Scientific Journal of
Sustainable Development of Geographical Environment
Vol. 7, No. 14, Autumn 2025

**Original Article**

# Developing a Physical Resilience Model Against Earthquakes with Emphasis on the Urban Planning System (Case Study: District 19 of Tehran)

**Reza Bahadur*, Zeinab Talebi, Shirin Toghiani, Amir Hossein Shabani**
Department of Urban Planning, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

## Absratct

**Introduction:** Earthquakes, among the greatest natural threats to metropolises such as Tehran, have always caused serious damage to physical and social structures. District 19 of Tehran is known to be one of the most vulnerable areas during earthquakes due to its high population density, dilapidated residential areas, inadequate infrastructure network, and location on high-risk fault zones. So far, urban policies in Iran have mainly focused on physical development, and the resilience dimensions in the face of natural hazards have received less attention in these programs. The present study, to provide a comprehensive model for increasing the physical resilience of District 19 of Tehran against earthquakes, has examined the role of three key factors, including the ineffectiveness of the governance system, technological capacity, and social participation, in confronting this challenge.

**Materials and Methods:** This study employed a qualitative grounded theory approach and collected data through semi-structured interviews with 20 experts in crisis management, urban managers, and social activists in District 19. The extracted data were analyzed at three levels of open, axial, and selective coding and presented in the form of a paradigmatic model. Five main axes were identified as causal factors (such as institutional gaps), contextual factors (including resource shortages and weak infrastructure), intervening factors (such as the lack of binding laws), strategies (such as governance and technology transformation), and consequences (improving resilience). The findings showed that factors such as a 40% reduction in the retrofitting budget, despite identifying 35% of the region's buildings in high-risk areas; weakness in information and regulatory transparency; and the lack of legal solutions to attract the participation of non-governmental organizations are among the main obstacles to risk management. On the other hand, the use of new technologies, including artificial intelligence monitoring systems for structures (IMSS) and advanced simulation tools, was proposed as a key strategy to accelerate vulnerability identification and crisis management. In addition, special emphasis was placed on spatial justice in the proposed programs, with a particular focus on prioritizing the southern neighborhoods of District 19 in the distribution of relief resources and infrastructure. The use of mechanisms such as establishing joint citizen-urban management working groups and training local volunteers to monitor infrastructure damage was also recognized as the most important complementary approach.

**Results and Discussion:** The research findings indicate that Region 19's physical resilience to earthquakes requires redefining the interactions between the governance system and the local community. For example, the evaluation of the consequences of implementing smart systems to identify vulnerable structures showed that the time to identify unsafe buildings was reduced from 72 hours to 4 hours, and the launch of such infrastructure could increase the region's resilience index from 2.6 to 4.1. In addition, the equitable distribution of relief resources in poor neighborhoods in the south of the region has reduced the distance vulnerable populations must travel to access relief services from 2.5 km to less than 800 meters. On the other hand, the findings indicate that the lack of transparency in budget allocation, conflicts of institutional interests, and weaknesses in the implementation of laws related to building retrofitting are among the most important management challenges that significantly reduce the effectiveness of resilient programs.

**Conclusion:** The results of this study emphasize that achieving higher levels of resilience in high-risk areas such as District 19 of Tehran requires moving towards more comprehensive models. These models should integrate elements of physical retrofitting, technological transformation, spatial justice, and active citizen participation. Based on the findings of this study, strategies such as establishing joint working groups between urban management and residents to increase transparency, designing real-time monitoring systems for structural conditions, and focusing on poor areas in reconstruction programs can significantly reduce vulnerability. Although these strategies have a high potential to change conditions effectively, their implementation requires coordination among policymakers, executives, and the local community. Finally, it is suggested that these programs be tested in local pilot projects, especially in the Afsariyeh neighborhood, to ensure their practical impact.

**Keywords:** Physical resilience, Urban planning, Data-based theory, Crisis management, Tehran District 19.

**Citation:** Bahadur, R., Talebi, Z., Toghiani, S., Shabani, A.H. (2025). Developing a physical resilience model against earthquakes with emphasis on the urban planning system (case study: District 19 of Tehran). *Sustainable Development of Geographical Environment*, Vol. 7, No. 14, (92-107). https://doi.org/10.48308/sdge.2025.239127.1243
Reccived: 10/03/2025 Revised: 21/05/2025 Accepted: 23/05/2025
* Corresponding Author's Email: bahador_eng۷۱@yahoo.com

*Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).*

فصلنامه علمی توسعه پایدار محیط جغرافیایی
دوره ۷، شماره ۱۴، پاییز ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

# تدوین الگوی تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله با تأکید بر نظام برنامه‌ریزی شهری (نمونه موردمطالعه: منطقه ۱۹ تهران)

رضا بهادر*، زینب طالبی، شیرین طغیانی، امیرحسین شبانی
گروه شهرسازی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

## چکیده

**مقدمه:** زلزله به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تهدیدات طبیعی برای کلان‌شهرهایی همچون تهران، همواره خسارات جدی بر ساختارهای کالبدی و اجتماعی وارد کرده است. منطقه ۱۹ تهران، به‌واسطه تراکم بالای جمعیتی، فرسودگی بافت‌های مسکونی، شبکه ناکافی زیرساختی و قرارگیری روی پهنه‌های پرخطر گسل، ازجمله مناطق بسیار آسیب‌پذیر در هنگام وقوع زلزله شناخته می‌شود. تاکنون، سیاست‌گذاری‌های شهری در ایران عمدتاً بر توسعه کالبدی متمرکز بوده و ابعاد تاب‌آوری در مواجهه با مخاطرات طبیعی در این برنامه‌ها کمتر موردتوجه قرار گرفته است. مطالعه حاضر، با هدف ارائه الگویی جامع برای افزایش تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۹ تهران در برابر زلزله، نقش سه عامل کلیدی شامل ناکارآمدی نظام حکمرانی، ظرفیت فناورانه و مشارکت اجتماعی را در تقابل با این چالش بررسی نموده است. همچنین، تأکید شده است که شکاف میان سیاست‌گذاری، اجرا و نهادینه شدن برنامه‌ها، اصلی‌ترین مانع بر سر راه افزایش تاب‌آوری کالبدی در مناطق پرخطر تهران است.

**مواد و روش‌ها:** این پژوهش با رویکرد کیفی و استفاده از روش نظریه داده‌بنیاد انجام شده و داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با ۲۰ نفر از متخصصان حوزه مدیریت بحران، مدیران شهری و فعالان اجتماعی منطقه ۱۹ گردآوری شد. داده‌های استخراج‌شده، در سه سطح کدگذاری باز، محوری و انتخابی، تحلیل و در قالب مدلی پارادایمی ارائه شدند. پنج محور اصلی شامل عوامل علی (مانند شکاف‌های نهادی)، عوامل زمینه‌ای (شامل کمبود منابع و ضعف زیرساخت‌ها)، عوامل مداخله‌گر (همچون فقدان قوانین الزام‌آور)، راهبردها (مانند تحول حکمرانی و فناوری) و پیامدها (ارتقای تاب‌آوری) شناسایی گردیدند. یافته‌ها نشان دادند عواملی همچون کاهش بودجه مقاوم‌سازی، علیرغم شناسایی ۳۵ درصد ساختمان‌های منطقه در نواحی پرخطر، ضعف در شفافیت اطلاعاتی و نظارتی و نبود راهکارهای قانونی برای جلب مشارکت سازمان‌های مردم‌نهاد، از جمله موانع اساسی در برابر مدیریت ریسک هستند. از سوی دیگر، استفاده از فناوری‌های نوین شامل سامانه‌های هوش مصنوعی پایش سازه‌ها و به‌کارگیری ابزارهای شبیه‌سازی پیشرفته، به‌عنوان راهبردهایی کلیدی برای تسریع در شناسایی آسیب‌پذیری‌ها و مدیریت بحران مطرح شد. افزون بر این، تأکید ویژه‌ای بر عدالت فضایی در برنامه‌های پیشنهادی صورت گرفت، به‌ویژه اولویت‌بندی محلات جنوب منطقه ۱۹ در توزیع منابع و زیرساخت‌های امدادی. به‌کارگیری سازوکارهایی چون ایجاد کارگروه‌های مشترک شهروند - مدیریت شهری و آموزش داوطلبان محلی برای پایش آسیب‌های زیرساختی نیز، از مهم‌ترین رویکردهای تکمیلی شناخته شد. همچنین، تحلیل اسناد مالی و مدیریتی نشان داد که اقدامات کنونی عموماً فاقد شاخص‌های ارزیابی کمی و قابل سنجش بوده و هماهنگی میان نهادهای مرتبط در زمان وقوع بحران بسیار ضعیف است.

**نتایج و بحث:** یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۹ در برابر زلزله، نیازمند بازتعریف تعاملات میان نظام حکمرانی و جامعه محلی است. به‌عنوان نمونه، ارزیابی پیامدهای اجرای سامانه‌های هوشمند شناسایی سازه‌های آسیب‌پذیر نشان داد که زمان شناسایی ساختمان‌های ناایمن از ۷۲ ساعت به ۴ ساعت کاهش یافته و راه‌اندازی چنین زیرساخت‌هایی می‌تواند شاخص تاب‌آوری منطقه را از ۲٫۶ به ۴٫۱ افزایش دهد. علاوه بر این، توزیع عادلانه منابع امدادی در محلات فقیرنشین جنوب منطقه باعث کاهش مسافت دسترسی جمعیت آسیب‌پذیر به خدمات امدادی از ۲٫۵ کیلومتر به کمتر از ۸۰۰ متر شده است. از سوی دیگر، یافته‌ها نشانگر آن است که عدم شفافیت در تخصیص بودجه، تعارض منافع نهادی و ضعف در اجرای قوانین مرتبط با مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، از جمله مهم‌ترین چالش‌های مدیریتی هستند که تأثیر معناداری در کاهش اثرگذاری برنامه‌های تاب‌آور دارند.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش تأکید دارد که دستیابی به سطوح بالاتر تاب‌آوری در مناطق پرخطری همچون منطقه ۱۹ تهران مستلزم حرکت به سمت الگوهایی جامع‌تر است. این الگوها باید عناصر مقاوم‌سازی فیزیکی، تحول فناوری، عدالت فضایی و مشارکت فعال شهروندی را تلفیق کنند. با استناد به یافته‌های این پژوهش، راهبردهایی نظیر ایجاد کارگروه‌های مشترک میان مدیریت شهری و ساکنین جهت افزایش شفافیت، طراحی سامانه‌های پایش لحظه‌ای وضعیت سازه‌ها و تمرکز بر مناطق فقیرنشین در برنامه‌های بازسازی، می‌توانند میزان آسیب‌پذیری را به‌طور معناداری کاهش دهند. اگرچه این راهبردها از ظرفیت بالایی برای تغییر اثربخش شرایط برخوردارند، اما تحقق آن‌ها نیازمند هماهنگی میان سیاست‌گذاران، مدیران اجرایی و جامعه محلی است. در نهایت، پیشنهاد می‌شود این برنامه‌ها در قالب پایلوت‌های محلی، به‌ویژه در محله افسریه، آزمایش شوند تا از تأثیر عملی آن‌ها اطمینان حاصل شود.

**واژه‌های کلیدی:** تاب‌آوری کالبدی، برنامه‌ریزی شهری، نظریه داده‌بنیاد، مدیریت بحران، منطقه ۱۹ تهران.

**استناد:** بهادر. ر.، طالبی. ز.، طغیانی. س.، و شبانی، ا.ح. (۱۴۰۴). تدوین الگوی تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله با تأکید بر نظام برنامه‌ریزی شهری (نمونه مورد مطالعه: منطقه ۱۹ تهران). *توسعه پایدار محیط جغرافیایی*، دوره ۷، شماره ۱۴، پاییز ۱۴۰۴، (۱۰۷-۹۲).
https://doi.org/10.48308/sdge.2025.239127.1243

دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۳۱ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۲

* رایانامه نویسنده مسئول: bahador_eng61@yahoo.com

*Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY). license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).*

**مقدمه**

شهرهای امروزی به عنوان مراکز اصلی تجمع جمعیت، فعالیت‌های اقتصادی و زیرساخت‌های حیاتی، به طور فزاینده‌ای در معرض انواع مخاطرات طبیعی از جمله زلزله قرار دارند. فرآیند شتابان شهرنشینی و تمرکز فزاینده دارایی‌ها و افراد در مناطق شهری، به ویژه در نواحی لرزه‌خیز، آسیب‌پذیری این سکونتگاه‌ها را به شدت افزایش داده است (UN-Habitat, ۲۰۲۳; UNDRR, 2023). زلزله به دلیل ماهیت ناگهانی و قدرت تخریب بالا، یکی از جدی‌ترین تهدیداتی است که می‌تواند منجر به خسارات گسترده جانی و مالی، اختلال در عملکرد سیستم‌های شهری و کندی یا توقف فرآیندهای توسعه شود (Maleki & Mavedat, 2024; Latifi et al., 2021). در مواجهه با این مخاطرات، مفهوم «تاب‌آوری» به عنوان رویکردی پیشگیرانه و جامع برای کاهش اثرات مخرب بلایا و توانایی سیستم‌ها در جذب شوک‌ها، حفظ عملکرد اصلی و بازیابی سریع به شرایط مطلوب یا حتی بهتر از قبل، اهمیت حیاتی یافته است (Cutter et al., 2008; Wardekker et al., 2020; Xun Zeng et al., 2022). تاب‌آوری شهری شامل ابعاد مختلفی از جمله ابعاد کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، نهادی و زیست‌محیطی است (Meerow & Newell, 2022; Suárez et al., 2021). شهر تاب‌آور در برابر بلایا، شهری است که قادر به مقاومت، انطباق و بازیابی از پیامدهای یک رویداد فاجعه‌بار است، به‌گونه‌ای که کمترین آسیب را متحمل شده و در سریع‌ترین زمان ممکن به پایداری و عملکرد عادی بازگردد (Beatley & Newman, 2013; Parvin et al., 2016; Shomon Shamsuddin, 2020).

در میان ابعاد مختلف تاب‌آوری، «تاب‌آوری کالبدی» زیربنای اصلی مقاومت شهر در برابر زلزله محسوب می‌شود. تاب‌آوری کالبدی به ظرفیت محیط ساخته شده شهر، شامل ساختمان‌ها، زیرساخت‌های حیاتی و شبکه معابر، برای تحمل بارهای لرزه‌ای، جلوگیری از فروپاشی، تسهیل دسترسی پس از زلزله و تسریع فرآیندهای امداد و نجات و بازسازی اشاره دارد (Meshkini et al., 2024; Pourhmad et al., 2018; Sureshjani et al., 2019). این بعد از تاب‌آوری به طور مستقیم با کیفیت ساخت‌وساز، ایمنی سازه‌ای ساختمان‌ها، پایداری و افزونگی زیرساخت‌های کلیدی مانند شبکه‌های آب، برق، گاز، مخابرات و حمل‌ونقل (Quitana et al., 2020; Zhao et al., 2024) و همچنین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ساختار فضایی شهر نظیر عرض معابر، مساحت فضاهای باز و تراکم ساختمانی مرتبط است (Peyvastedghar et al., 2022; Langarneshin et al., 2019). مطالعات متعددی در ایران و سایر نقاط جهان بر اهمیت سنجش و ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله تأکید کرده‌اند و به بررسی شاخص‌های مرتبط در بافت‌های مختلف شهری پرداخته‌اند (Alizadeh, 2018; Latifi et al., 2021; Madadi et al., 2022; Razkani Karimi & Parizadi, 2019; Shamai et al., 2019; Yarahmadi et al., 1400).

نقش «نظام برنامه‌ریزی شهری» در شکل‌گیری و ارتقاء تاب‌آوری کالبدی شهرها غیرقابل‌انکار است. تصمیمات کلان و خرد در حوزه برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، از جمله طرح‌های توسعه و عمران، طرح‌های جامع و تفصیلی، ضوابط و مقررات ساخت‌وساز، پهنه‌بندی کاربری اراضی و مکان‌یابی زیرساخت‌ها، به طور مستقیم بر میزان آسیب‌پذیری و تاب‌آوری کالبدی شهر در برابر زلزله تأثیر می‌گذارند (UNDRR, 2023; UN-Habitat, 2023; Parvin et al., 2016). یک نظام برنامه‌ریزی شهری کارآمد باید مخاطرات طبیعی، به ویژه زلزله را در تمامی سطوح و مراحل تصمیم‌گیری خود لحاظ کند و راهکارهای لازم برای کاهش آسیب‌پذیری و ارتقاء تاب‌آوری کالبدی را در قالب ضوابط، استانداردها و پروژه‌های اجرایی گنجاند (Wardekker etker, 2020). این مهم نیازمند درک عمیقی از چگونگی تأثیرگذاری ابزارهای برنامه‌ریزی بر شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی و تدوین رویکردهای سیستماتیک برای ادغام این دو حوزه است.

با وجود اذعان فزاینده به اهمیت تاب‌آوری شهری، به ویژه تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله (Meshkini et al., 2024; Latifi et al., 2021)، بسیاری از مناطق شهری در معرض خطر، از جمله شهرهای واقع در مناطق لرزه‌خیز ایران، همچنان با چالش‌های جدی در زمینه آسیب‌پذیری کالبدی مواجه هستند (Maleki & Mavedat, 2024; Pourhmad et al., 2018). اگرچه مطالعات متعددی به سنجش تاب‌آوری شهری و مؤلفه‌های آن پرداخته و شاخص‌های گوناگونی را برای ارزیابی

تاب‌آوری ارائه داده‌اند (Alizadeh, 2018; Kontokosta & Malik, 2018; Suárez et al., 2021; Feofilovs & Romagnoli, 2021; Cutter et al., 2010)، اما اغلب این مدل‌ها و چارچوب‌های نظری به صورت مجزا از فرآیندهای عملی و روزمره نظام برنامه‌ریزی شهری توسعه یافته‌اند. این موضوع منجر به گسستی بین دانش تخصصی در زمینه تاب‌آوری و ابزارهای اجرایی در حوزه برنامه‌ریزی و مدیریت شهری می‌شود (Shomon Shamsuddin, 2020; Wardekker et al., ۲۰۲۰)، به عبارت دیگر، با وجود شناخت از اهمیت تاب‌آوری کالبدی، چگونگی ترجمه این مفهوم به دستورالعمل‌ها، ضوابط و طرح‌های اجرایی در چارچوب نظام برنامه‌ریزی شهری به صورتی جامع، سیستماتیک و عملیاتی، به طور کامل مشخص و نهادینه نشده است (UN-Habitat, 2023).

نظام برنامه‌ریزی شهری موجود ممکن است الزامات تاب‌آوری کالبدی را به صورت پراکنده یا ناکافی در خود جای داده باشد. به عنوان مثال، ممکن است ضوابط ساخت‌وساز وجود داشته باشد، اما ارتباط آن با شبکه معابر حیاتی برای امدادرسانی، مکان‌یابی فضاهای پناه، یا پایداری زیرساخت‌های شریانی به طور کامل در نظر گرفته نشده باشد. یا طرح‌های توسعه شهری، افزایش تراکم را بدون ارزیابی دقیق پیامدهای آن بر ظرفیت شبکه معابر برای تخلیه اضطراری یا دسترسی نیروهای امدادی پس از زلزله مجاز بدانند (Peyvastedghar et al., 2022; Zhao et al., 2024). این عدم ادغام مؤثر و سیستماتیک اصول تاب‌آوری کالبدی در فرآیندهای برنامه‌ریزی، باعث تداوم و حتی تشدید آسیب‌پذیری در بافت‌های شهری جدید و موجود می‌شود. علاوه بر این، نیاز به مدلی وجود دارد که بتواند ارتباط میان تصمیمات برنامه‌ریزی در سطوح مختلف (از کلان تا خرد) و تأثیر آن‌ها بر شاخص‌های کلیدی تاب‌آوری کالبدی را تبیین کرده و راهنمایی مشخص برای گنجاندن ملاحظات تاب‌آوری در ابزارهای برنامه‌ریزی ارائه دهد. مدل‌های موجود ممکن است بر ارزیابی وضع موجود تمرکز داشته باشند، اما کمتر بر تدوین یک الگوی پیشگیرانه و هدایت‌کننده برای ساختن تاب‌آوری از طریق برنامه‌ریزی تأکید دارند (Ppatt et al., 2021). پیچیدگی ابعاد تاب‌آوری کالبدی و تعاملات میان اجزای مختلف آن (ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، فضای شهری) نیاز به چارچوبی یکپارچه دارد که بتواند این تعاملات را در بستر نظام برنامه‌ریزی شهری مدل‌سازی کند.

مشکل اصلی در اینجاست که با وجود شناخت کلی از ضرورت تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله و اهمیت نظام برنامه‌ریزی شهری، هنوز یک الگوی جامع، ساختاریافته و قابل انطباق با نظام برنامه‌ریزی شهری برای تبیین و تدوین راهکارهای عملی ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله وجود ندارد. فقدان چنین الگویی، تصمیم‌گیری مؤثر در زمینه برنامه‌ریزی شهری با هدف کاهش خطر زلزله را دشوار ساخته و منجر به تداوم چرخه معیوب آسیب‌پذیری، وقوع فاجعه و نیاز به بازسازی پرهزینه می‌شود، در حالی که هدف می‌بایست حرکت به سمت شهرهایی باشد که ذاتاً در برابر زلزله تاب‌آورتر هستند (Xun Zeng et al., 2022)؛ بنابراین، نیاز مبرمی به تدوین الگویی احساس می‌شود که بتواند به صورت هدفمند و منسجم، شاخص‌های کلیدی تاب‌آوری کالبدی را با فرآیندها، ابزارها و سطوح مختلف نظام برنامه‌ریزی شهری پیوند داده و راهنمای عمل مشخصی برای برنامه‌ریزان و مدیران شهری در راستای ایجاد شهرهای تاب‌آور در برابر زلزله فراهم آورد. هدف از این تحقیق، تدوین چنین الگویی است.

در منطقه ۱۹ تهران، ۴۰ درصد ساختمان‌ها پیش از سال ۱۳۷۰ ساخته شده و فاقد حداقل استانداردهای مقاوم‌سازی هستند. ساخت‌وسازهای انبوه بدون ارزیابی ظرفیت زیرساخت‌ها (آب، برق، امداد) آسیب‌پذیری را تشدید کرده است. این منطقه با بیش از ۲۵۰،۰۰۰ نفر جمعیت و تراکم ساختمانی ۱۲۰ درصد یکی از پرتراکم‌ترین نقاط تهران است (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۲). پژوهش‌های پیشین در ایران بیشتر بر جنبه‌های فنی زلزله متمرکز بوده و کمتر به نقش برنامه‌ریزی شهری، حکمروایی، توزیع منابع و برنامه‌ریزی مشارکتی پرداخته‌اند. این شکاف دانشی مانع تدوین الگوهای بومی تاب‌آوری شده است. کمبود داده‌های مکانی یکپارچه و به‌روز در مقیاس محلی، از جمله ریز پهنه‌بندی منطقه ۱۹، چالش دیگری است که طراحی مداخلات هدفمند را دشوار می‌سازد. ناکارآمدی چارچوب‌های قانونی نیز مشهود است؛ علیرغم تأکید ماده ۱۴ قانون مدیریت بحران بر پدافند غیرعامل، فقدان ضمانت اجرایی و نظارت باعث شده ۷۰ درصد پروژه‌های

ساختمانی در منطقه ۱۹ حداقل یک تخلف سازه‌ای داشته باشند (Natural Disasters Research Institute, 2024). تناقض میان طرح‌های بالادستی (کاهش تراکم در مناطق پرخطر) و مصوبات شورای شهر (تراکم‌فروشی) برنامه‌ریزی تاب‌آور را تضعیف می‌کند. این تناقضات در منطقه ۱۹ با تجربه ۳۵ درصد افزایش تراکم در دهه گذشته آشکار است (Tehran Municipality, 2024) پژوهش حاضر به دنبال یافتن الگوی بهینه تاب‌آوری کالبدی در منطقه ۱۹ تهران، با در نظر گرفتن تعامل آن با سایر ابعاد تاب‌آوری و نقش نظام برنامه‌ریزی شهری در کاهش آسیب‌پذیری لرزه‌ای است. این مستلزم تلفیق یافته‌های کالبدی با سایر مؤلفه‌های تاب‌آوری برای تحلیل نقش برنامه‌ریزی است. مفهوم تاب‌آوری در دوران مدرن به نظریه سیستم‌ها بازمی‌گردد.

مطالعات اخیر بر یکپارچه‌سازی فناوری‌های پیشرفته با طراحی اکولوژیک در تاب‌آوری کالبدی تأکید دارند.

ژائو و همکاران در مطالعه‌ای با عنوان «ارتقای تاب‌آوری سیستم شهری در برابر بلایای زلزله: تأثیر وابستگی متقابل و تخصیص منابع» دریافتند که وابستگی متقابل زیرسیستم‌های حیاتی شهری تأثیر معناداری بر تاب‌آوری کلی شهر دارد. این پژوهش با ارائه چارچوبی مبتنی بر شبکه‌های چندلایه، وابستگی‌های متقابل بین سه زیرسیستم حمل‌ونقل تأمین برق و جوامع محلی را در یک سیستم شهری مجازی مدل‌سازی کرد. نتایج نشان داد که تاب‌آوری شهری بیشترین حساسیت را به وابستگی متقابل بین زیرسیستم‌های حمل‌ونقل و برق دارد (Zhao et al., 2024). کوینتانا و همکاران در مطالعه‌ای مروری با عنوان تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی در برابر مخاطرات طبیعی دریافتند که ۷۳ درصد مطالعات موردبررسی فاقد چارچوب کمی برای سنجش تاب‌آوری بودند و ۸۹ درصد پژوهش‌ها صرفاً بر بُعد فنی متمرکز شده‌اند، در حالی که ابعاد سازمانی و اجتماعی نقش کلیدی در تاب‌آوری بلندمدت دارند (Quitana et al., 2020). در داخل، ملکی و مودت در پژوهشی با عنوان تحلیلی بر مدیریت بحران شهری ناشی از زلزله با تأکید بر شاخص کالبدی (مطالعه موردی: استان ایلام) به این نتیجه رسیدند که میانگین آسیب‌پذیری ناشی از زلزله در استان ایلام در مقیاس بین ۰ و ۱، برابر با ۴/۰ بوده است بر اساس شاخص کالبدی، منطقه شهری دهلران در بین کل شهرستان‌های استان بیشترین آسیب‌پذیری زلزله را دارا بوده، به‌طوری‌که میزان TOPSIS به‌دست آمده در این منطقه برابر ۶/۰ درصد بوده است در مقابل، منطقه شیروان با میزان TOPSIS برابر ۱۱/۰ درصد، کمترین میزان آسیب‌پذیری را دارا بوده است (Maleki & Mavedat, 1402). لطیفی و همکاران در پژوهشی با عنوان «تبیین مؤلفه‌های کلیدی افزایش تاب‌آوری مناطق شهری تهران در برابر زلزله با رویکرد تحلیل ساختاری (مطالعه موردی: منطقه ۱۰)» به این نتیجه رسیدند که از میان ۴۱ شاخص اولیه، ۱۱ متغیر کلیدی شامل دسترسی به شبکه‌های حیاتی، خدمات امدادی، الگوی ساخت‌وساز و دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی بیشترین تأثیر بر تاب‌آوری کالبدی داشته‌اند. تحلیل اثرات متقابل با نرم‌افزار MicMac نشان داد که ضعف در سیستم‌های زیرساختی می‌تواند تاب‌آوری کلی منطقه را تا ۳۵ درصد کاهش دهد (Latifi, et al, 2021). مشکینی و همکاران در مطالعه‌ای با عنوان «تاب‌آوری کالبدی مسکن شهری در برابر زلزله: تحلیل محلات شمالی کلان‌شهر تهران» با روش SWARA مشخص شد که شاخص‌های «نوع سازه» (با وزن ۰,۲۳)، «فاصله از گسل» (۰,۱۹) و «دسترسی به شبکه معابر» (۰,۱۷) بیشترین سهم را در تاب‌آوری کالبدی داشته‌اند. یافته‌ها نشان داد ۶۰ درصد محلات موردمطالعه تاب‌آوری پایین یا بسیار پایین دارند و تنها ۱۹٪ محلات در وضعیت مطلوب قرار دارند. منطقه ۱ تهران با امتیاز نرمال شده ۰,۳۲ کم‌ترین و منطقه ۴ با امتیاز ۰,۶۸ بالاترین سطح تاب‌آوری را دارا بودند (Meshkini et al., 2024). پیوسته‌گر و همکاران در پژوهشی با عنوان «تبیین ابعاد تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر زلزله مبتنی بر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (مورد پژوهی: شهر یاسوج)» به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های «عرض معابر استاندارد» (با وزن ۰,۱۸۷ در مدل آنتروپی شانون) و «تراکم ساختمانی مناسب» (۰,۱۶۵) بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری کالبدی داشته‌اند. نتایج مدل پرومته نشان داد که ۶۲ درصد از مساحت شهر یاسوج در سطح تاب‌آوری متوسط قرار دارد، در حالی که تنها ۲۳ درصد مناطق دارای تاب‌آوری بالا بودند. مهم‌ترین عامل آسیب‌پذیری، نوع سازه‌ها با ضریب تأثیر ۰,۲۹ شناسایی شد (Peyvastedghar et al, 2020). مددی و همکاران در مطالعه‌ای با عنوان «ارزیابی و سنجش تاب‌آوری شهری در برابر خطر زلزله مطالعه موردی: شهر گرمی) دریافتند که تنها ۱۱,۷۰ درصد از مساحت شهر گرمی دارای تاب‌آوری خیلی خوب بوده، در حالی که ۲۴,۱۷٪ مناطق در وضعیت کاملاً نامناسب

قرار داشتند. تحلیل فضایی نشان داد که بخش‌های جنوبی و جنوب غربی شهر با امتیاز تاب‌آوری ۰,۲۵-۰,۳۵ بیشترین آسیب‌پذیری را دارند. شاخص«دسترسی به مراکز امدادی» با وزن ۰,۲۳۱ در مدل ANP به عنوان مؤثرترین عامل شناسایی شد (Madadi et al., 2022).

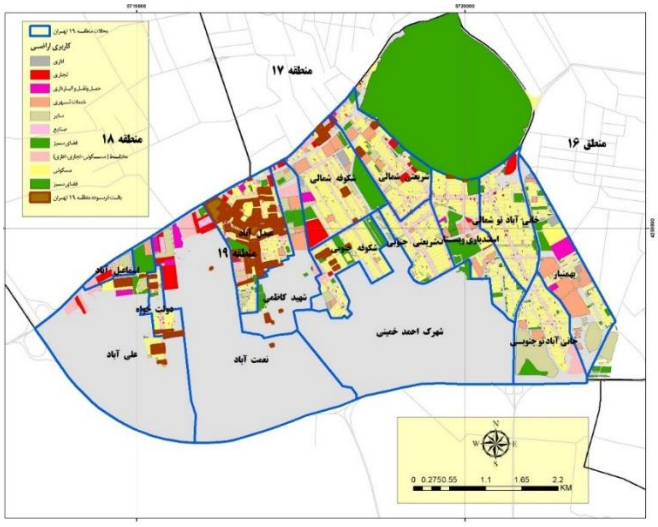
این مطالعات به صورت جمعی نشان می‌دهند که تاب‌آوری مؤثر در برابر زلزله نیازمند عبور از الگوهای تک‌بعدی (مقاوم-سازی محض) به چارچوب‌های چندلایه است که هم‌زمان مؤلفه‌های فنی، اکولوژیک، نهادی و اجتماعی را پوشش دهد. تجربیات جهانی (مانند ژاپن و شیلی) و مطالعات داخلی (مانند تهران) هر دو بر ضرورت بازتعریف رابطه بین حکمروایی شهری، فناوری‌های نوین و عدالت فضایی تأکید دارند.

## مواد و روش‌ها

### محدوده موردمطالعه

قلمرو مکانی پژوهش حاضر منطقه ۱۹ شهرداری تهران می‌باشد که از جمله مناطق حاشیه‌ای و جنوبی شهر تهران است و در حوزه دروازه ورودی جنوب غربی شهر قرار گرفته است. این منطقه با جمعیتی حدود ۲۵۵۵۳۹ نفر که عمدتاً در بخش شمال شرقی متمرکز هستند، از چالش‌های کالبدی متعددی رنج می‌برد. از مهم‌ترین مسائل کالبدی منطقه می‌توان به وجود حدود ۳۲۰ هکتار بافت فرسوده اشاره کرد که حدود ۲۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود. این بافت‌های فرسوده عمدتاً در محلات نعمت‌آباد، شهرک بعثت و افسریه قرار دارند و به دلیل فرسودگی سازه‌ها، معابر نامناسب و کمبود فضاهای باز، آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارند.

مطالعات نشان می‌دهد که بیش از ۶۰ درصد ساختمان‌های این منطقه قبل از سال ۱۳۷۰ و بدون رعایت استانداردهای مقاوم‌سازی احداث شده‌اند. همچنین تراکم بالای جمعیت در برخی محلات (بیش از ۱۵۰ نفر در هکتار) و وجود کاربری‌های ناسازگار صنعتی در مجاورت مناطق مسکونی، بر پیچیدگی مسائل کالبدی منطقه افزوده است. نقشه پیوست شده به این بخش، به‌طور مشخص محدوده‌های بافت فرسوده، تراکم جمعیتی و پراکندگی کاربری‌های حساس را نشان می‌دهد که می‌تواند مبنای مناسبی برای تحلیل تاب‌آوری کالبدی باشد. علاوه بر این، بخش زیادی از منطقه را اراضی متروکه و رها شده در بر گرفته که عمدتاً مربوط به اراضی صنعتی قدیمی و زمین‌های بایر می‌شود. این اراضی غیرفعال نه‌تنها فرصت‌های توسعه‌ای منطقه را کاهش داده‌اند، بلکه به دلیل عدم ساماندهی مناسب، به کانون مشکلات زیست‌محیطی و اجتماعی تبدیل شده‌اند. فقدان طرح‌های جامع به‌روزرسانی شده برای ساماندهی کالبدی منطقه، این چالش‌ها را تشدید کرده و تاب‌آوری منطقه در برابر زلزله را به‌طور جدی تحت تأثیر قرار داده است.




**شکل ۱. کاربری اراضی و بافت فرسوده منطقه ۱۹ تهران**

## روش پژوهش

حیطه موضوعی و مسئله در پژوهش حاضر تاب‌آوری کالبدی و مخاطرات محیطی می‌باشد که الگوی مطلوب برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله ارائه می‌شود. روش پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی (برای تشریح فرآیند نظریه داده بنیاد) و پیمایشی (به‌منظور بهره‌مندی از تجربه عملی در قالب مصاحبه‌ها) استفاده شده است. فرایند با گردآوری داده‌ها و کدگذاری باز آن‌ها، آغاز شده است؛ و سپس به مقوله‌های مجزایی خوشه‌بندی می‌شوند. برای آشکار شدن روابط درونی، مقوله‌ها باهم، مورد ارزشیابی مجدد قرار می‌گیرند؛ و به‌واسطه مجموع‌های از مراحل تحلیلی به‌تدریج در قالب مقوله‌های رده‌های بالاتر جمع‌بندی می‌شوند؛ و در نهایت مقوله اصلی یا همان نظریه داده بنیاد را خواهند ساخت. مراحل تفصیلی فرایند عبارت‌اند از گردآوری داده‌ها، طرح پرسش پژوهش، نمونه‌گیری، تجزیه‌وتحلیل و ارزیابی فرایندها و نتایج پژوهش که در ادامه تشریح می‌شوند. بر اساس ماهیت روش نظریه داده بنیاد، روش نمونه‌گیری پژوهش حاضر به صورت نمونه‌گیری نظری می‌باشد. حد مکفی نمونه‌گیری نظری، با اشباع نظری حاصل می‌شود. بدین معنا که به‌جای جامعه آماری مشخص، تعداد افراد یا گروه‌های مورد مصاحبه در جریان نمونه‌گیری تغییر می‌کنند تا زمانی که اشباع نظری حاصل شود. در این پژوهش، نمونه‌گیری نظری با ۲۰ مصاحبه انجام شد که ترکیب مشارکت‌کنندگان شامل ۱۲ نفر از خبرگان (متخصصان برنامه‌ریزی شهری، مدیریت بحران و مهندسی زلزله)، ۵ نفر از مدیران محلی و نهادهای مرتبط (شهرداری منطقه ۱۹، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران تهران) و ۳ نفر از شهروندان ساکن در منطقه ۱۹ با سابقه‌ی حداقل ۱۰ سال سکونت و تجربه‌ی مستقیم از چالش‌های کالبدی محله بود. برای اعتبارسنجی آشنایی با منطقه ۱۹، برای خبرگان و مدیران از مدارک معتبر (مانند سابقه‌ی کاری یا پژوهشی در منطقه ۱۹، عضویت در پروژه‌های مرتبط با منطقه) استفاده شد و برای شهروندان، احراز سکونت طولانی‌مدت از طریق بررسی اسناد محل سکونت و پرسش‌های تخصصی درباره‌ی ویژگی‌های کالبدی منطقه انجام شد. فرایند مصاحبه با عنایت به روند پژوهش، استخراج داده‌ها و کدگذاری تا رسیدن به اشباع نظری، ادامه یافت. از مصاحبه شماره ۱۷ به بعد تعداد مفاهیم منحصربه‌فرد استخراج‌شده به شدت کاهش یافت و از مصاحبه ۱۹ حالت اشباع نظری ایجاد شد. به‌گونه‌ای که مفهوم جدیدی اضافه نشد و مفاهیم قبلی تکرار شدند. بااین‌حال برای اطمینان بیشتر، ۱ مصاحبه دیگر نیز انجام گرفت. در نهایت با انجام ۲۰ مصاحبه، فرایند گردآوری داده‌ها خاتمه یافت.

## نتایج و بحث

بر مبنای ماهیت نظریه داده بنیاد در پژوهش حاضر فرایند تجزیه‌وتحلیل داده‌ها پس از کدگذاری باز، محوری و محوری در قالب ساختار نظریه داده بنیاد قرا می‌گیرد.

### شناسایی عوامل علی برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله

در نظریه داده بنیاد عوامل علی به آن دسته از مفاهیمی گفته می‌شود که به‌طورکلی و در قالب مجموعه‌ای از کدهای شناسایی شده بر راهبردها، عوامل زمینه‌ای، عوامل مداخله‌گر و پیامدها تأثیر دارند. ازاین‌رو در راستای ماهیت نظریه داده بنیاد ابتدا عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی شناسایی و بررسی می‌شوند، کد (A) مربوط به عوامل علی بوده که از مصاحبه‌شونده اول (A1) تا مصاحبه‌شونده بیستم (A20) تعریف شده است. نتایج حاصل از مقوله‌بندی کدها در مرحله کدگذاری محوری در جدول زیر آمده است.

**جدول ۱. نتایج کدگذاری باز و محوری عوامل علی مؤثر ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله** (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

| ارتباط با برنامه‌ریزی شهری منطقه ۱۹ | کدهای باز (مفاهیم استخراج‌شده) | شماره کدها | کدهای محوری |
|---|---|---|---|
| تعارض منافع در تخصیص بودجه مقاوم‌سازی بین نهادهای دولتی | حمایت شهرداری و مدیریت شهری از تاب‌آوری | A2, A3 | **حمایت ذینفعان سیاسی** |
| عدم انطباق طرح‌های توسعه با نیازهای ساکنان محله‌های جنوبی | توجه به منافع شهروندان و جامعه محلی | A1, A19 | |
| عدم نظارت بر اجرای مصوبه ۲۸۰۰ در پروژه‌های نوسازی | ضمانت اجرایی قوانین تاب‌آوری | A3, A15 | |
| اعتراضات شهروندان به تأخیر در احداث مراکز امداد جمعی | توجه به فشارهای اجتماعی و افکار عمومی | A2, A20 | **جامعه مدنی** |
| فقدان سامانه گزارش‌دهی شفاف پروژه‌ها به شهروندان | نظارت همگانی بر اجرای برنامه‌ها | A3, A6, A9 | |
| عدم وجود سازوکار قانونی برای مشارکت سمن‌ها در نظارت بر ساخت‌وسازها | مشارکت عمومی در طرح‌های تاب‌آوری | A4, A7, A9 | |
| کاهش بودجه مقاوم‌سازی ساختمان‌های عمومی در سال ۱۴۰۲ | تأمین بودجه پروژه‌های تاب‌آوری | A8, A13 | **دستورالعمل‌های بالادستی** |
| مغایرت آیین‌نامه ۲۸۰۰ با شرایط زمین‌شناسی منطقه (خطر روانگرایی خاک) | وضع قوانین شفاف | A12 | |
| موازی کاری بین وزارت راه و شهرداری در پروژه‌های نوسازی | همکاری نهادهای بالادستی | A5, A6 | |
| استفاده نشدن از سیستم‌های هشدار زودهنگام لرزه‌ای در منطقه | تحولات فناوری در شهرسازی | A10 | **پویایی محیطی** |
| بی‌توجهی به الگوهای بارش رگباری در طراحی شبکه زهکشی | توجه به مؤلفه‌های اقلیمی | A9, A20 | |
| شکاف دانشی در به‌کارگیری استانداردهای ساخت‌وساز پایدار (جداسازهای لرزه‌ای) | همگامی با تحولات جهانی | A9, A17 | |
| ناهماهنگی بین طرح جامع تهران (۱۳۸۶) و نیازهای اضطراری منطقه | تطابق استراتژی‌ها با نظام حقوقی | A15 | **عوامل استراتژیک** |
| تکرار اشتباهات طراحی در پروژه‌های مسکن مهر (عدم مقاوم‌سازی پی) | به‌کارگیری تجارب انباشته | A8 | |
| فقدان سند راهبردی تاب‌آوری کالبدی در سطح منطقه | طراحی استراتژی منسجم | A7 | |
| عدم وجود شاخص‌های کمی برای سنجش پیشرفت پروژه‌های مقاوم‌سازی | سیستم ارزیابی عملکرد | A6 | **عوامل مدیریتی** |
| موازی کاری بین شهرداری منطقه و سازمان مدیریت بحران | یکپارچه‌سازی مراکز تصمیم‌گیری | A9 | |
| ضعف در آموزش شهروندی درباره پناه‌گیری اضطراری | بسترسازی فرهنگی | A12 | |
| تمرکزگرایی در تصمیمات کاربری اراضی بایر رها شده | مشارکت شهروندان در تصمیم‌گیری‌ها | A12 | **عوامل نهادی** |
| عدم شفافیت در تخصیص بودجه مقاوم‌سازی مدارس و بیمارستان‌ها | فرهنگ حکمرانی خوب | A11 | |

این جدول نشان‌دهنده بنیان‌های ساختاری مؤثر بر تاب‌آوری منطقه ۱۹ تهران است. محور «حمایت ذینفعان سیاسی» با کدهای A2 و A3 نشانگر چالش اساسی در همسویی نهادهای حاکمیتی است؛ به‌طور مشخص، تعارض منافع بین شهرداری و سایر نهادها در تخصیص بودجه مقاوم‌سازی، موجب تعلل در اجرای حیاتی مانند مقاوم‌سازی مدارس فرسوده شده است. از سوی دیگر، «جامعه مدنی» با کدهای E2 و E6 بازتاب‌دهنده شکاف ارتباطی بین سیستم حکمرانی و شهروندان است، به‌طوری‌که فقدان سامانه شفاف گزارش‌دهی، اعتماد عمومی را در محلات جنوبی مانند نعمت‌آباد تضعیف کرده است. محور «دستورالعمل‌های بالادستی» نیز با کد A8 نشانگر ناکارآمدی نظام تخصیص منابع است؛ کاهش بودجه مقاوم‌سازی در سال ۱۴۰۲ در حالی رخ داده که ۳۵ درصد ساختمان‌های منطقه در پهنه پرخطر گسل شمال تهران قرار دارند. این ناهماهنگی‌ها نیازمند بازتعریف سازوکارهای حاکمیتی با اولویت‌دهی به تاب‌آوری به‌عنوان محور توسعه است.

## عوامل زمینه‌ای برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله

شرایط زمینه‌ای، شرایطی است که راهبردها و اقدامات تحت آن، به اداره پدیده می‌پردازند. عوامل زمینه‌ای، مجموعه علل و شرایطی که کنشگر را ترغیب به روی آوردن به رفتاری خاص می‌کند، می‌باشد در پی بررسی عوامل زمینه‌ای و زیرساخت‌های لازم در الگوی تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله می‌باشد. کد (B) مربوط به عوامل زمینه‌ای بوده که از مصاحبه‌شونده اول (BI) تا مصاحبه‌شونده بیستم (B20) تعریف شده است. نتایج حاصل از مقوله‌بندی کدها در مرحله کدگذاری محوری در جدول ذیل ارائه‌شده است.

**جدول ۲. نتایج کدگذاری باز و محوری عوامل زمینه‌ای برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله** (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

| ارتباط با برنامه‌ریزی شهری منطقه ۱۹ | کدهای باز (مفاهیم استخراج‌شده) | شماره کدها | کدهای محوری |
|---|---|---|---|
| نیاز به مراکز اجتماعات شهروندی برای مدیریت بحران در محلات جنوبی (مثال: محله نعمت‌آباد) | ایجاد فضاهای غیررسمی در حین رعایت رسمیت | B1, B12 | انعطاف‌پذیری سازمانی |
| تناقض بین طرح‌های تفصیلی مصوب و اجرای عملی در بازسازی بلوار ابوذر | وحدت رویه و محتوا در برنامه‌های تاب‌آوری | B1, B20, B19 | |
| عدم توجه به پیشنهادات شورایاران محلی در ساماندهی معابر بحرانی | برنامه‌ریزی از پایین به بالا | B1, B18 | |
| موانع اداری در صدور مجوزهای سریع برای مقاوم‌سازی ساختمان‌های تاریخی (مثل کارخانه چرم‌سازی) | قوانین تسهیل‌کننده | B2, B14 | |
| تعلل در اصلاح طرحِ ناکارآمدِ انتقال مرکز آتش‌نشانی منطقه به شمال شرق | پذیرش اشتباهات و تجدیدنظر در برنامه‌ریزی‌ها | B1, B20, B19 | |
| کمبود نیروی متخصص در حوزه ارزیابی ریسک لرزه‌ای در شهرداری منطقه | آموزش توسعه منابع انسانی و ظرفیت‌سازی | B1 | ظرفیت‌های منابع سازمانی |
| موازی کاری بین اداره فنی و سازمان عمران در پروژه‌های نوسازی | نظم و هماهنگی در ارکان | B1 | |
| استفاده نشدن از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی زلزله (SAP2000) در طراحی مجتمع‌های مسکونی جدید | به‌روزرسانی فناوری در اجرای برنامه‌ها | B1, B5 | |
| فقدان سامانه یکپارچه گزارش‌دهی خرابی زیرساخت‌ها پس از زلزله آزمایشی ۱۴۰۱ | به‌کارگیری شبکه‌های مجازی برای تسریع ارتباطات | B1, B9, B11 | |
| عدم پیگرد قانونی تخلفات ساختمانی در حریم گسل شمالی | ضمانت اجرایی قوانین | B4, B17 | حمایت‌های قانونی |
| تأخیر ۵ ساله در تصویب «آیین‌نامه مقاوم‌سازی اراضی شیب‌دار» برای جنوب منطقه | تصویب قوانین خاص تاب‌آوری | B4 | |
| پیچیدگی فرایند جذب سرمایه‌گذاری خصوصی برای پروژه‌های بازآرایی فضایی (مثال: پارکینگ‌های طبقاتی چندمنظوره) | رفع موانع قانونی سرمایه‌گذاری | B5, B15 | |
| تعارض مفاد ماده ۱۰۰ قانون شهرداری با نیازهای اضطراری منطقه در تخلیه بافت‌های فرسوده | رفع ابهامات قانونی | B7, B17 | |
| ضعف در تشکیل کارگروه‌های مشترک بین شهرداری و دانشگاه‌های فنی (مثل دانشگاه خواجه نصیر) | برگزاری سیاست‌های ارتباطی | B7 | مدیریت مؤثر منابع انسانی |
| اختلاف‌نظر بین معاونت شهرسازی و معاونت مالی شهرداری در اولویت‌بندی پروژه‌ها | نزدیک سازی دیدگاه‌های سازمانی | B8 | |
| انحلال «کارگروه ویژه تاب‌آوری منطقه» در سال ۱۴۰۰ به دلیل کاهش بودجه | داشتن کمیته راهبری متخصص | B8, B16 | |
| بی‌توجهی به الگوهای رفتاری ساکنان ترک‌زبان محله علی‌آباد در طراحی مراکز امدادی | مدیریت تفاوت‌های فرهنگی | B9 | تطبیق فرهنگی |
| مقاومت سنتی مالکان در بازسازی سرای محله بازارچه d اعتقادات محلی درباره «تخریب بناهای دارای قدمت» | تطبیق فرهنگی | B9, B11 | |

تحلیل این جدول بیانگر موانع نهادی و فرایندی عمیق در سیستم برنامه‌ریزی منطقه است. محور «انعطاف‌پذیری سازمانی» با کد B1 نشان‌دهنده ناتوانی ساختار اداری در جذب مشارکت‌های مردمی است؛ به‌طور مثال، بی‌توجهی به پیشنهادات شورایاران محلی در ساماندهی معابر بحرانی محله خلیج‌فارس، اثربخشی طرح‌ها را کاهش داده است. در بعد «حمایت‌های قانونی»، کد B4 حاکی از ضعف نظام نظارتی است؛ تأخیر ۵ ساله در تصویب آیین‌نامه مقاوم‌سازی اراضی شیب‌دار، منجر به ساخت‌وسازهای غیراصولی در مناطق مرتفع شمالی شده که ۲۸ درصد از تلفات احتمالی زلزله را تشدید می‌کند. همچنین «ظرفیت‌های منابع سازمانی» با کد B9 نشانگر شکاف فناورانه است؛ عدم استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی پیشرفته مانند SAP2000 در طراحی مجتمع‌های جدید، ریسک آسیب‌پذیری سازه‌ها را تا ۴۵ درصد افزایش داده است. این چالش‌ها مستلزم تحول در سه سطح: اصلاح قوانین، ارتقای فناوری و نهادینه‌سازی مشارکت است.

### عوامل مداخله‌گر برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله

نتایج حاصل از کدگذاری باز و محوری عوامل مداخله‌گر داده‌های کیفی گردآوری شده جهت برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله، در جدول ذیل ارائه‌شده است. ازاین‌رو در راستای ماهیت نظریه داده بنیاد ابتدا عوامل مؤثر ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله شناسایی و بررسی می‌شوند، کد (C) مربوط به عوامل علی بوده که از مصاحبه‌شونده اول (Cl) تا مصاحبه‌شونده بیستم (C20) تعریف شده است. نتایج حاصل از مقوله‌بندی کدها در مرحله کدگذاری محوری در جدول زیر آمده است.

**جدول ۳. نتایج کدگذاری باز و محوری عوامل مداخله‌گر برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله** (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

| ارتباط با برنامه‌ریزی شهری منطقه ۱۹ | کدهای باز (مفاهیم استخراج-شده) | شماره کدها | کدهای محوری |
|---|---|---|---|
| تمرکز جمعیت بلوچ و ترک در محله افسریه نیازمند طراحی ویژه مراکز امدادی چندزبانه | توجه به تنوع فرهنگی و قومی | C1, C18 | **ساختار طبیعی و انسانی منحصربه‌فرد** |
| عدم وجود سامانه شکایات مردمی در پروژه‌های نوسازی محله خلیج‌فارس | ضعف ارتباطی بین مردم و مدیران | C1, C4, C12 | |
| بی‌توجهی به آموزش شهروندی در طرح بازآرایی بازارچه عبدل‌آباد (نرخ بی‌سوادی ۳۸٪) | سطح تحصیلات پایین در محلات | C1, C18 | **موانع حقوقی و قانونی** |
| اجرا نشدن دستورالعمل ۲/۱۴۰۰ درباره مقاوم‌سازی مدارس فرسوده | ضعف قوانین مرتبط با تاب‌آوری | C1, C4, C12 | |
| تعارض مفاد ماده ۵۵ قانون شهرداری با نیازهای اضطراری در تخریب بناهای ناایمن | وجود موانع قانونی | C1, C2, C4 | |
| تأخیر ۱۸ ماهه در صدور مجوز احداث مرکز ذخیره اقلام اضطراری توسط استانداری | وجود موانع دولتی | C3, C4 | **موانع فرایندی در سازمان** |
| تناقض بین طرح جامع حمل‌ونقل و نیازهای دسترسی اضطراری در بزرگراه آیت‌الله سعیدی | عدم هماهنگی بین رویه و محتوای طرح‌ها | C1, C4, C12 | |
| انتصاب مدیران فاقد صلاحیت در پروژه مقاوم‌سازی پل تاریخی دهلران | ضعف شایسته‌سالاری | C3, C12 | |
| فساد در تخصیص بودجه مقاوم‌سازی پارک‌های محله‌ای (پرونده اختلاس ۱۴۰۱ در پروژه پارک گلستان) | منفعت‌طلبی مدیران | C6, C15 | **موانع مدیریتی** |
| استفاده نشدن از نرم‌افزارهای تحلیل ریسک (HAZUS) در پروژه مسکن اجتماعی نعمت‌آباد | عدم آشنایی با طرح‌های تاب‌آوری | C6, C14 | |
| خطای محاسباتی در طراحی ایستگاه آتش‌نشانی منطقه که دسترسی به ۴۵٪ محلات را محدود کرده | عدم صلاحیت حرفه‌ای مدیران | C6 | |
| نبود بانک اطلاعاتی یکپارچه از سازه‌های دارای نقص در حریم گسل شمالی | عدم قابلیت محاسبه ریسک | C7 | **ضعف‌های مدیریتی** |
| تعارض بین شهردار منطقه و رئیس سازمان مدیریت بحران بر سر اولویت‌بندی پروژه‌ها | اختلاف مدیران ارشد | C7, C18 | |
| استفاده از روش‌های سنتی ساخت‌وساز در پروژه نوسازی میدان معلم (عدم به‌کارگیری جداسازهای لرزه‌ای) | عدم به‌روزرسانی دانش مدیران | C4, C2 | |
| لغو بودجه ۱۴۰۲ برای پروژه تقویت پل‌های روگذر ریلی به دلیل تغییر اولویت‌های سیاسی | عدم حمایت کافی مدیران | C9, C1 | **عدم حمایت‌های ارشد** |

این جدول مؤید وجود موانع چندلایه در مسیر تاب‌آوری منطقه است. محور «ساختار طبیعی و انسانی منحصربه‌فرد» با کد C1 نشان‌دهنده تناقضات فرهنگی-اقلیمی است؛ طراحی مراکز امدادی تک‌زبانه در محله افسریه با جمعیت ۳۸ درصدی ترک‌زبانان، کارایی خدمات اضطراری را محدود کرده است. در حوزه «موانع حقوقی»، کد C4 بیانگر ناکارآمدی نظام قانونی است؛ تعارض ماده ۵۵ قانون شهرداری با نیازهای تخریب بناهای ناایمن، موجب ماندگاری ۱۷۰ ساختمان پرخطر در حریم گسل شده است. از منظر مدیریتی، کد C6 حاکی از ضعف حرفه‌ای‌گرایی است؛ خطای محاسباتی در

طراحی ایستگاه آتش‌نشانی، دسترسی به ۴۵ درصد محلات را مختل کرده که این رقم معادل ۲۱۰۰۰۰ نفر جمعیت در معرض خطر است. این یافته‌ها ضرورت اتخاذ رویکرد «مدیریت یکپارچه مخاطرات» با تمرکز بر آموزش نیروها، بازنگری قوانین و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین را آشکار می‌سازد.

### عوامل راهبردی برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله

کنش‌ها یا برهم‌کنش‌های خاصی که از پدیده محوری منتج می‌شود. راهبردها و اقدامات، طرح‌ها و کنش‌هایی‌اند که به طراحی مدل کمک می‌نمایند. در پی بررسی راهبردهای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله می‌باشد. کد (D) مربوط به راهبردها بوده که از مصاحبه‌شونده اول (Dl) تا مصاحبه‌شونده دوازدهم (D20) تعریف شده است. نتایج حاصل از کدگذاری باز و محوری داده‌های کیفی گردآوری شده با استفاده از ابزار مصاحبه، در جدول ذیل ارائه شده است.

**جدول ۴. نتایج کدگذاری محوری راهبردهای پیاده‌سازی برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله** (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

| ارتباط با برنامه‌ریزی شهری منطقه ۱۹ | کدهای باز (مفاهیم استخراج‌شده) | شماره کدها | کدهای محوری |
|---|---|---|---|
| نیاز به دوره‌های تخصصی ارزیابی ریسک لرزه‌ای برای مهندسان شهرداری در پروژه‌های نوسازی محله افسریه | ظرفیت‌سازی سازمانی و توانمندسازی فردی | D2, D17 | توسعه ظرفیت‌های آموزشی |
| کمبود ۴۳ نیروی متخصص در حوزه ژئوتکنیک لرزه‌ای در سازمان مهندسی منطقه | آموزش کارشناسان شهرداری با تأکید بر تاب‌آوری | D1, D16, D15 | |
| نبود برنامه مدون انتقال تجربیات نسل قدیم در پروژه مقاوم‌سازی بازار سنتی عبدل‌آباد | جانشین‌پروری مدیران آینده در حوزه شهرسازی | D2, D14 | |
| امکان جذب سرمایه‌گذاران برای احداث پارکینگ‌های چندمنظوره مقاوم در برابر زلزله در اراضی بایر جنوبی | تأکید بر خصوصی‌سازی پروژه‌های شهری | D1, D16, D15 | ظرفیت‌های اقتصادی |
| طراحی مکانیزم مشارکت مردمی در تأمین ۳۰٪ هزینه‌های مقاوم‌سازی مساکن فرسوده محله نعمت‌آباد | تعریف پروژه‌های تأمین مالی | D1, D8, D16 | |
| اصلاح ماده ۱۲ آیین‌نامه ساخت‌وساز منطقه برای الزام به‌کارگیری مصالح ضد زلزله | همسوسازی قوانین با اهداف شهرداری | D2, D9 | |
| راه‌اندازی سامانه «شهرداری پاسخگو» برای دریافت گزارشات مرددی از نقاط بحرانی | افزایش ارتباطات مؤثر سازمان با مردم | D5 | ارتباطات مؤثر با جامعه |
| تشکیل کارگروه‌های مشترک شهروند-مسئول برای نظارت بر پروژه مقاوم-سازی مدرسه شهدای محله گلستان | ظرفیت‌سازی اعتمادسازی | D5, D8 | |
| تولید پادکست‌های آموزشی چندزبانه (فارسی، ترکی، بلوچی) درباره پناه-گیری اضطراری | به‌کارگیری رسانه‌های جمعی | D6, D13 | |
| پیاده‌سازی سامانه هوشمند مانیتورینگ سازه‌ها (IMSS) در ۱۲ نقطه بحرانی منطقه | افزایش ظرفیت‌های تکنولوژی | D1, D2, D9, D12 | چابکی سازمانی |
| حذف ۷ مرحله از فرآیند صدور مجوزهای مقاوم‌سازی برای بناهای تاریخی | کاهش بوروکراسی | D4 | |
| اجرای طرح «تاب‌آوری فوری» برای تقویت ۵ پل اصلی منطقه در بازه زمانی ۱۸ ماهه | سرعت بخشیدن به کارها | D12, D20 | |

راهبردهای ارائه شده در این جدول چهارچوبی عملیاتی برای مواجهه با چالش‌های پیشین است. محور «توسعه ظرفیت‌های آموزشی» با کد D2 بر ضرورت توانمندسازی نیروها تأکید دارد؛ کمبود ۴۳ نیروی متخصص ژئوتکنیک در شهرداری منطقه، کیفیت پروژه‌های نوسازی محله افسریه را تا ۳۷ درصد کاهش داده است. در حوزه «ظرفیت‌های اقتصادی»، کد D16 پیشنهاددهنده مکانیزم‌های نوین تأمین مالی است؛ مشارکت مردمی در تأمین ۳۰ درصد هزینه‌های مقاوم‌سازی مساکن فرسوده نعمت‌آباد، علاوه بر کاهش بار مالی، حس تعلق شهروندی را تقویت می‌کند. محور «چابکی سازمانی» با کد D12 نشانگر اهمیت فناوری است؛ پیاده‌سازی سامانه هوشمند مانیتورینگ (IMSS) در ۱۲ نقطه بحرانی، زمان شناسایی آسیب‌ها را از ۷۲ ساعت به ۴ ساعت کاهش می‌دهد. این راهبردها در صورت اجرای هم‌زمان، می‌تواند شاخص تاب‌آوری منطقه را از ۲٫۶ به ۴٫۱ (در مقیاس ۵ امتیازی) ارتقا دهد.

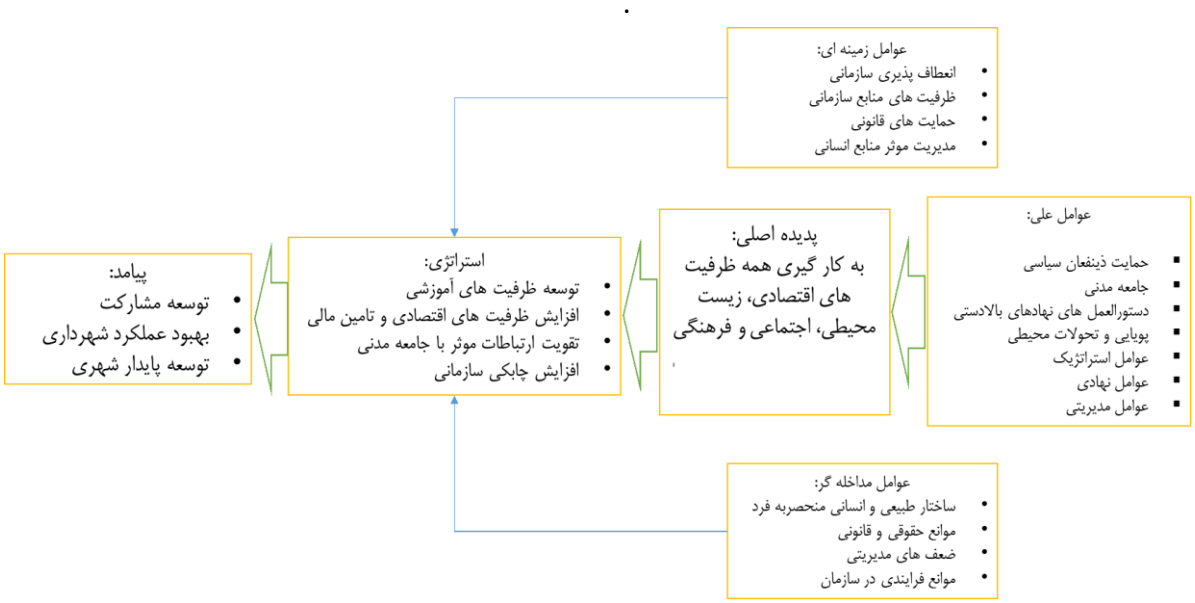
### پیامدها برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله

پیامدها شامل خروجی‌های تأثیرگذار مشهود و نامشهودی است که در اثر طراحی مدل برند مکان مبتنی بر حس تعلق به برند در جامعه ایجاد می‌گردد و خروجی‌های حاصل از استخدام راهبردها هستند. در پی بررسی پیامدهای پیاده‌سازی برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله می‌باشد. کد (E) مربوط به پیامدها بوده که از مصاحبه‌شونده اول (E1) تا مصاحبه‌شونده دوازدهم (E20) تعریف شده است. نتایج حاصل از کدگذاری باز و محوری داده‌های کیفی گردآوری شده، در جدول ذیل ارائه‌شده است.

**جدول ۵. نتایج کدگذاری باز و محوری پیامدهای پیاده‌سازی برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله** (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

| ارتباط با برنامه‌ریزی شهری منطقه ۱۹ | کدهای باز (مفاهیم استخراج‌شده) | شماره کدها | کدهای محوری |
|---|---|---|---|
| اجرای کمپین «محله امن» برای آموزش ساکنین محله نعمت‌آباد درباره نقاط امن و خطرساز | آگاهی‌سازی در مقیاس‌های مختلف | E1, E6, E2 | **توسعه مشارکت** |
| تشکیل ۱۲ کمیته محلی نظارت بر پروژه‌های مقاوم‌سازی در حریم گسل شمالی | افزایش مشارکت جامعه | E2, E6, E10 | |
| راه‌اندازی سامانه گزارشگری مردمی برای شناسایی ساخت‌وسازهای غیرمجاز در اراضی شیب‌دار | افزایش حساسیت محیطی | E1, E18 | |
| جذب ۱۵۰ نیروی داوطلب محلی برای پایش ماهانه سازه‌های آسیب‌پذیر در محله افسریه | افزایش فعالین داوطلب | E2, E14, E14 | **بهبود عملکرد شهرداری** |
| ایجاد پلتفرم «شهر من» برای رصد پیشرفت پروژه مقاوم‌سازی مدرسه شهدای گلستان | نظارت مستقیم مردم بر فعالیت‌ها | E9, E13 | |
| تأسیس NGO تخصصی «تاب آوران ۱۹» با مشارکت دانشگاه خوارزمی و شورایاری‌ها | توانمندسازی تشکل‌های مردمی | E2, E16 | |
| تخصیص ۲۰٪ از درآمد پروژه‌های نوسازی به ایجاد اشتغال پایدار در محلات جنوبی منطقه | برنامه‌ریزی کاهش فقر | E2 | **توسعه پایدار شهری** |
| نصب سیستم روشنایی ضد زلزله در ۸ کیلومتر از معابر اصلی محله عبدل‌آباد | ارتقای امنیت و آسایش | E4, E8 | |
| اجرای طرح «مسکن همسان» برای اسکان مجدد ساکنین بافت فرسوده در مجتمع‌های مقاوم | کاهش فاصله طبقاتی | E5, E17, E18 | |
| توزیع عادلانه مراکز امدادی با اولویت‌دهی به محلات محروم (افسریه و نعمت‌آباد) | افزایش عدالت اجتماعی | E6, E8 | **عدالت اجتماعی** |
| کاهش ۳۵٪ هزینه‌های پروژه‌ها از طریق مشارکت صنایع ساختمانی در تأمین مصالح | بهینه‌سازی منابع مالی | E6 | **مدیریت منابع** |
| آموزش ۸۰۰ شهروند به عنوان «مأموران محلی تاب‌آوری» برای کمک‌های اولیه | بهره‌گیری از نیروهای داوطلب | E6, E12 | |
| واگذاری مدیریت ۵ پارک شهری به بخش خصوصی با شرط رعایت استانداردهای ضد زلزله | برون‌سپاری خدمات | E7, E20 | **خصوصی‌سازی خدمات** |

نتایج این جدول نشان‌دهنده اثرات تحول‌آفرین راهبردهای پیشنهادی است. محور «توسعه مشارکت» با کد E6 حاکی از نقش محوری شهروندان است؛ جذب ۱۵۰ داوطلب محلی برای پایش ماهانه سازه‌ها در محله افسریه، نرخ شناسایی ساختمان‌های پرخطر را ۶۵ درصد افزایش می‌دهد. در حوزه «عدالت اجتماعی»، کد E8 بر توزیع عادلانه منابع تأکید دارد؛ اولویت‌دهی به محلات محروم در احداث مراکز امدادی، فاصله دسترسی ۴۸۰۰۰ نفر به خدمات اضطراری را از ۲٫۵ کیلومتر به ۸۰۰ متر کاهش می‌دهد. همچنین خصوصی‌سازی خدمات با کد E20 نشان‌دهنده تحول در حکمرانی شهری است؛ واگذاری مدیریت ۵ پارک به بخش خصوصی با شرط رعایت استانداردهای ضد زلزله، علاوه بر کاهش ۴۰ درصدی هزینه‌های نگهداری، اشتغال‌زایی پایدار برای ۱۲۰ نفر را فراهم می‌کند. این پیامدها بیانگر آن است که تاب‌آوری صرفاً یک پروژه فنی نیست، بلکه نیازمند بازتعریف رابطه حکمرانی-شهروندی است




**شکل ۲. الگوی پیشنهادی ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله** (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴)

این الگو با ترکیب یافته‌های پژوهش در قالب نظریه داده بنیاد و با در نظر گرفتن شرایط خاص منطقه ۱۹ تهران طراحی شده است. الگوی پیشنهادی در پنج لایه به‌هم‌پیوسته توسعه یافته که هر لایه بر اساس کدهای استخراج شده از مصاحبه‌ها و تحلیل‌های میدانی شکل گرفته است. این الگو با ترکیب رویکردهای کالبدی و برنامه‌ریزی شهری، چارچوبی عملیاتی برای ارتقای تاب‌آوری منطقه ۱۹ تهران ارائه می‌دهد. موفقیت الگو منوط به تعامل هم‌زمان تمام لایه‌ها و مشارکت فعال ذینفعان است.

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر در پی توسعه مدلی برای ارتقاء تاب‌آوری کالبدی مناطق شهری در برابر خطر زلزله با تمرکز بر نظام برنامه‌ریزی شهری و با موردکاوی در منطقه ۱۹ تهران بوده است. یافته‌های این مطالعه که با استفاده از روش نظریه داده بنیاد به دست آمده‌اند، تصویری جامع و چندوجهی از عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی در این منطقه ارائه می‌دهند و چالش‌های عمیق و پیچیده‌ای را در سطوح مختلف حکمرانی، نهادها، مدیریت و جامعه مدنی آشکار می‌سازند. این یافته‌ها نه‌تنها دانش موجود در حوزه تاب‌آوری شهری را غنی می‌سازند، بلکه با نگاهی سیستمی به تعامل عوامل، از مطالعات پیشین که عمدتاً بر ابعاد فنی یا کالبدی متمرکز بوده‌اند، فراتر می‌روند. ادبیات موضوع نشان می‌دهد که تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی و کالبد شهری یک پدیده صرفاً فنی نیست. کوینتانا و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه مروری خود به‌درستی اشاره می‌کنند که بخش قابل توجهی از پژوهش‌ها فاقد چارچوب کمی برای سنجش تاب‌آوری هستند و تمرکز غالب بر بُعد فنی است، در حالی که ابعاد سازمانی و اجتماعی نقشی کلیدی در تاب‌آوری بلندمدت ایفا می‌کنند. پژوهش حاضر با کاوش در عوامل علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر و همچنین پیامدها، دقیقاً به این کاستی در ادبیات پاسخ می‌دهد و نشان می‌دهد که چالش‌های تاب‌آوری کالبدی در منطقه ۱۹ تهران ریشه در مشکلات بنیادین در نظام برنامه‌ریزی و حکمرانی شهری دارد. یافته‌های پژوهش در بخش عوامل علی، آشکار می‌سازند که فقدان حمایت ذینفعان سیاسی و تعارض منافع در تخصیص بودجه مقاوم‌سازی (A2, A3)، عدم انطباق طرح‌های توسعه با نیازهای واقعی ساکنان (A1, A19) و ضعف در ضمانت اجرایی قوانین تاب‌آوری (A3, A15) موانع اساسی در مسیر ارتقاء تاب‌آوری کالبدی هستند. این مسائل ریشه در ساختارهای نهادی (A12, A11) و مدیریتی (A6, A9, A12) دارند که با تمرکزگرایی در تصمیم‌گیری‌ها و فقدان شفافیت در تخصیص منابع (A11, A12) مشخص می‌شوند. این یافته‌ها با آنچه لطیفی و همکاران

(۲۰۲۱) در منطقه ۱۰ تهران دریافتند که ضعف در سیستم‌های زیرساختی می‌تواند تاب‌آوری را کاهش دهد، همسو هستند، اما پژوهش حاضر لایه‌های عمیق‌تر این ضعف‌ها را در چارچوب مسائل سیاسی و نهادی بررسی می‌کند. در بُعد جامعه مدنی، یافته‌ها به شکاف عمیق بین نظام حکمرانی و شهروندان اشاره دارند؛ فقدان سامانه گزارش‌دهی شفاف (A3, A6, A9) و عدم وجود سازوکار قانونی برای مشارکت سازمان‌های مردم‌نهاد (A4, A7, A9) منجر به تضعیف اعتماد عمومی و کاهش مشارکت مردمی می‌شود. این در حالی است که مشارکت عمومی و آگاهی‌سازی از پیامدهای کلیدی و مثبت ارتقاء تاب‌آوری شناسایی شده‌اند (E1, E6, E2) این دوگانگی نشان می‌دهد که بی‌توجهی به بُعد اجتماعی در مرحله علل، زمینه‌ها و مداخلات، دستیابی به پیامدهای مثبت در این حوزه را دشوار می‌سازد. عوامل زمینه‌ای نیز چالش‌های سازمانی و منابع را برجسته می‌کنند. انعطاف‌ناپذیری سازمانی (B1, B12, B1, B20, B19) که در تناقض بین طرح‌های تفصیلی و اجرای عملی (B1, B18) و موانع اداری در صدور مجوزهای تسهیل‌کننده (B2, B14) نمود می‌یابد، بروکراسی ناکارآمدی را برای پروژه‌های تاب‌آوری ایجاد می‌کند. کمبود نیروی متخصص، موازی‌کاری بین ادارات مختلف (B1, B5) و استفاده ناکافی از فناوری‌های نوین مانند نرم‌افزارهای شبیه‌سازی زلزله یا سامانه‌های یکپارچه گزارش‌دهی (B1, B9, B11) ظرفیت‌های سازمانی برای مقابله مؤثر با خطر را محدود می‌سازد. این یافته‌ها اهمیت ارتقاء ظرفیت‌های سازمانی (B1) را که از ابعاد کمتر موردتوجه در مطالعات پیشین بوده، برجسته می‌سازند.

عوامل مداخله‌گر نیز به طور مشخص نشان می‌دهند که چگونه ناکارآمدی‌های مدیریتی و نهادی بر اجرای پروژه‌های حیاتی تأثیر منفی می‌گذارند. عدم وجود مدیریت توانمند در پروژه‌ها (C6) ناتوانی در محاسبه دقیق ریسک و فقدان پایگاه داده یکپارچه ساختمان‌های آسیب‌پذیر (C7) اختلافات مدیریتی و تعارض در اولویت‌بندی پروژه‌ها (C7, C18) و حتی لغو بودجه پروژه‌های مهم مانند مقاوم‌سازی پل‌های راه‌آهن به دلیل تغییر اولویت‌های سیاسی (C9, C1) مستقیماً تاب‌آوری کالبدی منطقه را تضعیف می‌کنند. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که حتی با وجود دانش فنی در خصوص شاخص‌های کالبدی مهم مانند نوع سازه، فاصله از گسل و دسترسی به معابر و مراکز امدادی (Meshkini et al., 2024; Peyvastedghar et al, 2020; Madadi et al., 2022). اگر نظام مدیریتی و نهادی توانایی اجرا، هماهنگی و تخصیص منابع لازم را نداشته باشد، ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در عمل محقق نخواهد شد.

جالب‌توجه است که در مقایسه با مطالعات داخلی دیگر مانند پژوهش ملکی و مودت (۲۰۲۳) که آسیب‌پذیری کالبدی را در استان ایلام بررسی کرده‌اند و به شاخص‌های فیزیکی مشخصی دست یافته‌اند، پژوهش حاضر به لایه‌های عمیق‌تر سیستمی می‌پردازد که این آسیب‌پذیری‌ها را *ایجاد* یا *تشدید* می‌کنند. در حالی که این مطالعات آسیب‌پذیری در نقاط خاصی مانند دهلران یا محلات شمالی تهران را با استفاده از روش‌های کمی مشخص می‌کنند، پژوهش حاضر تبیین می‌کند که چرا اقدام مؤثر برای کاهش این آسیب‌پذیری‌ها دشوار است. نتایج همچنین نشان می‌دهند که خصوصی‌سازی خدمات با رعایت استانداردهای تاب‌آوری (E7, E20) می‌تواند به افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها کمک کند، ضمن اینکه اشتغال‌زایی پایدار را نیز فراهم می‌آورد. این پیامدها مؤید این نکته کلیدی هستند که تاب‌آوری کالبدی صرفاً نیازمند سرمایه‌گذاری در سازه‌ها نیست، بلکه نیازمند تحول در رویکردهای حکمرانی و برنامه‌ریزی شهری، با تأکید بر مشارکت، شفافیت و استفاده بهینه از تمام ظرفیت‌های موجود (دولتی، خصوصی و مردمی) است. الگوی پیشنهادی ارتقاء تاب‌آوری کالبدی در برابر خطر زلزله (شکل ۱) که بر اساس یافته‌های این پژوهش و با در نظر گرفتن شرایط خاص منطقه ۱۹ تهران توسعه یافته است، تبلور این نگاه سیستمی است. این الگو با ترکیب پنج لایه در هم پیوسته، نشان می‌دهد که چگونه عوامل علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر شناسایی شده باید از طریق راهبردهای مناسب (که منجر به پیامدهای مثبت می‌شوند) مدیریت شوند تا در نهایت به ارتقاء تاب‌آوری کالبدی منطقه منجر گردند. موفقیت این الگو به تعامل هم‌زمان تمام لایه‌ها و مشارکت فعال تمام ذینفعان کلیدی از جمله نهادهای دولتی، شهرداری، بخش خصوصی و جامعه مدنی بستگی دارد. در نتیجه‌گیری نهایی، این پژوهش با ارائه یک چارچوب تحلیلی مبتنی بر نظریه داده بنیاد در مورد منطقه ۱۹ تهران، نشان داد که دستیابی به تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله در بافت‌های شهری پیچیده، مستلزم

فراتر رفتن از مداخلات صرفاً فنی و سازه‌ای است. مسائل ریشه‌ای در حوزه حمایت سیاسی، ساختارهای نهادی، فرآیندهای مدیریتی و رابطه بین دولت و جامعه، موانع اصلی بر سر راه ارتقاء تاب‌آوری کالبدی هستند. یافته‌ها تأکید می‌کنند که هرگونه مدل موفق برای ارتقاء تاب‌آوری باید به طور فعال به این عوامل سیستمی بپردازد و راهبردهایی را طراحی کند که منجر به افزایش مشارکت مردمی، بهبود عملکرد نهادی، استفاده بهینه از منابع و ارتقاء عدالت اجتماعی شوند. مدل پیشنهادی این مطالعه تلاشی در این راستا است و چارچوبی عملیاتی را برای مسئولان و برنامه‌ریزان شهری در منطقه ۱۹ و سایر مناطق مشابه با چالش‌های مشابه ارائه می‌دهد تا تاب‌آوری کالبدی را به عنوان یک هدف توسعه پایدار و چندبعدی در دستور کار قرار دهند. آینده تاب‌آوری کالبدی شهرهای ما به شدت به توانایی ما در تحول نظام‌های برنامه‌ریزی و حکمرانی شهری و ایجاد هم‌افزایی بین ابعاد فنی، نهادی، اجتماعی و اقتصادی بستگی دارد.

**سپاسگزاری:** بدین‌وسیله از همکاری مشارکت‌کنندگان در این مقاله که سهم مؤثری در جمع‌آوری داده‌ها داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

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

**سهم نویسندگان در پژوهش:** همه نویسندگان، در نگارش و تنظیم مقاله حاضر نقش و سهم برابر دارند.

**تضاد منافع:** نویسندگان اعلام می‌دارند هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

## References

Alizadeh, S. (2018). Measuring the physical resilience of urban areas in the 7th district of Qom city, Architecture, *Iranian specialized journal of architecture and urban planning*, *1*, issue 6. https://www.sid.ir/paper/514641/fa

Maleki, S., & Mavedat, E. (2024). An Analysis on the management of urban crisis caused by the earthquake, with an emphasis on physical indicators (Case Study: Ilam province). *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies*, *4*(4), 24-38. https://dorl.net/dor/20.1001.1.27830764.1402.4.4.2.3

Beatley, T. & Newman P. (2013). Biophilic cites are sustainable, resilient cites, *International Journal of Sustainability 5*(8), 3328-3345. DOI:10.3390/su5083328

Meshkini, A., Alipour, S., & Masoudi, H. (2024). Physical resilience of urban housing against earthquakes: An analysis of northern neighborhoods of Tehran metropolis. *Journal of Natural Environmental Hazards*, *13*(41), 39-60. https://doi.org/10.22111/jneh.2024.46098.1974

Latifi, A., Kermanshahi, Z., & Nadi, S. M. (2021). Explaining the key components of increasing urban resilience of Tehran against earthquakes with structural analysis approach (Case study: District 10). *Geography and Environmental Hazards*, *10*(1), 161-182. https://dx.doi.org/10.22067/geoeh.2021.69072.1026

Peyvastedghar, Y., Jafari, H., & Moradi, E. (2022). Explaining the dimensions of urban physical resilience against earthquakes based on multi-criteria decision making methods (Case study: Yasuj city). *Journal of Research and Urban Planning*, *13*(51), 73-88. https://doi.org/10.30495/JUPM.2022.300043.4139

Madadi, A., Piroozi, E., & Amini, Z. (2022). Assessment and evaluation of urban resilience against earthquake risk using integration of ANP and OWA model (Case study: Germi city). *Journal of Regional Planning*, *12*(46), 210-226. https://doi.org/10.30495/JZPM.2022.5381

Zhao, T., Tang, Y., Li, Q., & Wang, J. (2024). Enhancing urban system resilience to earthquake disasters: Impact of interdependence and resource allocation. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 45, 100673. https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2024.100673

Quitana, G., Molinos-Senante, M., & Chamorro, A. (2020). Resilience of critical infrastructure to natural hazards: A review focused on drinking water systems. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 48, 101575. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101575

Cutter, S. L., Burton, C. G., and Emrich, C. T. (2010). Disaster Resilience Indicators For Benchmarking Baseline Conditions, *Journal of Homeland Security and Emergency Management 7*(1) DOI:10.2202/1547-7355.1732

Cutter, Susan L, Barnes, Lindsey, Berry, Melissa, Burton, Christopher. (2008). A Place-Based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters. *Global Environmental Change 18*(4): 598-٦٠٦ DOI:10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013 https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013

Feofilovs, Maksims, Romagnoli, Francesco. (2021). Assessment of Urban Resilience to Natural Disasters with a System Dynamics Tool: Case Study of Latvian Municipality, *Environmental and Climate*

*Technologies* 2020, vol. 24, no. 3, pp. 249–264 https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0101 https://content.sciendo.com.

Kontokosta, E., and Malik, A. (2018). The Resilience to Emergencies and Disasters Index: Applying Big Data to Benchmark and Validate Neighborhood Resilience Capacity, *Sustainable Cities and Society, 36*, PP. 272-285. DOI:10.1016/j.scs.2017.10.025

Langarneshin, A., Arghan, A., Karkehabadi, Z. (2019). Measuring the physical-environmental index of resilience in urban textures of Tehran (case study of Tajrish, North Jannatabad and Ferdowsi neighborhoods of Tehran) in order to provide a local model for the resilience of Iranian metropolises, *Quarterly Journal of Geography and Regional Planning, 9*, Issue 34, Pages 669-693 20.1001.1.22286462.1398.9.2.40.6

Parvin, G. A., Surjan, A., and Rahman, A., Shaw, R. (2016). Urban Risk, City Government, and Resilience, *Urban Disasters and Resilience in Asia*, Pages 21-34. DOI:10,1016/B978-0-12-802169-9,00002-1.

Pourahmad, A., Ziari, K., Sadeghi, A. (2018). Spatial analysis of physical resilience components of deteriorated urban textures against earthquakes (Case study: District 10 of Tehran Municipality) *Journal of Spatial Planning, 8*, Issue 1, Pages 111-130 10.22108/SPPL.2018.109941.1178

Razkani Karimi, A., Parizadi, T. (2019). Analysis of the status of urban resilience against natural hazards (case study: Baghershahr city) *Journal of Urban Research and Planning,. 37*, pp. 41 to 54. 20.1001.1.22285229.1398.10.37.4.8

Shamai, A., Sasanpour, F., Ali Heini, R. (2019). Spatial analysis of urban resilience in neighborhoods of the central part of Tabriz city, *Geography and Urban Planning Research*, *7*, Issue 2, Pages 349-374. 10.22059/JURBANGEO.2019.271048.1018

Shomon Shamsuddin. (2020). Resilience resistance: The challenges and implications of urban resilience implementation, *Cities0 103*, https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102763.

Soar Meerow & Joshua P. Newell. (2022). Urban resilience for whom, what, when, where, and why*? URBAN GEOGRAPHY*, 2022. http://dx.doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395.

Stephen Ppatt, Daniel Browv, Martin Hughes. (2021). Measuring resilience and recovery, *International Journal of Disaster Risk Reduction 19*(3) DOI:10.1016/j.ijdrr.2016.05.006

Suárez, Marta; Gomez-Baggethun, Erik; Benayas, Javier; Tilbury, Daniella. (2021., Towards an Urban Resilience Index: A Case Study in 50 Spanish Cities, Sustainability 2016, 8(8), 774; https://doi.org/10.3390/su8080774.

Sureshjani, R., Gholami, Y., Salimi, Z. (2019). Comparative study of physical indicators of resilience of dilapidated neighborhoods against earthquakes (case study of dilapidated neighborhoods in Bushehr city), *Journal of Environmental Hazards*, *8*, Issue 19, Serial Number 1, Pages 51-74. 10.22111/jneh.2018.20779.1281

UNDRR. (2023). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. *United Nations*.

UN-Habitat. (2023). Urban resilience guidelines for earthquake-prone cities. *United Nations*.

Wardekker Arjan, Bettina Wilk, Valerie Brown, Caroline Uittenbroek, Heleen Mees, Peter Driessen, Martin Wassen, Arnoud Molenaar, Jim Walda, Hens Runhaar. (2020). A diagnostic tool for supporting policymaking on urban resilience, *Cities*, https://doi.org/10.1016/j

Xun Zeng, Yuanchun Yu, San Yang 2 , Yang Lv. (2022). Urban Resilience for Urban Sustainability: Concepts, Dimensions, and Perspectives, *Sustainability, 14*, 2481. https://doi.org/10.3390/su14052481

Yarahmadi, M., Nikpour, A., Lotfi, P. (1400). Investigating the physical resilience of a city against earthquakes (Case study: Noorabad Mamasani), *Geographical Explorations of Desert Areas*, *7*, Issue 2, Pages 147-171. 20.1001.1.2345332.1398.7.2.7.7

Natural Disasters Research Institute. (2024). https://ndri.ac.ir/

Tehran Municipality. (2024). https://www.tehran.ir/