته‌ای آن است؛ ولی تعریف تاب‌آوری همچنان در حال تکامل است و کماکان نیاز به وضوح در اندازه‌گیری و درک مفهومی آن وجود دارد.

تاب‌آوری یک مفهوم پیچیده و پویا است که تعریف آن به‌طور قابل‌توجهی در زمینه‌های مختلف متفاوت است. به‌طور خاص، تاب‌آوری در برنامه‌ریزی شهری و مدیریت ریسک بلایا شامل ظرفیت سیستم‌های شهری برای مقاومت، بازیابی، سازگاری و تغییر در مواجهه با شوک‌ها و استرس‌های مختلف است؛ و نه تنها شامل کاهش قرار گرفتن در معرض آسیب‌پذیری در برابر تهدیدات می‌شود، بلکه شامل حفظ تداوم و ارتقای توسعه پایدار از طریق یک رویکرد پویا و انطباقی

1. Sukabumi District in West Java, Indonesia

2. Geographically Weighted Regression (GWR)

3. Best Worst Method (BWM)

است (Pitidis et al., 2018; Zeng et al., 2022). ابعاد کلیدی تاب‌آوری شهری شامل جنبه‌های طبیعی، اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و نهادی است که به ابزارهای ارزیابی جامع برای اجرای مؤثر نیاز دارد (Ribeiro & Pena Jardim, 2019; Gonçalves, 2019). علاوه بر این، ادغام تفکر تاب‌آوری در برنامه‌ریزی شهری نیاز به تغییر پارادایم دارد که به پیچیدگی‌ها و پویایی‌های سیستم‌های شهری، ترویج کاهش خطر بلایا و توسعه شهری پایدار می‌پردازد (Sharifi & Yamagata, 2018). به‌طور کلی، تاب‌آوری شهری را می‌توان به‌عنوان توانایی سیستم‌های شهری برای مقاومت و جذب اثرات بلایای طبیعی به‌منظور سازگاری و تغییر در واکنش به آن‌ها درک کرد (Meerow et al., 2016; Vasilevska & Slavković, 2023). این تعریف اهمیت همکاری در بین رشته‌ها و بخش‌ها را برجسته می‌کند و رویکردی فراگیرتر و انعطاف‌پذیرتر به تاب‌آوری شهری را ممکن می‌سازد (Meerow et al., 2016). تاب‌آوری شهری مؤثر شامل ظرفیت‌های انطباقی، جذبی و دگرگون‌کننده^۱ است که با هم از پایداری و تاب‌آوری کلی مناطق شهری حمایت می‌کنند (Zeng et al., 2022). این درک جامع به هدایت فرآیندهای تصمیم‌گیری کمک می‌کند و توانایی شهرها برای آماده‌سازی، واکنش و بازیابی از بلایای مختلف را درحالی‌که عملکردها و ساختارهای اصلی خود را حفظ می‌کنند، افزایش می‌دهد (Ayyub, 2015; Coaffee et al., 2018).

در برنامه‌ریزی شهری «تاب‌آوری مسکن»^۲ به توانایی سیستم‌های مسکن برای مقاومت، سازگاری و بازیابی از شوک‌های مختلف، از جمله بلایای طبیعی، اختلالات اقتصادی و بحران‌های بهداشت عمومی اشاره دارد. عوامل کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری مسکن شامل آسیب‌پذیری اجتماعی-اقتصادی، حاکمیتی و چارچوب‌های نهادی است (Hofmann, 2022; Nicol & Knoepfel, 2014). سیستم‌های حاکمیتی و چارچوب‌های نهادی مؤثر به‌طور قابل‌توجهی بر بهبود بلندمدت مسکن تأثیر می‌گذارند (Hofmann, 2022)؛ و در مقابل تنوع اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی به تاب‌آوری محله‌ها کمک می‌کنند و همچنین آسیب‌پذیری مناطق کم‌درآمد و متوسط را در برابر شوک‌ها برجسته می‌کند (Wang, 2018). به‌طور کلی، تاب‌آوری مسکن یک مفهوم چندوجهی است که عوامل اجتماعی-اقتصادی، حاکمیتی و کالبدی-محیطی را برای اطمینان از بازیابی و سازگاری پایدار در محیط‌های شهری ادغام می‌کند.

تاب‌آوری شهرها در برابر زلزله به توانایی سیستم‌های شهری برای مقاومت، بازیابی، انطباق و تبدیل در واکنش به رویدادهای لرزه‌ای اشاره دارد. این ارزیابی جامع برای بهبود آمادگی و بازیابی در شهرها و مناطق زلزله‌خیز ضروری است (Rus et al., 2018). سیستم‌های شهری تاب‌آور ابعاد اجتماعی و کالبدی را ادغام می‌کنند و تضمین می‌کنند که هم محیط ساخته‌شده و هم ساختارهای اجتماعی-اقتصادی در برابر شوک‌های لرزه‌ای مقاوم هستند (Bozza et al., 2017). به‌طور کلی، تاب‌آوری شهری نیازمند رویکردهای یکپارچه و استراتژیک است تا اطمینان حاصل شود که شهرها پس از زلزله نه تنها زنده می‌مانند، بلکه زندگی در آن‌ها تداوم پیدا می‌کند (Coaffee et al., 2018; Pitidis et al., 2018; Ribeiro & Pena Jardim Gonçalves, 2019). با توجه به ابعاد موردبحث در پژوهش حاضر، به تشریح مؤلفه‌های (ابعاد) تاب‌آوری شهری می‌پردازیم:

- تاب‌آوری اجتماعی: تاب‌آوری اجتماعی به توانایی جوامع و سیستم‌های اجتماعی برای مقاومت، سازگاری و بازیابی از بلایا اشاره دارد (Aldrich & Meyer, 2015).
- تاب‌آوری اقتصادی: تاب‌آوری اقتصادی به توانایی اقتصادی برای مقاومت یا بازیابی سریع از اثرات نامطلوب بلایا اشاره دارد که شامل تخصیص کارآمد منابع و سرمایه است (Rose, 2007).

1. Adaptive, absorptive, and transformative capacities

2. Housing Resilience

- تاب‌آوری کالبدی- محیطی: تاب‌آوری کالبدی- محیطی به توانایی محیطی و ساخته‌شده برای مقاومت و بازیابی از اختلالات و بلایا اطلاق می‌شود و به‌طور کلی ظرفیت‌های پایداری و بازیابی این سیستم‌ها را در برمی‌گیرد (Hodgson et al., 2015).

با توجه به پیچیدگی‌های مفهوم تاب‌آوری، تحلیل فضایی می‌تواند نقشی اساسی در ارزیابی و افزایش تاب‌آوری مسکن ایفا کند. با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و داده‌های مکانی، محققان می‌توانند آسیب‌پذیری و تاب‌آوری ساختارهای مسکونی را در مناطق مختلف ارزیابی کنند. تحلیل فضایی امکان شناسایی مناطق پرخطر، ارزیابی کیفیت زیرساخت‌ها و نقشه‌برداری از متغیرهای اجتماعی-اقتصادی و محیطی- کالبدی را فراهم می‌کند. استفاده از تحلیل فضایی در مطالعات تاب‌آوری برای برنامه‌ریزی شهری و مدیریت ریسک بلایا به دلایل متعددی ضروری است. تحلیل فضایی به تخمین خطرات بلایا، در نظر گرفتن زیرساخت‌های حیاتی و آسیب‌پذیری کمک می‌کند، در نتیجه کاهش ریسک، ایجاد تاب‌آوری و استراتژی‌های افزایش ظرفیت را تسهیل می‌کند (Armenakis & Nirupama, 2013). همچنین ارزیابی‌های با وضوح بالا، تاب‌آوری در برابر بلایای شهری را ممکن می‌سازد که برای سیاست‌گذاران در شناسایی و بهبود مناطق با تاب‌آوری کمتر ضروری است و می‌تواند تاب‌آوری جامعه را در برابر خطرات آینده پیش‌بینی کند و از برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت با رویکرد پیشگیرانه حمایت کند (Abdel-Mooty et al., 2022). بنابراین، تحلیل فضایی نه تنها مدیریت اضطراری شهری را بهبود می‌بخشد، بلکه بینش‌های دقیق و مبتنی بر داده‌ها را برای کاهش مؤثر خطر و افزایش تاب‌آوری فراهم می‌کند (Abdalla, 2016; Sheth, 2022; Xu & Qiang, 2021). این رویکرد جامع برای برنامه‌ریزی شهری سازگار و پایدار، حصول اطمینان از تخصیص کارآمد منابع و مداخلات استراتژیک برای کاهش اثرات بلایا و افزایش تاب‌آوری شهرها، حیاتی است.

پژوهش حاضر در چارچوب نظری تاب‌آوری شهری، تحلیل فضایی و مدیریت ریسک بلایا را برای تجزیه و تحلیل تاب‌آوری مسکن در برابر مخاطرات طبیعی، ادغام می‌کند. این پژوهش چارچوب تاب‌آوری شهری را اتخاذ می‌کند و بر درک پویا و سیستماتیک تاب‌آوری تأکید دارد. مفهوم تاب‌آوری شهری، به عنوان ظرفیت سیستم‌های شهری برای مقاومت، سازگاری و بازیابی از خطرات لرزه‌ای، به عنوان لنز تئوری اصلی عمل می‌کند. این شامل یک رویکرد چندمرحله‌ای، از جمله آماده‌سازی، جذب، بازیابی و سازگاری است که امکان ارزیابی استحکام و سازگاری سیستم‌های مسکن در طول و پس از حوادث زلزله را فراهم می‌کند. علاوه بر این، این مطالعه از تکنیک‌های تحلیل فضایی مبتنی بر سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای ترسیم فضایی آسیب‌پذیری‌ها و عوامل انعطاف‌پذیری در بافت‌های شهری استفاده می‌کند. این تکنیک‌ها شناسایی الگوهای فضایی، مناطق خطر بحرانی و مناطقی که نیاز به مداخله دارند را تسهیل می‌کند. گنجاندن مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) ۱ ارزیابی سیستماتیک و چند معیاره شاخص‌های تاب‌آوری را ممکن می‌سازد. این شاخص‌ها ابعاد کالبدی- محیطی و اجتماعی-اقتصادی را در برمی‌گیرد و تجزیه و تحلیل جامع تاب‌آوری مسکن را تضمین می‌کند. این عناصر نظری با هم یک چارچوب یکپارچه را تشکیل می‌دهند که مستقیماً با هدف مطالعه برای بهبود استراتژی‌های تاب‌آوری مسکن در مناطق شهری زلزله‌خیز همسو می‌شوند.

روش پژوهش

تحقیق حاضر با ماهیتی توصیفی-تحلیلی و مبتنی از نظر هدف در دسته پژوهش کاربردی طبقه‌بندی می‌شود. شناسایی ابعاد تحقیق به شیوه کتابخانه‌ای و گردآوری آن‌ها نیز از طریق داده‌های رسمی (بلوک‌های آماری ۱۳۹۵ و نقشه‌های موجود شهری) انجام شده است. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها ترکیبی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و تحلیل‌های فضایی استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا به منظور وزن دهی عوامل و معیارهای تصمیم‌گیری از روش بهترین-بدترین استفاده شده است. سپس در نرم‌افزار Arc Gis با استفاده از فاصله اقلیدوسی از لایه گسل نقشه رقومی فاصله از گسل به عنوان احتمال خطر در معرض زلزله تهیه شد و در ادامه با نرمال‌سازی و وزن دهی به معیارهای ۲۳ گانه اجتماعی، اقتصادی و کالبدی و ترکیب آن‌ها با استفاده از عملگر گاما فازی، معیارها با یکدیگر ترکیب و تهیه نقشه تاب‌آوری محدوده مورد مطالعه حاصل آمد. روش بهترین-بدترین یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط رضایی در سال ۲۰۱۵ ارائه شد و دارای گام‌های اصلی به شرح زیر است (Rezaei, 2015):

مرحله اول: تعیین مجموعه‌ای معیارهای تصمیم‌گیری: در این تحقیق با بررسی ادبیات نظری معیارهای تحقیق شناسایی شده است. در این مرحله فرآیند شناسایی شاخص‌ها به‌طور سیستماتیک و از طریق مرور ادبیات داخلی و خارجی انجام شد. در ابتدا، منابع متعدد علمی، مقالات پژوهشی و گزارش‌های فنی در زمینه تاب‌آوری مسکن و مدیریت بحران زلزله مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات مرتبط با تاب‌آوری کالبدی ساختمان‌ها در محیط‌های شهری و عوامل مؤثر بر کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها شناسایی شدند. جمع و مقایسه نتایج حاصل از این مطالعات در استخراج شاخص‌هایی جامع و مرتبط با شرایط محلی بسیار مؤثر بود. در این مرحله، شاخص‌های مهم و مرتبط با تاب‌آوری مسکن شناسایی شدند. در نهایت، ۲۳ شاخص نهایی با استفاده از تحلیل‌های کمی و کیفی انتخاب شدند که به‌طور مستقیم بر تاب‌آوری مسکن در برابر زلزله تأثیر می‌گذارند. اطلاعات لازم برای تحلیل شاخص‌های مورد مطالعه، با استفاده از داده‌های مرکز آمار ایران، شهرداری تهران و آمارنامه‌های سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران گردآوری شده‌اند.

مرحله دوم: تعیین مهم‌ترین (مطلوب‌ترین) و کم‌اهمیت‌ترین (نامطلوب‌ترین) معیار.

مرحله سوم: تعیین ارجحیت بهترین معیار نسبت به سایر معیارها: در این گام جهت تعیین ارجحیت از طیف ۹ تایی ساعتی استفاده می‌شود.

مرحله چهارم: تعیین ارجحیت تمامی معیارها نسبت به بدترین معیار.

$$A_w = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{nw})^t \quad \text{رابطه ۱}$$

در رابطه فوق a_{jw} نشان‌دهنده برتری j نسبت به w و $a_{ww} = 1$ است.

مرحله پنجم: تعیین اوزان معیارها و محاسبه نرخ سازگاری.

$$\min \max_j \{ |w_B - a_{Bj}|, |w_j - a_{jw}| \}$$

$$\sum w_j = 1$$

$$w_j \geq 0, \text{ for all } j$$

$$\min^{\epsilon l}$$

$$s. t$$

$$|w_B - a_{Bj} w_j| \leq \epsilon l, \text{ for all } j$$

$$|w_j - a_{jw} w_j| \leq \epsilon l, \text{ for all } j$$

$$\sum w_j = 1$$

رابطه ۲

$$w_j \geq 0, \text{ for all } j$$

با اعمال معادله فوق وزن‌های بهینه به دست می‌آید (توکلی و همکاران، ۱۴۰۱: ۲۶۱).

$$w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^* \quad \text{رابطه ۳}$$

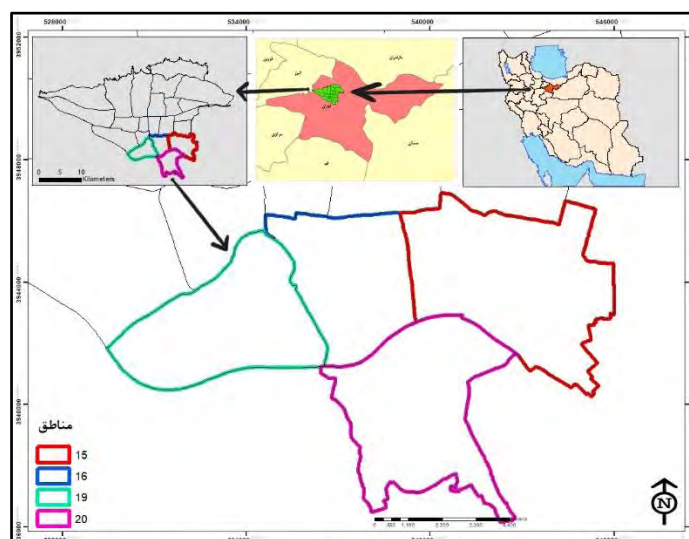
جدول ۱. شاخص‌های موردبررسی در پژوهش

ابعاد	شاخص‌ها	منابع
داخلی	خارجی	
اجتماعی-اقتصادی	نسبت افراد شاغل، نسبت مشارکت اقتصادی، نسبت وابستگی، نسبت جمعیت با درآمد بدون کار، نسبت زنان شاغل، تراکم جمعیت، بعد خانوار، نسبت باسواد، نسبت افراد بالای ۶۵ سال، نسبت افراد زیر ۴ سال، نسبت زنان سرپرست خانوار	Parizi et al. (2022); Ren et al. (2023) Banica et al. (2017); Chen and Zhang (2021); Despotaki et al. (2017); Osei-Kyei et al. (2023); Rus et al. (2018); Tao and He (2020); Vona et al. (2018)
کالبدی-محیطی	نسبت مسکن با مساحت زیر ۵۰ متر، نسبت مصالح ناپایدار (خشت و گل، خشت و چوب، تمام چوب، آجر و چوب)، عرصه‌های بافت فرسوده، فاصله از مراکز درمانی (بیمارستان، درمانگاه، اورژانس)، فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی، فاصله از زمین‌های باز و فضای سبز، فاصله از مراکز انتظامی، فاصله از مراکز مذهبی، فاصله از مراکز خطرزا (جایگاه سوخت بنزین، جایگاه سوخت گاز مایع گاز، پست‌های برق)، فاصله از مراکز آموزشی، فاصله از زمین‌های ورزشی، فاصله از دسترسی اصلی، فاصله از گسل	علوی و همکاران (۱۳۹۷)، امانی و همکاران (۱۴۰۱)، پوراحمد و همکاران (۱۴۰۰)، عشقی چهاربرج و همکاران (۱۳۹۹)، بهره‌ور و همکاران (۱۴۰۱)، دلشاد و همکاران (۱۴۰۰)، لطفی و همکاران (۱۴۰۰)، رجائی و همکاران (۱۴۰۰)، شمعی و میرزا زاده (۱۳۹۸)، نصر (۱۴۰۱)، عبداللهی و همکاران (۱۳۹۷)، نصیری هنده خاله و همکاران (۱۴۰۰)، پاشاپور و همکاران (۱۳۹۸)

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این تحقیق شامل مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران (۱۵، ۱۶، ۱۹ و ۲۰) می‌باشد. به صورت تفصیلی، گستره و نفوذ منطقه ۱۵ واقع در جنوب شرقی تهران، از پادگان قصر فیروزه در شمال تا خیابان دولت‌آباد، کوه بی‌بی شهربانو و کارخانه سیمان در جنوب امتداد دارد و از غرب به خیابان فدائیان اسلام و از شرق به کوه‌های شرقی تهران محدود می‌شود و مرز شرقی اراضی افسریه را در برمی‌گیرد. منطقه ۱۶، یکی دیگر از مناطق جنوب شرقی، با وسعت ۱۶۵۱ هکتار از خیابان شوش بین انبار نفت و میدان شوش در شمال تا بزرگراه آزادگان در جنوب امتداد دارد؛ مرز شرقی این منطقه با خیابان فدائیان اسلام مشخص شده است و خیابان بهمنیار و بزرگراه شهید تندگویان و نواب محدوده غربی آن را تشکیل می‌دهند. منطقه ۱۹ شهرداری تهران در جنوب غربی تهران واقع شده است و از غرب با بزرگراه آزادگان و ساوه، از شمال و شمال غرب با محورهای جوانه، بزرگراه آیت‌الله سعیدی و جاده ساوه، از جنوب با بزرگراه آزادگان و حریم جنوب شهر تهران و از سمت شرق به بزرگراه نواب خیابان بهمنیار و بزرگراه تندگویان محدود شده است. در نهایت، منطقه ۲۰ واقع در بخش جنوبی تهران، بخش قابل توجهی از شهر ری را در برمی‌گیرد. محدوده آن از شمال از بزرگراه آزادگان، از شرق به بزرگراه امام علی، از جنوب به بزرگراه آوینی و اراضی اطراف و از غرب به مبارک‌آباد و صالح‌آباد می‌رسد. مساحت این ۴ منطقه بدون احتساب حریم در حدود ۸۹ کیلومترمربع است که در حدود ۱۴/۴۵ درصد مساحت کلان‌شهر تهران را تشکیل می‌دهند. این مناطق با جمعیت ۱۵۴۹۶۰۸ نفر در قالب ۴۹۰۸۶۱ خانوار در حدود ۱۶/۱۷٪ از جمعیت و ۱۶/۸۸٪ از

خانوار کلان شهر تهران را در خود جای داده‌اند و به‌طور متوسط ۱۷۵ نفر در هکتار تراکم دارند. شکل ۱ نقشه مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد و جدول ۲ اطلاعاتی را در مورد این مناطق ارائه می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مناطق جنوبی کلان شهر تهران

جدول ۲. برخی اطلاعات از مناطق مورد مطالعه

مناطق	جمعیت	تعداد خانوار	مساحت (هکتار)	تراکم (نفر در هکتار)	تعداد نواحی	تعداد محلات
منطقه ۱۵	۶۴۱۳۷۹	۲۰۹۱۴۱	۲۸۱۶	۲۲۸	۸	۲۰
منطقه ۱۶	۳۶۵۲۰۲	۸۷۴۶۴	۱۶۵۱	۱۶۱	۶	۹
منطقه ۱۹	۲۶۸۶۸۸	۷۷۷۶۴	۲۰۳۶	۱۳۲	۵	۱۳
منطقه ۲۰	۳۷۴۴۳۹	۱۱۶۴۹۲	۲۳۵۸	۱۵۹	۷	۲۰
کل	۱۵۴۹۶۰۸	۴۹۰۸۶۱	۸۸۶۱	۱۷۵	۲۶	۶۲

منبع: سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، ۱۴۰۱

یافته‌ها

همان گونه که در بخش روش‌شناسی اشاره شد، تعداد ۲۳ زیرمعیار شامل دو شاخص اصلی اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی مورد بررسی قرار گرفته است. در گام بعد برای تعیین وزن نسبی زیرمعیارها، پرسشنامه‌ای تهیه و در اختیار متخصصان قرار داده شد. تعداد ۷ کارشناس و مدیر در زمینه مدیریت بحران از شهرداری‌های مناطق مورد مطالعه و ۸ نفر از اساتید دانشگاهی و جمعاً ۱۵ نفر در نظرسنجی تحقیق شرکت کرده و نرخ ناسازگاری پرسشنامه مقدار ۰/۴۶ به‌دست آمده است که نشان از ثبات نظرسنجی‌ها دارد. مطابق با یافته‌های حاصل از پرسشنامه می‌توان زیرمعیارها را بر اساس میزان تأثیرگذاری آن‌ها بر تاب‌آوری در برابر زلزله در چهار دسته شامل اهمیت بسیار بالا، اهمیت بالا، اهمیت کم و اهمیت بسیار کم طبقه‌بندی کرد که نسبت مصالح ناپایدار و تراکم جمعیت به ترتیب با ۰/۲۵۷ و ۰/۱۷۴ کمتر از میزان اهمیت را به خود اختصاص می‌دهند. فاصله از مراکز آموزشی و زمین‌های ورزشی نیز با ۰/۲۰۸ و ۰/۱۷۴ کمتر از میزان اهمیت را به خود اختصاص می‌دهند. پس از تعیین اهمیت زیرمعیارها، با استفاده از ابزارهای تحلیل فضایی پایگاه داده مکانی با فرمت رستری تهیه شد و عمل نرمال‌سازی با استفاده از تابع عضویت خطی انجام شد. تابع خطی بین مقادیر کمینه و بیشینه ارزش‌ها و مقادیر بکار گرفته می‌شود. مقادیری که کمتر از ارزش کمینه باشند فاقد درجه عضویت خواهند بود و مقادیری که بالای ارزش بیشینه باشند

کاملاً درجه عضویت می‌گیرند و ارزش ۱ دریافت می‌کنند. از این‌رو در زیرمعیارهایی که از تابع خطی مثبت استفاده شده است، مقادیر بالا دارای بالاترین میزان تاب‌آوری و در تابع خطی منفی مقادیر پایین دارای بیشترین میزان تاب‌آوری هستند.

جدول ۳. وزن نسبی زیرمعیارها و تابع نرمال‌سازی داده‌ها

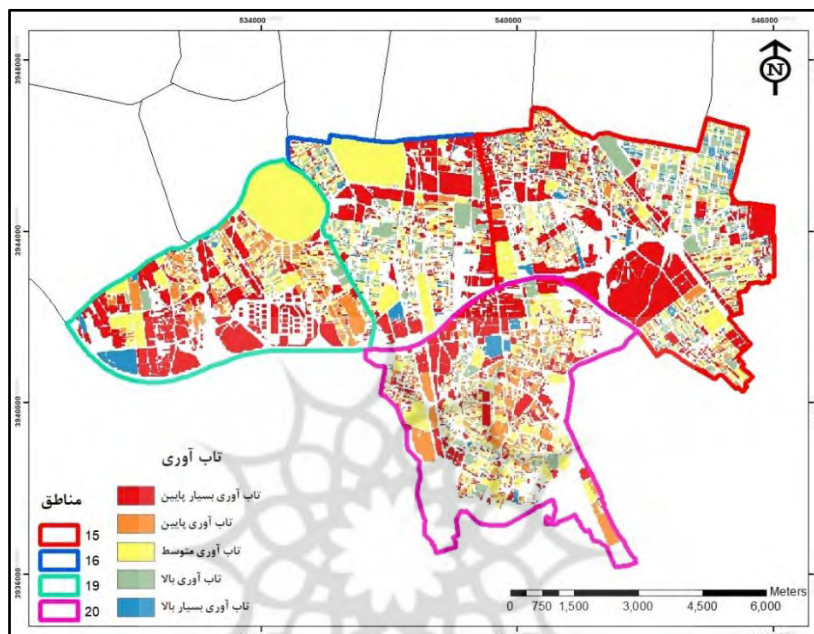
دسته	زیرمعیار	وزن نسبی	تابع نرمال‌سازی
اهمیت بسیار زیاد	نسبت مصالح ناپایدار (خشت و گل، خشت و چوب، تمام چوب، آجر و چوب)	0/0275	منفی
	تراکم جمعیت	0/0266	منفی
	نسبت افراد شاغل	0/0258	مثبت
	نسبت باسوادی	0/0257	مثبت
	نسبت مشارکت اقتصادی	0/0253	مثبت
	نسبت وابستگی	0/0252	منفی
	نسبت افراد بالای ۶۵ سال	0/0251	منفی
	نسبت افراد زیر ۴ سال	0/0249	منفی
	نسبت جمعیت با درآمد بدون کار	0/0247	مثبت
	نسبت زنان شاغل	0/0246	مثبت
اهمیت زیاد	بعد خانوار	0/0245	منفی
	نسبت زنان سرپرست خانوار	0/0245	منفی
	فاصله از دسترسی اصلی	0/0245	منفی
	نسبت مسکن با مساحت زیر ۵۰ متر	0/0244	منفی
	عرصه‌های بافت فرسوده	0/0244	طبقه‌ای/منفی
اهمیت کم	فاصله از مراکز درمانی (بیمارستان، درمانگاه، اورژانس)	0/0242	منفی
	فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی	0/024	منفی
	فاصله از زمین‌های باز و فضای سبز	0/0232	منفی
	فاصله از مراکز مذهبی	0/023	منفی
	فاصله از مراکز خطرزا (جایگاه سوخت بنزین، جایگاه سوخت گاز مایع گاز، پست‌های برق)	0/0228	مثبت
	فاصله از مراکز انتظامی	0/0216	منفی
	فاصله از مراکز آموزشی	0/0208	منفی
اهمیت بسیار کم	فاصله از زمین‌های ورزشی	0/0174	منفی

تحلیل فضایی تاب‌آوری در شاخص اجتماعی-اقتصادی

شاخص تاب‌آوری اجتماعی-اقتصادی در تحقیق حاضر شامل ۱۱ زیرمعیار شامل نسبت افراد شاغل، نسبت مشارکت اقتصادی، نسبت وابستگی، نسبت جمعیت با درآمد بدون کار، نسبت زنان شاغل، تراکم جمعیت، بعد خانوار، نسبت باسوادی، نسبت افراد بالای ۶۵ سال، نسبت افراد زیر ۴ سال، نسبت زنان سرپرست خانوار است. تحلیل فضایی تاب‌آوری اجتماعی-اقتصادی به‌وضوح مناطق را بر اساس سطح تاب‌آوری اجتماعی-اقتصادی نشان می‌دهد. بر اساس یافته‌های آماری ۴۳ درصد از مناطق جنوبی شهر تهران در محدوده تاب‌آوری بسیار پایین قرار دارند و پس از آن سطح تاب‌آوری متوسط با ۲۸ درصد دومین پهنه گسترده را شامل می‌شود. از طرفی ۴ درصد سطح محدوده سطح تاب‌آوری بسیار بالا و ۱۳ درصد نیز در سطح تاب‌آوری بالا را نشان می‌دهد. تفاوت در ترکیب رنگی نشان‌دهنده توزیع متفاوت تاب‌آوری در مناطق جنوبی شهر تهران است (جدول ۴ و شکل ۲).

جدول ۴. توزیع آماری میزان تاب‌آوری در شاخص اجتماعی-اقتصادی

سطح‌بندی	مساحت (هکتار)	درصد
تاب‌آوری بسیار پایین	2006	43
تاب‌آوری پایین	586	12
تاب‌آوری متوسط	1296	28
تاب‌آوری بالا	617	13
تاب‌آوری بسیار بالا	203	4
مجموع	4708	100



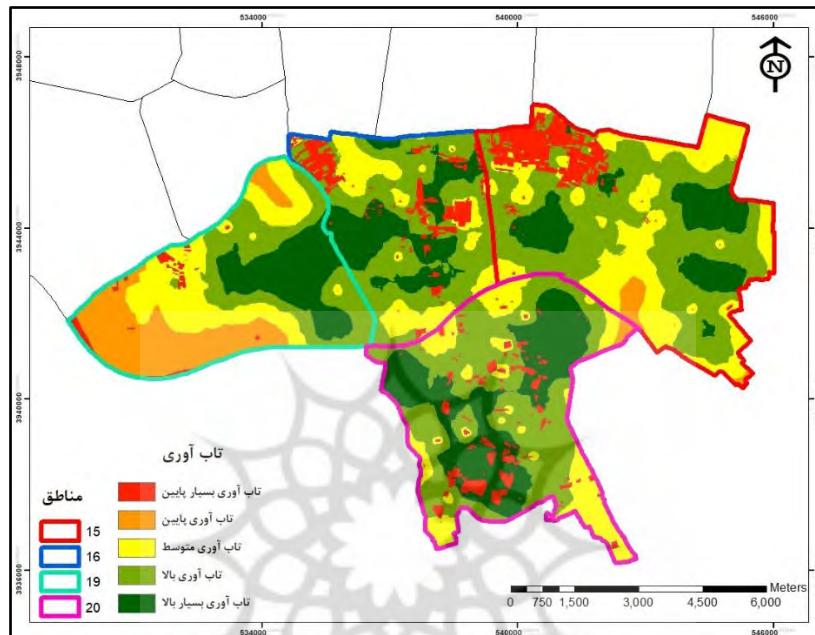
شکل ۲. وضعیت فضایی شاخص نهایی تاب‌آوری اجتماعی-اقتصادی مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران

تحلیل فضایی تاب‌آوری در شاخص کالبدی-محیطی

شاخص تاب‌آوری کالبدی-محیطی شامل ۱۳ زیرمعیار شامل نسبت مساکن با مساحت زیر ۵۰ متر، نسبت مصالح ناپایدار (خشت و گل، خشت و چوب، تمام چوب، آجر و چوب)، عرصه‌های بافت فرسوده، فاصله از مراکز درمانی (بیمارستان، درمانگاه، اورژانس)، فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی، فاصله از زمین‌های باز و فضای سبز، فاصله از مراکز انتظامی، فاصله از مراکز مذهبی، فاصله از مراکز خطرزا (جایگاه سوخت بنزین، جایگاه سوخت گاز مایع گاز، پست‌های برق)، فاصله از مراکز آموزشی، فاصله از زمین‌های ورزشی، فاصله از دسترسی اصلی و فاصله از گسل است که در تحقیق حاضر موردسنجش و ارزیابی قرار گرفته است. این شاخص نشان می‌دهد که چگونه طراحی فضای شهری و توزیع کاربری‌های مختلف (مسکونی، تجاری، صنعتی و غیره) و از طرفی موقعیت گسل بر پیامدهای اجتماعی و اقتصادی تأثیرگذار است. توزیع آماری تاب‌آوری نشان می‌دهد که بیشترین پهنه با ۴۰ درصد دارای تاب‌آوری بالا است و تاب‌آوری بسیار پایین و پایین نیز هرکدام با ۷ درصد کمترین نسبت از مناطق را به خود اختصاص می‌دهند (جدول ۵ و شکل ۳).

جدول ۵. توزیع آماری میزان تاب‌آوری در شاخص کالبدی-محیطی

سطح‌بندی	مساحت (هکتار)	درصد
تاب‌آوری بسیار پایین	622	7
تاب‌آوری پایین	661	7
تاب‌آوری متوسط	2035	23
تاب‌آوری بالا	3526	40
تاب‌آوری بسیار بالا	1974	22
مجموع	8818	100



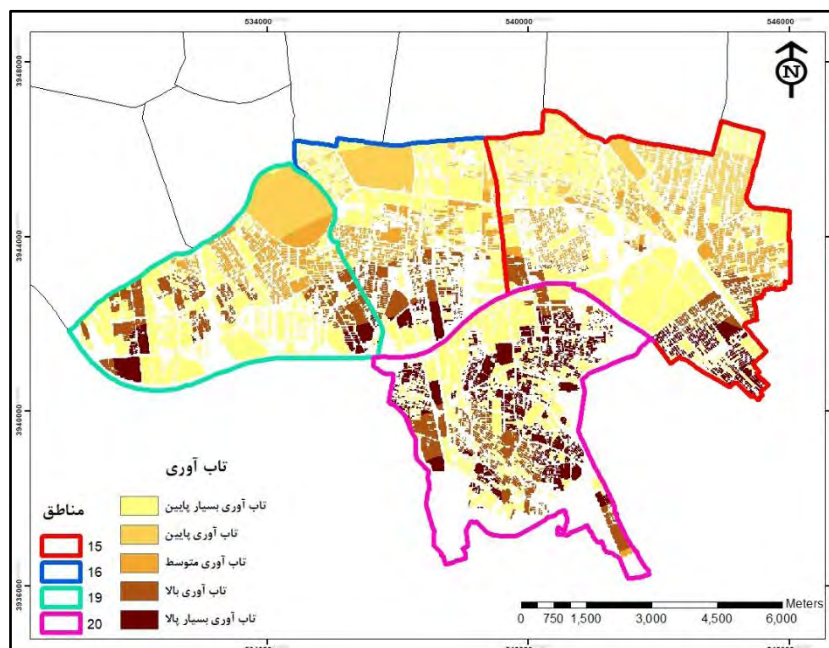
شکل ۳. وضعیت فضایی شاخص نهایی تاب‌آوری کالبدی-محیطی مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران

تحلیل فضایی شاخص تاب‌آوری

به‌طور کلی ترکیب ۱۱ شاخص اجتماعی-اقتصادی و ۱۳ شاخص کالبدی-محیطی در کنار هم تاب‌آوری فضایی یک منطقه را شکل می‌دهند. با توجه به شبکه اجتماعی-اقتصادی و ساختار کالبدی-محیطی می‌توان تاب‌آوری متفاوتی را در سطح منطقه مورد انتظار داشت. توزیع آماری تاب‌آوری نشان می‌دهد که تاب‌آوری بسیار پایین با ۵۰ درصد، بزرگ‌ترین پهنه را تشکیل می‌دهد (جدول ۶ و شکل ۴).

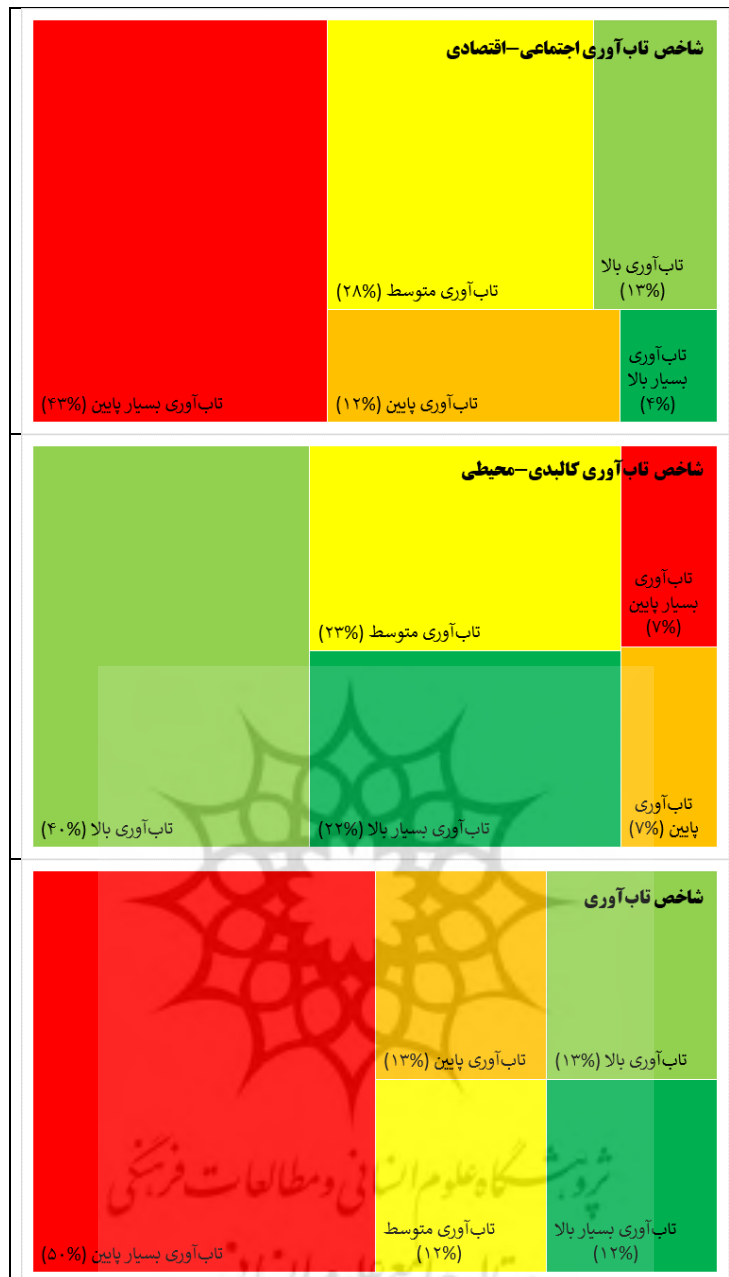
جدول ۶. توزیع آماری میزان شاخص تاب‌آوری

سطح‌بندی	مساحت (هکتار)	درصد
تاب‌آوری بسیار پایین	2342	50
تاب‌آوری پایین	621	13
تاب‌آوری متوسط	568	12
تاب‌آوری بالا	618	13
تاب‌آوری بسیار بالا	562	12
مجموع	4710	100



شکل ۴. وضعیت فضایی شاخص نهایی تاب آوری مناطق جنوبی کلان شهر تهران

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۵. توزیع آماری شاخص‌های میزان تاب‌آوری مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران

بحث

در این پژوهش با هدف ارزیابی تاب‌آوری مسکن مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران در برابر زلزله سعی گردید تا با ارزیابی سهم شاخص‌های مؤثر در تاب‌آوری مسکن، سطوح تاب‌آوری مناطق مذکور اندازه‌گیری شود. یافته‌های پژوهش تفاوت‌های قابل‌توجهی را در تاب‌آوری مسکن در ابعاد اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی نشان می‌دهد که بر پیچیدگی برنامه‌ریزی تاب‌آوری تأکید دارد. درحالی‌که شاخص‌های کالبدی-محیطی توزیع نسبتاً متعادلی از سطوح تاب‌آوری را نشان می‌دهند، شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی آسیب‌پذیری آشکاری را نشان می‌دهند، به‌طوری‌که تقریباً نیمی از مناطق در دسته‌های تاب‌آوری بسیار پایین و پایین قرار می‌گیرند. این اختلاف به نقش حیاتی چالش‌های اقتصادی-اجتماعی در تضعیف تاب‌آوری مسکن در منطقه مورد مطالعه اشاره می‌کند. تفاوت فاحش بین تاب‌آوری اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-

محیطی را می‌توان به نابرابری‌های سیستمی و چالش‌های مدیریت شهری در جنوب تهران نسبت داد. تراکم بالای جمعیت با دسترسی محدود به منابع و خدمات اضطراری مرتبط است و آسیب‌پذیری این جوامع را تشدید می‌کند. نابرابری‌های اقتصادی بیشتر از توان ظرفیت ساکنان برای سرمایه‌گذاری در مصالح یا فناوری‌ها برای ساخت مسکن مقاوم جلوگیری می‌کند و منجر به شیوع ساخت‌وسازهای ناپایدار می‌شود. به‌علاوه، عدم برنامه‌ریزی به‌صورت تاریخی آسیب‌پذیری‌های اجتماعی-اقتصادی را در این مناطق خاص متمرکز کرده‌اند و چالش‌های را ایجاد کرده‌اند که غلبه بر آن‌ها بدون مداخلات هدفمند دشوار است.

در مقایسه یافته‌های با سایر مطالعات داخلی و خارجی، شباهت‌ها و تمایزهای متعددی را می‌توان مشاهده کرد. این مقایسه‌ها هم سهم منحصر به فرد مطالعه فعلی و هم الگوهای گسترده‌تر در تحقیقات تاب‌آوری مسکن را برجسته می‌کند. یافته‌ها با چندین مطالعه که بر آسیب‌پذیری‌های اجتماعی-اقتصادی و نارسایی‌های کالبدی به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده حیاتی تاب‌آوری تأکید دارند، همسو هستند. به‌عنوان مثال، جووانتی و پاگلیاچی (۲۰۱۷) در ایتالیا و سوتریسو و همکاران (۲۰۲۴) در اندونزی، مشاهده کردند که شرایط اقتصادی-اجتماعی ضعیف‌تر و مصالح ساختمانی نامرغوب، آسیب‌پذیری مسکن را تشدید می‌کند، الگویی که در مناطق جنوبی تهران که در آن تراکم جمعیت و مصالح غیراستاندارد شاخص‌های کلیدی تاب‌آوری پایین بودند، منعکس شد. به همین ترتیب، عبدود و همکاران (۱۴۰۰) و مشکینی و همکاران (۲۰۲۴) به غلبه سطوح تاب‌آوری کم و بسیار پایین در مطالعات موردی خود در ایران، به‌ویژه در مناطق شهری به کمبودهای کالبدی یا برنامه‌ریزی شهری ضعیف اشاره کردند. این یافته‌ها از این ایده حمایت می‌کنند که چالش‌های تاب‌آوری اغلب از نارسایی‌های اجتماعی-اقتصادی و ساختاری سیستمی ناشی می‌شوند. همچنین آنچه پژوهش حاضر را متمایز می‌کند، ادغام روش بهترین-بدترین (BWM) برای اولویت‌بندی شاخص‌ها است که ارزیابی ظرفیتی را در مقایسه با روش‌های AHP یا SWARA که معمولاً در مطالعات دیگر استفاده می‌شوند، ارائه می‌دهد. این نوآوری روش‌شناختی دقت ارزیابی‌های تاب‌آوری را افزایش می‌دهد و توصیه‌های سیاستی هدفمندتری را ممکن می‌سازد. برخلاف ابدالی و همکاران (۱۳۹۸) که عمدتاً جوامع از پیش تأسیس‌شده و برنامه‌ریزی‌شده را مقایسه کردند، یا کمالی و همکاران (۱۴۰۰) که به‌طور محدود بر شاخص‌های کالبدی تمرکز داشت، این تحقیق چارچوب وسیع‌تری را اتخاذ می‌کند که هر دو بعد اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی را در برمی‌گیرد و درک جامع‌تری از تاب‌آوری مسکن ارائه می‌دهد. علاوه بر این، تمرکز بر مناطق جنوبی تهران، منطقه‌ای با چالش‌های اجتماعی-اقتصادی متمایز و آسیب‌پذیری‌های کالبدی به دلیل تراکم جمعیت و نزدیکی به گسل‌های فعال، برخلاف مطالعاتی مانند مشکینی و همکاران (۱۴۰۳) است که بر شمال تهران تمرکز داشت به یک شکاف تحقیقاتی قابل توجه می‌پردازد؛ بنابراین، یافته‌های این پژوهش، بینش‌های را ارائه می‌کند که برای تدوین مداخلات مؤثر در آسیب‌پذیرترین مناطق تهران حیاتی است. در نهایت، ادغام GIS و تأکید بر شاخص‌های تاب‌آوری چندبعدی، مزیت قابل توجهی در ارزیابی تغییرات درون منطقه‌ای در تاب‌آوری مسکن فراهم می‌کند. این رویکرد بازتاب مطالعه‌ای مانند باست-سالوم و گواردیولا-ویلورا (۲۰۲۳) در اسپانیا است که ارزش روش‌های مکانی را در درک آسیب‌پذیری مسکن در مقیاس دقیق برجسته کردند. با این حال، گنجاندن ابعاد اجتماعی-اقتصادی در این مطالعه دیدگاه وسیع‌تری را در مقایسه با مطالعاتی که عمدتاً بر جنبه‌های کالبدی-محیطی تمرکز دارند ارائه می‌دهد.

به‌طور کلی، مطالعه حاضر با ارائه یک چارچوب بومی و جامع برای ارزیابی تاب‌آوری مسکن در مناطق شهری زلزله‌خیز به این زمینه کمک می‌کند. تأکید آن بر شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی، همراه با نوآوری‌های روش‌شناختی مانند BWM، نه تنها با تحقیقات موجود همسو می‌شود، بلکه با پرداختن به آسیب‌پذیری‌های منطقه‌ای با

ویژگی‌های بیشتر، گفتمان را پیش می‌برد. این یافته‌ها بر نیاز حیاتی به مداخلات مناسب تأکید می‌کند که هم کمبودهای ساختاری و هم نابرابری‌های اجتماعی-اقتصادی را برای افزایش تاب‌آوری در مناطق شهری مانند جنوب تهران برطرف می‌کند. این تحقیق بر ضرورت ادغام دیدگاه‌های اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی در برنامه‌ریزی تاب‌آوری تأکید دارد. نتایج نشان می‌دهد که افزایش انعطاف‌پذیری نه تنها مستلزم ارتقای ساختارهای کالبدی، بلکه پرداختن به نابرابری‌های اجتماعی-اقتصادی به صورت ریشه‌ای است که جوامع را به طور نامتناسبی در برابر خطرات طبیعی آسیب‌پذیر می‌کند. این رویکرد با چارچوب‌های تاب‌آوری شهری معاصر که از استراتژی‌های چندبعدی با ترکیب مداخلات کالبدی، اجتماعی و نهادی حمایت می‌کنند، همسو می‌شود.

نتیجه‌گیری

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد، اختلاف فاحشی در تاب‌آوری مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران وجود دارد؛ نتایج بیانگر شکاف قابل توجه بین شاخص‌های تاب‌آوری اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی است. تجزیه و تحلیل شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از منطقه با چالش‌های تاب‌آوری قابل توجهی مواجه است و تقریباً نیمی از مناطق دارای تاب‌آوری بسیار پایین تا پایین هستند؛ از سوی دیگر، تاب‌آوری کالبدی-محیطی توزیع متعادل تری را نشان می‌دهد و بخش بزرگ‌تری از مناطق در دسته‌های تاب‌آوری متوسط تا بالا قرار می‌گیرند. این تضاد عوامل متفاوتی را که بر تاب‌آوری در این مناطق تأثیر می‌گذارند برجسته می‌کند. به طور کلی، ارزیابی کلی تاب‌آوری نشان می‌دهد که نیمی از مناطق با تاب‌آوری بسیار پایین مشخص می‌شوند که به آسیب‌پذیری‌های این مناطق اشاره می‌کند. این یافته‌ها بر نیاز فوری به استراتژی‌های جامع برای افزایش تاب‌آوری، به ویژه پرداختن به کمبودهای اجتماعی-اقتصادی برای تقویت بافت شهری با تاب‌آوری بیشتر تأکید می‌کند. در نهایت با هدف رسیدگی به آسیب‌پذیری‌های شناسایی شده و افزایش تاب‌آوری کلی مناطق جنوبی کلان‌شهر تهران، با تمرکز بر عوامل اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-محیطی پیشنهادی زیر ارائه گردید:

- اجرای برنامه‌های اقتصادی هدفمند برای حمایت از خانوارهای کم‌درآمد و افزایش توانایی آن‌ها برای بازیابی پس از زلزله.

- اجرای مقررات منطقه بندی سخت‌گیرانه‌تر برای کنترل تراکم جمعیت در مناطق پرخطر.

- ارائه مشوق‌های مالی و یارانه‌ها برای مقاوم‌سازی ساختمان‌های موجود برای مطابقت با استانداردهای لرزه‌ای مدرن.

- افزایش آگاهی و آموزش عمومی در مورد آمادگی در برابر زلزله و شیوه‌های ساخت‌وساز مقاوم.

- افزایش ظرفیت مقامات محلی و ذینفعان از طریق آموزش و منابع برای اجرای مؤثر استراتژی‌های تاب‌آوری.

- انجام ارزیابی‌های دقیق ریسک و استفاده از مقررات منطقه بندی برای محدود کردن توسعه با تراکم بالا در مناطق آسیب‌پذیر در برابر زلزله.

- انجام ارزیابی‌های منظم سطوح تاب‌آوری را برای نظارت بر پیشرفت و شناسایی مناطقی که نیاز به بهبود دارند.

- ایجاد و توسعه برنامه‌های مسکن مقرون به صرفه را برای کاهش اتکا به مصالح مسکن ناپایدار.

- برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری برای مدیریت و کاهش تراکم جمعیت در مناطق آسیب‌پذیر.

- به‌روزرسانی و اجرای قوانین ساختمانی برای گنجاندن الزامات سخت‌گیرانه مقاوم‌سازی لرزه‌ای برای ساخت‌وسازهای

جدید.

- تشویق مشارکت‌های دولتی و خصوصی برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مقاوم‌سازی و بهبود زیرساخت‌ها.
- تقویت چارچوب نظارتی برای اطمینان از انطباق با استانداردهای ایمنی لرزه‌ای.
- تقویت مشارکت جامعه و شبکه‌های اجتماعی را برای بهبود تاب‌آوری جمعی و تلاش‌های بازیابی.
- تمرکز بر نیازهای جمعیت‌های آسیب‌پذیر مانند سالمندان، معلولان و گروه‌های کم‌درآمد.
- طراحی و نگهداری فضاهای باز و مناطق سبز که می‌توانند به‌عنوان پناهگاه‌های اضطراری عمل کنند.
- مقاوم‌سازی ساختمان‌های ناپایدار به‌ویژه در مناطق با تراکم بالا.
- مقاوم‌سازی تأسیسات آموزشی و بهداشتی برای اطمینان از تداوم عملیاتی آن‌ها در طول و پس از رویدادهای لرزه‌ای.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان

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

تضاد منافع نویسندگان

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

تقدیر و تشکر نویسندگان

از همه کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقاله را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

- ابدالی، یعقوب؛ پوراحمد، احمد؛ امینی، میلاد و خندان، اسحاق. (۱۳۹۸). بررسی و مقایسه تاب‌آوری اجتماعات از پیش ایجادشده و اجتماعات برنامه‌ریزی‌شده به‌منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله)؛ مطالعه موردی: شهر نورآباد و مسکن مهرشهر نورآباد. فصلنامه اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۲۸(۱۱۰)، ۱۶۱-۱۴۷. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2019.36620>
- افسری، رسول و شهسوار، محمد سینا. (۱۴۰۱). تحلیل فضایی تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر سیل مطالعه موردی: نواحی منطقه یک شهر تهران. پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، ۱۰(۴)، ۱۱۹-۱۳۳. <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2023.351188.1758>
- امانی، حمیدرضا؛ عزت‌پناه، بختیار و شمس، مجید. (۱۴۰۱). واکاوی نواحی شهری از منظر مؤلفه‌های تاب‌آوری مطالعه موردی: نواحی منطقه ۱۱ کلان‌شهر تهران. مجله آمایش جغرافیایی فضا، ۱۲(۱)، ۸۱-۶۷. <https://doi.org/10.30488/gps.2022.337408.3522>
- بهره‌ور، حامد؛ اصغری زمانی، اکبر و فیضی زاده، بختیار. (۱۴۰۱). مقایسه تطبیقی و سطح‌بندی تاب‌آوری کالبدی-محیطی بافت‌های شهری مناطق ده‌گانه شهر تبریز در مواجهه زلزله با استفاده از تحلیل‌های فضایی-مدل‌های ترکیبی تصمیم‌گیری. نشریه سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در علوم محیطی، ۲(۵)، ۷۷-۵۵. <https://doi.org/10.22034/rsgi.2023.16444>
- پاشاپور، حجت‌الله؛ قربانی، رامین؛ فرهادی، ابراهیم و درودی‌نیا، عباس. (۱۳۹۸). پهنه‌بندی خطر زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز)، فصلنامه آمایش محیط، ۱۲(۴۵)، ۴۹-۷۰. <https://dori.net/dor/20.1001.1.2676783.1398.12.45.3.9>
- پوراحمد، احمد؛ زبیری، کرامت‌الله و صادقی، علیرضا. (۱۳۹۷). تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی بافت‌های فرسوده شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری تهران). برنامه‌ریزی فضایی، ۸(۱)، ۱۱۱-۱۳۰. <https://doi.org/10.22108/sppl.2018.109941.1178>

- پورمحمدی، محمدرضا؛ هادی، الهام و هادی، الناز، (۱۳۹۷). تبیین ابعاد اجتماعی- اقتصادی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله مطالعه موردی: منطقه ۴ شهر تبریز. نشریه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۹(۱)، ۷۸-۸۹.
<http://dorl.net/dor/20.1001.1.23225955.1398.9.1.6.5>
- توکلی، سیده سعیده؛ پاکیده، کیخسرو و حسام، مهدی. (۱۴۰۱). کاربرد تکنیک بهترین - بدترین (BWM) در رتبه‌بندی مؤلفه‌های شاخص جهانی رقابت‌پذیری گردشگری، گردشگری و توسعه، ۱۱(۴)، ۲۷۶-۲۶۱.
<https://doi.org/10.22034/jtd.2021.270091.2257>
- جعفریان، نغمه؛ حاتمی نژاد، حسین و مبهوت، محمدرضا، (۱۳۹۶). ارزیابی تاب‌آوری اجتماعی و اقتصادی در برابر زلزله (نمونه موردی بجنورد). فصلنامه امداد و نجات، ۹(۱)، ۲۶-۱۵.
- دربان آستانه، علیرضا و هراثینی، مصطفی. (۱۳۹۸). تحلیل فضایی تاب‌آوری اجتماعی، اقتصادی اجتماعات محلی در برابر زلزله (مطالعه موردی: بخش آفتاب - شهرستان تهران). جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۳(۶۸)، ۹۱-۱۱۱.
- دلشاد، مهدیه؛ طبیبیان، منوچهر و حبیبی، سید محسن. (۱۴۰۰). واکاوی مفهوم تاب‌آوری فضایی-کالبدی در برابر زلزله، معرفی و اولویت‌بندی مهم‌ترین معیارهای آن با استفاده از مدل Fuzzy-AHP، مورد مطالعاتی: بافت مرکزی شهر رشت. معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، ۱۴(۳۶)، ۲۰۴-۲۲۳.
<https://doi.org/10.22034/aaud.2020.228193.2187>
- دلشاد، مهدیه؛ طبیبیان، منوچهر، حبیبی، سید محسن، (۱۴۰۰). تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی بافت مرکزی شهر رشت در برابر زلزله با استفاده از مدل Fuzzy-AHP و GIS. فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، ۱۳(۴)، ۸۰-۵۵.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.66972251.1400.13.4.10.5>
- رجائی، سید عباس؛ منصوریان، حسین و سلطانی، مرضیه. (۱۴۰۰). تحلیل فضایی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله مطالعه موردی: منطقه یک شهر تهران. مجله شهر پایدار، ۴(۱)، ۱-۱۳.
<https://doi.org/10.22034/jsc.2020.225370.1221>
- سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، (۱۴۰۱). آمارنامه شهر تهران ۱۴۰۱ (سالنامه آماری شهر تهران)، انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، تهران.
- شماعی، علی و میرزازاده، حجت. (۱۳۹۸). تحلیل فضایی تاب‌آوری مناطق شهر تبریز در برابر زلزله. مخاطرات محیط طبیعی، ۸(۲۰)، ۲۴۵-۲۶۶.
<https://doi.org/10.22111/jneh.2019.25449.1415>
- شیخی، محمد و شبستر، محسن. (۱۳۹۷). آسیب‌شناسی مدیریت یکپارچه حریم کلان‌شهر تهران. فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای، ۳(۴)، ۱-۳۴.
<https://doi.org/10.22054/urdp.2019.42544.1128>
- عبداللّه زاده ملکی، شهرام؛ خانلو، نسیم؛ زیاری، کرامت اله و شالی امینی، وحید (۱۳۹۸). اولویت‌سنجی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زلزله. فصلنامه هویت شهر، ۱۳(۳۷)، ۴۵-۵۸.
- عبداللهی، علی‌اصغر؛ شرفی، حجت‌الله و صباحی، یاسر. (۱۳۹۷). تاب‌آوری نهادی و کالبدی-محیطی اجتماعات شهری در جهت کاهش بحران‌های طبیعی، زلزله (مطالعه موردی: شهر کرمان). فصلنامه آمایش محیط، ۱۱(۴۲)، ۱۶۵-۱۸۶.
- عبدود، محسن؛ عباسپور میلاد و فرخ، رضا (۱۴۰۰). ارزیابی تاب‌آوری کالبدی مسکن شهری در برابر زلزله (مورد مطالعاتی: منطقه ۴ شهر ارومیه). معماری شناسی، ۲۰(۴)، ۱۳۴-۱۲۲.
- عشقی چهاربرج علی؛ نظم فر، حسین و غفاری، عطا. (۱۳۹۹). تحلیل فضایی تاب‌آوری شهر در برابر زلزله با استفاده از مدل کاندراست نمونه موردی: نواحی ده‌گانه منطقه یک شهرداری تهران. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۷(۲)، ۸۱-۱۱۱.
<https://doi.org/10.29252/jsaeh.7.2.81>
- علوی، علی؛ ابراهیمی، محمد و مشکینی، ابوالفضل. (۱۳۹۷). ساماندهی فضایی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از تکنیک‌های تلفیقی مدل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) و تحلیل‌های GIS مطالعه موردی: منطقه ۱۸ شهر تهران. مجله آمایش جغرافیایی فضا، ۸(۳۰)، ۱۳۴-۱۲۱.
<https://doi.org/10.30488/gps.2019.85840>
- غلامی، یونس؛ حیدری سورجانی، رسول؛ برهمن، وحیده؛ دهقان، ابوالفضل و اصولی، حمید. (۱۴۰۰). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری فضایی محلات مرکزی شهر کاشان در برابر زلزله. فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۱۲(۴۴)، ۱۲۳-۱۴۰.
<https://doi.org/10.30495/jupm.2021.4389>

- کمالی، ماندانا؛ طبیبیان، منوچهر و الهی، مسعود. (۱۴۰۰). تحلیلی بر تاب‌آوری کالبدی مسکن اجتماعی در برابر زلزله با استفاده از تکنیک موران (نمونه موردی محله پونک زنجان). *دانش پیشگیری و مدیریت بحران*. ۱۱ (۳)، ۳۲۶-۳۱۰. <http://dori.net/dor/20.1001.1.23225955.1400.11.3.7.4>
- لطفی، حمدالله؛ نوری کرمانی، علی و زیاری، کرامت اله. (۱۴۰۰). تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی شهر ایلام در برابر زلزله با رویکرد آینده‌پژوهی، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۳۷ (۱)، ۱۴۱-۱۵۳. <https://doi.org/10.29252/geores.37.1.141>
- مشکینی، ابوالفضل، علیپور، سمیه و مسعودی، حسن. (۱۴۰۳). تاب‌آوری کالبدی مسکن شهری در برابر زلزله: تحلیلی از محلات و مناطق شمالی کلان‌شهر تهران. *مخاطرات محیط طبیعی*، ۱۳ (۴۱)، ۶۰-۳۹. <https://doi.org/10.22111/jneh.2024.46098.1974>
- مودت، الیاس؛ گرمسیری، پرستو و مؤمنی، کورش. (۱۳۹۸). برآورد پراکنش تاب‌آوری شهری از منظر بحران زلزله با استفاده از الگوی آمار فضایی (مطالعه موردی: شهر ایلام). *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۹ (۳۶)، ۱۱۹-۱۳۴. <https://dori.net/dor/20.1001.1.22516735.1398.9.36.8.7>
- نصر، طاهره. (۱۴۰۱). جایگاه آینده‌پژوهی در تدوین سناریوهای تاب‌آوری ساختار فضایی شهری در برابر زلزله (مورد کاوی: کلان‌شهر شیراز). *نشریه مدیریت شهری*، ۲۱ (۶۸)، ۷-۲۲.
- نصیری هنده خاله، اسماعیل؛ افتخاری، الهام و نظافت تکه، حسن. (۱۴۰۰). ارزیابی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی محیطی بافته‌ای ناکارآمد شهری در جهت کاهش بحران زلزله (مطالعه موردی: شهر ملارد). *نشریه مطالعات ساختار و کارکرد شهری*، ۸ (۲۹)، ۱۴۹-۱۶۹. <https://doi.org/10.22080/usfs.2021.3442>
- نیکمردنمین، سارا؛ برک پور، ناصر و عبداللهی، مجید. (۱۳۹۴). کاهش خطرات زلزله با تأکید بر عوامل اجتماعی رویکرد تاب‌آوری (نمونه موردی منطقه ۲۲ تهران). *نشریه مدیریت شهری*، ۱۳ (۳۷)، ۱۹-۳۴.

References

- Abdali, Y., Pourahmad, A., Amini, M., & Khandan, I. (2019). Investigating and comparing the resilience of pre-created and planned communities to reduce the impacts of natural disasters (earthquake) (Case study: Nourabad County and Maskan-e Mehr of Nourabad City). *Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 28(110), 147-161. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2019.36620> [in Persian]
- Abdalla, R. (2016). Evaluation of spatial analysis application for urban emergency management. *SpringerPlus*, 5. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3723-y>
- Abdel-Mooty, M. N., El-Dakhakhni, W., & Coulibaly, P. (2022). Data-Driven Community Flood Resilience Prediction. *Water*. <https://doi.org/10.3390/w14132120>
- Abdollahi, A. A., Sharafi, H., & Sabahi, Y. (2018). Measurement And evaluation Resiliency Institutional and physical-environmental Urban communities to reduce natural disasters, Earthquake(Case study: Kerman city). *Journal of Environmental-based Territorial Planning (JETP)*, 42(11), 165-187 [in Persian].
- Abdovad, M., Abbaspour, M., & Farrokh, R. (2021). Evaluating the physical resilience of urban housing against earthquakes (case study: Region 4 of Urmia city). *Memarishenasi*, 20(4), 122-134 [in Persian]
- Afsari, R., Nadizadeh Shorabeh, S., Bakhshi Lomer, A. R., Homaee, M., & Arsanjani, J. J. (2023). Using Artificial Neural Networks to Assess Earthquake Vulnerability in Urban Blocks of Tehran. *Remote. Sens.*, 15, 1248. <https://doi.org/10.3390/rs15051248>
- Afsari, R., & Shahsavary, M. S. (2023). Spatial analysis of resilience against natural hazards with an emphasis on floods The Case study of districts of district one of Tehran city. *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 10(4), 119-133. <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2023.351188.1758> [in Persian]
- Alavi, A., Ebrahimi, M., & Meshkini, A. (2019). Spatial organization of crisis management supportive bases by using combined techniques of multi-criteria decision making and GIS

- analysis, case study: region 18 of Tehran. *Geographical Planning of Space*, 8(30), 121-134. <https://doi.org/10.30488/gps.2019.85840> [in Persian]
- Aldrich, D. P., & Meyer, M. A. (2015). Social Capital and Community Resilience. *American Behavioral Scientist*, 59, 254-269. <https://doi.org/10.1177/0002764214550299>
- Alexander, D. E. (2011). Resilience Against Earthquakes: Some Practical Suggestions for Planners and Managers. *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, 13, 109-115.
- Alexander, D. E. (2013). Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13, 2707-2716. <https://doi.org/10.5194/NHESS-13-2707-2013>
- Amani, H., ezatpanah, b., & Shams, M. (2022). Analysis of Urban Areas from the perspective of Resilience Components Case Study: Areas of District 11 of Tehran Metropolitan. *Geographical Planning of Space*, 12(1), 67-81. <https://doi.org/10.30488/gps.2022.337408.3522> [in Persian]
- Armenakis, C., & Nirupama, N. (2013). Prioritization of disaster risk in a community using GIS. *Natural Hazards*, 66, 15-29. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0167-8>
- Aslani, F., Amini Hosseini, K., & Fallahi, A. (2020). A framework for earthquake resilience at neighborhood level. *International Journal of Disaster Resilience in The Built Environment*, 11, 557-575. <https://doi.org/10.1108/ijdrbe-12-2019-0082>
- Ayyub, B. M. (2015). Practical Resilience Metrics for Planning, Design, and Decision Making. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*, 1(3), 4015008. <https://doi.org/10.1061/AJRUA6.0000826>
- Bahrehvar, h., Asgharizamani, a., & Feizizadeh, b. (2023). Comparative comparison and leveling of physical-environmental resilience of urban fabric in ten districts of Tabriz city in against earthquake using spatial analysis-decision-making combined models. *Remote Sensing and GIS Applications in Environmental Sciences*, 2(5), 77-55. <https://doi.org/10.22034/rsgi.2023.16444> [in Persian]
- Banica, A., Rosu, L., Muntele, I., & Grozavu, A. (2017). Towards Urban Resilience: A Multi-Criteria Analysis of Seismic Vulnerability in Iasi City (Romania). *Sustainability*, 9, 1-17. <https://doi.org/10.3390/SU9020270>
- Basset-Salom, L., & Guardiola-Villora, A. (2023). Seismic vulnerability and losses of rammed earth residential heritage in Mula (Murcia). *Bulletin of Earthquake Engineering*, 21(14), 6215-6245. <https://doi.org/10.1007/s10518-023-01784-x>
- Bilham, R. (2009). The seismic future of cities. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 7, 839-887. <https://doi.org/10.1007/S10518-009-9147-0>
- Borhani, K., Doorudinia, A., & Charkhan, S. (2022). Factors Influencing Unsustainable Intraurban Land-Use Change: Case of Tehran City [Research Paper]. *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning*, 32(2), 31-43. <https://doi.org/10.22068/ijaup.630>
- Bozza, A., Asprone, D., & Manfredi, G. (2017). A methodological framework assessing disaster resilience of city ecosystems to enhance resource use efficiency. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 9, 136-150. <https://doi.org/10.1080/19463138.2016.1244538>
- Chen, W., & Zhang, L. (2021). Resilience assessment of regional areas against earthquakes using multi-source information fusion. *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 215, 107833. <https://doi.org/10.1016/J.RESS.2021.107833>
- Cho, L., & Bauer, J. (2019). Population Growth and Urbanization: What Does the Future Hold? *Urbanization and Urban Policies in Pacific Asia*. <https://doi.org/10.4324/9780429266898-2>
- Coaffee, J., Therrien, M.-C., Chelleri, L., Henstra, D., Aldrich, D. P., Mitchell, C. L., Tsenkova, S., Rigaud, É., & participants, t. (2018). Urban resilience implementation: A policy challenge and research agenda for the 21st century. *Journal of Contingencies and Crisis Management*. <https://doi.org/10.1111/1468-5973.12233>
- Daniell, J. E., Schaefer, A. M., & Wenzel, F. (2017). Losses Associated with Secondary Effects in Earthquakes. *Frontiers in Built Environment*, 3, 30. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2017.00030>
- Darban astane, A. R., & Haraeeni, M. (2019). Spatial analysis of Social _economic resilience against earthquake in rural communities Case study: Aftab district, Tehran County. *Journal of Geography and Planning*, 23(68), 91-111 [in Persian].

- Davies, W. K. D. (2015). Resilient Cities: Coping With Natural Hazards. In W. K. D. Davies (Ed.), *Theme Cities: Solutions for Urban Problems* (pp. 311-357). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9655-2_9
- Delshad, M., Tabibian, M., & Habibi, S. M. (2021a). Investigation of the Concept of Spatial-Physical Resilience in relation to Earthquake, through Introducing and Prioritizing Its Most Significant Criteria by Using Fuzzy-AHP Model (case study: The central texture of the city of Rasht). *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 14(36), 204-223. <https://doi.org/10.22034/aud.2020.228193.2187> [in Persian]
- Delshad, M., Tabibian, M., & Habibi, S. M. (2021b). Spatial analysis of physical resilience components of the central fabric of Rasht against earthquakes using Fuzzy-AHP and GIS models. *Journal of Human Geography*, 13(4), 55-80. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.66972251.1400.13.4.10.5> [in Persian]
- Desouza, K. C., & Flanery, T. H. (2013). Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. *Cities*, 35, 89-99. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2013.06.003>
- Despotaki, V., Sousa, L., & Burton, C. G. (2017). Using Resilience Indicators in the Prediction of Earthquake Recovery. *Earthquake Spectra*, 34, 265-282. <https://doi.org/10.1193/071316EQS107M>
- Dianati, V. (2021). The Anti-sprawl Policies in Tehran and the Creation of Spatial Injustice. *disP - The Planning Review*, 57(3), 83-99. <https://doi.org/10.1080/02513625.2021.2026675>
- Doocy, S., Daniels, A., Packer, C., Dick, A., & Kirsch, T. D. (2013). The Human Impact of Earthquakes: a Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review. *PLoS Currents*, 5. <https://doi.org/10.1371/currents.dis.67bd14fe457f1db0b5433a8ee20fb833>
- Ebadollahzadeh Maleki, S., Khanloo, N., Ziyari, K., & Shali Amini, V. (2019). Prioritization of factors influencing social resilience against natural hazards with an emphasis on earthquakes. *Hoviate shahr*, 13(37), 45-58 [in Persian].
- Eshghei, A., nazmfar, H., & Gafari, A. (2020). Spatial analysis resiliency City Earthquake Model Integration Case study: ten districts of the region one of Tehran [Research]. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 7(2), 81-102. <https://doi.org/10.29252/jsaeh.7.2.81> [in Persian]
- Etemadfar, H., & Moradi, M. (2021). Estimating the Damage of Earthquake Using RADIUS Model (Case Study: Tehran). *Resilient Design and Construction of Geostuctures Against Natural Hazards*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79854-3_4
- Gasparini, P., Di Ruocco, A., & Russo, R. (2014). Natural Hazards Impacting on Future Cities. In P. Gasparini, G. Manfredi, & D. Asprone (Eds.), *Resilience and Sustainability in Relation to Natural Disasters: A Challenge for Future Cities* (pp. 67-76). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04316-6_6
- Ghasemi, K. (2024). Enhancing urban livability: Analyzing Tehran through equitable land use distribution. *Journal of Urban Management*, 13(4), 596-608. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2024.06.005>
- Gholami Bimaragh, Y., heidary, r. h., vahideh Berahman, v. B., Abolfazl Dehghan Jazi, A. D. J., & osoli, h. (2021). Measurement, and Evaluation of Spatial Resilience of Earthquake Central Districts of Kashan. *Journal of Urban Research and Planning*, 12(44), 123-140. <https://doi.org/10.30495/jupm.2021.4389> [in Persian]
- Giovannetti, E., & Pagliacci, F. (2017). Natural disasters as stress-tests for housing systems. Vulnerability and local resistance to the 2012 earthquake in Italy. *Regional Science Policy & Practice*, 9(4), 231-249. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12110>
- Godschalk, D. R. (2003). Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities. *Natural Hazards Review*, 4, 136-143. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1527-6988\(2003\)4:3\(136\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2003)4:3(136))
- Hodgson, D., McDonald, J. L., & Hosken, D. J. (2015). What do you mean, 'resilient'? *Trends in ecology & evolution*, 30 9, 503-506. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.06.010>
- Hofmann, S. Z. (2022). Build Back Better and Long-Term Housing Recovery: Assessing Community Housing Resilience and the Role of Insurance Post Disaster. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14095623>
- Holzer, T. L., & Savage, J. C. (2013). Global Earthquake Fatalities and Population. *Earthquake Spectra*, 29, 155-175. <https://doi.org/10.1193/1.4000106>

- Jafarian, n., Hataminejad, H., & Mabhut, M. R. (2017). Assessing the socioeconomic resilience against earthquake (case study: Bojnord city) [Research Article]. *Journal of Rescue Relief*, 9(1), 15-26 [in Persian].
- Kamali, M., Tabibian, M., & Elahi, M. (2021). Analysis of Physical Resilience of Social Housing against Earthquake Using the Moran technique (A case study of Poonak neighborhood in Zanjan) [Research]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 11(3), 310-326. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.23225955.1400.11.3.7.4> [in Persian]
- Lotfi, H., Noori Kermani, A., & Ziari, K. (2022). Spatial Analysis of Physical Resilience Components of Ilam City against Earthquake with a Futuristic Approach [Original Research]. *Geographical Researches*, 37(1), 141-153. <https://doi.org/10.29252/geores.37.1.141> [in Persian]
- Mavedat, E., garmsiri, p., & momeni, k. (2020). Estimated distribution of urban resilience from the perspective of the earthquake crisis using the Spatial Stats Model (Case Study of Ilam). *Regional Planning*, 9(36), 119-134. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22516735.1398.9.36.8.7> [in Persian]
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2015.11.011>
- Meshkini, A., Alipour, S., & Masoudi, H. (2024). Physical Resilience of urban housing against earthquakes: an analysis of northern neighborhoods and regions of Tehran Metropolis. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 13(41), 39-60. <https://doi.org/10.22111/jneh.2024.46098.1974> [in Persian]
- Meshkini, A., Bozorgvar, A., & Alipour, S. (2024). Spatial analysis of the physical resilience of old urban neighborhoods against earthquakes: a case study of the old texture of Tehran. *GeoJournal*, 89(3), 118. <https://doi.org/10.1007/s10708-024-11101-x>
- Nasiri Hende Khaleh, E., Eftekhari, E., & Nezafat, H. (2021). Evaluation of environmental physical resilience components of dysfunctional urban tissues to reduce earthquake crisis: A case study on Mallard. *Urban Structure and Function Studies*, 8(29), 149-169. <https://doi.org/10.22080/usfs.2021.3442> [in Persian]
- Nasr, T. (2023). The Significance of Futurology in Resilience Scenarios of Urban Spatial Structure against Earthquakes (Case Study: Shiraz City). *Urban Management*, 21(68), 7-22 [in Persian].
- Nicol, L. A., & Knoepfel, P. (2014). Resilient housing: a new resource-oriented approach. *Building Research & Information*, 42, 229-239. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.862162>
- Nikmard Namin, S., Barakpur, N., & Abdollahi, M. (2015). Risk Reduction of Earthquake with Emphasis on Social Factors of Resilience (Case Study: District 22 of Tehran). *Urban Management*, 13(37), 19-34 [in Persian].
- Osei-Kyei, R., Tam, V., Komac, U., & Ampratwum, G. (2023). Critical review of urban community resilience indicators. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/sasbe-08-2022-0180>
- Parizi, S. M., Taleai, M., & Sharifi, A. (2022). A GIS-Based Multi-Criteria Analysis Framework to Evaluate Urban Physical Resilience against Earthquakes. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14095034>
- Park, J., Seager, T. P., Rao, P. S. C., Convertino, M., & Linkov, I. (2013). Integrating Risk and Resilience Approaches to Catastrophe Management in Engineering Systems. *Risk Analysis*, 33. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01885.x>
- Pashapour, H., Gorbani, R., Farhadi, E., & Doorudinia, A. (2019). Earthquake hazard zoning using Geographical Information System (Case Study: Tabriz metropolis). *Amayesh Journal*, 12(45), 49-70. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2676783.1398.12.45.3.9> [in Persian]
- Pesaresi, M., Ehrlich, D., Thomas, K., Siragusa, A., Florczyk, A., Freire, S., & Christina, C. (2017). *Atlas of the Human Planet 2017: Global Exposure to Natural Hazards*. Publications Office. <https://doi.org/10.2760/19837>
- Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., & Grove, J. M. (2004). Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms. *Landscape and Urban Planning*, 69, 369-384. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2003.10.035>

- Pilehvar, A. A., & Ghasemi, A. (2024). Advanced modeling of housing locations in the city of Tehran using machine learning and data mining techniques. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 804. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03244-6>
- Pitidis, V., Tapete, D., Coaffee, J., Kapetas, L., & Porto de Albuquerque, J. (2018). Understanding the Implementation Challenges of Urban Resilience Policies: Investigating the Influence of Urban Geological Risk in Thessaloniki, Greece. *Sustainability*, 10(3573). <https://doi.org/10.3390/SU10103573>
- Pour Mohammadi, M. R., Hadi, E., & Hadi, E. (2019). Explaining the Socio-Economic Aspects of Urban Resilience against Earthquake: A Case Study, 4th District of Tabriz [Research]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 9(1), 78-89. <http://dori.net/dor/20.1001.1.23225955.1398.9.1.6.5> [in Persian]
- PourAhmad, A., Ziyari, K., & Sadeghi, A. (2018). Spatial Analysis of Physical Resilience Components of Urban attrited/beaten tissues against Earthquakes (Case Study: District 10 of Tehran Municipality). *Spatial Planning*, 8(1), 111-130. <https://doi.org/10.22108/sppl.2018.109941.1178> [in Persian]
- Rajaei, S. A., Mansourian, H., & Soltani, M. (2021). Spatial analysis of urban resilience against earthquakes Case study: Region 1 of Tehran. *Journal of Sustainable city*, 4(1), 1-13. <https://doi.org/10.22034/jsc.2020.225370.1221> [in Persian]
- Ren, H., Rong, C., Tian, Q., Zhang, W., & Shao, D. (2023). Evaluation Model for Seismic Resilience of Urban Building Groups. *Buildings*. <https://doi.org/10.3390/buildings13102502>
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009>
- Rezvani, S. M., Falcão, M. J., Komljenovic, D., & de Almeida, N. M. (2023). A Systematic Literature Review on Urban Resilience Enabled with Asset and Disaster Risk Management Approaches and GIS-Based Decision Support Tools. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app13042223>
- Ribeiro, P. J. G., & Pena Jardim Gonçalves, L. A. (2019). Urban resilience: A conceptual framework. *Sustainable Cities and Society*. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2019.101625>
- Rose, A. (2007). Economic resilience to natural and man-made disasters: Multidisciplinary origins and contextual dimensions. *Environmental Hazards*, 7, 383-398. <https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2007.10.001>
- Rus, K., Kilar, V., & Koren, D. (2018). Resilience assessment of complex urban systems to natural disasters: A new literature review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2018.05.015>
- Rushton, S., Balen, J., Crane, O., Devkota, B., & Ghimire, S. (2021). Re-examining critiques of resilience policy: Evidence from Barpak after the 2015 earthquakes in Nepal. *Disasters*. <https://doi.org/10.1111/disa.12487>
- Shaikhi, M., & Shabestar, M. (2018). Pathology of the Integrated Management of the Tehran Metropolitan Peri-urban Area. *Quarterly Journals of Urban and Regional Development Planning*, 3(4), 1-34. <https://doi.org/10.22054/urdp.2019.42544.1128> [in Persian]
- Shamai, A., & Mirzazadeh, H. (2019). Spatial analysis of Tabriz regions resilience against the earthquake. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(20), 245-266. <https://doi.org/10.22111/jneh.2019.25449.1415> [in Persian]
- Sharifi, A. (2019). Resilient urban forms: A macro-scale analysis. *Cities*. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2018.11.023>
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2018). Resilience-Oriented Urban Planning. In Y. Yamagata & A. Sharifi (Eds.), *Resilience-Oriented Urban Planning: Theoretical and Empirical Insights* (pp. 3-27). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75798-8_1
- Sheth, S. (2022). Risk Index Spatial Clustering (RISC): Identifying High Risk Counties Using Local Moran's I and Spatial Statistics for Natural Disaster Risk Management: Leveraging Spatial Tools for Dynamic Risk Assessment, Resilience Planning And Resource Management Across Spatial Scales. *2022 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech)*, 39-43. <https://doi.org/10.1109/SusTech53338.2022.9794200>

- Simonovic, S. P. (2018). Chapter 14 - From Risk Management to Quantitative Disaster Resilience: A New Paradigm for Catastrophe Modeling. In G. Michel (Ed.), *Risk Modeling for Hazards and Disasters* (pp. 281-297). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804071-3.00014-8>
- Sutrisno, D., Suwarno, Y., Rahadiati, A., Habibie, M. I., Putra, P. K., Prayogi, H., Sabrina, F. Z., Widodo, A., & Kosasih, A. (2024). Developing A Seismic Land Capability Framework For Earthquake-Resistant Housing Based On Gis Approach: A Case Of Sukabumi District [Article]. *Geographia Technica*, 19(1), 166-182. https://doi.org/10.21163/GT_2024.191.12
- Tao, Q., & He, Z. (2020). Functionality indicator for an occupant-centred performance model of high-rise residential buildings subjected to earthquakes. *Structure and Infrastructure Engineering*, 16, 1493-1511. <https://doi.org/10.1080/15732479.2020.1712735>
- Taşan-Kok, T., Stead, D., & Lu, P. (2013). Conceptual Overview of Resilience: History and Context. In A. Eraydin & T. Taşan-Kok (Eds.), *Resilience Thinking in Urban Planning* (pp. 39-51). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5476-8_3
- Tavakoli, S., Yakideh, K., & hesam, m. (2022). Ranking of of Global Tourism Competitiveness Pillars: An Application of Best Worst Method. *Journal of Tourism and Development*, 11(4), 261-276. <https://doi.org/10.22034/jtd.2021.270091.2257> [in Persian]
- TMICTO. (2022). *Tehran Statistical Yearbook* Tehran Municipality ICT Organization (TMICTO) [in Persian].
- Tucker, B. E., Trumbull, J. G., & Wyss, S. J. (1994). Some Remarks Concerning Worldwide Urban Earthquake Hazard and Earthquake Hazard Mitigation. In B. E. Tucker, M. Erdik, & C. N. Hwang (Eds.), *Issues in Urban Earthquake Risk* (pp. 1-10). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-015-8338-1_1
- Vasilevska, L., & Slavković, M. (2023). Urban resilience: Definitions, understanding and conceptualization. *Facta universitatis - series: Architecture and Civil Engineering*. <https://doi.org/10.2298/fuace230630023v>
- Vona, M., Mastroberti, M., Mitidieri, L., & Tataranna, S. (2018). New resilience model of communities based on numerical evaluation and observed post seismic reconstruction process. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2018.01.010>
- Wada, A., Towhata, I., Tamura, K., & Zhe, Q. (2018). A complete introduction to the SCJ proposal and its commentary on the development of seismically resilient cities. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*, 17, 677-691. <https://doi.org/10.1007/s11803-018-0468-3>
- Wang, K. (2018). Neighborhood Housing Resilience: Examining Changes in Foreclosed Homes During the U.S. Housing Recovery. *Housing Policy Debate*, 29, 296-318. <https://doi.org/10.1080/10511482.2018.1515098>
- Xu, J., & Qiang, Y. (2021). Spatial Assessment of Community Resilience from 2012 Hurricane Sandy Using Nighttime Light. *Remote. Sens.*, 13, 4128. <https://doi.org/10.3390/rs13204128>
- Zamani, B., & Arefi, M. (2013). Iranian New Towns and their Urban Management Issues: A critical review of influential actors and factors. *Cities*, 30, 105-112. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.01.003>
- Zeng, X., Yu, Y., Yang, S., Lv, Y., & Sarker, M. N. I. (2022). Urban Resilience for Urban Sustainability: Concepts, Dimensions, and Perspectives. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14052481>
- Zhang, W., Chen, P.-Y., Crempien, J. G. F., Kurtulus, A., Arduino, P., & Taciroglu, E. (2023). Regional- scale seismic fragility, loss, and resilience assessment using physics- based simulated ground motions: An application to Istanbul. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 52, 1785-1804. <https://doi.org/10.1002/eqe.3843>
- Zhao, Y., Yang, X., Zhai, C., & Wen, W. (2022). Exploring relationships of urban seismic resilience assessment indicators with a fuzzy total interpretive structural model method. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ecam-09-2021-0806>