



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Improving The Physical Resilience Of Urban Areas Against Earthquakes(District 7, District 1, Tehran)

Mahmoud Kajouri gashniani¹ , Simin Armaghan^{*2} , Bahram Azadbakht³

1. .PhD student, Department of Geography and Urban Planning, YI.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

2.Assistant Professor, Department of Geography, YI.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

3. Assistant Professor, Department of Geography, YI.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

ARTICLE INFO	EXTENDED ABSTRACT
History Article: Received: 14 May 2025 Revised: 16 May 2025 Accepted: 31 May 2025	Problem Statement: Rapid population growth and high residential density in Tehran have led to spatial and physical developments in parts of the city that do not conform to the established principles and standards of urban planning. As a result, urban expansion has often occurred in a disorganized and unregulated manner, particularly in terms of physical structure. Given Tehran's high seismic vulnerability, especially considering its location in an active seismic zone, the need to assess the vulnerability of its urban districts is critical. This is particularly true from a physical perspective, as inadequate spatial planning and structural weakness can amplify the destructive impacts of earthquakes. Therefore, conducting vulnerability assessments and identifying priority areas for intervention is essential in order to reduce the negative consequences of potential seismic events. Objective: This article aims to evaluate and select the most optimal approach for enhancing the physical resilience of urban areas in the face of earthquakes. Specifically, it focuses on District 7 of Region 1 in Tehran, applying the AHP-Fuzzy decision-making method using MATLAB software. The objective is to provide a clear, scientifically grounded framework for identifying critical vulnerabilities and formulating strategies that can effectively improve the physical resilience of urban neighborhoods in this area against earthquakes. Methodology: This study is classified as applied research in terms of its purpose and adopts a descriptive-analytical approach in terms of research methodology. Theoretical data were gathered through documentary (library) research, while empirical data were collected using a survey-based approach, incorporating the Delphi technique to obtain expert consensus. The statistical population includes 40 experts and professionals in fields relevant to urban planning and seismic risk assessment. These individuals were selected through purposive (judgmental) sampling to ensure the inclusion of those with deep subject-matter expertise. Data were subsequently analyzed using fuzzy logic, which enables a nuanced understanding of uncertainty and gradation in expert judgments—particularly important in resilience assessment. Findings and Discussion: The study pursued two primary lines of inquiry: first, to evaluate the current condition of District 7 in Region 1 of Tehran with respect to key urban resilience indicators against earthquakes; and second, to assess the types and extent of vulnerabilities found in the various neighborhoods of this district. Based on the analysis, the study proposes a targeted and practical strategy for improving urban resilience in the face of seismic hazards. This strategy is tailored to the specific physical and environmental context of District 7 and is designed to support sustainable urban development while minimizing disaster risk. Conclusion: The findings indicate that the highest levels of urban resilience in District 7 pertain to environmental-physical resilience. Despite this, there are notable disparities in resilience
Keywords: Resilience, Region One, Earthquake, Physical- Environmental	

* Corresponding Author: s.armaqan@yahoo.com

2	Improving The Physical Resilience Of Urban Areas ...
	levels among individual neighborhoods. In particular, the neighborhoods of Tajrish, Bagh Ferdows, and Qeytariyeh exhibit relatively low scores on earthquake resilience indicators. Among these, Tajrish shows a higher resilience level, with a score of 0.73, suggesting a better overall capacity to withstand seismic events compared to the other two neighborhoods. Bagh Ferdows and Qeytariyeh follow, respectively, indicating a need for focused interventions in these areas. The results emphasize the importance of integrating spatial planning with seismic risk reduction strategies and prioritizing structurally vulnerable areas for future urban resilience efforts.
	Highlight: Analyzing the vulnerability of urban areas to earthquakes with the approach of improving physical resilience

Cite this article:

Simin Armaghan and Mahmoud Kajouri and Bahram Azadbakht. (2025). Analysis of vulnerability of urban areas to earthquakes with the approach of improving physical resilience. *Journal of Organization Of Space Economy*, 2(7), 1-20.

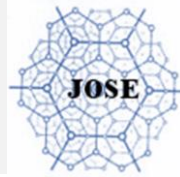


© The Author(s)

Publisher: Islamic Azad University of Yadegar-e Imam Press



نشریه ساماندهی اقتصاد فضا

<https://sanad.iau.ir/journal/iose>


مقاله علمی

ارتقاء تاب آوری کالبدی نواحی شهری در برابر زلزله (ناحیه ۷ منطقه یک شهر تهران)

محمود کجوری گشنینی^۱ ID، سیمین ارمان^۲ ID، بهرام آزاد بخت^۳ ID

۱. دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. استادیار گروه جغرافیا، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. استادیار گروه جغرافیا، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مشخصات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۸ کلیدواژه‌ها: تاب آوری، منطقه یک، زمین لرزه، کالبدی-محیطی	بیان مسئله: رشد جمعیت و تراکم بالای مسکونی در شهر تهران سبب شده تا تبلور کالبدی فضایی آن در بخشی از جنبه‌ها بدون تبعیت از اصول و استانداردهای شهرسازی ایجاد شود. از این رو مطالعه آسیب پذیری مناطق شهر تهران در جهت کاهش اثرات سوء وقوع زلزله به خصوص از بعد کالبدی امری الزامی است و می‌بایست از مناطق اولویت دار آغاز گردد. هدف: این مقاله کوشیده است با روش تحلیل تصمیم گیری AHPFUZZY در نرم افزار MATLAB و در راستای انتخاب رویکرد بهینه در راستای ارتقاء تاب آوری کالبدی شهری ناحیه ۷ منطقه ۱ در برابر زلزله را بررسی نماید. روش: مقاله حاضر از نظر هدف کاربردی و از لحاظ روش تحقیق، توصیفی-تحلیلی است. داده‌های نظری با روش اسنادی و داده‌های تجربی با روش پیمایشی بر پایه تکنیک دلفی تهیه شده است. جامعه آماری ۴۰ نفر از خبرگان و متخصصین بر اساس نمونه‌گیری قضاوتی یا هدفمند انتخاب شده و با روش تحلیل فازی تحلیل شده است. یافته‌ها و بحث: در این پژوهش که دو هدف وضعیت ناحیه ۷ منطقه ۱ تهران از منظر برخورداری از شاخص‌های تاب آوری شهری در برابر زلزله و انواع آسیب‌های محله‌های شهری ناحیه ۷ منطقه ۱ در برابر زلزله مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت راهبردی موثر در راستای ارتقاء تاب آوری شهری ناحیه ۷ منطقه ۱ تهران در برابر زلزله ارائه گردید. نتیجه‌گیری: نتایج حاصله بیانگر آن است که بیشترین میزان تاب‌آوری شهری ناحیه ۷ مربوط به تاب‌آوری محیطی-کالبدی می‌باشد و محلات تجریش، باغ فردوس و قیطریه از مقادیر کمتری در زمینه شاخص‌های تاب‌آوری شهری در برابر زلزله برخوردارند که در این میان تجریش با ۰٫۷۳ از میزان تاب‌آوری مناسب‌تری نسبت به باغ فردوس و سپس قیطریه برخوردار است. نکات برجسته: تحلیل آسیب پذیری نواحی شهری در برابر زلزله با رویکرد ارتقاء تاب آوری کالبدی

ارجاع به این مقاله: سیمین ارمان و محمود کجوری و بهرام آزادبخت. (۱۴۰۴). تحلیل آسیب پذیری نواحی شهری در برابر زلزله با رویکرد ارتقاء تاب آوری کالبدی، ساماندهی اقتصاد فضا، ۲(۷)، ۲۰-۱.

ناشر: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام (ره) شهرری



* نویسنده مسئول: سیمین ارمان
پست الکترونیک: s.armaqan@yahoo.com

بیان مسئله

شهرها به دلیل پیچیدگی ساختار درونی و اثرپذیری از متغیرهای مختلف در زمره شکننده‌ترین سکونتگاه‌های زیستی به شمار می‌روند این موضوع در کشورهای درحال توسعه همچون ایران وضعیت نامناسب‌تری را نشان می‌دهد. کشور ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی و قرار گرفتن بر روی کمربند جهانی زلزله در طول تاریخ همواره زمین‌لرزه‌های بزرگ و خسارت باری را شاهد بوده است. (اسفندیار و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۶) از سوی دیگر، دست‌بندی پهنه جغرافیایی ایران بر اساس اطلاعات تاریخی نشان می‌دهد که استان تهران با پانزده بار زلزله مخرب در طول تاریخ، در رتبه ششم کشور قرار دارد. به‌علاوه، تهران یکی از شهرهایی است که روی خط زلزله قرار گرفته است؛ البته بیشتر شهرهای ایران چنین شرایطی دارند. اما به عقیده کارشناسان تنها شهری که ممکن است در اثر زلزله‌ای «متوسط» در مقیاس مهندسی به شدت خراب شود (۷۰ درصد تخریب)، تهران است. در این شرایط قرارگیری منطقه یک شهر تهران در دامنه‌های جنوبی البرز و گسل شمال تهران، چالش‌های بلندمرتبه‌سازی و ساخت‌وساز در ارتفاعات، تراکم بیش‌ازحد جمعیت، تمرکز فعالیت و سرمایه و... جمعیت و ساختمان‌ها، برج‌های بلندمرتبه در ارتفاعات، معابر کم‌عرض، ترافیک سنگین جاده‌ها، رعایت نشدن قوانین ساخت‌وساز و... در صورت وقوع حادثه زلزله، خسارات مالی جانی اقتصادی آن به حدی خواهد بود که تبعات آن تا مقیاس ملی نیز وارد خواهد شد و این مسئله خود می‌تواند زمینه‌ساز رخ دادن سایر مخاطرات و بحران‌ها می‌باشند. لازم به ذکر است در میان نواحی مختلف منطقه ۱ تهران، ناحیه ۷ آن به دلیل قدیمی بودن و برخورداری از بافت‌های سنتی و وجود چالش‌های مدیریتی درگذر زمان و سایر عوامل نظایر آن، بیش از سایر نواحی با چالش‌های ناشی از زلزله روبه‌رو می‌باشد که لزوم تحلیل آسیب‌پذیری آن با رویکرد تاب‌آوری کالبدی امروزه بیش‌ازپیش دارای ضرورت هست. این ناحیه علاوه بر مشکلات در زیرساخت‌های شهری با چالش‌های کالبدی مواجه هست که ازجمله آن‌ها می‌توان به پایین بودن کیفیت برخی از مساکن شهری در خیابان‌های جورابی، دربندی و رضایی، ناپایداری کالبدی و فرسودگی در برخی نقاط قدیمی در قسمت‌های شمالی ناحیه، وجود برخی معابر باریک و پریچ‌وخم نیز هم‌جوار میدان تجریش و خیابان‌های دهقان، دربندی و میزبان، همچنین بر اساس آمارهای اداره شهرسازی شهرداری ناحیه ۷ منطقه ۱ تهران، شمار زیادی از ساختمان‌های بلندمرتبه به دلیل عدم رعایت اصول استاندارد شهرسازی و سایر این قبیل مسائل با خطر سوانح طبیعی نظیر زلزله مواجه می‌باشند

مبانی نظری

واژه تاب‌آوری اغلب به مفهوم «بازگشت» به گذشته «به کار می‌رود که در ریشه لاتین resilio به معنای «پرش به گذشته» گرفته شده است (Kelin et al. 2003). این اصطلاح را نخستین بار رولینگ در سال ۱۹۷۳ م به‌عنوان مفهومی اکولوژیکی مطرح کرد. تعریف‌های متعدد و گوناگونی از تاب‌آوری بیان شده است. و آخرین آن مربوط به تعریف آکادمی ملی آمریکا (Burton, 2015:39) هست. بایستی اشاره نمود که ورود مبحث تاب‌آوری به مباحث شهرسازی و مدیریت بحران به‌مثابه تولد فرهنگی جدید هست. عبارت‌هایی چون «جوامع تاب‌آور و پایدار»، «ایجاد جوامع تاب‌آور» به صورت معمول در مقالات علمی و برنامه‌هایی عملیاتی استفاده می‌شوند. این در حالی است که برخی از آن به‌عنوان الگوی جدیدی در تحولات شهرسازی یاد می‌کنند (McEntire et al. 200) و برخی دیگر آن را هم‌ردیف سایر اصطلاحات مدیریت بحران نظیر کاهش آسیب‌پذیری تعریف می‌نمایند. همانند سایر مفاهیم شهرسازی و مدیریت بحران، مفهوم تاب‌آوری نیز ابعاد متعددی دارد و تاکنون تعریف مشترک پذیرفته‌شده‌ای از آن ارائه نشده است (Klein, 2003).

علیرغم تعریف تاب‌آوری در اکولوژی، مفهوم تاب‌آوری در علوم مختلف نیز مورد توجه قرار گرفته است، به‌گونه‌ای که در علوم اجتماعی برای توضیح واکنش‌های رفتاری جوامع، مؤسسات و اقتصاد مکان‌های مختلف استفاده می‌شود (Adger, 2000). در ارتباط با مخاطره و سوانح به‌عنوان میزان ظرفیت یک سیستم یا بخشی از آن برای جذب حوادث مخاطره‌انگیزه تعریف می‌کند (رفیعیان، ۱۳۹۰: ۲۷) در اقتصاد، به‌عنوان واکنش و سازگاری ذاتی افراد و جوامع در برابر مخاطرات تطوری که آن‌ها را قادر به کاهش خسارات زیان‌های بالقوه ناشی از مخاطرات سازد تعریف می‌شود، به خاطر به‌هم‌پیوستگی و وسیع در سطح اقتصاد کلان،

تاب‌آوری اقتصادی نه تنها به ظرفیت‌های شغلی افراد بلکه به ظرفیت همه نهادها وابسته است (نظم فر، ۱۳۹۷) در روانشناسی، بر توانایی فرد برای دور شدن و عقب‌نشینی کردن در مقابل مصائب و حوادث تأکید می‌کند (Ahern, 2013). در علوم ریاضی، به زمان موردنیاز برای سیستم جهت بازگشت به تعادل هنگام جابجایی اشاره می‌شود (Bodin and Wiman, 2004). مفهوم تاب‌آوری به معنی قابلیت مقاومت و یا انطباق در برابر شوک‌ها، فشارها و تنش‌های مختلف است که در مطالعات شهری به‌طور گسترده‌ای به‌کاربرده شده است (Vanolo, 2015). اگرچه مفهوم سابقه کاربرد طولانی در مهندسی، روانشناسی و فرهنگ حوادث را دارد. (Matyas & Pelling, 2014). به‌گونه‌ای که این واژه در اصل برای توصیف ظرفیت یک ماده یا سیستم برای برگشت به تعادل بعد از یک جابجایی استفاده شده است. برای مثال یک ماده برگشت‌پذیر، هنگامی که تحت فشار قرار می‌گیرد، خم می‌شود و به عقب پرتاب می‌شود ولی نمی‌شکند. در فیزیک، اندازه یا بزرگی جابجایی اولیه حتی نوسان در تاب‌آوری مطرح نیست بلکه به‌طور دقیق‌تر موضوع تعادل است (Norris et al, 2008). هدف تحلیل و سبب‌تر تعاریف مورد استفاده از نظر مفاهیم اصلی آن‌ها در این علوم می‌باشد. نتیجه‌گیری کلیدی این است که تعاریف می‌تواند بسته به کاربرد مورد استفاده متفاوت باشد.

آسیب‌پذیری و تاب‌آوری کالبدی - محیطی

فرم و کالبد شهر شامل عناصر مختلفی نظیر نظام شبکه‌های ارتباطی و سلسله‌مراتب زیرساخت‌های شهری، مراکز شهری، سطوح پر و خالی، بخش‌ها و محله‌ها، نظام قطعه‌بندی و بلوک‌بندی، الگوهای مختلف بافت شهری، فضاهای باز شهری، تراکم‌های جمعیتی و ساختمانی، پراکنش کاربری‌ها و سرانجام جهت‌گیری، گسترش و رشد شهر می‌شوند (عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷: ۲۷) که هر یک به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم بر میزان آسیب‌پذیری و همچنین تاب‌آوری شهر تأثیرگذار خواهند بود. از میان عناصر مختلف کالبدی شهر، نحوه استفاده از زمین (کاربری)، بافت شهری، الگوی توزیع فضاهای باز، نحوه هم‌جواری و مکان‌یابی تأسیسات و زیرساخت‌های شهری و شبکه ارتباطی را می‌توان به‌عنوان اثرگذارترین عوامل در آسیب‌پذیری شهرها مدنظر قرارداد (عزیزی و هما فر ۱۳۹۱: ۶). بدین صورت که قابلیت گریز و امکان پناه‌گیری به دسترسی‌های کافی بستگی دارد. الگوی فضاهای باز در کل سطح بافت بخش‌های مسکونی، عامل دیگری در افزایش کارایی بافت هنگام سوانح طبیعی است. موقعیت و سطح قرارگیری فضاهای باز و هم‌جواری با ساختارها یا عوارض طبیعی با توجه به وسعت آن می‌تواند موجب آسیب فضاهای باز شود. تراکم جمعیتی بالا در شهر به معنای خسارت‌های بیشتر به هنگام وقوع بلایا و به دنبال آن کاهش تاب‌آوری است به دلیل آن‌که علاوه بر افزایش تلفات انسانی در اثر مسدود شدن راه‌ها و معابر امکان گریز از موقعیت‌های خطرناک و دسترسی به مناطق امن کاهش‌یافته و نجات مجروحان نیز مشکل می‌شود (عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷: ۲۷) در این راستا آسیب‌پذیری شبکه ارتباطی به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی کالبد، شهر، به دلیل تأثیر مستقیمی که بر عملکرد سایر عناصر شهری می‌گذارد حائز اهمیت است به‌عنوان مثال چنانچه فضاهای باز در شهر به‌خوبی توزیع شده باشند، اما شبکه ارتباطی امکان دسترسی مطلوب به این فضاها را فراهم نسازد، مطلوبیت عملکرد این فضاها به شدت کاهش می‌یابد. (باقرنژاد، ۱۳۹۹: ۱۴) تفسیری مشابه در خصوص مکان‌گزینی سایر کاربری‌های شهری از جمله کاربری‌های آموزشی که خطرپذیری و مکان‌گزینی این گروه از کاربری‌ها به شدت متأثر از ظرفیت و ایمنی معابر تغذیه‌کننده می‌باشد، قابل‌ارائه است. از سوی دیگر، شبکه ارتباطی در نحوه عملکرد و واکنش بافت شهری نسبت به سوانح و همچنین ساختار فضایی کالبدی شهر اثرگذار است (عزیزی و همافر، ۱۳۹۱: ۶). همچنین شهرهای امروزی به‌طور فزاینده‌ای به سیستم‌های زیرساختی پیچیده که رفاه و رشد اجتماعات و اقتصادشان را تأمین می‌کنند متکی هستند؛ این زیرساخت‌ها نقشی اساسی در توانایی اجتماعات و عملکردها برای پایداری در مقابل تهدیدات رادارند (Stanbrough & Maynard, ۲۰۱۷, ۱۲) که شامل انرژی (برق، گاز، نفت، بنزین، مایع آب آشامیدنی، فاضلاب، سیل، آب اطفای حریق)، حمل‌ونقل (بزرگراه‌ها، پل‌ها، خطوط راه - آهن، فرودگاه‌ها، بندرها، و خطوط ترانزیت و ارتباطات تلفن، تلگراف، رادیو، تلویزیون، پست، و...) می‌شود. (غفاری، ۱۳۹۶: ۵۵) و آسیب دیدن این تأسیسات می‌تواند خسارات ناشی از بلایا را در یک شهر به شدت افزایش دهد (عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷:

(۲۷). در راستای کاهش آسیب‌پذیری تاب‌آوری در زیرساخت‌ها و کالبد شهر باید شامل تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم باشد که تأثیرات مستقیم شامل تاب‌آوری در برابر شوک‌های ناگهانی نظیر تاب‌آوری در برابر بلایا و تأثیرات آهسته‌مانند تغییرات اقلیمی است و تأثیرات غیرمستقیم شامل اثرات تخریب محیط طبیعی، نظیر جنگل‌زدایی و یا آلودگی است که به‌عنوان کاهش خدمات اکوسیستم که محیط طبیعی قابلیت تاب‌آوری را افزایش می‌دهد محسوب می‌شود. (Lopez et al, ۲۰۱۶: ۵) بنابراین، تاب‌آوری را می‌توان از طریق یک فرآیند صعودی با ساکنان شهر به دست آورد، و تقویت کرد. این تاب‌آوری به‌طور فزاینده‌ای در درون هنجاری مثبت و غیرقابل انکار در جوامع شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد و در ساختارهای سیاسی و علمی نیز ادغام می‌شود. با به‌کارگیری اصول و ضوابط شهرسازی و تبیین مفاهیم موجود در این دانش مانند فرم بافت و ساخت شهر کاربری اراضی شهری، شبکه‌های ارتباطی و زیرساخت‌های شهری و غیره می‌توان تا حد زیادی اثرات و تبعات ناشی از حوادث شهری را کاهش داد. (رشیدی، ۱۴۰۱: ۲) به‌طور کلی مؤلفه‌های اثرگذار در کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری کالبدی- محیطی را می‌توان به شرح زیر طبقه‌بندی نمود:

فرم شهر:

- موقعیت (محل قرارگیری مراکز زیستی در شرایط مکانی عمومی): موقعیت مناسب قرارگیری شهر بر روی زمین‌های امن و بدون گسل و با شیب کم میزان تاب‌آوری را افزایش می‌دهد. (امیدوار و همکاران، ۱۴۰۰)
- بستر طبیعی: مکان قرارگیری مراکز شهری نسبت به بستر طبیعی و همچنین مشخصات خاص استقرار محلی (توپوگرافی، پوشش گیاهی منابع آبی، زمین‌شناسی، زلزله‌خیزی، آب‌وهوا و...) را شامل می‌شود.
- ساختار شهر: چگونگی ترکیب کالبدی و فضایی اجزای اصلی مناطق شهری (مراکز، راه‌ها، کاربری‌ها، فضاهای باز زیرساخت‌ها و نواحی) در محیط طبیعی ساختار شهر را تشکیل می‌دهند.
- بافت شهر: تراکم یکی از شاخص‌های بافت است که مبتنی بر وضع قرارگیری کاربری‌ها بر روی زمین، ارتفاع و شکل حجمی آن و رابطه آن‌ها با فضای باز و حجم فعالیت‌ها و تعداد واحدها در قطعه زمین است که تراکم بالای جمعیت به دنبال خود تراکم ساختمانی بالا و کمبود فضاهای باز و کافی را در زمان ازدحام مختل شدن شرایط پناه‌گیری و امدادسانی در پی خواهد داشت؛ (عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷، ۳۰) بدین ترتیب هر چه تراکم کمتر آسیب‌پذیری کمتر و تاب‌آوری بیشتر می‌باشد. تیپ ساختمان نیز یکی دیگر از شاخص‌های بافت است. ساختمان‌های کوتاه مرتبه نسبت به ساختمان‌های بلندمرتبه و آپارتمانی، بافت منظم نسبت به بافت‌های نامنظم گسترده نسبت به متراکم و... از تاب‌آوری بیشتری برخوردار هستند. (ملکی و همکاران، ۱۳۹۷: ۷۲) در شهرهای تاب‌آور در برابر حوادث، برنامه‌ریزی و مدیریت حوادث به‌گونه‌ای است که حداقل تلفات انسانی و خسارات اقتصادی بر شهر تحمیل شود و حفاظت و حمایت‌های الزام از استمرار معیشت، زندگی و سلامت شهروندان صورت گیرد (دلشاد و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۰۷)
- شبکه راه‌ها: تنوع مسیرهای دسترسی به بخش‌های مختلف شهر سلسله‌مراتب مناسب، تناسب مطلوب جداره‌ها به عرض راه‌ها و همچنین جنس مصالح و وضعیت کف معبر (عزیزی و همافر، ۱۳۹۱) در تاب‌آوری کالبدی مؤثر بوده به‌گونه‌ای که در صورت ریختن آوار به خیابان از مسدود شدن کلی راه‌ها جلوگیری و همچنین سرعت امداد و نجات و گریز تسهیل می‌گردد. فضاهای باز هرچه فضاهای باز خصوصی و عمومی بیشتری با توجه به محل قرارگیری آن‌ها و پراکندگی مناسب در بافت و نوع عملکرد و میزان فعال بودن آن‌ها در شهر باشند، میزان تاب‌آوری کالبدی شهر افزایش می‌یابد (اهری و دیگران، ۱۳۹۴، ۹۷) به عبارتی هر چه فضاهای باز در فاصله کمتری از کاربری‌ها قرار داشته باشند، آسیب‌پذیری نیز به علت دسترسی سریع به آن‌ها و پناه‌گیری کمتر خواهد بود. از طرف دیگر وسعت و اندازه این فضاها نیز برای پناه‌گیری و مفید بودن از نظر عملکردی بسیار مهم می‌باشد (عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷: ۳۰).

کاربری زمین:

- کاربری‌های همگون و متناسب با یکدیگر هم‌جوار هم هستند و کاربری‌های با ریسک بالای خطر نظیر نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها، تأسیسات هسته‌ای و نظامی و نظایر آن بیرون از محدوده‌های مسکونی و خدماتی قرار دارند (اهری و دیگران، ۱۳۹۴: ۹۷).
- زیرساخت‌ها: تسهیلات خدماتی ضروری نظیر بیمارستان‌ها، ایستگاه پلیس و آتش‌نشانی و چگونگی توزیع مناسب آن‌ها در سطح شهر و بخش‌های شهری، با میزان مناسب دسترسی به نقاط مختلف، حتی در صورت ایزوله شدن بخش‌های مختلف، شهری از عواملی است که می‌تواند بر میزان تاب‌آوری کالبدی بیفزاید. همچنین وجود منابع انرژی با ریسک پایین در درون محدوده‌ها و بخش‌های شهری (نظیر منابع طبیعی آب و یا نیروگاه‌های بادی) می‌تواند بر میزان خوداتکایی شهر و در نتیجه میزان تاب‌آوری آن بیفزاید.
- قطعه‌بندی زمین: قطعات کوچک‌تر به علت خرد نمودن فضاهای باز و افزایش تراکم باعث افزایش میزان آسیب‌پذیری می‌گردد (Nouri, 2021). پس بنابراین هرچه قطعات بزرگ‌تر باشند و میزان مناسبی از ترکیب فضاهای باز و بسته را ایجاد کنند میزان تاب‌آوری بالاتر خواهد بود.
- ساختمان: هرچه بناها با ارتفاع کمتری ساخته شوند و از نظر کیفیت ساخت مطلوب‌تر و با اشکال هندسی متقارن‌تر باشند میزان تاب‌آوری بالاتر خواهد رفت.
- اندازه شهر: اندازه کوچک شهر در همه مقیاس‌های شهری می‌تواند بر میزان تاب‌آوری آن بیفزاید، این اندازه شامل میزان ارتفاع ساختمان‌ها، میزان جمعیت ساکن و همچنین شعاع دسترسی مؤثر به مراکز شهری و تسهیلات، تأسیسات و خدمات شهری می‌شود.
- الگوی شهر: شهرهای با الگوی متمرکز و متراکم نسبت به شهرهای با الگوی گسترده و شبکه‌ای بیشتر آسیب‌پذیر هستند (عبدالله زاده و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸)

پیشینه تحقیق

دامنه مطالعات در زمینه تاب‌آوری زلزله در دو دهه اخیر در بخش پژوهش‌های خارجی و داخلی رو به فزونی است که در این رابطه به چند مورد از بروزترین آن‌ها اشاره می‌شود.

فخر قاضی و همکاران، (۱۴۰۱)، در پژوهشی تحت عنوان، تاب‌آوری اقتصادی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان اوج در برابر مخاطرات محیطی با تأکید بر زلزله، در این پژوهش پس از مطالعات اسنادی، شاخص‌های اقتصادی در محدوده مورد مطالعه شناسایی و به کمک شاخص‌ها نمرات تاب‌آوری محاسبه شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد گویه‌های استفاده از وام‌ها و کمک‌های بانک‌ها برای نو سازی و به سازی با میانگین ۳/۶۹ و استحکام بنای ساختمان با میانگین ۲/۴۳ به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را بر تاب‌آوری اقتصادی روستاهای مورد مطالعه داشته‌اند و دهستان حصار ولیعصر بالاترین و دهستان و خرقان شرقی پایین‌ترین نمره تاب‌آوری اقتصادی را دارا است.

عابدینی و همکاران، (۱۴۰۱)، در پژوهش خود تحت عنوان، ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شهر در سناریوهای مختلف زلزله نمونه موردی: منطقه شش شهر تهران، جهت سنجش تاب‌آوری از ۱۰ معیار اثرگذار در قالب ۴۶ زیرمعیار که در تاب‌آوری کالبدی منطقه مؤثر بودند، استفاده شد. نتایج نشان داد که در زلزله شش ریشتری از مجموع سازه‌های منطقه، ۱۲/۳۶ درصد که بیشتر در ناحیه یک شهرداری منطقه قرار دارند از تاب‌آوری کمی در برابر زلزله برخوردارند و در زلزله هفت ریشتر، ۵۵/۲۴ درصد سازه‌های منطقه تاب‌آوری کم و ۱۷/۶۹ درصد سازه‌ها تاب‌آوری خیلی کمی در برابر زلزله دارند.

نامجویان و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهش، ارتقای سطح تاب‌آوری کلان‌شهر تهران در برابر سوانح طبیعی با تأکید بر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۱۲ شهر تهران) نتایج نشان می‌دهد ارجح‌ترین بعدی که بر ارتقای سطح تاب‌آوری زلزله منطقه

۱۲ تهران تأثیرگذار است، بعد اقتصادی تاب‌آوری با ضریب رگرسیون استاندارد شده 0.382Beta است. ابعاد دیگر بر حسب اولویت عبارت‌اند از: بعد نهادی تاب‌آوری، بعد کالبدی-محیطی و بعد اجتماعی تاب‌آوری.

آروین و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهش، سنجش میزان آسیب‌پذیری اجتماعی و بهره‌گیری از رویکرد تاب‌آوری اجتماعی در برابر مخاطره زلزله (نمونه موردی: منطقه ۲ شهرداری تهران)، نتایج نشان داد حمایت اجتماعی با ضریب یک بالاترین ضریب و بعداز آن شاخص همبستگی و انسجام اجتماعی با ضریب 0.95 ، شاخص احساس اثرگذاری و کارایی با ضریب 0.87 ، شاخص مشارکت با ضریب 0.84 ، شاخص اعتماد با ضریب 0.81 و آگاهی با ضریب 0.47 پایین‌ترین ضریب را به دست آورده‌اند.

در مورد پژوهش‌های خارجی پراساث^۱ و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهش، نقش سرمایه اجتماعی و انسانی در تاب‌آوری خانوارها: شواهد تجربی از اجتماع دهکده کشاورزی در معرض شوک‌های محیطی در سریلانکا، داده‌های از پیمایش مقطعی ۱۴۳ روستا که در معرض فشار محیطی به محصولات کشاورزی و دسترسی محروم به آب آشامیدنی بودند، به دست آمد.

ویلسون^۲ و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهش، تاب‌آوری و آسیب‌پذیری جوامع کوهستانی دورافتاده: مورد مطالعه ونت، آلپ اتریش، این پژوهش به تحلیل تاب‌آوری دهکده ونت، اجتماع کوهستانی دورافتاده در دره اتزل اتریش می‌پردازد. تأکید پژوهش بر این است که دهکده ونت با چالش‌های تاب‌آوری قابل توجهی روبرو است که اجتماع از نظر سیاسی و طبیعی آسیب‌پذیر است و در ابعاد اقتصادی و اجتماعی این شهر به‌طور متوسط تاب‌آور است و تنها در حوزه فرهنگی به‌طور قوی تاب‌آور است.

لی^۳ و همکاران (۲۰۲۰)، در مقالاتی با عنوان "مدل‌سازی دینامیک سیستم شهری برای بهبود تاب‌آوری شهری در پکن چین" به هدف ساختن ابزاری برای توسعه و تاب‌آوری جامع و آگاهانه برای مدیران و برنامه‌ریزان شهری برای حفظ وضعیت مطلوب بهره‌برداری از شهر و همچنین پاسخگویی مثبت به بحران، پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که رشد تاب‌آوری در شهر پکن سه دوره را پشت سر گذاشته است: رشد سریع در دو سال اول که از ۱۲ درصد فراتر رفته، اما بعد از این دوره در ۴ سال گذشته دوره روند آن کند گردیده است؛ اما به نظر می‌رسد که در آینده دوباره سرعت افزایش پیدا می‌کند. تجزیه و تحلیل سناریوها نشان داد که کلیه زیرسیستم‌ها، به‌جز مؤلفه اقتصادی و اجتماعی، در برابر تاب‌آوری شهری نامطلوب هستند.

همچنین در زمینه شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر می‌توان به مطالعات (فخر قاضی منا و همکاران، ۱۴۰۱) (۱۹)، (عابدینی و همکاران، ۱۴۰۱) (۲۰)، (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۸) (۲۶)، (Meerow & et al, 2021) (۱۳)، (Villegas-González & et al, 2017) (۲۷)، (Hewitt, 2019) (۲۸) و (Alexander, 2018) (۲۹) اشاره نمود که در راستای سنجش انواع تاب‌آوری در این پژوهش مورد بحث قرار گرفته است:

روش تحقیق

پژوهش حاضر، به تحلیل آسیب‌پذیری نواحی شهری در برابر زلزله با رویکرد ارتقاء تاب‌آوری کالبدی می‌پردازد. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی، از نظر روش ترکیبی از روش‌های اسنادی و پیمایشی و از نظر ماهیت بر اساس روش‌های جدید، تحلیلی و اکتشافی است که با به‌کارگیری ترکیبی از مدل‌های کمی و کیفی انجام گرفته است. در تحلیل تاب‌آوری کالبدی از روش مطالعات اسنادی و داده‌های تجربی روش پیمایشی بر اساس روش دلفی استفاده شده است. برای انتخاب تیم دلفی چون هدف تعمیم نتایج نیست، از روش نمونه‌گیری قضاوتی یا هدفمند استفاده شده است. معیارهای انتخاب خبرگان، جامعه محلی و مدیران شهری، تسلط نظری،

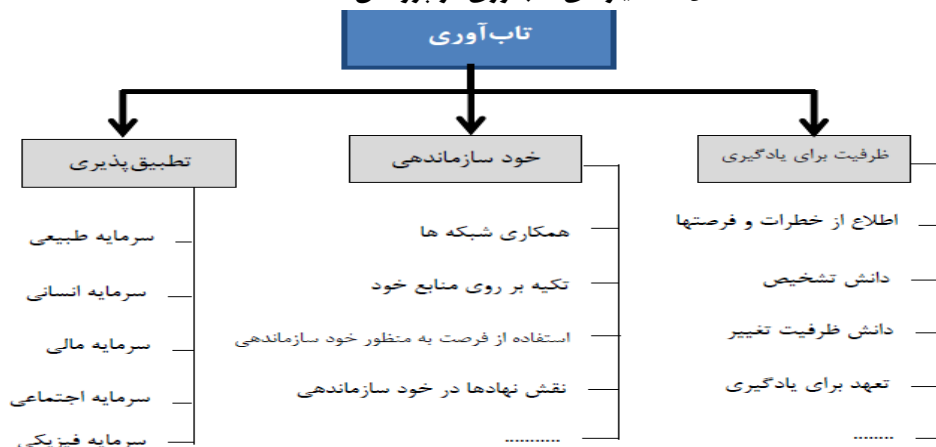
1- Prasath

2 -Vilson

3 -Lee et al

تجربه عملی، تمایل و توانایی مشارکت در پژوهش و دسترس است. نکته قابل توجه در تعیین تعداد خبرگان و متخصصین، کسب اطمینان از جامعیت دیدگاه‌های مختلف در پژوهش می‌باشد. تعداد جامعه آماری شرکت‌کننده در تحلیل مقالات بررسی شده معمولاً بین ۱۴ الی ۳۰ نفر انتخاب شده است (اکبری و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۸۹). با توجه به معیارهای فوق، در نهایت تعداد ۴۰ نفر از خبرگان و متخصصین حوزه شهری برای شرکت و همکاری در فرآیند پژوهش انتخاب شده است. در پردازش اطلاعات از روش تصمیم‌گیری AHPFUZZY در نرم‌افزار MATLAB استفاده می‌شود و در راستای نمایش و جانمایی نقاط آسیب‌پذیر زلزله بر روی شکل از نرم‌افزار GIS استفاده می‌گردد. (شکل ۱).

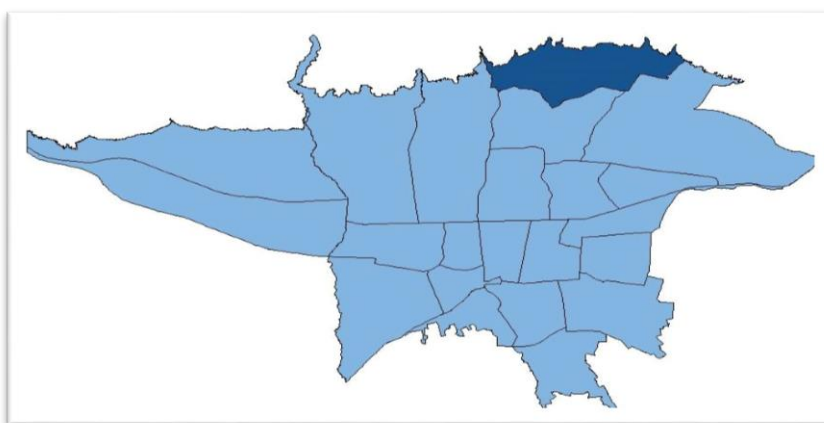
شکل ۱. معیارهای تاب‌آوری در پژوهش



مأخذ: فرجی^۱ و همکاران، (۲۰۰۹)

قلمرو تحقیق

منطقه یک شهرداری تهران در شمالی‌ترین نقطه تهران بزرگ در دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه‌های البرز مرکزی قرار گرفته است. محدوده منطقه از شمال به خط ارتفاعی ۱۸۰۰ متر، از جنوب به بزرگراه‌های مدرس، صدر، چمران و بابایی، از شرق به جاده لشکرک و پارک جنگلی قوچک و از غرب به رودخانه درکه منتهی می‌شود.

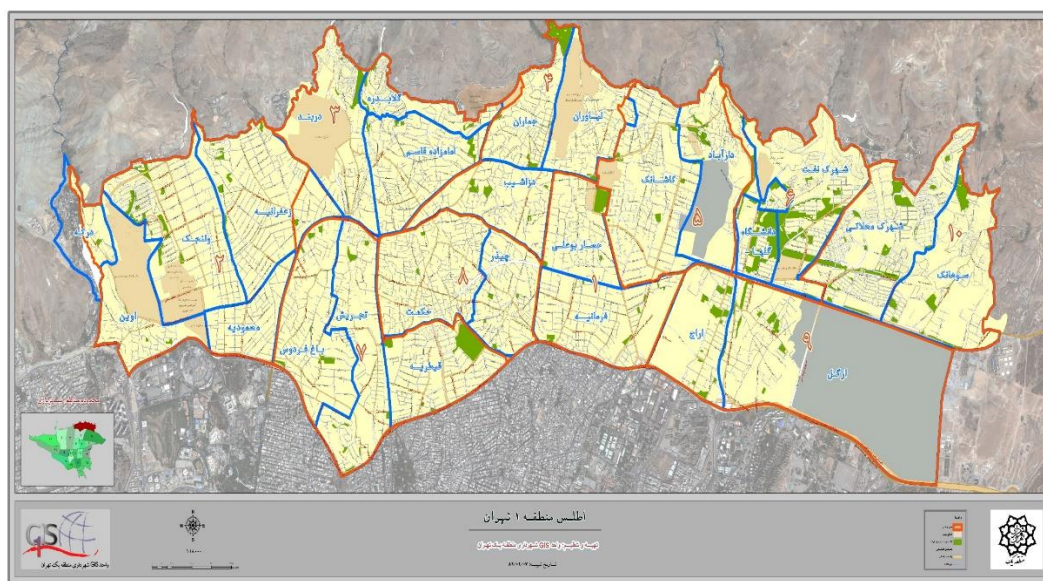


نقشه شماره ۱ موقعیت منطقه یک در کلان‌شهر تهران

مأخذ: شهرداری منطقه ۱، ۱۴۰۳

شهرداری منطقه یک دارای ده ناحیه و ۲۶ محله می‌باشد. مساحت منطقه ۱۰۱ کیلومترمربع است و جمعیت تقریبی آن بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر ۴۸۷,۵۰۸ نفر می‌باشد.

شهرداری منطقه یک تهران بخش اصلی محدوده قدیمی “شمیرانات” را شامل می‌شود. این منطقه با توجه به موقعیت استقرار در اراضی کوهپایه‌ای البرز مرکزی از قابلیت و توان طبیعی کم‌نظیری برخوردار می‌باشد. بر این اساس طی چند سده اخیر و تحت تأثیر اهمیت روزافزون شهر تهران و گسترش کالبدی و جمعیتی آن منطقه شمیرانات از جایگاه منحصربه‌فردی در نظام گرد شگری و بیلاق‌نشینی در ارتباط با تهران برخوردار شده است. در حال حاضر منطقه یک علاوه بر تبدیل به مهم‌ترین قطب گردشگری طبیعی، تاریخی و اجتماعی کلان شهر تهران، از مطلوبیت ویژه سکونتی (سکونت شهری - بیلاقی) نیز برخوردار بوده و بالاترین حجم سرمایه‌گذاری‌های این بخش را به خود اختصاص داده است. سایر عملکردهای ویژه این منطقه که از استقرار بازار تجریش، مراکز آموزش عالی و مؤسسات درمانی، استقرار سفارتخانه‌ها و سازمان‌های جهانی مقیم ایران ناشی می‌شود، نقش عملکردهای منحصربه‌فرد منطقه را در مقیاس شهری و جایگاه آن را در مقیاس ملی تقویت و تثبیت نموده است. طی چند دهه اخیر، به دلیل هجوم سرمایه‌گذاری‌های بخش مسکن و افزایش روزافزون تقاضا برای سکونت در منطقه و نیز ملاحظات گسترده ارگان‌ها و نهادهای ذی‌نفع، روند توسعه پایدار شهری - محیطی در منطقه به‌طور همه‌جانبه مورد تهدید قرار گرفته و تعادل نسبی بین توسعه شهری و توان‌ها و ظرفیت‌های محیطی منطقه به مخاطره افتاده است و این در حالی است که انبوه ساختمان‌های آماده و در حال ساخت، در آینده‌ای نزدیک جمعیت منطقه را به مرز حدود هشتصد هزار نفر و حتی ۱ میلیون نفر خواهد رساند.



نقشه شماره ۲. نمایی از نواحی و محله‌های منطقه ۱ شهر تهران

مأخذ: گروه Gis شهرداری منطقه ۱ تهران، ۱۴۰۲

تحلیل ابعاد کالبدی-محیطی

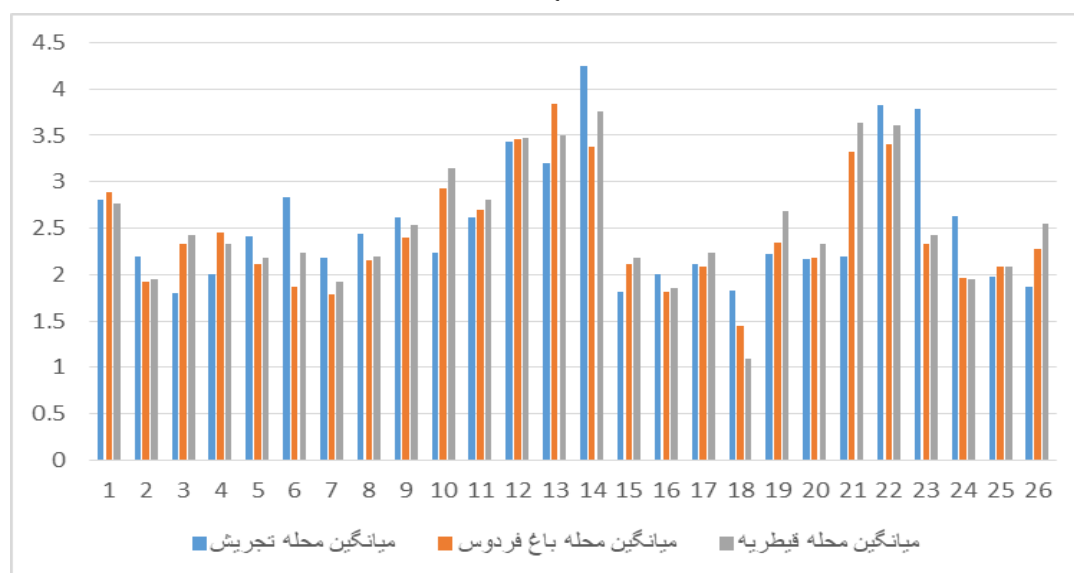
آمار توصیفی وضعیت ابعاد کالبدی-محیطی ناحیه ۷ از منظر تاب آوری شهری در برابر زلزله به تفکیک محله‌های تجریش، باغ فردوس و قیطریه به صورت جدول شماره ۱ ارائه می‌گردد:

جدول شماره ۱. آمار توصیفی وضعیت ابعاد کالبدی-محیطی ناحیه ۷ از منظر تاب آوری شهری در برابر زلزله

ردیف	پرسش	میانگین محله تجریش	میانگین محله باغ فردوس	میانگین محله قیطریه	میانگین کلی در سطح ناحیه
۱	تا چه اندازه دسترسی به مراکز درمانی و بیمارستان‌ها در سطح وجود دارد؟	۲/۸۰	۲/۸۹	۲/۷۶	
۲	تا چه اندازه دسترسی به مراکز آموزشی به ویژه مدارس در سطح وجود دارد؟	۲/۲۰	۱/۹۲	۱/۹۵	
۳	تا چه میزانی مساحت مدارس در راستای برنامه‌ریزی پس از زلزله مناسب است؟	۱/۸۰	۲/۳۳	۲/۴۳	
۴	دسترسی به مراکز آتش‌نشانی در سطح چگونه است؟	۲	۲/۴۵	۲/۳۳	
۵	تناسب میزان تراکم ساختمانی چگونه است؟	۲/۴۱	۲/۱۱	۲/۱۸	
۶	تا چه میزانی دسترسی به پارک‌ها و فضاهای سبز در سطح امکان‌پذیر است؟	۲/۸۳	۱/۸۷	۲/۲۴	
۷	دسترسی به فضاهای باز در تا چه اندازه امکان‌پذیر است؟	۲/۱۸	۱/۷۹	۱/۹۲	
۸	تا چه میزانی دسترسی به شبکه معابر اصلی در سطح قابل دسترسی است؟	۲/۴۴	۲/۱۶	۲/۲۰	
۹	محدوده تا چه اندازه‌ای از محدوده خطر زلزله طبیعی نظیر گسل فاصله دارد؟	۲/۶۲	۲/۴۰	۲/۵۴	
۱۰	تا چه اندازه دوری از محدوده جایگاه‌های سوخت در سطح محدوده وجود دارد؟	۲/۲۴	۲/۹۳	۳/۱۴	
۱۱	تا چه میزانی پست برق فشارقوی محدوده را تهدید می‌کند؟	۲/۶۱	۲/۷۰	۲/۸۱	
۱۲	مصالح ساختمانی تا چه اندازه‌ای کیفی و مقاوم می‌باشند؟	۳/۴۳	۳/۴۶	۲/۴۷	
۱۳	تا چه میزانی دسترسی به حمل و نقل عمومی در سطح مناسب است؟	۳/۲۰	۳/۸۴	۳/۵۰	
۱۴	تا چه اندازه به نظر شما استحکام خدمات عمومی، تجهیزات و تأسیسات شهری پس از وقوع زلزله در سطح محدوده به چه اندازه‌ای وجود دارد؟	۴/۲۵	۳/۳۸	۳/۷۶	
۱۵	در وضعیت راه‌های ارتباطی حمل و نقل تا چه اندازه مناسب است؟	۱/۸۲	۲/۱۲	۲/۱۸	
۱۶	تا چه اندازه محدوده مورد نظر از خدمات اضطراری برخوردار است؟	۲	۱/۸۱	۱/۸۶	
۱۷	پناهگاه‌های محدوده مورد نظر تا چه اندازه در زمان وقوع حادثه از تناسب قابل توجهی برخوردار است؟	۲/۱۱	۲/۰۸	۲/۲۳	
۱۸	میزان مقاومت بناها در زمان زلزله شدید به چه اندازه است؟	۱/۸۳	۱/۴۵	۱/۱۰	
۱۹	پایداری زیرساخت‌های حیاتی در زمان زلزله به چه میزان است؟	۲/۲۲	۲/۳۴	۲/۶۸	
۲۰	به عقیده شما تا چه اندازه شریان‌های اصلی به مقدار کافی در هنگام وقوع بحران وجود دارند؟	۲/۱۷	۲/۱۸	۲/۳۳	
۲۱	به عقیده شما مسدودیت معابر در هنگام وقوع زلزله بر اثر	۲/۱۹	۳/۳۲	۳/۶۴	

ردیف	پرسش	میانگین محله تجریش	میانگین محله باغ فردوس	میانگین محله قیطریه	میانگین کلی در سطح ناحیه
ریزش ساختمان‌ها به چه اندازه است؟					
۲۲	کیفیت ساخت‌وسازها تا چه اندازه با اصول و معیارهای شهرسازی و مدیریت بحران متناسب است؟	۳/۸۳	۳/۴۰	۳/۶۱	
۲۳	تا چه اندازه تراکم محیط ساخته شده با کاربری زمین تناسب دارد؟	۳/۷۹	۲/۳۳	۲/۴۳	
۲۴	تا چه اندازه به نظر شما دسترسی به واحدهای امداد و رسان در سطح محدوده موردنظر وجود دارد؟	۲/۶۳	۱/۹۶	۱/۹۵	
۲۵	تا چه اندازه به نسبت جمعیت سرانه فضای سبز متناسب وجود دارد؟	۱/۹۸	۲/۰۸	۲/۰۸	
۲۶	تا چه اندازه به نظر شما رعایت شیوه صحیح کاربری اراضی و در راستای آن رعایت استانداردها در احداث کوچه‌ها و خیابان‌ها وجود دارد؟	۱/۸۷	۲/۲۷	۲/۵۵	

مأخذ: نگارنده، ۱۴۰۳



نمودار شماره ۱. ابعاد کالبدی-محیطی مهم‌ترین آسیب‌های ناحیه ۷ منطقه ۱ در برابر زلزله

تحلیل آمار استنباطی مهم‌ترین آسیب‌های ناحیه ۷ منطقه ۱ در برابر زلزله

در این بخش با توجه به نا پارامتریک بودن آزمون مربوطه، به منظور تفکیک و رتبه‌بندی مهم‌ترین آسیب‌های ناحیه ۷ منطقه ۱ از آزمون فریدمن استفاده می‌گردد.

در بخش آمار استنباطی نیز به دلیل تبدیل نمودن متغیرهای پژوهش به متغیرهای شبه‌فاصله‌ای، برای محاسبه میزان اهمیت یا وجود هر ویژگی بر اساس طیف لیکرت (گزینه خیلی زیاد = ۵، زیاد = ۴، متوسط = ۳، کم = ۲، خیلی کم = ۱) به دست آمده است و سپس امتیاز هر گزینه با حاصل ضرب فراوانی در امتیاز هر گزینه محاسبه و سپس با محاسبه مجموع امتیازات گزینه‌ها، امتیاز هر سؤال به دست آمد. با تقسیم جمع امتیازات بر تعداد افرادی که به آن گزینه پاسخ داده‌اند میانگین امتیازات به دست آمد. با توجه به آن که میانگین امتیاز هر سؤال عددی بین ۱ تا ۵ هست، لذا این معیار برای سنجش اهمیت سؤال‌های یا گزینه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. سپس بر اساس نتایج به دست آمده از پرسشنامه، مشاهدات میدانی و اسناد رسمی، به تجزیه و تحلیل یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزار

matlab و مدل تاکسونومی عددی پرداخته شد. بر اساس مدل تاکسونومی عددی، ساختار مدل تاکسونومی عددی به عنوان مدل چندمتغیره برای ارزیابی شباهت‌ها و نزدیک‌ها بین واحدهای تاکسونومیک و درجه‌بندی عناصر و گزینه‌ها انجام می‌گیرد. که به این منظور در تحقیق حاضر رتبه‌بندی یا تعیین سطح همگرایی گزینه‌های همگن (بزرگ‌ترین عدد در هر یک از ستون‌های ماتریس استاندارد) به عنوان نقطه ایده آل انتخاب می‌شود که فرمول آن به شرح زیر ارائه می‌گردد:

$$C_{io} = \sqrt{\sum (Z_i - Z_o)^2}$$

C_{io} : فاصله مرکب هر نقطه از نقطه ایده‌آل،

Z_i : مقادیر موجود در ماتریس استاندارد

Z_o : مقادیر ایده‌آل هر ستون در ماتریس استاندارد

همچنین در مرحله نهایی محاسبه درجه توسعه آلترناتیوها بر اساس F_i از طریق فرمول زیر ارائه می‌گردد:

$$F_i = \frac{C_{io}}{C_o} \quad C_o = \overline{C_{io}} + 2sd_{io}$$

$\overline{C_{io}}$: میانگین ستون سرمشق توسعه C_{io}

sd_{io} : انحراف معیار ستون C_{io}

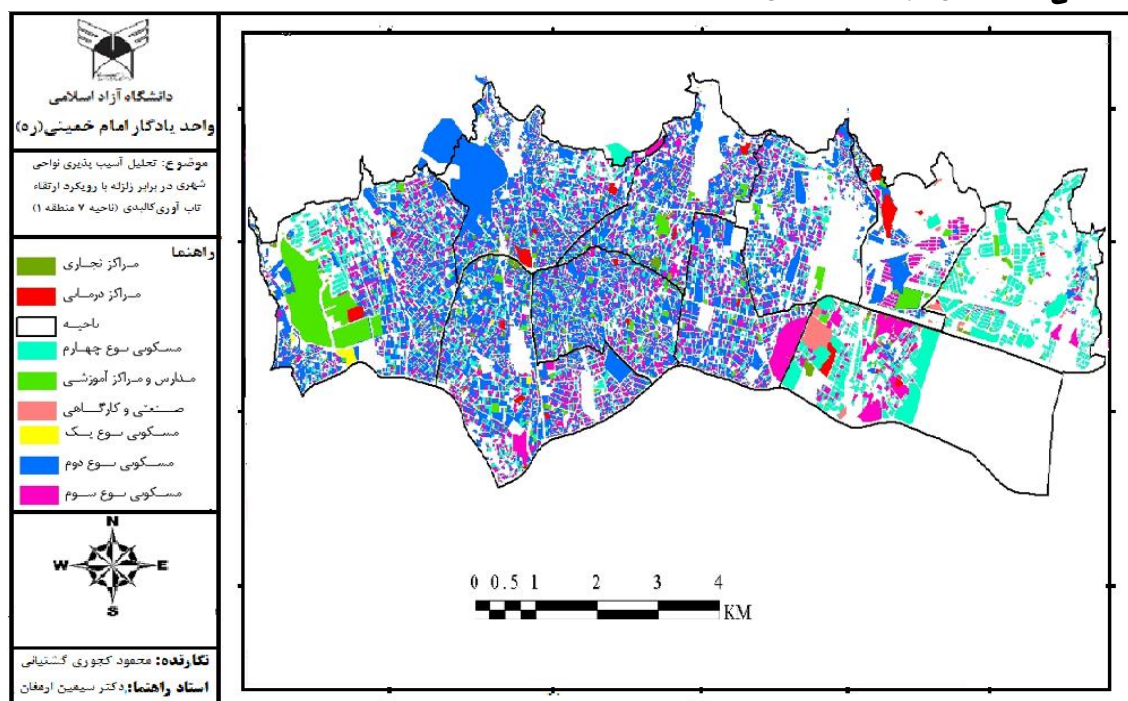
در این زمینه مقدار F_i همواره بین صفر و یک ($0 < F_i < 1$) در نوسان است، هر چه میزان F_i به صفر نزدیک‌تر باشد، سطح همگرایی بالاتر و هر چه به یک نزدیک‌تر باشد، سطح همگرایی پایین‌تر است. در نهایت با استفاده از تکنیک‌های آماری، مناطق را بر اساس درجه توسعه به چند گروه دسته‌بندی می‌کنند.

در این پژوهش به منظور ایجاد شکلی مناسب از وقوع خسارت در این منطقه و تهیه انواع خسارات ممکن بر اثر وقوع زلزله احتمالی در این منطقه، چهار زلزله، ناشی از فعال شدن سه گسل ری، مشاء و شمال تهران در کنار مدل گسل شناور در نظر گرفته شد و زمان وقوع زلزله نیز شب (ساعت یک بامداد) در نظر گرفته شد، باید توجه داشت در صورتی که زلزله در روز رخ دهد می‌توان انتظار داشت میزان تلفات انسانی کاهش یافته در مقابل تعداد ساختمان‌های تخریب شده ثابت بماند.

آسیب‌پذیری ساختمان‌ها از جمله مسائل کلیدی در خطرپذیری لرزه‌ای است، تخریب ساختمان‌ها علت اصلی کشته شدن، قربانیان است. خسارات وارده به ساختمان‌ها در اثر زلزله مستقیماً تحت تأثیر دو عامل نوع و جنس ساختمان‌ها قرار دارد. که اولین گام در تعیین خسارات ساختمان‌ها گروه‌بندی آن‌ها است. گروه‌بندی ساختمان‌ها در منطقه یک شهرداری تهران مطابق با برنامه RADIUS انجام گرفته و تعداد ساختمان‌ها در هر گروه و نیز درصد آن‌ها در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۲. گروه‌بندی ساختمان‌ها مطابق با برنامه RADIUS

ساختمان	مشخصات	تعداد	درصد
مسکونی	نوع ۱: ساختمان‌های با مصالح بنایی و غیر مقاوم در برابر زلزله‌های احتمالی، ساخته شده از آجر، کاه‌گل و سقف‌ها و دیوارهای بدون شناژ	۱۵۱	۰/۴
	نوع ۲: سازه‌های ترکیبی، سازه‌های غیراستاندارد و غیر منطبق با آئین‌نامه‌های ساختمانی، ارتفاع تا سه طبقه	۲۱۶۹۵	۵۱/۳
	نوع ۳: ساختمان‌های با اسکلت فلزی یا بتنی، غیر منطبق با آئین‌نامه‌های ساختمانی، ارتفاع ۴ تا ۶ طبقه	۱۰۹۲۵	۲۵/۹
آموزشی	نوع ۴: ساختمان‌های با اسکلت فلزی یا بتن مسلح، مهندسی ساز، نوساز و چندین طبقه	۷۵۹۳	۱۸
	نوع ۱: ساختمان مدارس تا ۲ طبقه	۱۹۲	۰/۵
	نوع ۲: ساختمان مدارس بالاتر از ۲ طبقه	۱۷۰	۰/۴
درمانی	نوع ۱: بیمارستان‌های کوچک و متوسط	۷۱	۰/۱۸
	نوع ۲: بیمارستان‌های بزرگ	۶	۰/۰۱
تجاری	مراکز خرید	۱۳۵۰	۳/۱



نقشه شماره ۳. توزیع ساختمان‌های منطقه بر اساس دسته‌بندی RADIUS

مأخذ: نگارنده، ۱۴۰۳

تحلیل آمار استنباطی ناحیه ۷ منطقه ۱ تهران از منظر تاب‌آوری شهری در برابر زلزله

بر اساس مصاحبه‌های صورت گرفته با جامعه آماری صاحب‌نظران حوزه‌های مهندسی شهرسازی، مدیریت شهری، مدیریت بحران و جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری در شهرداری منطقه ۱، سازمان مدیریت بحران و اساتید دانشگاه مرتبط با موضوع تحقیق، چهار معیار، اجتماعی، اقتصادی، نهادی، کالبدی-محیطی موردبررسی قرار گرفت. از آنجایی که معیارهای مطرح‌شده هر کدام به‌صورت معیارهای کیفی می‌باشند، این معیارها به‌صورت طیف لیکرت: خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد و به‌صورت مثبت از یکدیگر تفکیک می‌شوند. سپس در راستای تبدیل شاخص‌های کیفی به کمی و قرار دادن آنان در ماتریس ارزیابی و تصمیم‌گیری از مقیاس دوقطبی فاصله‌ای استفاده می‌گردد. در این راستا در جدول شماره ۴، هر یک از گویه‌های شاخص‌های موردبررسی تدوین گردید، سپس در جدول شماره ۳، ماتریس ارزیابی و تصمیم‌گیری معیارهای موردسنجش مدل topsis را در سطح محله‌های ناحیه ۷ منطقه ۱ تهران به نمایش می‌گذارد.

جدول شماره ۳. گویه‌های موردبررسی هر یک از شاخص‌های ناحیه ۷ منطقه ۱ تهران از منظر تاب‌آوری شهری در

برابر زلزله

ابعاد	شاخص‌ها
نهادی	رضایت ساکنین از عملکرد نهادهای مؤثر، مطلوبیت تعداد سازمان‌های ارائه‌دهنده خدمات، میزان حس تعلق مکانی ساکنین، مطلوبیت تعداد نهادهای محلی، مطلوبیت تعداد نیروهای آموزش‌دیده هنگام بحران، تناسب میزان آتش‌نشانی، تناسب میزان بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها، تناسب نیروهای امدادگر در منطقه، میزان مشارکت شهروندان در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌های شهری، عملکرد فعالیت‌های هلال احمر و مدیریت بحران، میزان آمادگی نهادهای خدماتی در صورت وقوع زلزله

ابعاد	شاخص‌ها
کالبدی-محیطی	دسترسی به مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، دسترسی به مراکز آموزشی به‌ویژه مدارس، دسترسی به آتش‌نشانی، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، دسترسی به پارک‌ها و فضاهای سبز، دسترسی به فضاهای باز، دسترسی به شبکه معابر اصلی، دوری از محدوده خطر زلزله طبیعی نظیر گسل، دوری از محدوده جایگاه‌های سوخت، پست فشارقوی، تناسب کیفیت مصالح ساختمانی و ابنیه، تناسب میزان تراکم ساختمانی، تناسب سرانه‌های فضای سبز موجود، وضعیت راه‌های ارتباطی و کیفیت حمل‌ونقل، میزان برخورداری از خدمات اضطراری، میزان فراوانی پناهگاه‌ها، مقاومت و کیفیت بنا، استقلال زیرساخت‌های حیاتی.

مأخذ: حکمت نیا، ۱۳۹۶، ۴۰۱

پس از بیان شاخص‌ها، نوع ارزش‌گذاری مقیاس دوقطبی مورد تبیین قرار می‌گیرد که در این میان از طیف لیکرت استفاده می‌شود. بر اساس این مقیاس‌ها، معیارهای کیفی اندازه‌گیری و به معیارهای کمی تبدیل گردیدند، که نتایج آن در جدول ۴ منعکس شده است. جدول شماره ۴ ماتریس ارزیابی و تصمیم‌گیری کمی معیارهای مورد سنجش مدل topsis را در سطح محله‌های منطقه ۱ تهران به نمایش می‌گذارد.

جدول شماره ۴. ماتریس ارزیابی و تصمیم‌گیری

کالبدی-محیطی	نهادی	اقتصادی	اجتماعی	ماتریس میانگین
				وزن‌ها
				نوع معیار
				باغ فردوس
				تجریش
				قیطریه

مأخذ: نگارنده، ۱۴۰۳

وضعیت ناحیه ۷ منطقه یک تهران از منظر برخورداری از شاخص‌های تاب‌آوری شهری در برابر زلزله چگونه است؟

بر اساس مصاحبه‌های انجام‌شده با کارشناسان حوزه‌های مختلف در شهرداری منطقه ۱، چهار معیار کلیدی برای ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله شناسایی شدند: اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی-محیطی. برای تبدیل شاخص‌های کیفی به کمی و ارزیابی آن‌ها از مدل TOPSIS استفاده شد. نتایج نشان داد که محله‌های تجریش، باغ فردوس و قیطریه وضعیت نامناسبی در تاب‌آوری دارند، با تجریش که امتیاز ۰/۴۸ را کسب کرده و بهترین وضعیت را دارد. بنابراین می‌توان گرفت که در زمینه تاب‌آوری کالبدی - محیطی، محله تجریش و محله قیطریه بهتر از محله باغ فردوس عملکرد داشته‌اند. این عملکرد به عواملی نظیر دسترسی به عوامل خطرزا، دسترسی به خدمات اضطراری پس از زلزله، استحکام خدمات عمومی و تجهیزات و تأسیسات شهری پس از زلزله، تناسب قابل‌توجه پناهگاه‌ها و کیفیت مطلوب مصالح ساختمانی بستگی دارد. از طرفی، محله باغ فردوس با مشکلاتی مانند دسترسی به پست‌های فشارقوی برق، قنات، مشکلات دسترسی به مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، دسترسی به آتش‌نشانی، دسترسی به پارک‌ها و فضاهای سبز و مشکلات در دسترسی به شبکه معابر اصلی روبه‌رو است که باعث کاهش تاب‌آوری کالبدی این محله می‌شود. به همین ترتیب، محله تجریش با برخورداری از خدمات اضطراری پس از زلزله، استحکام خدمات عمومی، تجهیزات و تأسیسات شهری پس از وقوع زلزله و تناسب قابل‌توجه پناهگاه‌ها، عملکرد بهتری در زمینه تاب‌آوری کالبدی - محیطی داشته است. در مورد

شاخص‌های کالبدی - محیطی در مناطق مختلف می‌توان گفت که محله باغ فردوس در تاب‌آوری کالبدی - محیطی دارای سطح کمی از تاب‌آوری است، درحالی‌که محله تجریش از یک سطح نسبتاً بهتر برخوردار است. در مورد محله باغ فردوس، عواملی که در کاهش تاب‌آوری کالبدی نقش دارند عبارت‌اند از:

-دسترسی نامناسب به عوامل خطرناک مانند پست‌های فشارقوی برق، قنات و مشکلات در دسترسی به مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، آتش‌نشانی و فضاهای سبز و باز، و مشکلات در دسترسی به شبکه معابر اصلی.

اما در مورد محله تجریش، عواملی که در افزایش تاب‌آوری کالبدی مؤثر هستند عبارت‌اند از:

-دسترسی به خدمات اضطراری پس از زلزله، استحکام خدمات عمومی، تجهیزات و تأسیسات شهری پس از وقوع زلزله در سطح محله و تناسب مناسب پناهگاه‌های موجود در این محله.

همچنین، محله قیطریه نیز در تاب‌آوری کالبدی - محیطی دارای ویژگی‌های خاصی است که عبارت‌اند از:

-استحکام خدمات عمومی، تجهیزات و تأسیسات شهری پس از وقوع زلزله در سطح محدوده محله قیطریه،

برنامه‌ریزی و پیش‌بینی جهت کاهش خسارات ناشی از مسدودیت معابر در هنگام زلزله و تناسب کیفیت ساخت‌وسازها با اصول و معیارهای شهرسازی و مدیریت بحران.

بنابراین، شاخص‌های کالبدی - محیطی در این سه محله به دلایل مختلفی در سطوح مختلفی قرار دارند.

همچنین، محله قیطریه نیز با استحکام خدمات عمومی، تجهیزات و تأسیسات شهری پس از وقوع زلزله در سطح محدوده، پیش‌بینی و برنامه‌ریزی در جهت کاهش خسارات ناشی از مسدودیت معابر در هنگام وقوع زلزله و تناسب کیفیت ساخت‌وسازها، در مقایسه با اصول و معیارهای شهرسازی و مدیریت بحران، عملکرد برتری در تاب‌آوری کالبدی - محیطی داشته است.

نتیجه‌گیری

امروزه، خسارات فراوان مخاطرات طبیعی و انسانی به محیط و کالبد شهرها باعث شده است که مفهوم تاب‌آوری به‌منظور کاهش آثار سوانح، به یک حوزه مهم در عرصه مدیریت بحران تبدیل شود. شناخت تاب‌آوری می‌تواند به تعیین صفات و ویژگی‌هایی که ظرفیت مقابله جوامع با سوانح را افزایش می‌دهند، کمک نماید و ابزارهایی را برای کمک به فرآیند کاهش آسیب‌پذیری پیشنهاد نماید. تاب‌آوری شهری بر آمادگی در برابر بلایا، کاهش آسیب‌پذیری و افزایش ظرفیت انطباقی تأکید می‌کند. تبیین رابطه تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی مانند زلزله و کاهش اثرات آن با توجه به نتایجی که در بر خواهد داشت و تأکیدی که این تحلیل بر ابعاد مختلف تاب‌آوری دارد، از اهمیت بالایی برخوردار است. درواقع، موضوع تاب‌آوری یکی از مهم‌ترین و کلیدی‌ترین رویکردهای شهری است که ضامن بقای سکونتگاه‌های شهری است به این منظور با توجه به وجود مسائل و معضلاتی گسترده در سطح ناحیه ۷ منطقه یک تهران مانند پایین بودن کیفیت برخی مسکن شهری، معضلات برج‌های بلندمرتبه، عدم رعایت اصول استاندارد شهرسازی، وجود برخی معابر باریک و پریپیچ‌وخم در برخی نقاط ناحیه و سایر این قبیل موارد: تاب‌آوری و شناسایی ابعاد و میزان هریک از شاخص‌ها، می‌تواند بر ارتقاء تاب‌آوری ناحیه ۷ منطقه یک تهران در برابر زلزله مؤثر باشد. پس از شناسایی نقاط بحران‌زا و تحلیل پایگاه‌های مدیریت بحران منطقه یک مورد تحلیل قرار گرفت. در این زمینه نتایج نشان می‌دهد که ناحیه با کمبود شدید مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، کمبود مراکز آتش‌نشانی، کمبود مراکز هلال‌احمر، عدم وجود پناهگاه و سایر این قبیل موارد مواجه است که این معضلات از دیگر چالش‌های تاب‌آوری محسوب می‌شود. در این پژوهش که دو هدف وضعیت ناحیه ۷ منطقه یک تهران از منظر برخورداری از شاخص‌های تاب‌آوری شهری در برابر زلزله و انواع آسیب‌های محله‌های شهری ناحیه ۷ منطقه یک در برابر زلزله مورد ارزیابی قرار گرفت و درنهایت راهبردی مؤثر در راستای ارتقاء تاب‌آوری شهری ناحیه ۷ منطقه یک تهران در برابر زلزله ارائه گردید. در راستای شناسایی و رتبه‌بندی محله‌های ناحیه ۷ بر اساس شاخص‌های تاب‌آوری شهری، شاخص کالبدی - محیطی و شاخص نهادی مورد تحلیل قرار گرفت و نتایج زیردست حاصل گردید:

شاخص‌های نهادی: این شاخص کمترین تاب‌آوری را نشان می‌دهد، با مشکلاتی چون عدم تناسب خدمات آتش‌نشانی و بیمارستان‌ها، قیطره و باغ فردوس عملکرد بهتری نسبت به تجریش دارند. شاخص‌های کالبدی-محیطی: جزئیات این شاخص‌ها در متن اصلی موجود نیست، اما به نظر می‌رسد که تأثیرات محیطی بر تاب‌آوری نیز مورد توجه قرار گرفته است.

این ارزیابی به شناسایی نقاط ضعف و قوت در هر محله کمک کرده و می‌تواند مبنای برنامه‌ریزی‌های آینده باشد. در مجموع از مهم‌ترین گویه‌های مؤثر به‌عنوان چالش‌های جدی در تاب‌آوری محله‌های ناحیه ۷ می‌توان به میزان آسیب‌پذیری مشاغل، عدم حمایت‌های نهادهای دولتی و محلی برای جبران خسارات، حجم بالای میزان سرمایه‌گذاری‌ها، عدم تناسب میزان آتش‌نشانی به نسبت جمعیت ناحیه، عدم تناسب تعداد بیمارستان‌ها و درمانگاه‌ها به نسبت سرانه مسکونی و جمعیت محدوده، عدم وجود مشارکت شهروندان در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌های شهری و عدم رضایت ساکنین از عملکرد نهادهای مؤثر و دسترسی به عوامل خطرزا نظیر پست‌های فشارقوی برق، قنات، مشکلات دسترسی به مراکز درمانی و بیمارستان‌ها، دسترسی به آتش‌نشانی، دسترسی به پارک‌ها و فضاهای سبز، دسترسی به فضاهای باز و مشکلات در دسترسی به شبکه معابر اصلی اشاره نمود.

پیشنهادهای کاربردی و اجرایی

- سازمان‌دهی و آماده‌سازی برای به‌کارگیری اصول تاب‌آوری شامل: آماده‌سازی کارهای نهادین و افزایش آگاهی، گردآوری عاملین، تدوین فرایند مشارکتی، برنامه‌ریزی و اجرای فرایند. -توجه به مدیریت بحران در طرح‌های فرادست و عدم تداخل و نبود موازنه کاری در اقدامات سازم آن‌ها در هنگام بحران.
- تعریض معابر باریک در تمامی معابر کم‌عرض محله‌های ناحیه ۷ به‌عنوان نمونه در مجاورت اطراف امامزاده صالح در بخش جنوبی، مقاوم‌سازی و بهسازی اطراف و محوطه ایستگاه مترو و احداث پیاده راه قدس-تجریش به‌منظور دسترسی به مراکز امدادی اورژانس، هلال‌احمر و پلیس.
- با توجه به فرسودگی تأسیسات و زیرساخت‌های بافت‌های قدیمی محله تجریش به‌ویژه محدوده بازار، پیشنهاد می‌گردد تأسیسات فرسوده علی‌رغم بازسازی ایمن‌سازی شوند.
- با توجه به وجود قنات و مسیر آن در هر سه محله ناحیه ۷؛ تمهیدات ویژه انحراف مسیر قنات از اطراف بناها و مقاوم‌سازی میله و مسیر قنات‌ها و انجام مستمر بررسی‌ها و جمع‌آوری اطلاعات و به‌روزرسانی نقشه‌های محله‌ها و ساختمان‌های احداث‌شده بر روی قنات‌ها باید مورد توجه قرار گیرد.
- کوهستانی بودن منطقه ۱ و به‌ویژه محله‌های ناحیه ۷ آن و رشد بی‌رویه جمعیت در آن سبب شده است که دسترسی به مراکز امدادی و مراکز آتش‌نشانی با نقص و مشکل روبرو شود. در این راستا افزایش پوشش هلال‌احمر، اورژانس، آتش‌نشانی و حتی ایجاد پدهای بالگرد و استفاده از فضاهای باز و سفارتخانه‌های این ناحیه به این منظور برای کاهش خطرپذیری محله باید در برنامه‌ریزی سازم آن‌های متولی قرار گیرد.
- به منظور افزایش ایمنی و پیش‌بینی نقاط قوت و ضعف در سطح محله‌های ناحیه ۷، پیشنهاد می‌گردد مانورهای بیشتر و تخصصی امنیتی در خصوص زلزله صورت گیرد.
- اعمال قوانین در جهت مقاوم‌سازی ساختمان‌ها و افزایش ضریب ایمنی

همچنین در زمینه افزایش سرانه فضاهای باز و سبز به‌منظور ایجاد پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران، با توجه به قیمت بسیار بالای زمین در سطح منطقه، پیشنهاد می‌شود بجای سالن‌های چندمنظوره ۱۲۰۰ مترمربعی، در اراضی با مساحت کوچک‌تر نظیر ۴۰۰

مترمربع، بناهای چندطبقه مقاوم در برابر زمین‌لرزه با طراحی مناسب جهت انبارش تجهیزات در سطح منطقه در نظر گرفته شود به گونه‌ای که علاوه بر کاهش هزینه‌های تملک زمین، فضاهای بیشتری برای انبارش و نیز استقرار مراکز فرماندهی - هماهنگی و یا سایر کاربری‌های موردنیاز بحران تأمین گردد. البته باید گفت که در حال حاضر نیز در نواحی که فاقد زمین‌های ۱۲۰۰ مترمربعی هستند سیاست تأسیس انبارهای ۴۰۰ مترمربعی در سطح هر محله دنبال می‌شود.

حامی مالی

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان

این مقاله مستخرج از کار رساله است، کارهای میدانی، تحلیل و نگارش مقاله توسط نویسنده اول و دوم مقاله انجام شده است؛ صحت، تائید و راهنمایی در تدوین مقاله توسط نویسنده اول صورت گرفته است.

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 افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکتشان در این مقاله تشکر و قدردانی می‌نمایند.

ORCID

Simin Armaghan 0000-0003-0874-5958

منابع

- ۱- امیدوار پایک، نوجوان مهدی، صالحی اسماعیل، فریادی شهرزاد، بررسی مدل‌های مدیریت سوانح طبیعی با استفاده از مفاهیم تحلیل مضمون، علوم و فناوری محیط‌زیست، دوره بیست و سوم، شماره هفت، مهرماه ۱۴۰۰
- ۲- باقر نژاد، الناز؛ عزیزی، محمدمهدی (۱۳۹۹)، توزیع فضایی تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران، هویت شهر، ۴۲، صص ۵، ۱۸.
- ۳- داداش پور، هاشم؛ عادل، زینب (۱۳۹۴)، سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه‌ی شهری قزوین، دو فصلنامه علمی - پژوهشی مدیریت بحران، ۸، صص ۸۴.
۱. دلشاد، مهدیه و طیبیان، منوچهر و حبیبی، سید محسن (۱۳۹۹) واکاوی مفهوم تاب‌آوری فضایی-کالبدی در برابر زلزله، معرفی و اولویت‌بندی مهم‌ترین معیارهای آن با استفاده از مدل AHP-Fuzzy، مورد مطالعاتی: بافت مرکزی شهر رشت
۲. رضایی، محمدرضا؛ مجتبی، رفیعیان، و حسینی، سید مصطفی (۱۳۹۴)، سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله، مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۷(۴)، صص ۶۲۳-۶۰۹.

۳. رفیعیان مجتبی، رضایی محمدرضا، عسگری علی، پرهیزکار اکبر، شایان سیاوش. (۱۳۹۴) تبیین مفهومی تاب آوری و شاخص سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور، صص. ۴۱-۱۹
۴. رشیدی، لیلا (۱۴۰۱) تاب آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی، هفتمین کنفرانس بین المللی مدیریت، حقوق، تهران
۵. زبردست، اسفندیار؛ عزیزی، محمدمهدی، و باقر نژاد، الناز (۱۳۹۹)، تبیین ارتباط فرم شهری با تاب آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان شهر تهران، مسکن و محیط روستا، شماره، ۱۷۰، صص. ۲۸-۱
۶. عبدالله زاده ملکی شهرام، خانلو نسیم، زیاری کرامت اله، شالی امینی وحید. (۱۳۹۸) اولویت سنجی عوامل مؤثر بر تاب آوری اجتماعی در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زلزله. هویت شهر.
۷. عبدالله زاده طرف، اکبر و محمدرضا جابری نسب، آرش ثقفی، (۱۴۰۲)، تبیین بعد نهادی تاب آوری شهری و ارزیابی آن در چگونگی مقابله با مخاطره‌ی زلزله، دو فصلنامه مطالعات بین‌رشته‌ای در تعالی معماری و شهرسازی شماره ۱، دوره ۲
۸. عزیزی، محمدمهدی همافر، میلاد. (۱۳۹۱). آسیب‌شناسی لرزه‌ای معابر شهری (مطالعه موردی: محله کارمندان، کرج). هنرهای زیبا معماری و شهرسازی، ۷۱(۳)
۹. غفاری، عطا، پاشازاده، اصغر؛ و آقایی، واحد. (۱۳۹۶) سنجش و اولویت‌بندی تاب آوری شهری در مقابل زلزله (نمونه موردی شهر اردبیل و مناطق چهارگانه آن. جغرافیا و مخاطرات محیطی، (۱۲). ۵۶-۵
۱۰. ملکی، سعید، آروین، محمود، و بذرافکن، شهرام. (۱۳۹۷). تحقق شهر تاب آور با به کارگیری رویکرد حکمروایی خوب شهری (مطالعه موردی: شهر اهواز). دانش شهرسازی، ۲ (۴)، ۸۱-۱
۱۱. نظم فر حسین، پاشازاده اصغر، (۱۳۹۷) ارزیابی تاب آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی، مطالعه موردی: شهر اردبیل، مجله آمایش جغرافیایی فضا فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه گلستان، سال هشتم، شماره مسلسل بیست و هفتم، بهار

12. Abedini Musa, Eshghi Chaharborj Ali, Alavi Saeedeh. 1401, Evaluation of the physical resilience of the city in different earthquake scenarios, a case study: Sixth district of Tehran. Geographical Space 22 (78): 191-211. (In Persian)
13. Ahern, J. (2013), Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design, Landscape Ecol, 28, 1203-1212. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9799-z>
14. Alexander, D. (2018). A magnitude scale for cascading disasters. International Journal of Disaster Risk Reduction, 30, 180-185
15. Arvin M, Ziari K.(2018)Measuring social vulnerability and social resilience against disaster earthquake.10 (1).
16. Burton, C. G. (2015), A Validation of Metrics for Community Resilience to Natural Hazards and Disasters Using the Recovery from Hurricane Katrina as a Case Study, Annals of the Association of American Geographers, 105(1). <https://doi.org/10.1080/00045608.2014.960039>
17. Elahe Nouri Segherlou, Vahid Ghobadian, & Ali Asgari. (2021). "Determination of Ideal Criteria for Development of Sustainable Building rating system in Iran's Cold and Dry Climate (Dena)". PalArch's Journal of Archaeology of Egypt / Egyptology, 18(08), 3236-3247
18. fakhrgazi mona, Pourramzan Eisa, molaie hashjin nasrollah. 2022. Economic resilience of rural settlements in the Aoj County against environmental hazards with an emphasis on earthquakes. Spatial economy and rural development; 11 (41): 76-57.(In Persian)
19. Faraji, Amin, and Qarakhlo, Mehdi (2009). Earthquake and urban crisis management (case study: Babol city). Geography, 8(25), 143-164. [https://www.sid.ir/fa/journal/\(fa\)viewpaper.aspx?id=112490](https://www.sid.ir/fa/journal/(fa)viewpaper.aspx?id=112490). (In Persian)

20. Hewitt, K. (2019). The idea of calamity in a technocratic age. In *Interpretations of calamity* (pp. 3-32). Routledge.
21. Meerow, S., & Newell, J. P. (2021). Urban resilience for whom, what, when, where, and why?. In *Geographic Perspectives on Urban Sustainability* (pp. 43-63). Routledge.
22. Namjooyan, F., Razavian, M. T., & Sarvar, R. (2019). Enhancing Tehran Resilience against Natural Hazards with Emphasis on Earthquake (Case Study: 12th District of Tehran Municipality). *Human Geography Research*, 51(4). (In Persian)
23. Poorahamad, Ahmad; Ziyari, Karamatollah; Abedali, Ya'qub, & Aligholipour, Sara (2019). Analysis of Resilience Criteria in the Context of Urban Decayed Fabric against Earthquakes with Emphasis on Physical Resilience (Case: District 10 of Tehran Municipality). *Journal of Urban Research and Planning*, 19(36), 1-21.
24. Prasath, S., & Umashankar, K. (2023). Livelihood resilience of smallholder dairy farmers against external shocks: a case study in the northern dry zone of Sri Lanka
25. Villegas-González, P. A., Ramos-Cañón, A. M., González-Méndez, M., González-Salazar, R. E., & De Plaza-Solórzano, J. S. (2017). Territorial vulnerability assessment frame in Colombia: Disaster risk management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21, 384-395.
26. Wilson, G. A., Schermer, M., & Stotten, R. (2018). The resilience and vulnerability of remote mountain communities: The case of Vent, Austrian Alps. *Land Use Policy*, 71, 372-383.