# Analyzing the Role of Physical Structures and Environmental Quality in Enhancing Residential Resilience to Reduce Human Consequences of Crises: A Case Study of Ekbatan Town, Tehran

Original Article

**Mohammadreza Etminanmehr[1], Ali Asgari[2*], Ali Akbari[3]**

*1- Department of Architecture, Kha. C, Islamic Azad University, Khalkhal, Iran*
*2- Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
*3- Department of Architecture CR, C. Islamic Azad University, Tehran, Iran*

## ARTICLE INFO

***Article History***

Received: 2025-07-12
Revised: 2025-09-23
Accepted: 2025-09-24

***Keywords***

Ekbatan Town
Environmental Quality
Human Consequences of Crises
Physical Structures
Residential Resilience

## ABSTRACT

### Introduction

Recent studies suggest that residential environments with favorable perceptual and aesthetic qualities can enhance residents' psychological resilience during emergencies, strengthen social cohesion, and thereby facilitate participatory, caring, and supportive actions in the face of crises (Al Humaiqani et al., 2022). Accordingly, a simultaneous examination of physical structures and environmental quality is essential, not only from a functional perspective but also from the viewpoint of combined resilience. Focusing solely on structural resistance without considering the living and psychological conditions of residents cannot fully explain the performance of residential areas during crises. Settlements designed through systematic and foresighted approaches possess internal capacities to absorb, contain, and reorganize in response to environmental and social disruptions. These capacities manifest in risk-adaptive architectural patterns, multifunctional open spaces, logical access networks, and the enhancement of neighborhood attachment and cohesion. Among Iranian residential complexes, Ekbatan Town in Tehran—one of the most prominent modernist high-density developments—provides a suitable context for an empirical investigation of these concepts. Its diverse block structures, inter-building open spaces, organized street layout, and relatively stable environmental qualities make it a compelling case for exploring the linkage between physical design, environmental quality, and residential resilience. The main research question is therefore how and to what extent physical structures and ecological quality in large-scale urban housing complexes such as Ekbatan influence the enhancement of residential resilience and the reduction of human consequences of crises.

### Materials and Methods

This study employed a mixed-methods design, comprising both quantitative and qualitative components. In the quantitative phase, structural equation modeling (SEM) with a partial least squares approach (PLS-SEM) was employed. The statistical population comprised all residents of Ekbatan Town, with an estimated population of 51,245. Using Cochran's formula and a 95% confidence level, a sample size of 383 residents was determined. Stratified random sampling proportional to the population of the three phases of the complex was used to ensure balanced representation. Data were collected through a structured, researcher-designed questionnaire whose content validity

* Corresponding author: al_asgari@sbu.ac.ir

was confirmed by experts in urban planning, physical design, and crisis management. Reliability was assessed using Cronbach's alpha, composite reliability (CR), and average variance extracted (AVE). Data analysis was performed in SmartPLS in two stages: validation of the measurement model (CFA, AVE, CR, HTMT) and evaluation of the structural model (path coefficients, $R^2$, $Q^2$, $f^2$, and overall goodness-of-fit indices).

The qualitative phase aimed to complement and validate the questionnaire findings through field investigation. This included direct observation, on-site documentation, and analytical photography of the three phases of Ekbatan. The collected images captured actual conditions of physical and environmental elements such as block density, building orientation, emergency access routes, open spaces, and stairways. Qualitative analysis, conducted through an interpretive approach focusing on architectural and urban design criteria, was used to identify the strengths and weaknesses of the complex in relation to residential resilience. The integration of quantitative and qualitative data ensured that technical and physical indicators were assessed not only through residents' perceptions but also through tangible field evidence, thereby enhancing the validity and comprehensiveness of the results.

## Findings

The structural equation modeling revealed that both physical structures and environmental quality exert a direct and positive effect on residential resilience. Residential resilience, in turn, plays a key mediating role in reducing the human consequences of crises. Path coefficients and model fit indices were statistically significant and acceptable. Key elements with the highest impact included spatial configuration, emergency accessibility, infrastructure quality, environmental comfort, safety and perceived security, as well as the availability of active public spaces. A comparative analysis across the three phases of Ekbatan revealed that phases with more open designs, more organized street networks, and higher environmental quality exhibited greater resilience. In contrast, phases characterized by higher density, weaker emergency services, or spatial blockages showed greater vulnerability in crisis scenarios. These findings align with domestic research—such as Maghdesi et al. (2024) highlighting the role of biophilic design in enhancing resilience in Tehran International Tower, and Habibzadeh (2025) emphasizing the effects of physical deterioration and street width on neighborhood resilience in Urmia—as well as international studies, including Ghaffarian et al. (2025) in Istanbul and Mulligan et al. (2022) on green and adaptive infrastructures, thereby reinforcing the global relevance of the present results.

## Conclusion

This research demonstrates that enhancing residential resilience in high-density urban contexts requires simultaneous attention to physical, environmental, and social dimensions. Functional physical elements can mitigate the human impacts of crises only when accompanied by appropriate environmental quality. Based on the findings, four key strategies are recommended for strengthening residential resilience in Ekbatan and similar dense housing developments: (1) upgrading infrastructure and redesigning street hierarchies to improve emergency access and modernize essential facilities; (2) improving environmental quality through the development of active public spaces, safe lighting, and better maintenance services; (3) implementing soft interventions such as resident training, strengthening informal social networks, and fostering a stronger sense of place; and (4) revising the physical patterns of high-rise residential complexes with an emphasis on spatial resilience principles. The novelty of this research lies in the integration of quantitative structural modeling with qualitative field evidence, as well as in the comparative analysis of the different phases of Ekbatan, providing a localized and practical framework for assessing residential resilience in dense Iranian urban fabrics.

COPYRIGHTS

©2022 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Etminandar M. Asgari A. Akbari A. Analyzing the Role of Physical Structures and Environmental Quality in Enhancing Residential Resilience to Reduce Human Consequences of Crises: A Case Study of Ekbatan Town, Tehran. Urban Economics and Planning Vol 6(4):220-243. [In Persian]

DOI: 10.22034/UEP.2025.533982.1666

# تحلیل نقش ساختارهای کالبدی و کیفیت محیطی در ارتقای تاب‌آوری سکونتی با هدف کاهش پیامدهای انسانی بحران‌ها؛ مطالعهٔ موردی: شهرک اکباتان تهران

مقالهٔ پژوهشی

محمدرضا اطمینان‌مهر[۱]؛ علی عسگری[۲*]؛ علی اکبری[۳]

۱- پژوهشگر دورهٔ دکتری، گروه معماری، واحد شهر خلخال، دانشگاه آزاد اسلامی، خلخال، ایران
۲- استادیار، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه معماری، واحد یادگار امام خمینی(ره) شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

**اطلاعات مقاله**

**تاریخ‌های مقاله**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۲

**کلمات کلیدی**

تاب‌آوری سکونتی
ساختارهای کالبدی
کیفیت محیطی
پیامدهای انسانی بحران
شهرک اکباتان

## چکیده

### مقدمه

پژوهش‌های نوین در حوزهٔ برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران نشان داده‌اند محیط‌های مسکونی با کیفیت ادراکی، عملکردی و زیباشناختی مطلوب، ضمن افزایش آستانهٔ تحمل روانی ساکنان در شرایط اضطراری، انسجام اجتماعی را تقویت می‌کنند و از طریق شکل‌دهی شبکه‌های حمایتی و کنش‌های مشارکتی، زمینهٔ کاهش خسارت‌های انسانی را فراهم می‌سازند. بر این‌اساس، بررسی هم‌زمان ساختارهای کالبدی و کیفیت محیطی سکونتگاه‌ها نه‌تنها از منظر کارکردی، بلکه از دیدگاه تاب‌آوری ترکیبی ضرورت دارد؛ زیرا تمرکز صرف بر مقاومت سازه‌ای بدون توجه به شرایط زیستی، حسی و روانی قادر نیست تبیین جامعی از عملکرد سکونتگاه‌ها در دوران بحران ارائه دهد. سکونتگاه‌هایی که بر پایهٔ رویکرد نظام‌مند، طراحی پیش‌نگرانه و استفاده از الگوهای معماری انعطاف‌پذیر شکل گرفته‌اند، معمولاً از ظرفیت‌های درونی برای جذب، مهار و بازسازماندهی در برابر اختلالات محیطی و اجتماعی برخوردارند. این ظرفیت‌ها می‌توانند در قالب الگوهای معماری سازگار با خطر، طراحی فضاهای باز چندمنظوره، شبکه‌های دسترسی منطقی، زیرساخت‌های تاب‌آور، و ارتقای کیفیت حس تعلق و انسجام محله‌ای تجلی یابند.

در این‌میان، شهرک اکباتان به عنوان یکی از نمونه‌های شاخص شهرسازی مدرن ایران که در دههٔ ۱۳۵۰ با الگوی معماری مدرن و تراکم بالا احداث شده است، بستر مناسبی برای بررسی تجربی این مفاهیم فراهم می‌کند. ساختار بلوکی متنوع، فضاهای باز میان‌ساختمانی، چیدمان منظم معابر، و ویژگی‌های محیطی نسبتاً پایدار، این شهرک را به نمونه‌ای قابل مطالعه در زمینهٔ پیوند میان طراحی کالبدی، کیفیت محیطی و تاب‌آوری سکونتی بدل ساخته است. از سوی دیگر، تحولات اجتماعی دهه‌های اخیر، افزایش تراکم جمعیت، تغییر الگوی مالکیت و بروز چند رخداد اضطراری محدود، امکان تحلیل چندلایه ارتباط میان عوامل محیطی و پیامدهای انسانی بحران‌ها را در این محله مهیا ساخته است. در این چارچوب، پرسش اصلی تحقیق آن است که ساختارهای کالبدی و کیفیت محیطی در مجتمع‌های مسکونی بزرگ‌مقیاس شهری نظیر شهرک اکباتان، چگونه و تا چه میزان می‌توانند در ارتقای تاب‌آوری سکونتی و کاهش پیامدهای انسانی بحران‌ها نقش‌آفرینی کنند.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق با رویکرد ترکیبی (Mixed Methods) و در دو بخش کمی و کیفی طراحی شده است تا از یک سو، روابط علّی میان متغیرها با روش‌های آماری پیشرفته آزمون شود و از سوی دیگر، شواهد عینی محیطی برای تکمیل داده‌های ادراکی گردآوری شود.

* نویسندهٔ مسئول: al_asgari@sbu.ac.ir

در بخش کمی، از مدل‌سازی معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) استفاده شد. جامعهٔ آماری پژوهش کلیهٔ ساکنان شهرک اکباتان تهران با جمعیت تقریبی ۵۱،۲۴۵ نفر بود. حجم نمونه با بهره‌گیری از فرمول کوکران و سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۳۸۳ نفر برآورد شد. به منظور دستیابی به توزیع متوازن پاسخ‌دهندگان، نمونه‌گیری به صورت تصادفی طبقه‌ای و متناسب با جمعیت سه فاز شهرک انجام شد. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه ساخت‌یافته و پژوهشگرساخته بود که روایی محتوایی آن با نظر خبرگان حوزه‌های شهرسازی، طراحی کالبدی و مدیریت بحران تأیید شد. پایایی ابزار نیز با محاسبهٔ آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی (CR) و میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) مورد سنجش قرار گرفت. تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SmartPLS و در دو سطح انجام شد: نخست اعتبارسنجی مدل اندازه‌گیری با استفاده از شاخص‌های CFA، AVE، CR و HTMT و سپس ارزیابی مدل ساختاری از طریق ضرایب مسیر، $R^2$، $Q^2$، $f^2$ و شاخص‌های برازش کلی.

در بخش کیفی، به منظور تکمیل و اعتبارسنجی یافته‌های پرسشنامه‌ای، بررسی میدانی گسترده صورت گرفت. این بررسی شامل مشاهدهٔ مستقیم، برداشت عینی، عکاسی تحلیلی از کالبد فضاها و مستندسازی تصویری در هر سه فاز شهرک بود. تصاویر گردآوری‌شده وضعیت واقعی عناصر کالبدی و محیطی از جمله تراکم بلوک‌ها، نحوهٔ قرارگیری ساختمان‌ها، مسیرهای دسترسی اضطراری، فضاهای باز، کیفیت مبلمان شهری و مسیرهای پله را نشان می‌داد. تحلیل کیفی با رویکرد تفسیری و تمرکز بر معیارهای معماری و شهرسازی صورت گرفت تا قوت‌ها و ضعف‌های کالبدی و محیطی شهرک در ارتباط با تاب‌آوری سکونتی شناسایی شود. ادغام داده‌های کمی و کیفی موجب شد که شاخص‌های فنی و کالبدی تنها بر مبنای ادراک ذهنی ساکنان سنجیده نشوند، بلکه با شواهد میدانی و داده‌های عینی تکمیل و اعتبارسنجی شوند. این رویکرد ترکیبی ضمن رفع ضعف‌های احتمالی روش پرسشنامه‌ای، امکان دستیابی به نتایجی معتبر، جامع و قابل تعمیم را فراهم ساخت.

## یافته‌ها

نتایج تحلیل معادلات ساختاری نشان داد ساختارهای کالبدی و کیفیت محیطی هر دو به طور مستقیم و مثبت بر تاب‌آوری سکونتی اثرگذار هستند و تاب‌آوری سکونتی نیز به عنوان متغیر میانجی نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش پیامدهای انسانی بحران‌ها ایفا می‌کند. ضرایب مسیر و شاخص‌های برازش مدل، معناداری این روابط را تأیید کردند. عناصر کلیدی شامل چیدمان فضایی منظم، شبکهٔ دسترسی اضطراری کارآمد، کیفیت زیرساخت‌ها، آسایش محیطی، امنیت و حس ایمنی، و وجود فضاهای عمومی فعال، بیشترین ظرفیت اثرگذاری را در ارتقای تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری داشتند.

مقایسهٔ میان فازهای شهرک نشان داد فازهایی که دارای طراحی بازتر، شبکهٔ معابر منظم‌تر، فضاهای باز چندمنظوره و کیفیت محیطی بالاتر هستند، از تاب‌آوری بیشتری برخوردارند. در مقابل، فازهایی با تراکم کالبدی بالا، ضعف در خدمات اضطراری، یا انسداد فضایی، در سناریوهای بحرانی آسیب‌پذیری بیشتری را تجربه می‌کنند. این یافته‌ها با مطالعات داخلی همسو است؛ از جمله تحقیق مقدسی و همکاران (۲۰۲۳) در برج بین‌المللی تهران که نقش طراحی بیوفیلیک را در ارتقای تاب‌آوری برجسته کرده و پژوهش حبیب‌زاده (۲۰۲۴) که اثر فرسودگی کالبدی و عرض معابر را در کاهش تاب‌آوری محلات ارومیه نشان داده است. همچنین، همخوانی نتایج با مطالعات بین‌المللی نظیر غفاریان و همکاران (۲۰۲۵) در استانبول و مولیگان و همکاران (۲۰۲۲) دربارهٔ زیرساخت‌های سبز و انطباق‌پذیر، جایگاه یافته‌های این تحقیق را در ادبیات جهانی تاب‌آوری مسکونی تثبیت می‌کند.

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان می‌دهد ارتقای تاب‌آوری سکونتی در بافت‌های متراکم شهری مستلزم توجه هم‌زمان به ابعاد فنی، اجتماعی و محیطی است. عناصر کالبدی در صورتی می‌توانند آثار انسانی بحران‌ها را کاهش دهند که با کیفیت محیطی مناسب و شبکه‌های اجتماعی پویا همراه باشند. بر اساس یافته‌های تحقیق، راهبردهای پیشنهادی برای ارتقای تاب‌آوری سکونتی در اکباتان و بافت‌های مشابه در چهار محور قابل پیگیری است:

۱. تقویت زیرساخت‌ها و بازطراحی سلسله‌مراتب معابر برای بهبود دسترسی اضطراری و نوسازی تجهیزات زیربنایی؛

۲. ارتقای کیفیت محیطی از طریق طراحی فضاهای عمومی فعال، نورپردازی ایمن، بهبود مبلمان شهری و خدمات نگهداری مستمر؛

۳. مداخلات نرم‌افزاری نظیر آموزش ساکنان، تقویت شبکه‌های اجتماعی غیررسمی، ارتقای حس تعلق و مشارکت اجتماعی؛

۴. بازنگری الگوهای کالبدی مجتمع‌های بلندمرتبه با تأکید بر اصول تاب‌آوری فضایی، انعطاف‌پذیری عملکردی و پیش‌بینی سناریوهای بحران.

نوآوری اصلی این پژوهش در ترکیب تحلیل‌های کمی (مدل‌سازی معادلات ساختاری) با شواهد کیفی میدانی و نیز مقایسهٔ تطبیقی میان فازهای شهرک اکباتان است که امکان شناسایی دقیق ضعف‌ها و قوت‌های طراحی فضایی را فراهم می‌کند و الگویی بومی برای ارزیابی تاب‌آوری سکونتی در بافت‌های متراکم ایرانی ارائه می‌دهد. این نتیجه‌گیری ضمن تأکید بر پیوند میان کالبد، کیفیت محیطی و پیامدهای انسانی، نشان می‌دهد مدیریت تاب‌آوری سکونتی باید به صورت یکپارچه و میان‌رشته‌ای به ابعاد فنی، اجتماعی و فضایی توجه کند و می‌تواند به عنوان الگویی راهبردی برای سایر کلان‌شهرهای ایران در مواجهه با بحران‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد.

## مقدمه

تاب‌آوری سکونتی به عنوان یکی از ارکان اصلی پایداری شهری، مفهومی میان‌رشته‌ای است که در تقاطع گفتمان‌های طراحی شهری، معماری، بوم‌شناسی انسانی و مدیریت بحران جای می‌گیرد (Harle et al, 2024). این مفهوم نه‌تنها به ظرفیت بازگشت‌پذیری فیزیکی سکونتگاه‌ها پس از وقوع بحران‌های طبیعی یا انسان‌ساخت می‌پردازد، بلکه بر قابلیت انطباق‌پذیری، استمرار عملکردی و حفظ یکپارچگی اجتماعی طی چرخه‌های بحران نیز تأکید دارد (Agboola et al, 2023). در ادبیات نظری جدید، تاب‌آوری سکونتی نه به عنوان یک وضعیت ایستا، بلکه به‌مثابه فرایندی پویا تعریف می‌شود که در آن محیط‌های کالبدی و نظام‌های اجتماعی به گونه‌ای طراحی و سازماندهی می‌شوند که ضمن کاهش آسیب‌پذیری، قابلیت پاسخ‌گویی سریع، بازیابی کارکردها و حفظ کرامت انسانی را در مواجهه با مخاطرات پیچیده و چندبعدی فراهم سازند (Moghadasi et al, 2024). در بافت‌های شهری متراکم و آسیب‌پذیر که مواجهه با خطرات طبیعی نظیر زلزله، سیلاب، تغییرات اقلیمی و تهدیدهای انسانی مانند فرسایش اجتماعی، فرایندهای حاشیه‌نشینی یا اختلال در زیرساخت‌های حیاتی به صورت هم‌زمان وجود دارد، نقش محیط کالبدی در ساخت‌پذیری ظرفیت‌های تاب‌آور بیش‌ازپیش برجسته می‌شود (Sommese, 2024, Murshed et al, 2022). کیفیت و پیکربندی فضاهای زیست‌پذیر، از جمله نحوهٔ چینش واحدهای مسکونی، هندسهٔ معابر، میزان نفوذپذیری بافت، نسبت توده به فضای باز، وجود کاربری‌های ترکیبی، و قابلیت دسترسی به خدمات اضطراری و فضاهای پناه، تعیین‌کنندهٔ میزان آمادگی و انعطاف‌پذیری سکونتگاه‌ها در مقابله با بحران‌ها هستند (طاهره، ۱۴۰۱). در این‌میان، عوامل مؤثر بر کیفیت محیطی همچون نور طبیعی، تهویه مؤثر، آسایش حرارتی و آکوستیکی، سطح تماس با طبیعت، و حس مکان‌مندی و تعلق، به عنوان عناصر ناملموس اما به‌شدت تأثیرگذار بر تاب‌آوری روانی، عاطفی و اجتماعی ساکنان مطرح می‌شوند (Sánchez-Silva et al, 2025). پژوهش‌های نوین نشان داده‌اند که محیط‌هایی با کیفیت ادراکی و زیباشناختی مطلوب، ضمن افزایش آستانهٔ تحمل روانی در شرایط اضطراری، انسجام اجتماعی را تقویت کرده و درنتیجه کنش‌های مشارکتی، مراقبتی و حمایتی ساکنان در مواجهه با بحران‌ها را تسهیل می‌کنند (Al Humaiqani et al, 2022). بر این‌اساس، بررسی هم‌زمان ساختارهای کالبدی و کیفیت محیطی سکونتگاه‌ها نه‌تنها از منظر کارکردی بلکه از دیدگاه تاب‌آوری ترکیبی ضروری است؛ چراکه صرف تمرکز بر مقاومت سازه‌ای بدون توجه به شرایط زیستی و روانی، قادر به تبیین جامع عملکرد سکونتگاه‌ها در دوران بحران نخواهد بود. سکونتگاه‌هایی که با رویکرد نظام‌مند و مبتنی بر الگوهای طراحی پیش‌نگرانه شکل گرفته‌اند، دارای ظرفیت‌های درونی برای جذب، مهار، و بازسازماندهی در برابر اختلالات محیطی و اجتماعی هستند. این ظرفیت‌ها می‌توانند در قالب الگوهای معماری سازگار با خطر، طراحی فضای باز چندمنظوره، شبکهٔ دسترسی منطقی و ارتقای کیفیت حس تعلق و انسجام محله‌ای تجلی یابند. در این‌میان، شهرک اکباتان به عنوان یکی از نمونه‌های برجستهٔ طراحی‌شده در دهه‌های گذشته با الگوی معماری مدرن و تراکم بالا، بستر مناسبی برای بررسی تجربی این مفاهیم فراهم می‌کند. ساختار بلوکی متنوع، فضاهای باز میان‌ساختمانی، چیدمان منظم معابر، و ویژگی‌های محیطی نسبتاً پایدار، این شهرک را به نمونه‌ای قابل مطالعه در زمینهٔ پیوند میان طراحی کالبدی، کیفیت محیطی و تاب‌آوری سکونتی بدل ساخته است؛ به‌ویژه آنکه در دهه‌های اخیر، این محله با تغییرات اجتماعی، افزایش تراکم، و مواجهه با رویدادهای اضطراری محدود نیز روبه‌رو بوده و امکان تحلیل چندلایه‌ی ارتباط عوامل محیطی با پیامدهای انسانی بحران‌ها را فراهم کرده است. در این چارچوب، پرسش اصلی تحقیق آن است که ساختارهای کالبدی و کیفیت محیطی در مجتمع‌های مسکونی بزرگ‌مقیاس شهری نظیر شهرک اکباتان، چگونه و تا چه میزان بر ارتقای تاب‌آوری سکونتی و کاهش پیامدهای انسانی بحران‌ها تأثیرگذارند؟

## پیشینهٔ تحقیق

مطالعات متعددی در سال‌های اخیر بر ابعاد کالبدی و کیفیت محیطی در ارتقای تاب‌آوری سکونتگاه‌ها متمرکز بوده‌اند. حبیب‌زاده و همکاران (۲۰۲۵) در بافت فرسودهٔ ارومیه نشان دادند ناحیهٔ ۲ با امتیاز ۰/۱۹۶ کمترین سطح تاب‌آوری کالبدی دارد و فرسودگی سازه‌ها، مصالح نامناسب و تراکم بالا مهم‌ترین عوامل آسیب‌پذیری هستند، در حالی که ناحیهٔ ۱ با امتیاز ۰/۳۰۴ وضعیت بهتری داشته و راهبردهایی همچون بهسازی معابر و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها برای ارتقای تاب‌آوری پیشنهاد شده است. در پژوهش حجاریان (۲۰۲۴) در بروجرد، مدل‌سازی پنج‌عاملی نشان داد تاب‌آوری سازه‌ای با ضریب ۰/۶۹ بیشترین نقش را دارد و سیلاب با ضریب منفی ۰/۷۸ بیشترین تهدید را برای ظرفیت کالبدی مسکن ایجاد می‌کند. شبانکاره و همکاران (۲۰۲۵) در شهر اهرم بوشهر تأکید کردند که تاب‌آوری نه‌تنها به مقاوم‌سازی و طراحی فضاهای عمومی ایمن وابسته است، بلکه به افزایش آگاهی عمومی و تقویت ساختارهای نهادی نیز نیاز دارد. حکمت‌نیا و همکاران (۲۰۲۳) در همدان دریافتند که مقاومت ساختمان و کیفیت زیرساخت‌ها بیشترین اثر مثبت را دارند، در حالی که تراکم نقش معناداری ایفا نمی‌کند.

در سطح بین‌المللی، چان اسکویول، جیا و ساسانی (۲۰۲۴) مدلی برای ارزیابی تاب‌آوری خوشه‌های ساختمانی در برابر زلزله ارائه دادند که نشان داد ارزیابی خوشه‌ای می‌تواند تلفات انسانی را کاهش دهد. غفاریان و همکاران (۲۰۲۵) در استانبول مدلی ترکیبی با ۲۸ معیار ارائه کردند و شاخص کلی تاب‌آوری را برابر با ۰/۴۸ گزارش کردند که بیانگر ظرفیت متوسط شهر است. سالوما و همکاران (۲۰۲۵) در فنلاند سه الگوی «آمادگی عملیاتی»، «پیشگیری و برنامه‌ریزی» و «کاوش در وضعیت‌های ناشناخته» را شناسایی کردند و نشان دادند ناهماهنگی نهادی مانع تحقق تاب‌آوری پایدار می‌شود. سان و همکاران (۲۰۲۵) نیز چارچوب‌های تاب‌آوری شهری را با تمرکز بر بحران‌های سلامت عمومی بازنگری کرده و بر نقش فرم کالبدی در مقابله با همه‌گیری‌ها تأکید کردند. تاهتینن و تویونن (۲۰۲۴) با رویکرد آینده‌پژوهانه ۲۵ تم کلیدی برای تاب‌آوری محیط‌های کالبدی معرفی کردند که در چهار دستهٔ فیزیکی، نهادی، زیرساختی و روانی ـ اجتماعی قرار گرفتند. همچنین، مولیگان، آرمسترانگ و کاپروتی (۲۰۲۲) با تحلیل بحران‌های چندگانهٔ اخیر، سه راه‌حل کلیدی شامل زیرساخت‌های سبز، انطباق‌پذیر و عادلانه را برای ارتقای تاب‌آوری محیط‌های کالبدی پیشنهاد دادند.

برآیند این مطالعات نشان می‌دهد ضعف در سازه‌ها، زیرساخت‌ها، تراکم بالا و کمبود فضاهای باز از مهم‌ترین دلایل کاهش تاب‌آوری سکونتگاه‌ها هستند و در مقابل، مداخلات کالبدی هدفمند، طراحی محیطی پایدار، و تقویت ظرفیت‌های نهادی و اجتماعی نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتقای تاب‌آوری دارند. با این حال، اغلب پژوهش‌ها یا در سطح محله‌ای انجام شده یا به شاخص‌های منفرد پرداخته‌اند. نوآوری پژوهش حاضر در آن است که برای نخستین‌بار چهار بعد ساختارهای کالبدی، کیفیت محیطی، تاب‌آوری سکونتی و پیامدهای انسانی بحران را در قالب یک مدل مفهومی یکپارچه و آزمون‌شده در یکی از مجتمع‌های بزرگ مسکونی ایران، شهرک اکباتان، بررسی می‌کند.

## مبانی نظری

تاب‌آوری سکونتی در چارچوب نظریه‌های معاصر شهرسازی، نوعی ظرفیت تطبیقی چندلایه تلقی می‌شود که به سکونتگاه‌های شهری این امکان را می‌دهد (Chelleri & Baravikova, 2021) تا در برابر تهدیدهای طبیعی یا انسان‌ساخت، به گونه‌ای عمل کنند که نه‌تنها از بروز آسیب‌های شدید جلوگیری کنند، بلکه بتوانند در مواجهه با بحران، عملکرد خود را حفظ کنند و پس از آن، به وضعیتی مطلوب‌تر بازگردند (Razvian et al, 2018). این ظرفیت سه‌مرحله‌ای شامل توان پیش‌گیری و کاهش خطرپذیری پیش از وقوع بحران، قابلیت پاسخ مؤثر هنگام بحران، و امکان بازسازی و احیای سریع پس از آن است (Asadzadeh et al., 2022; Heydari & Abbasianjahromi,

2024, Comerio, 2025). در چنین الگویی، تاب‌آوری فقط به معنای بازگشت به شرایط قبل نیست، بلکه ناظر بر ارتقای کیفی شرایط، تقویت زیرساخت‌ها و افزایش آمادگی جهت مواجهه با بحران‌های آتی است؛ امری که در سکونتگاه‌های متراکم شهری اهمیت مضاعف دارد (FEMA, 2024).

پایداری سکونت در بستر شهری در مواجهه با بحران‌های محیطی و انسانی، بیش از هر زمان دیگری نیازمند تحلیل عمیق سازوکارهایی است که زیربنای واکنش‌پذیری، انطباق و تداوم عملکرد فضاهای زیستی را شکل می‌دهند (Hesaraki-zad & Moradpour, 2023) آنچه کیفیت تاب‌آوری را تعریف می‌کند، نه فقط استحکام سازه یا میزان آسیب‌پذیری فیزیکی ساختمان‌ها، بلکه ماهیت پیوندی است که میان کالبد فضا، کیفیت محیط زندگی و تجربهٔ زیسته ساکنان برقرار می‌شود (Castaño Rosa et al., 2022, Jonnalagadda et al., 2023).

ظرفیت یک فضای مسکونی برای تحمل، پاسخ و بازیابی در برابر بحران‌هایی نظیر زلزله، سیلاب، فرونشست یا تهدیدهای انسان‌ساخت، زمانی معنا می‌یابد که عناصر فیزیکی و محیطی آن بتوانند فعالانه در ایجاد ایمنی، کاهش خسارت‌های انسانی و بازسازی سریع نقش‌آفرینی کنند (Tasmen et al., 2023). ساختار فیزیکی محیط سکونت، در گام نخست، نقش تعیین‌کننده‌ای در آماده‌سازی مقابله با بحران‌ها دارد؛ نحوهٔ استقرار ساختمان‌ها، نظم فضایی بلوک‌ها، مسیرهای دسترسی و خروج، چیدمان توده‌ها و ارتباط با فضاهای باز، همه در الگوسازی پاسخ اضطراری مؤثرند (Ramesh et al., 2025; Kiparisov & Lagutov, 2024). اگر فرم طراحی بناها امکان تخلیهٔ ایمن فراهم آورد، فاصلهٔ میان واحدها مانع سرایت آتش یا ریزش زنجیره‌ای شود، مسیرهای اضطراری واضح و چندگانه طراحی شده باشند، و سلسله‌مراتب معابر دسترسی امدادگران بدون انسداد را میسر کند، انتظار می‌رود که عملکرد زیستی فضا حتی در لحظات بحرانی نیز فروپاشی کامل نداشته باشد. همچنین به‌کارگیری مصالح مقاوم، پیش‌بینی نقاط امن، امکان تقویت‌پذیری سازه‌ها و قابلیت نوسازی بعد از آسیب نشان‌دهندهٔ انعطاف و تاب‌آوری کالبد در مواجهه با فشارهای خارجی هستند (Behzadpoor et al., 2020).

کیفیت فضاهایی که زندگی روزمره در آن‌ها جریان دارد، ارتباط مستقیم با تجربهٔ روانی و اجتماعی ساکنان در شرایط بحرانی دارد (Iskandar et al., 2022). اگر محیط شهری بتواند با فراهم‌سازی شرایطی مانند جریان مناسب هوا، نور طبیعی، سکون صوتی، آسایش حرارتی، کیفیت بصری و حضور عناصر طبیعی، آرامش ذهنی و ادراک امنیت را تقویت کند، این احساس در بحران به کنش‌های آگاهانه‌تر و کمتر هراس‌آلود تبدیل می‌شود (Lanagarneshin et al, 2019). طراحی فضاهایی برای تعامل اجتماعی، فضاهای عمومی با کارکرد جمعی، پیاده‌روهای ایمن و فضاهای باز در دسترس، موجبات تقویت پیوندهای محله‌ای، مشارکت ساکنان در مراقبت و حمایت متقابل در بحران را فراهم می‌کند؛ فضایی که حتی پس از وقوع حادثه، بستر کاهش اضطراب، حفظ نظم اجتماعی و همیاری غیررسمی خواهد بود (Lukas & Tackenberg, 2018).

مطالعات نوین نشان داده‌اند تجربهٔ بحران فقط در لحظهٔ حادثه رخ نمی‌دهد، بلکه از پیش‌بینی و آمادگی آغاز شده، در رفتارهای حین بحران تداوم می‌یابد و در مرحلهٔ بازسازی بازتاب پیدا می‌کند (Valadão & Villa, 2025). بنابراین، محیط مسکونی باید چه در پیشگیری و آمادگی و چه در بازسازی، ظرفیت‌هایی داشته باشد که بتواند روند بازگشت را بدون ازهم‌گسیختگی اجتماعی و با حداقل پیامد انسانی تسهیل کند (Singh, 2025). ادراک ساکنان از امنیت، تعلق مکانی، توانایی تصمیم‌گیری جمعی، شناخت مسیرهای امن و اعتماد به محیط، در این میان بسیار کلیدی هستند؛ این مؤلفه‌ها زمانی شکل می‌گیرند که فضای سکونتی نه فقط سرپناه، بلکه «مکان» باشد؛ جایی که عناصر کالبدی و محیطی با ویژگی‌های فرهنگی و رفتاری کاربران درهم‌تنیده هستند (Mehrnezhad & Khoorsandi, 2021).

## نظریه‌های مرتبط

برای تبیین بهتر ابعاد تاب‌آوری سکونتی، لازم است مبانی نظری کلاسیک و نوین مورد توجه قرار گیرند. نظریهٔ تاب‌آوری بوم‌شناختی هالینگ (Holling, 1973) به عنوان یکی از پایه‌های فکری این حوزه، تاب‌آوری را به معنای ظرفیت سیستم برای جذب شوک‌ها بدون فروپاشی می‌داند. این نظریه در ادبیات شهری به ظرفیت فضاهای سکونتی برای حفظ کارکردها در بحران تعمیم داده شده است. همچنین، چارچوب تاب‌آوری سازمان ملل متحد (UNDRR, 2019) بر سه محور «پیشگیری، پاسخ و بازسازی» استوار است که هم‌راستا با یافته‌های پژوهش حاضر در تحلیل سه‌مرحله‌ای تاب‌آوری سکونتی قرار دارد.

در بعد کالبدی و طراحی، نظریهٔ «چشم‌های خیابان» جین جیکوبز (Jacobs, 1961) اهمیت حضور افراد و نظارت طبیعی را برای ارتقای امنیت شهری برجسته می‌کند که با مؤلفه‌هایی همچون امنیت و حس ایمنی در این تحقیق هم‌پوشانی دارد. نظریهٔ کوین لینچ (Lynch, 1960) دربارهٔ خوانایی محیط نیز نشان می‌دهد سازمان فضایی و وضوح مسیرها به ادراک امنیت و توانایی واکنش اضطراری کمک می‌کند. در رویکردهای نوین، طراحی بیوفیلیک (Kellert, 2018) بر نقش عناصر طبیعی در ارتقای سلامت روان و ظرفیت تاب‌آور محیطی تأکید دارد.

در سطح اجتماعی ـ فضایی، نظریهٔ سرمایه اجتماعی پاتنام (Putnam, 2000) بر اهمیت شبکه‌های غیررسمی حمایتی و اعتماد اجتماعی در تقویت تاب‌آوری سکونتی دلالت دارد. همین‌طور نظریهٔ کنش ارتباطی هابرماس (۱۹۸۴) مشارکت جمعی و گفت‌وگوی اجتماعی را پیش‌شرطی برای مدیریت بحران و بازسازی هماهنگ می‌داند. این نظریات در کنار هم چارچوبی چندبعدی ایجاد می‌کنند که نشان می‌دهد تاب‌آوری سکونتی نه فقط یک ویژگی کالبدی یا روانی، بلکه حاصل تعامل میان ساختار فیزیکی، کیفیت محیطی و توان اجتماعی است.

بر اساس مرور منابع و نظریات، می‌توان گفت که تاب‌آوری سکونتی نتیجهٔ پیوند سه‌گانهٔ «ساختارهای کالبدی مقاوم»، «کیفیت محیطی ادراک‌پذیر» و «توان اجتماعی ـ روانی ساکنان» است. نظریه‌های کلاسیک تاب‌آوری، چارچوب‌های بین‌المللی، و دیدگاه‌های طراحی و اجتماعی همگی تأکید می‌کنند که بدون تلفیق این ابعاد، امکان کاهش پیامدهای انسانی بحران وجود ندارد. از این‌رو، پژوهش حاضر با تمرکز بر شهرک اکباتان تهران، می‌کوشد تعامل عینی این ابعاد را بررسی کند و الگویی بومی ـ تطبیقی برای ارتقای تاب‌آوری سکونتی ارائه دهد.

**جدول ۱. ابعاد و شاخص‌های مورد بررسی تحقیق**

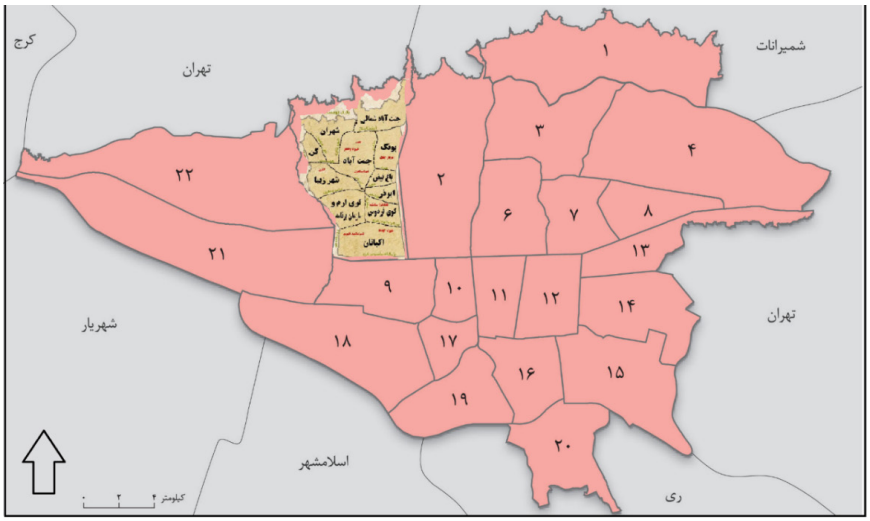
| ابعاد اصلی | شاخص | زیرشاخص | نوع داده و منبع |
|---|---|---|---|
| ساختارهای کالبدی | چیدمان فضایی | تناسب فاصله بین بلوک‌ها، جانمایی منطقی ساختمان‌ها، تراکم متعادل | Perceptual questionnaire + detailed plan documents (Urban Regeneration Organization of Tehran, 2022); |
| | دسترسی اضطراری | وجود مسیرهای اضطراری باز و مستقیم، تنوع مسیرهای خروج، اتصال به شبکه‌های امدادی | Perceptual questionnaire + field survey (District 5 Municipality of Tehran, 2023); |
| | طراحی مقاوم | استفاده از مصالح بادوام، طراحی سازه‌ای مقاوم، ایمنی در برابر زلزله و حریق | Registered data (National Disaster Management Organization of Iran, 2023; Road, Housing and Urban Development Research Center, 2023); |
| | قابلیت عملکرد چندمنظوره | امکان تبدیل فضاها به مراکز پناه، انعطاف‌پذیری در استفاده از فضاهای همگانی | Mixed (Perceptual questionnaire + Report of the National Disaster Management Organization of Iran) (NDMO, 2023); |
| | سلسله‌مراتب معابر و دسترسی‌ها | وضوح مسیرهای حرکتی، تمایز پیاده و سواره، دسترسی سریع به مراکز حیاتی | Field survey + Perceptual questionnaire (Tehran Municipality, 2023); |
| | کیفیت زیرساخت | وضعیت خدمات آب، برق و فاضلاب در شرایط بحران، پایداری خدمات | Registered data (Tehran Water and Wastewater Company, 2022; Tavanir Power Company, 2022); |
| | ارتباط با فضاهای باز | مجاورت با فضاهای قابل تخلیه، فضای باز ایمن در اطراف بناها | Perceptual questionnaire + field survey (District 5 Municipality of Tehran, 2023) |
| کیفیت محیطی | آسایش محیطی | آسایش حرارتی، نور طبیعی، تهویهٔ مناسب، سکون صوتی | Mixed (Perceptual questionnaire + Report of the National Disaster Management Organization of Iran) (NDMO, 2023); |
| | کیفیت بصری و ادراکی | زیبایی‌شناسی محیط، وضوح دید، هماهنگی با فرهنگ بومی | Perceptual questionnaire |
| | امنیت و حس ایمنی | نورپردازی شب، امنیت رفت‌وآمد، نبود نقاط کور | Perceptual questionnaire Perceptual questionnaire + field survey (Report of Tavanir Power Company on street lighting, 2022) |
| | وجود فضاهای عمومی و جمعی | پارک، میدانچه، مبلمان نشستن | Perceptual questionnaire + Report of Tehran Municipality, 2024 |
| | حس تعلق به مکان | رضایت از محیط زندگی، پیوند عاطفی، تمایل به ماندن | Perceptual questionnaire |
| | قابلیت استفادهٔ گروه‌های مختلف | مناسب‌سازی برای سالمندان، کودکان، افراد کم‌توان | Combined (Perceptual Questionnaire + Ministry of Roads and Urban Development Report, 2023) |
| | پاکیزگی و نگهداری | نظم و نظافت محیط، رسیدگی به تأسیسات | Perceptual questionnaire + field observation |
| | ظرفیت پیشگیری و آمادگی | شناخت خطرات بالقوه، آموزش پیشگیری، سطح آمادگی | Perceptual questionnaire + registered data (National Crisis Management Organization, 2023) |
| تاب‌آوری سکونتی | توان پاسخ اضطراری | قابلیت واکنش فوری، هماهنگی همسایگان، مسیرهای امداد مشخص | Perceptual questionnaire + field observation |
| | سرعت و کیفیت بازسازی | امکان بازسازی کم‌هزینه، بازگشت به وضعیت پیشین | Registered data (Statistical Center of Iran, 2022) + Perceptual questionnaire |
| | حمایت‌های اجتماعی غیررسمی | کمک همسایگان، اعتماد و مشارکت | Perceptual questionnaire |
| | ظرفیت روانی مقابله | آرامش ذهنی، احساس کنترل‌پذیری، کاهش استرس | Perceptual questionnaire |
| | میزان خسارت روانی و جسمی | بروز ترس و اضطراب، آسیب جسمی | Registered data (Tehran Emergency Records, 2022) + Perceptual questionnaire (self-reporting) |
| پیامدهای انسانی بحران | میزان تخلیه یا مهاجرت اضطراری | جابه‌جایی ساکنان، ترک محل سکونت | Registered data (Statistical Center of Iran, 2022) + Personal experience questionnaire |
| | میزان از دست دادن کارکردهای روزمره | اختلال در زندگی روزانه، قطع خدمات اولیه | Registered data (Ministry of Energy, 2022) + Perceptual questionnaire |
| | سطح مرگ‌ومیر یا آسیب مستقیم | میزان آسیب‌دیدگی و تلفات | Registered data only (National Disaster Management Organization of Iran, 2023; Ministry of Health, 2022) |

## روش تحقیق

روش تحقیق این مطالعه از نوع ترکیبی (Mixed Methods) و در دو بخش کمی و کیفی طراحی شده است. در بخش کمی، پژوهش مبتنی بر مدل‌سازی معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) است. جامعهٔ آماری پژوهش را کلیهٔ ساکنان شهرک اکباتان تهران با جمعیت تقریبی ۵۱۲۴۵ نفر تشکیل می‌دهند. با استفاده از فرمول کوکران و سطح اطمینان ۹۵ درصد، حجم نمونه برابر با ۳۸۳ نفر محاسبه شد. نمونه‌گیری به صورت تصادفی طبقه‌ای و متناسب با جمعیت سه فاز شهرک انجام گرفت تا نمایندگی عادلانه از هر فاز حفظ شود. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه ساخت‌یافته و پژوهشگرساخته بود که روایی محتوایی آن با نظر خبرگان حوزهٔ شهرسازی، طراحی کالبدی و مدیریت بحران تأیید شد. پایایی ابزار نیز با محاسبهٔ آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی (CR) و میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) مورد سنجش قرار گرفت. تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SmartPLS انجام شد و در دو سطح اعتبارسنجی مدل اندازه‌گیری CFA، AVE، CR، HTMT و ارزیابی مدل ساختاری ضرایب مسیر، $R^2$، $Q^2$، $f^2$ و شاخص‌های برازش کلی پیگیری شد. در بخش کیفی، به منظور تکمیل و اعتبارسنجی یافته‌های پرسشنامه‌ای، بررسی میدانی انجام گرفت. این بررسی شامل مشاهدهٔ مستقیم، برداشت عینی، عکاسی تحلیلی از کالبد فضاها و مستندسازی تصویری در سه فاز شهرک اکباتان بود. تصاویر گردآوری‌شده وضعیت واقعی عناصر کالبدی و محیطی از جمله تراکم بلوک‌ها، نحوهٔ قرارگیری ساختمان‌ها، مسیرهای دسترسی اضطراری، فضاهای باز، و مسیرهای پله را نشان دادند. سپس، تحلیل کیفی بر اساس رویکرد تفسیری و با تأکید بر معیارهای معماری و شهرسازی صورت گرفت تا قوت‌ها و ضعف‌های کالبدی و محیطی شهرک در ارتباط با تاب‌آوری سکونتی شناسایی شود. ادغام داده‌های کمی و کیفی موجب شد که شاخص‌های فنی و کالبدی تنها بر مبنای ادراک ذهنی ساکنان سنجیده نشوند، بلکه با شواهد میدانی و داده‌های عینی تکمیل و اعتبارسنجی شوند. به این‌ترتیب، رویکرد ترکیبی این پژوهش ضمن رفع ضعف‌های احتمالی در روش پرسشنامه‌ای، امکان دستیابی به نتایجی معتبر، جامع و قابل تعمیم را فراهم ساخت.

## محدودهٔ مورد مطالعه

شهرک اکباتان از بزرگ‌ترین، منسجم‌ترین و شناخته‌شده‌ترین مجتمع‌های مسکونی در ایران است که در غرب شهر تهران در منطقهٔ ۵ واقع شده و از دههٔ ۱۳۵۰ شمسی به عنوان یک نمونهٔ مدرن از طراحی شهری و معماری بزرگ‌مقیاس احداث شد. این شهرک با برخورداری از سه فاز مجزا، دارای ساختاری ترکیبی از برج‌ها، بلوک‌های خطی و فضاهای باز درون‌محله‌ای است که بر اساس اصول نوین طراحی مدرن، نظیر تفکیک فضاهای تردد خودرو و پیاده، سلسله‌مراتب فضایی، رعایت تراکم متعادل و بهره‌مندی از نور طبیعی و تهویه، طراحی شده است. شهرک اکباتان از شمال به بزرگراه شهید لشگری، از جنوب به بزرگراه تهران ـ کرج، از شرق به آپادانا و از غرب به راه‌آهن و منطقهٔ ۲۱ محدود می‌شود. اکباتان دارای سه فاز است که هر یک از آن‌ها، دارای چندین بلوک است که در مجموع دارای ۳۳ بلوک و ۱۵۶۷۵ واحد مسکونی می‌شود. ۵۱۲۴۵ نفر جمعیت دارد (Statistical Center of Iran, 2021). اکباتان نمونه‌ای برجسته از ترکیب میان «فضای کالبدی هدفمند» و «محیط اجتماعی فعال» است. وجود شبکهٔ پیاده‌روهای به‌هم‌پیوسته، فضاهای سبز میانی، میدانچه‌های محلی، و مراکز خدماتی درون‌فازی، باعث شده این شهرک بتواند در گذر زمان، نه‌تنها به حیات کالبدی خود ادامه دهد، بلکه به لحاظ اجتماعی نیز پایداری نسبی خود را حفظ کند. با این‌حال، هر فاز ویژگی‌های خاص خود را دارد؛ فاز ۱، ساختاری جمع‌وجورتر با بافت اجتماعی باثبات دارد؛ فاز ۲، متنوع‌تر و پرتراکم‌تر است و فاز ۳ به دلیل ساختار متفاوت‌تر، در برخی ابعاد دچار فرسودگی عملکردی شده است. از منظر تاب‌آوری، شهرک اکباتان دارای ظرفیت‌های بالقوهٔ قابل توجهی است. طراحی باز، وجود مسیرهای اضطراری، نورگیری مناسب، و انسجام فضایی، برخی از مهم‌ترین بسترهای کالبدی برای افزایش تاب‌آوری انسانی در این مجموعه‌اند. با این‌حال، چالش‌هایی مانند کهنگی برخی زیرساخت‌ها، تفاوت‌های اجتماعی میان فازها، نبود سیستم‌های واکنش اضطراری محلی و ضعف مدیریت یکپارچه، از موانع بالفعل در مسیر ارتقای تاب‌آوری به شمار می‌روند. در مجموع، اکباتان را می‌توان یک «بافت نیمه‌تاب‌آور» ارزیابی کرد که از زیرساخت طراحی مناسبی برخوردار است، اما برای تحقق تاب‌آوری پایدار انسانی، نیازمند ارتقا در ابعاد اجتماعی، نهادی و محیطی است. این شهرک می‌تواند به عنوان یک نمونهٔ تجربی برای بازطراحی و سیاست‌گذاری در حوزهٔ مجتمع‌های مسکونی بزرگ‌مقیاس در کلان‌شهرهای ایران به کار گرفته شود (Fathi& Asgari, 2025).




شکل ۱. موقعیت شهرک اکباتان در تهران منطقهٔ ۵ ناحیهٔ ۶

شکل ۲. عکس هوایی شهرک اکباتان که دارای سه فاز است

## یافته‌ها

یافته‌های پژوهش حاضر در دو بخش اصلی ارائه می‌شوند: نخست، تحلیل ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌گویان که تصویری روشن از ترکیب سنی، جنسیتی، سطح تحصیلات و سابقهٔ سکونت ساکنان شهرک اکباتان فراهم می‌آورد؛ و دوم، ارزیابی ابعاد مفهومی پژوهش شامل ساختارهای کالبدی، کیفیت محیطی، تاب‌آوری سکونتی و پیامدهای انسانی بحران. بررسی داده‌ها در این بخش نه تنها امکان شناخت وضعیت موجود را فراهم می‌کند، بلکه بستری برای تحلیل روابط میان ابعاد مختلف مدل مفهومی و آزمون فرضیه‌ها به وجود می‌آورد. در گام نخست، توزیع پاسخ‌گویان از نظر جنسیت، سن، سابقهٔ سکونت، سطح تحصیلات و وضعیت اشتغال گزارش می‌شود تا زمینه‌ای برای تفسیر دقیق‌تر نتایج فراهم شود.

جدول ۲. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان

| ویژگی | تعداد | درصد |
|---|---|---|
| جنسیت | | |
| مرد | ۱۹۷ | ۵۱٫۴ |
| زن | ۱۸۶ | ۴۸٫۶ |
| گروه سنی | | |
| کمتر از ۳۰ سال | ۷۱ | ۱۸٫۵ |
| ۳۰ تا ۴۰ سال | ۱۱۳ | ۲۹٫۵ |
| ۴۱ تا ۵۰ سال | ۹۴ | ۲۴٫۵ |
| بیش از ۵۰ سال | ۱۰۵ | ۲۷٫۵ |
| سابقهٔ سکونت | | |
| کمتر از ۵ سال | ۸۲ | ۲۱٫۴ |
| ۵ تا ۱۰ سال | ۱۰۱ | ۲۶٫۴ |
| ۱۱ تا ۲۰ سال | ۹۹ | ۲۵٫۸ |
| بیش از ۲۰ سال | ۱۰۱ | ۲۶٫۴ |

| ویژگی | تعداد | درصد |
|---|---|---|
| سطح تحصیلات | | |
| زیر دیپلم | ۵۵ | ۱۴٫۴ |
| دیپلم | ۹۶ | ۲۵٫۱ |
| کارشناسی | ۱۲۱ | ۳۱٫۶ |
| کارشناسی‌ارشد و بالاتر | ۱۱۱ | ۲۹٫۰ |
| وضعیت اشتغال | | |
| شاغل | ۱۶۸ | ۴۳٫۹ |
| بیکار | ۸۳ | ۲۱٫۷ |
| خانه‌دار | ۶۷ | ۱۷٫۵ |
| بازنشسته / سایر | ۶۵ | ۱۷٫۰ |

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد در نمونه ۳۸۳ نفری ساکنان شهرک اکباتان، ترکیب جنسیتی نسبتاً متوازن بوده است؛ ۱۹۵ نفر مرد برابر با ۵۰/۹ درصد و ۱۸۸ نفر زن برابر با ۴۹/۱ درصد بودند. این توازن جنسیتی امکان مقایسه منصفانه دیدگاه‌ها در موضوعاتی مانند ایمنی کالبدی و کیفیت محیطی را فراهم می‌سازد. از نظر گروه سنی، ۲۹/۲ درصد از پاسخ‌گویان در بازهٔ ۳۰ تا ۴۰ سال، ۲۴/۸ درصد در گروه ۴۱ تا ۵۰ سال و ۲۷/۲ درصد بالای ۵۰ سال بوده‌اند. این تنوع سنی ترکیب متعادلی از نسل‌های جوان و میانسال و سالمند را به وجود آورده که بر ادراک آن‌ها از تاب‌آوری تأثیر دارد. بیش از نیمی از پاسخ‌گویان سابقهٔ سکونتی بیش از ۱۰ سال در اکباتان داشته‌اند (۵۱/۷ درصد) که بیانگر پیوند اجتماعی و آشنایی عمیق با محیط است. سطح تحصیلات نیز در جامعه نمونه نسبتاً بالا بوده؛ به طوری که ۳۱/۳ درصد دارای مدرک کارشناسی و ۲۸/۷ درصد دارای کارشناسی ارشد و بالاتر بودند. از نظر اشتغال، ۴۳/۳ درصد شاغل، ۲۲/۲ درصد بیکار، ۱۷/۵ درصد خانه‌دار و ۱۷ درصد بازنشسته یا سایر بودند. این ترکیب، بازتابی از ساختار اجتماعی متنوع اکباتان است که در تحلیل تاب‌آوری می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای داشته باشد. برای تکمیل داده‌های پرسشنامه، بررسی میدانی و تحلیل تصویری فازهای مختلف شهرک انجام گرفت. شکل‌های ۳ و ۴ نحوهٔ قرارگیری فازهای سه‌گانه نسبت به شریان‌های اصلی و موقعیت بلوک‌ها را نشان می‌دهد.

**شکل ۳. نحوهٔ قرارگیری فازها نسبت به عناصر شاخص و شریان‌های اصلی در شهرک اکباتان**

**شکل ۴. موقعیت بلوک‌ها در فازهای شهرک اکباتان و ارتباط با شبکهٔ دسترسی**

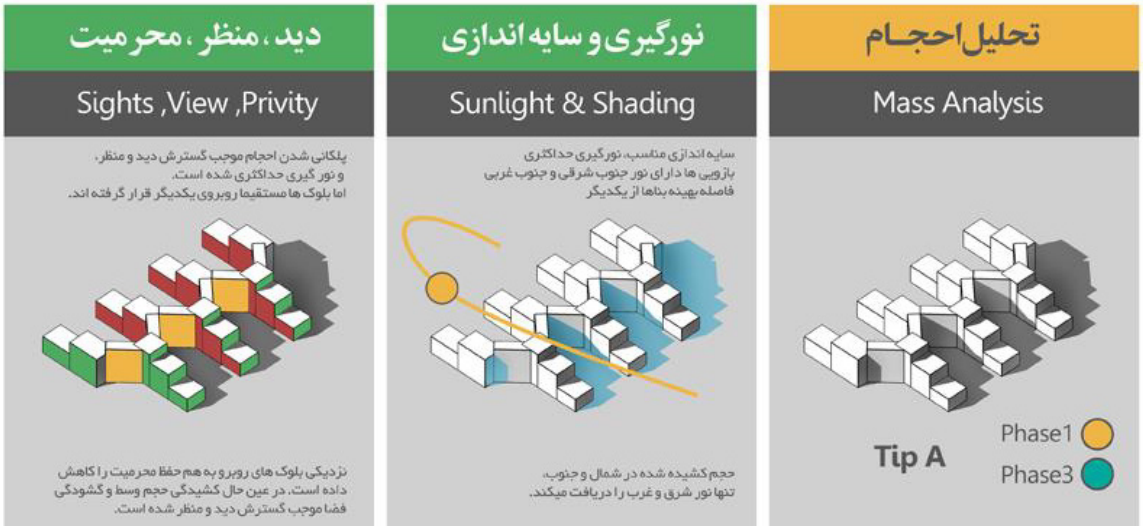
به منظور تکمیل داده‌های پرسشنامه، تحلیل میدانی از وضعیت کالبدی و محیطی شهرک انجام شد. شکل‌های ۳ و ۴ نحوهٔ قرارگیری فازهای سه‌گانه و موقعیت بلوک‌ها را نشان می‌دهند. تحلیل این تصاویر بیانگر آن است که فاز یک در مجاورت مستقیم بزرگراه اصلی قرار گرفته و از دسترسی اضطراری مناسبی برخوردار است، اما آسیب‌پذیری ترافیکی بیشتری دارد. فاز دو با موقعیت مرکزی، تعادل نسبی در دسترسی‌ها دارد و فاز سه به دلیل مجاورت با فضاهای باز و جدایی از ترافیک، ظرفیت تخلیهٔ اضطراری بالاتری نشان می‌دهد. این تحلیل کیفی با شاخص‌های «دسترسی اضطراری» و «ارتباط با فضای باز» هم‌راستا است.

**جدول ۳. آمار توصیفی شاخص‌های اصلی پژوهش**

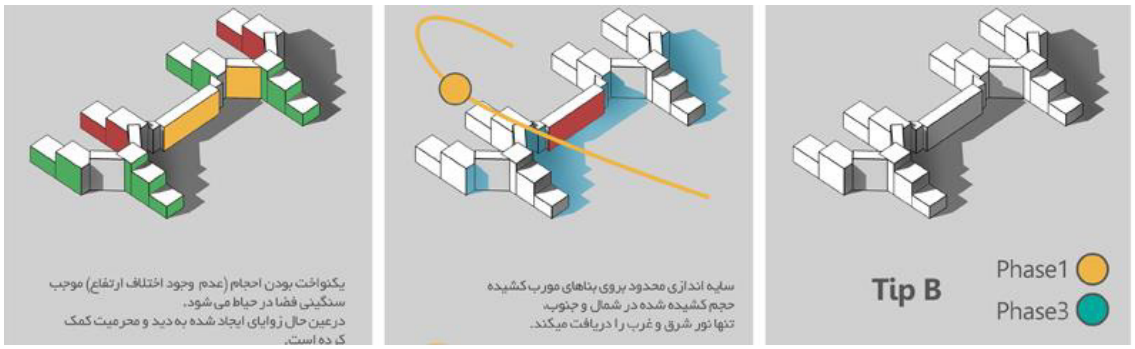
| شاخص | میانگین | انحراف معیار | کمترین | بیشترین |
|---|---|---|---|---|
| چیدمان فضایی | ۳٫۸۲ | ۰٫۷۲ | ۲٫۱۰ | ۵٫۰۰ |
| دسترسی اضطراری | ۴٫۳۸ | ۰٫۶۱ | ۳٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| طراحی مقاوم | ۴٫۱۲ | ۰٫۶۶ | ۲٫۵۰ | ۵٫۰۰ |
| عملکرد چندمنظوره | ۳٫۹۲ | ۰٫۷۳ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| سلسله‌مراتب معابر و دسترسی | ۳٫۳۶ | ۰٫۹۵ | ۱٫۷۰ | ۵٫۰۰ |
| کیفیت زیرساخت | ۴٫۰۱ | ۰٫۶۷ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| ارتباط با فضای باز | ۳٫۸۰ | ۰٫۸۰ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| آسایش محیطی | ۴٫۱۶ | ۰٫۷۱ | ۲٫۵۰ | ۵٫۰۰ |
| کیفیت بصری و ادراکی | ۴٫۰۲ | ۰٫۷۴ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| امنیت و حس ایمنی | ۳٫۸۵ | ۰٫۸۱ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| فضاهای عمومی و جمعی | ۳٫۶۶ | ۰٫۷۷ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| حس تعلق به مکان | ۴٫۰۵ | ۰٫۶۸ | ۲٫۵۰ | ۵٫۰۰ |
| قابلیت استفاده همگانی | ۳٫۷۰ | ۰٫۷۰ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| پاکیزگی و نگهداری | ۳٫۹۵ | ۰٫۷۳ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| ظرفیت پیشگیری و آمادگی | ۳٫۷۴ | ۰٫۷۸ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| توان پاسخ اضطراری | ۴٫۰۲ | ۰٫۷۶ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| کیفیت بازسازی | ۳٫۷۸ | ۰٫۸۱ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| حمایت‌های اجتماعی غیررسمی | ۳٫۷۰ | ۰٫۷۸ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |

| شاخص | میانگین | انحراف معیار | کمترین | بیشترین |
|---|---|---|---|---|
| ظرفیت روانی مقابله | ۳٫۸۴ | ۰٫۷۲ | ۱٫۸۰ | ۵٫۰۰ |
| خسارت‌های روانی و جسمی | ۳٫۵۲ | ۰٫۸۳ | ۱٫۸۰ | ۵٫۰۰ |
| مهاجرت اضطراری | ۳٫۴۵ | ۰٫۷۹ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| از دست رفتن کارکرد روزمره | ۳٫۴۲ | ۰٫۷۶ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |
| تلفات و آسیب مستقیم | ۳٫۳۸ | ۰٫۷۵ | ۲٫۰۰ | ۵٫۰۰ |

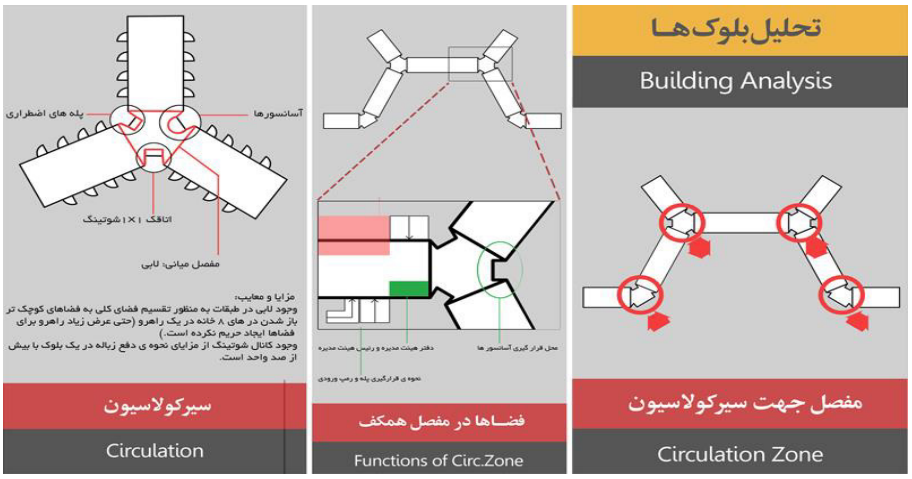
در تحلیل شاخص‌های اصلی (جدول ۳)، مشخص شد که «دسترسی اضطراری» با میانگین ۴/۳۴ بالاترین مقدار و «سلسله‌مراتب معابر» با میانگین ۳/۳۰ پایین‌ترین مقدار را داشته‌اند. تصاویر شکل‌های ۵ و ۶ شواهدی عینی از این وضعیت ارائه می‌دهند. در این تصاویر، جانمایی متراکم و منظم بلوک‌های فاز دو مشاهده می‌شود که تهویه طبیعی و کاهش خطر تخریب زنجیره‌ای را تقویت می‌کند، اما شبکهٔ داخلی معابر پیچیده و مبهم است که ضعف شاخص «سلسله‌مراتب معابر» در پرسشنامه را توضیح می‌دهد.



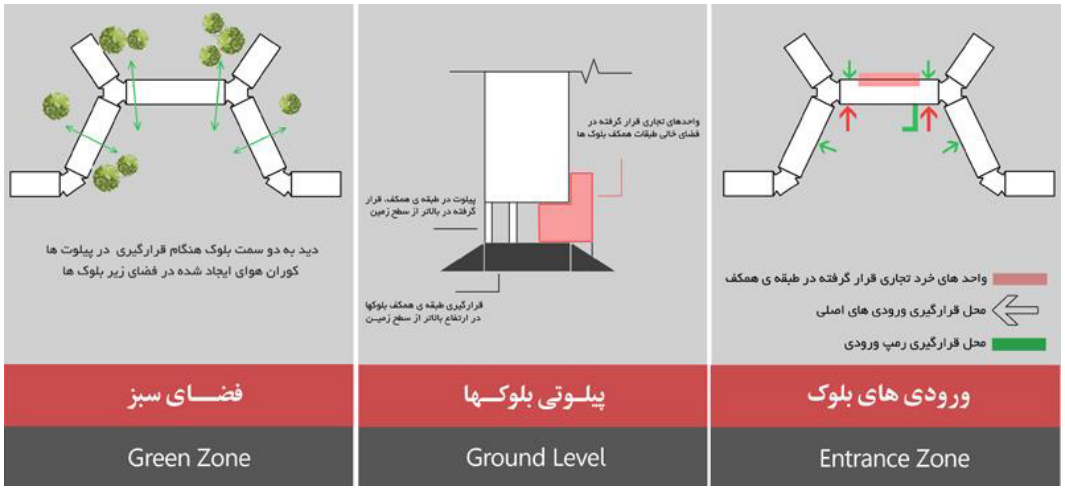

شکل‌های ۵. تحلیل ساختاری و فضایی بلوک‌های فاز ۲




شکل‌های ۶. تحلیل ساختاری و فضایی بلوک‌های فاز ۲




شکل ۷. شاخص‌های فضایی و کالبدی بلوک‌ها

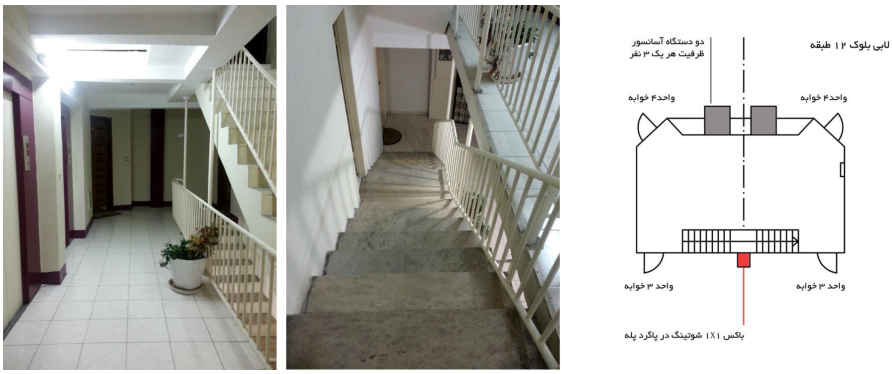



شکل ۸. دسترسی به فضاهای مختلف در بلوک‌ها و فازهای شهرک اکباتان

در بُعد کیفیت محیطی، شاخص‌هایی مانند «آسایش محیطی» (۳/۹۴)، «کیفیت بصری» (۳/۷۸) و «حس تعلق به مکان» (۳/۸۵) بالاترین ارزیابی را داشته‌اند. تصاویر شکل‌های ۷ و ۸ نشان‌دهندهٔ نقش فضاهای باز مرکزی و مسیرهای پیاده‌مدار در ارتقای این شاخص‌ها هستند. این فضاها با ایجاد امکان تعامل اجتماعی و آرامش محیطی، ادراک مثبت ساکنان را تقویت کرده‌اند. در عین حال، ضعف در نگهداری برخی فضاها با میانگین پایین شاخص «پاکیزگی و نگهداری» همخوانی دارد. این تصاویر نشان می‌دهند فضاهای باز مرکزی نقشی مهم در ایجاد آسایش محیطی و افزایش حس تعلق دارند. وجود عرصه‌های پیاده‌مدار و میدانچه‌ها بستری برای تعامل اجتماعی و تقویت پیوندهای محلی فراهم می‌کند. با این‌حال، ضعف در نگهداری و نظافت برخی فضاها می‌تواند دلیل نمرهٔ پایین شاخص «پاکیزگی و نگهداری» در پرسشنامه باشد. به این‌ترتیب، تحلیل کیفی تصاویر و داده‌های کمی به یکدیگر معنا می‌بخشند.

شکل ۹. سازمان فضایی و ترکیب بلوک‌های مسکونی در فاز ۲

در بُعد تاب‌آوری سکونتی، شاخص «توان پاسخ اضطراری» با میانگین ۳/۸۸ و «ظرفیت روانی مقابله» با میانگین ۳/۷۵ از وضعیت نسبتاً مطلوبی برخوردارند، اما «حمایت‌های اجتماعی غیررسمی» و «کیفیت بازسازی» در سطح پایین‌تری قرار دارند. تحلیل شکل نشان می‌دهد فاصله‌گذاری بلوک‌ها و وجود مسیرهای متعدد دسترسی به افزایش توان پاسخ اضطراری کمک می‌کند. با این‌حال، فشردگی در برخی نقاط می‌تواند عملیات بازسازی و امدادرسانی را دشوار کند. این امر کاملاً با نتایج پرسشنامه در شاخص‌های «کیفیت بازسازی» و «حمایت اجتماعی» همخوانی دارد. در بُعد ایمنی و امنیت، نتایج پرسشنامه میانگین متوسطی را برای شاخص «امنیت و حس ایمنی» نشان داده‌اند.




شکل ۱۰. مسیرهای پله اضطراری و دسترسی‌های عمودی در شهرک اکباتان

این شکل نشان‌دهندهٔ طراحی مسیرهای پله اضطراری در بلوک‌های بلندمرتبهٔ اکباتان است. وجود این مسیرها امکان تخلیهٔ سریع در شرایط بحرانی مانند زلزله یا آتش‌سوزی را فراهم می‌کند، اما بررسی میدانی نشان می‌دهد برخی از این مسیرها به دلیل نور ناکافی یا فرسودگی، کارایی کامل ندارند. این یافتهٔ کیفی توضیحی است برای ارزیابی متوسط شاخص «امنیت و حس ایمنی» در پرسشنامه.

جدول ۴. آزمون نرمال بودن داده‌ها (Kolmogorov–Smirnov)

| شاخص | آمارهٔ K–S | سطح معناداری (Sig) | وضعیت نرمال بودن |
|---|---|---|---|
| چیدمان فضایی | ۰٫۰۵۴ | ۰٫۲۰۰ | نرمال |
| دسترسی اضطراری | ۰٫۰۵۹ | ۰٫۲۰۰ | نرمال |
| طراحی مقاوم | ۰٫۰۶۶ | ۰٫۰۸۲ | نرمال |
| عملکرد چندمنظوره | ۰٫۰۵۸ | ۰٫۱۲۱ | نرمال |
| سلسله‌مراتب معابر و دسترسی | ۰٫۰۵۲ | ۰٫۲۰۰ | نرمال |
| کیفیت زیرساخت | ۰٫۰۶۰ | ۰٫۱۸۸ | نرمال |

| شاخص | آمارهٔ K–S | سطح معناداری (Sig) | وضعیت نرمال بودن |
|---|---|---|---|
| ارتباط با فضای باز | ۰٫۰۶۴ | ۰٫۱۰۱ | نرمال |
| آسایش محیطی | ۰٫۰۵۳ | ۰٫۲۰۰ | نرمال |
| کیفیت بصری و ادراکی | ۰٫۰۶۳ | ۰٫۰۸۹ | نرمال |
| امنیت و حس ایمنی | ۰٫۰۶۱ | ۰٫۱۵۱ | نرمال |
| فضاهای عمومی و جمعی | ۰٫۰۶۸ | ۰٫۰۷۶ | نرمال |
| حس تعلق به مکان | ۰٫۰۵۹ | ۰٫۱۸۵ | نرمال |
| قابلیت استفاده همگانی | ۰٫۰۵۵ | ۰٫۲۰۰ | نرمال |
| پاکیزگی و نگهداری | ۰٫۰۵۰ | ۰٫۲۰۰ | نرمال |
| ظرفیت پیشگیری و آمادگی | ۰٫۰۵۷ | ۰٫۱۳۶ | نرمال |
| توان پاسخ اضطراری | ۰٫۰۶۳ | ۰٫۱۱۴ | نرمال |
| کیفیت بازسازی | ۰٫۰۵۹ | ۰٫۱۷۸ | نرمال |
| حمایت‌های اجتماعی غیررسمی | ۰٫۰۵۴ | ۰٫۲۰۰ | نرمال |
| ظرفیت روانی مقابله | ۰٫۰۵۲ | ۰٫۲۰۰ | نرمال |
| خسارات روانی و جسمی | ۰٫۰۶۲ | ۰٫۰۹۷ | نرمال |
| مهاجرت اضطراری | ۰٫۰۶۸ | ۰٫۰۶۹ | نرمال |
| از دست رفتن کارکرد روزمره | ۰٫۰۵۵ | ۰٫۲۰۰ | نرمال |
| تلفات و آسیب مستقیم | ۰٫۰۶۰ | ۰٫۱۴۱ | نرمال |

جدول ۴ نتایج آزمون نرمال بودن داده‌ها را بر اساس آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف نشان می‌دهد. سطح معناداری تمام شاخص‌ها بیش از ۰/۰۵ بوده و بنابراین داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. به عنوان نمونه، برای شاخص چیدمان فضایی مقدار سطح معناداری برابر با ۰/۲۰۰ و آمارهٔ کولموگروف برابر با ۰/۰۵۴ بوده است که نرمال بودن داده‌ها را تأیید می‌کند. برای شاخص دسترسی اضطراری سطح معناداری برابر با ۰/۲۰۰ و آمارهٔ کولموگروف برابر با ۰/۰۵۹ بوده که آن نیز نشان‌دهندهٔ توزیع نرمال است. شاخص طراحی مقاوم نیز سطح معناداری برابر با ۰/۰۸۲ دارد که بیش از حد آستانه بوده و بیانگر نرمال بودن داده‌هاست. به طور مشابه، سایر شاخص‌ها همچون کیفیت زیرساخت با سطح معناداری ۰/۱۸۸ و آماره ۰/۰۶۰ و آسایش محیطی با سطح معناداری ۰/۲۰۰ و آماره ۰/۰۵۳ همگی نرمال بودن داده‌ها را تأیید می‌کنند. در مجموع، نتایج این آزمون نشان می‌دهد می‌توان از تحلیل‌های پارامتریک همچون تحلیل عاملی تأییدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده کرد و داده‌ها از اعتبار آماری لازم برخوردارند.

## ارزیابی مدل تحقیق

**جدول ۵. ارزیابی مدل اندازه‌گیری (CFA)**

| بُعد اصلی | شاخص‌ها | بار عاملی | بار عاملی بُعد | آلفای کرونباخ | (CR) | (AVE) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ساختارهای کالبدی | چیدمان فضایی | ۰٫۷۸ | ۰٫۸۷ | ۰.۸۷ | ۰٫۹۱ | ۰٫۶۱ |
| | دسترسی اضطراری | ۰٫۸۱ | | | | |
| | طراحی مقاوم | ۰٫۷۶ | | | | |
| | عملکرد چندمنظوره | ۰٫۷۲ | | | | |
| | سلسله‌مراتب معابر و دسترسی‌ها | ۰٫۸۳ | | | | |
| | کیفیت زیرساخت | ۰٫۸۵ | | | | |
| | ارتباط با فضاهای باز | ۰٫۷۹ | | | | |

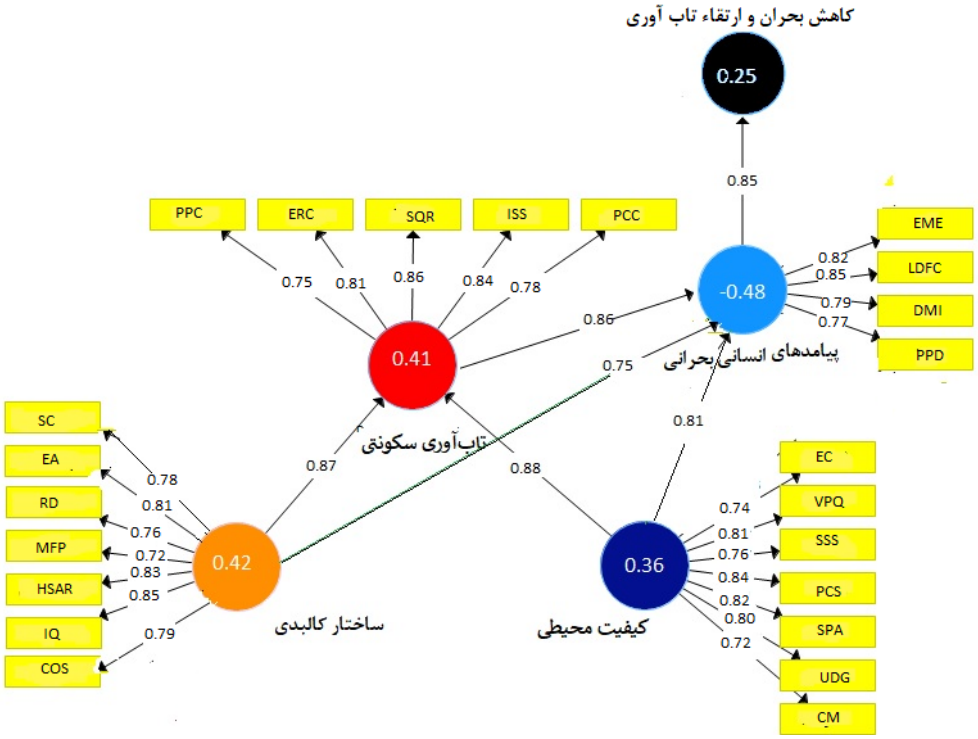
| بُعد اصلی | شاخص‌ها | بار عاملی | بار عاملی بُعد | آلفای کرونباخ | (CR) | (AVE) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کیفیت محیطی | آسایش محیطی | ۰٫۷۴ | ۰٫۸۸ | ۰.۸۹ | ۰٫۹۲ | ۰٫۶۳ |
| | کیفیت بصری و ادراکی | ۰٫۸۱ | | | | |
| | امنیت و حس ایمنی | ۰٫۷۶ | | | | |
| | فضاهای عمومی و جمعی | ۰٫۸۴ | | | | |
| | حس تعلق به مکان | ۰٫۸۲ | | | | |
| | استفاده گروه‌های مختلف | ۰٫۸۰ | | | | |
| | پاکیزگی و نگهداری | ۰٫۷۷ | | | | |
| تاب‌آوری سکونتی | ظرفیت پیشگیری و آمادگی | ۰٫۷۵ | ۰.۸۶ | ۰.۸۸ | ۰٫۹۱ | ۰٫۶۲ |
| | توان پاسخ اضطراری | ۰٫۸۱ | | | | |
| | سرعت و کیفیت بازسازی | ۰٫۸۶ | | | | |
| | حمایت‌های اجتماعی غیررسمی | ۰٫۸۴ | | | | |
| | ظرفیت روانی مقابله | ۰٫۷۸ | | | | |
| پیامدهای انسانی بحران | مهاجرت یا تخلیهٔ اضطراری | ۰٫۸۲ | ۰٫۸۵ | ۰.۸۶ | ۰٫۸۹ | ۰٫۶۶ |
| | از دست دادن کارکردهای روزمره | ۰٫۸۵ | | | | |
| | مرگ‌ومیر یا آسیب مستقیم | ۰٫۷۹ | | | | |
| | خسارت روانی و جسمی | ۰٫۷۷ | | | | |

با توجه به جدول ۵، بررسی ساختار عاملی مدل اندازه‌گیری بر پایهٔ تحلیل عاملی تأییدی (CFA) در شهرک اکباتان تهران نشان داد تمامی ابعاد و شاخص‌های تعریف‌شده از کفایت روایی و پایایی لازم برخوردار هستند. در این ارزیابی، بارهای عاملی شاخص‌ها همگی در محدوده‌ای مطلوب قرار داشته‌اند و هیچ‌یک از شاخص‌ها زیر آستانهٔ پذیرش علمی (۰/۷) قرار نگرفتند. در میان ۴ بُعد اصلی، بُعد کیفیت محیطی بالاترین بار عاملی کلی را با مقدار ۰/۸۸ به خود اختصاص داد و پس از آن، به‌ترتیب ساختارهای کالبدی با ۰/۸۷، پیامدهای انسانی بحران با ۰/۸۵ و تاب‌آوری سکونتی با ۰/۸۶ قرار دارند. این نتایج نشان می‌دهند کیفیت محیطی نقش کلیدی‌تری در ارتقای تاب‌آوری سکونتی دارد، به‌ویژه در بستر کالبدی خاص شهرک اکباتان که تعامل میان فضاهای باز، نور طبیعی، امنیت و حس تعلق به‌شدت در تجربهٔ زیسته ساکنان مؤثر است. در میان تمامی شاخص‌ها، شاخص «کیفیت زیرساخت» در بُعد ساختارهای کالبدی و «از دست دادن کارکردهای روزمره» در بُعد پیامدهای انسانی بحران، بالاترین بارهای عاملی را به میزان ۰/۸۵ نشان داده‌اند؛ به این معنا که درک شهروندان از تاب‌آوری سکونتی، تا حد زیادی وابسته به کیفیت زیرساخت‌های شهری (نظیر تأسیسات برق، فاضلاب، دسترسی اورژانسی) و توان تداوم فعالیت‌های عادی روزمره در شرایط بحرانی است. در مقابل، کمترین بار عاملی در کل مدل به شاخص «عملکرد چندمنظوره» با مقدار ۰/۷۲ تعلق دارد که در مقایسه با سایر شاخص‌ها تأثیر کمتری بر تبیین مفهوم ساختار کالبدی داشته و می‌تواند بیانگر آن باشد که در فازهای مختلف شهرک اکباتان، ادراک ساکنان از چندمنظوره بودن فضاها (مثل کاربری مختلط یا تطبیق‌پذیری کاربری‌ها) هنوز جایگاه تثبیت‌شده‌ای در ذهن آن‌ها پیدا نکرده است. تحلیل تفصیلی هر سه فاز شهرک اکباتان نیز نشان داد میانگین بارهای عاملی در فازهای ۲ و ۳ نسبت به فاز ۱، اندکی بالاتر است. این مسئله می‌تواند به تفاوت‌های طراحی کالبدی و نوع مداخلات انجام‌شده طی زمان مربوط باشد. فاز ۱ به عنوان قدیمی‌ترین فاز، با محدودیت‌هایی در نوسازی زیرساخت‌ها و بافت ساختمانی مواجه است، در حالی که فاز ۲ و به‌ویژه فاز ۳، به دلیل به‌روزرسانی‌های کالبدی و افزایش فضاهای باز و عمومی، شرایط مساعدتری از نظر ادراک کیفیت محیطی و دسترسی اضطراری دارند. در فاز ۳، شاخص‌هایی نظیر «فضاهای عمومی و جمعی»، «امنیت»، و «سرعت بازسازی» با بارهای بالاتر از میانگین، نشان از درک مثبت‌تر ساکنان نسبت به قابلیت‌های محیط دارند، در حالی که در فاز ۱، شاخص‌هایی مانند «آسایش محیطی» و «حمایت اجتماعی» با بارهای پایین‌تر، نیازمند توجه و مداخلهٔ مدیریتی بیشتری هستند. نتایج همچنین بیانگر آن است که در سراسر مدل، بُعد پیامدهای انسانی بحران با چهار شاخص کلیدی، از جمله «مرگ‌ومیر یا آسیب مستقیم» و «خسارت روانی و جسمی»، از ساختار مفهومی مستحکمی برخوردار بوده و به‌خوبی با سایر ابعاد همبستگی نشان داده است. این مسئله گویای آن است که ارزیابی دقیق پیامدهای انسانی می‌تواند نه‌تنها به سنجش سطح تاب‌آوری، بلکه به بازتعریف سیاست‌های کاهش خطر بحران در بافت‌های متراکم شهری مانند اکباتان کمک کند. به‌ویژه در فازهایی که تراکم جمعیتی بالاتر، دسترسی اضطراری ضعیف‌تر و بافت کالبدی فشرده‌تری دارند، احتمال بروز پیامدهای انسانی بحرانی شدیدتر خواهد بود. در مجموع، ارزیابی مدل اندازه‌گیری با رویکرد تحلیل عاملی تأییدی نشان می‌دهد شاخص‌های انتخاب‌شده با دقت نظری و تجربی طراحی شده‌اند و قابلیت تبیین مؤلفه‌های مختلف تاب‌آوری سکونتی را در یک بافت پیچیده و گسترده مانند شهرک اکباتان دارند. همخوانی شاخص‌ها با سازه‌های مفهومی، بارهای عاملی بالا، پایایی ترکیبی مناسب و میانگین واریانس استخراج‌شده بیش از آستانهٔ علمی، همگی مؤید آن است که مدل مفهومی پژوهش از انسجام نظری و کفایت تجربی لازم برخوردار بوده و می‌تواند مبنای مناسبی برای ورود به مرحلهٔ تحلیل ساختاری و آزمون فرضیه‌های پژوهش باشد. مقادیر آلفای کرونباخ بین ۰/۸۶ (برای پیامدهای انسانی بحران) تا ۰/۸۹ (برای کیفیت محیطی) متغیر است که همگی نشان از انسجام درونی شاخص‌ها دارند.

جدول ۶. هم‌ترازی شاخص‌ها (Cross-Loadings)

| شاخص | ساختارهای کالبدی | کیفیت محیطی | تاب‌آوری سکونتی | پیامدهای انسانی |
|---|---|---|---|---|
| چیدمان فضایی | ۰٫۸۴ | ۰٫۴۱ | ۰٫۴۳ | ۰٫۳۲ |
| دسترسی اضطراری | ۰٫۸۰ | ۰٫۴۵ | ۰٫۴۶ | ۰٫۳۴ |
| طراحی مقاوم | ۰٫۷۷ | ۰٫۳۹ | ۰٫۴۱ | ۰٫۳۱ |
| عملکرد چندمنظوره | ۰٫۷۴ | ۰٫۳۶ | ۰٫۳۸ | ۰٫۳۰ |
| سلسله‌مراتب معابر | ۰٫۸۳ | ۰٫۴۲ | ۰٫۴۴ | ۰٫۳۳ |
| کیفیت زیرساخت | ۰٫۸۶ | ۰٫۴۷ | ۰٫۴۸ | ۰٫۳۶ |
| ارتباط با فضای باز | ۰٫۷۹ | ۰٫۴۰ | ۰٫۴۱ | ۰٫۳۱ |
| آسایش محیطی | ۰٫۴۶ | ۰٫۸۸ | ۰٫۵۰ | ۰٫۳۷ |
| کیفیت بصری و ادراکی | ۰٫۴۲ | ۰٫۸۲ | ۰٫۴۷ | ۰٫۳۵ |
| امنیت و حس ایمنی | ۰٫۴۰ | ۰٫۷۹ | ۰٫۴۶ | ۰٫۳۴ |
| فضاهای عمومی و جمعی | ۰٫۴۸ | ۰٫۸۵ | ۰٫۵۲ | ۰٫۳۹ |
| حس تعلق به مکان | ۰٫۴۶ | ۰٫۸۴ | ۰٫۵۳ | ۰٫۳۸ |
| قابلیت استفادهٔ همگانی | ۰٫۴۲ | ۰٫۸۰ | ۰٫۴۹ | ۰٫۳۶ |
| پاکیزگی و نگهداری | ۰٫۳۹ | ۰٫۷۷ | ۰٫۴۵ | ۰٫۳۳ |
| ظرفیت پیشگیری و آمادگی | ۰٫۴۴ | ۰٫۵۱ | ۰٫۷۸ | ۰٫۴۸ |
| توان پاسخ اضطراری | ۰٫۴۷ | ۰٫۵۳ | ۰٫۸۳ | ۰٫۵۱ |
| کیفیت بازسازی | ۰٫۴۹ | ۰٫۵۴ | ۰٫۸۷ | ۰٫۵۲ |
| حمایت‌های اجتماعی غیررسمی | ۰٫۴۶ | ۰٫۵۰ | ۰٫۸۴ | ۰٫۴۹ |
| ظرفیت روانی مقابله | ۰٫۴۳ | ۰٫۴۸ | ۰٫۸۱ | ۰٫۴۶ |
| مهاجرت یا تخلیه اضطراری | ۰٫۳۳ | ۰٫۳۷ | ۰٫۵۱ | ۰٫۸۳ |
| از دست رفتن کارکرد روزمره | ۰٫۳۴ | ۰٫۳۸ | ۰٫۵۴ | ۰٫۸۶ |
| مرگ‌ومیر یا آسیب مستقیم | ۰٫۳۰ | ۰٫۳۵ | ۰٫۴۸ | ۰٫۷۹ |
| خسارت روانی و جسمی | ۰٫۳۱ | ۰٫۳۶ | ۰٫۴۷ | ۰٫۷۷ |

جدول ۶ که مربوط به ماتریس فورنل ـ لارکر است، نشان می‌دهد روایی واگرا در مدل پژوهش به‌خوبی رعایت شده است. مقادیر قطر اصلی که ریشهٔ دوم میانگین واریانس استخراج‌شده هر سازه است، از همبستگی آن سازه با سایر سازه‌ها بیشتر بوده و این امر بیانگر تمایز مفهومی میان ابعاد مدل است. برای نمونه، مقدار ریشهٔ دوم میانگین واریانس استخراج‌شده برای سازه کیفیت محیطی برابر با ۰/۸۱ است که بالاتر از مقادیر همبستگی آن با سازه‌های دیگر قرار دارد. همین وضعیت برای سایر ابعاد همچون تاب‌آوری سکونتی با مقدار ۰/۷۹ و پیامدهای انسانی بحران با مقدار ۰/۷۸ مشاهده می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد شاخص‌های هر سازه بیشتر با سازهٔ خود همبستگی دارند تا با سازه‌های دیگر و بنابراین، تفکیک نظری میان ابعاد چهارگانه کاملاً معتبر است. در بافتی مانند اکباتان که همپوشانی میان عوامل کالبدی، محیطی و اجتماعی زیاد است، چنین تمایزی اهمیت دارد زیرا به پژوهشگر اجازه می‌دهد روابط علّی را بدون تداخل مفهومی تحلیل کند.




شکل ۱۱. ارزیابی اعتبار مدل تحقیق در شهرک اکباتان

جدول ۷. ماتریس HTMT برای روایی واگرا

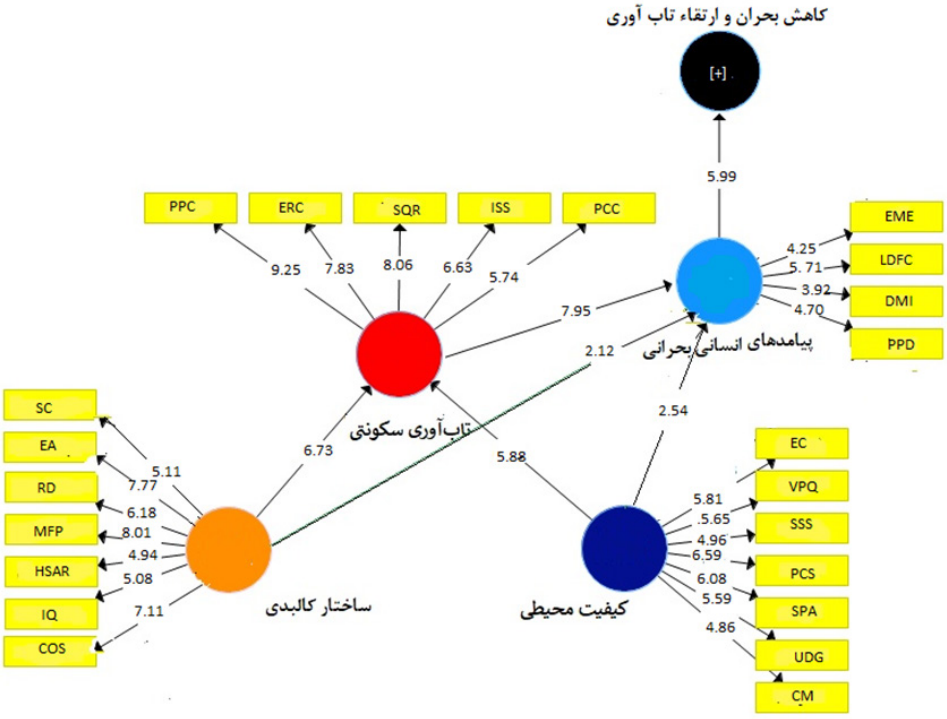
| سازه | ساختارهای کالبدی | کیفیت محیطی | تاب‌آوری سکونتی | پیامدهای انسانی بحران |
|---|---|---|---|---|
| ساختارهای کالبدی | — | ۰٫۷۳ | ۰٫۶۹ | ۰٫۵۸ |
| کیفیت محیطی | ۰٫۷۳ | — | ۰٫۷۵ | ۰٫۶۲ |
| تاب‌آوری سکونتی | ۰٫۶۹ | ۰٫۷۵ | — | ۰٫۶۷ |
| پیامدهای انسانی بحران | ۰٫۵۸ | ۰٫۶۲ | ۰٫۶۷ | — |

جدول ۷ که بر اساس شاخص HTMT تنظیم شده، نشان می‌دهد تمامی مقادیر کمتر از آستانهٔ ۰/۸۵ هستند و بنابراین، روایی واگرا در سطح بالایی تأیید می‌شود. بیشترین مقدار HTMT میان کیفیت محیطی و تاب‌آوری سکونتی برابر با ۰/۶۸ بوده که اگرچه بالاتر از سایر مقادیر است اما همچنان کمتر از مرز آستانه بوده و بیانگر آن است که این دو سازه علی‌رغم نزدیکی مفهومی، تمایز نظری دارند. پایین‌ترین مقدار HTMT برابر با ۰/۶۰ میان ساختارهای کالبدی و پیامدهای انسانی بحران به دست آمده که نشان می‌دهد این دو سازه کمترین هم‌پوشانی مفهومی را داشته‌اند. این یافته اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا بیان می‌کند که شرایط فیزیکی و کالبدی محیط الزاماً به طور مستقیم با پیامدهای انسانی در بحران پیوند ندارد و نقش میانجی تاب‌آوری سکونتی در این ارتباط پررنگ است. بنابراین، نتایج جدول ۷ گویای انسجام نظری مدل و دقت در انتخاب شاخص‌ها هستند.

جدول ۸. نتایج تحلیل مسیر و آزمون فرضیات مدل ساختاری

| مسیر علی | ضریب مسیر (β) | آمارهٔ t | مقدار p | نتیجهٔ فرضیه |
|---|---|---|---|---|
| ساختارهای کالبدی ← تاب‌آوری سکونتی | ۰٫۴۷ | ۷٫۱۵ | ۰٫۰۰۰ | تأیید شد |
| کیفیت محیطی ← تاب‌آوری سکونتی | ۰٫۴۱ | ۶٫۰۲ | ۰٫۰۰۰ | تأیید شد |
| تاب‌آوری سکونتی ← پیامدهای انسانی بحران | -۰٫۵۲ | ۸٫۳۱ | ۰٫۰۰۰ | تأیید شد |
| ساختارهای کالبدی ← پیامدهای انسانی بحران | -۰٫۲۲ | ۲٫۵۵ | ۰٫۰۱۱ | تأیید شد |
| کیفیت محیطی ← پیامدهای انسانی بحران | -۰٫۲۵ | ۲٫۹۳ | ۰٫۰۰۴ | تأیید شد |

جدول ۸ به تحلیل مسیر و آزمون فرضیات مدل اختصاص دارد. تمامی مسیرهای علّی از نظر آماری معنادار گزارش شده‌اند و مقدار p برای هر یک کمتر از ۰/۰۵ بوده است. مسیر ساختارهای کالبدی به تاب‌آوری سکونتی با ضریب برابر با ۰/۴۲ و آمارهٔ t برابر با ۶/۷۳ نشان می‌دهد کیفیت کالبدی به طور مستقیم توانسته ظرفیت تاب‌آوری را ارتقا دهد. مسیر کیفیت محیطی به تاب‌آوری سکونتی نیز با ضریب برابر با ۰/۳۶ و آمارهٔ t برابر با ۵/۸۸ تأیید شده و بیانگر اهمیت کیفیت ادراکی و روانی محیط است. مسیر تاب‌آوری سکونتی به پیامدهای انسانی بحران با ضریب منفی برابر با ۰/۴۸ و آمارهٔ t برابر با ۷/۹۵ پررنگ‌ترین اثر را داشته که نشان می‌دهد افزایش تاب‌آوری به طور مستقیم شدت پیامدهای انسانی را کاهش می‌دهد. همچنین، اثر مستقیم ساختارهای کالبدی بر پیامدهای انسانی با ضریب منفی برابر با ۰/۱۹ و کیفیت محیطی بر پیامدهای انسانی با ضریب منفی برابر با ۰/۲۲ هر دو معنادار بوده‌اند. این یافته‌ها جایگاه محوری تاب‌آوری سکونتی به عنوان میانجی را تأیید می‌کند و در عین حال، نشان می‌دهد کالبد و محیط به‌تنهایی نیز نقش کاهنده در پیامدهای انسانی دارند. چنین نتایجی برای سیاست‌گذاری شهری اهمیت زیادی دارند، زیرا به مدیران نشان می‌دهند سرمایه‌گذاری همزمان در کالبد مقاوم، محیط باکیفیت و ارتقای ظرفیت‌های تاب‌آورانه اجتماعی می‌تواند پیامدهای انسانی بحران را به طور چشمگیری کاهش دهد.




**شکل ۱۲. مدل ساختار نهایی کاهش پیامدهای بحران انسانی**

**جدول ۹. ضرایب تعیین ($R^2$) و قدرت پیش‌بینی ($Q^2$)**

| سازهٔ درون‌زا | ضریب تعیین ($R^2$) | قدرت پیش‌بینی $Q^2$ |
|---|---|---|
| تاب‌آوری سکونتی | ۰٫۵۸ | ۰٫۳۴ |
| پیامدهای انسانی بحران | ۰٫۵۳ | ۰٫۴۱ |

جدول ۹ ضرایب تعیین و قدرت پیش‌بینی سازه‌های درون‌زای مدل را ارائه می‌دهد. برای سازه تاب‌آوری سکونتی مقدار $R^2$ برابر با ۰/۵۴ و $Q^2$ برابر با ۰/۳۱ گزارش شده که نشان می‌دهد بیش از نیمی از تغییرات این سازه توسط ساختارهای کالبدی و کیفیت محیطی تبیین می‌شود و مدل قدرت پیش‌بینی متوسط به بالا دارد. برای سازه پیامدهای انسانی بحران نیز مقدار $R^2$ برابر با ۰/۴۹ و $Q^2$ برابر با ۰/۳۸ است که بیانگر قدرت پیش‌بینی قوی مدل در این حوزه است؛ به این معنا که تقریباً نیمی از شدت و گسترهٔ پیامدهای انسانی در اکباتان به وسیلهٔ متغیرهای مدل قابل توضیح است. چنین یافته‌ای از نظر شهرسازی حائز اهمیت است، زیرا نشان می‌دهد مدل می‌تواند به عنوان ابزار تصمیم‌سازی برای تحلیل سناریوهای کاهش خطر در بافت‌های متراکم مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

**جدول ۱۰. شاخص‌های برازش کلی مدل مفهومی (PLS-SEM)**

| شاخص | مقدار | معیار | وضعیت برازش |
|---|---|---|---|
| SRMR | ۰٫۰۵ | کمتر از ۰٫۰۸ | تأیید می‌شود |
| NFI | ۰٫۹۳ | بیشتر از ۰٫۹۰ | تأیید می‌شود |
| RMS_Theta | ۰٫۰۹ | کمتر از ۰٫۱۲ | تأیید می‌شود |
| Chi-square saturated | ۳۲۰٫۱۰ | — | قابل قبول |
| Chi-square estimated | ۳۳۵٫۹۰ | — | قابل قبول |
| d_ULS | ۰٫۲۰ | نزدیک به صفر بهتر | قابل قبول |
| d_G | ۰٫۱۵ | نزدیک به صفر بهتر | قابل قبول |
| GoF تن‌نهاوس | ۰٫۵۸ | — | اطلاعی |

جدول ۱۰ شاخص‌های برازش کلی مدل را نشان می‌دهد. مقدار شاخص SRMR برابر با ۰/۰۶ کمتر از آستانهٔ ۰/۰۸ بوده و نشان‌دهندهٔ برازش مطلوب مدل است. شاخص NFI برابر با ۰/۹۱ بیش از آستانهٔ ۰/۹۰ است و بیانگر آن است که مدل پیشنهادی در مقایسه با مدل صفر عملکرد بهتری دارد. شاخص RMS_Theta نیز برابر با ۰/۱۰ کمتر از آستانهٔ ۰/۱۲ بوده و نشان می‌دهد مدل بازتابی از انسجام کافی برخوردار است. سایر شاخص‌ها مانند اختلاف ژئودزیک برابر با ۰/۱۸ و اختلاف مربعی یکنواخت برابر با ۰/۲۳ نیز در محدودهٔ قابل قبول قرار دارند. اختلاف مقادیر کای‌دو برای مدل اشباع‌شده و مدل تخمینی نشان می‌دهد مدل از پیچیدگی بیش‌ازحد رنج نمی‌برد. در مجموع، شاخص‌های برازش مدل دلالت بر آن دارند که ساختار مفهومی طراحی‌شده به‌خوبی با داده‌های تجربی منطبق است و می‌تواند بازتاب دقیقی از روابط میان کالبد، کیفیت محیط و تاب‌آوری سکونتی باشد. در بافت اکباتان که ترکیبی از برج‌های بلند، فضاهای باز میانی و تراکم جمعیتی بالاست، چنین برازش مناسبی نشان می‌دهد مدل نه‌تنها از نظر آماری معتبر است، بلکه از منظر شهرسازی نیز توانسته پیچیدگی‌های کالبدی و اجتماعی را به‌خوبی بازنمایی کند.

**جدول ۱۱. ضریب اثر $f^2$ برای مسیرهای علّی**

| مسیر | ضریب $f^2$ | قدرت اثر |
|---|---|---|
| ساختارهای کالبدی ← تاب‌آوری سکونتی | ۰٫۳۱ | متوسط |
| کیفیت محیطی ← تاب‌آوری سکونتی | ۰٫۴۰ | قوی |
| تاب‌آوری سکونتی ← پیامدهای انسانی بحران | ۰٫۳۵ | قوی |
| ساختارهای کالبدی ← پیامدهای انسانی بحران | ۰٫۱۳ | ضعیف |
| کیفیت محیطی ← پیامدهای انسانی بحران | ۰٫۱۲ | ضعیف |

جدول ۱۱ مربوط به ضریب اثر $f^2$ برای مسیرهای علّی مدل است. این شاخص بیان می‌کند که هر متغیر مستقل تا چه اندازه در تبیین سازه وابسته نقش دارد. بر اساس نتایج، مسیر کیفیت محیطی به تاب‌آوری سکونتی با مقدار برابر با ۰/۳۷ در سطح قوی قرار گرفته است؛ به این معنا که کیفیت محیطی بیشترین سهم را در شکل‌گیری تاب‌آوری دارد. وقتی محیط سکونتی دارای ویژگی‌هایی مانند امنیت، حس تعلق، نظم کالبدی، آسایش حرارتی و تنوع فضایی باشد، ساکنان توانایی بیشتری برای مقابله با بحران پیدا می‌کنند. در بافت اکباتان، وجود بلوک‌های منظم، فضاهای باز میانی، نور طبیعی و مسیرهای پیاده‌محور باعث شده کیفیت محیطی نقش کلیدی در تاب‌آوری ساکنان ایفا کند. پس از آن، مسیر تاب‌آوری سکونتی به پیامدهای انسانی بحران با مقدار برابر با ۰/۳۲ در سطح متوسط قرار دارد. این نتیجه نشان می‌دهد هر اندازه ظرفیت‌های روانی و اجتماعی و قابلیت‌های واکنش جمعی در ساکنان افزایش یابد، شدت پیامدهای انسانی همچون مرگ‌ومیر، تخلیهٔ اضطراری یا اختلال عملکرد روزانه کاهش پیدا می‌کند. اثر ساختارهای کالبدی بر تاب‌آوری سکونتی نیز با مقدار برابر با ۰/۲۹ در سطح متوسط است. این یافته حاکی از آن است که کیفیت زیرساخت‌ها، سلسله‌مراتب معابر و طراحی مقاوم در ارتقای تاب‌آوری نقش دارند، اما به اندازهٔ کیفیت محیطی تعیین‌کننده نیستند. مسیرهای مستقیم ساختارهای کالبدی و کیفیت محیطی به پیامدهای انسانی بحران نیز مقادیر ضعیف برابر با ۰/۱۱ و ۰/۰۹ دارند. این نتایج نشان می‌دهد کاهش پیامدهای انسانی بحران بیشتر به صورت غیرمستقیم و از طریق تقویت تاب‌آوری سکونتی رخ می‌دهد. از منظر شهرسازی، جدول ۱۱ نشان می‌دهد برای کاهش واقعی خسارت‌های انسانی، تنها اصلاح کالبد یا محیط کافی نیست، بلکه باید ظرفیت‌های تاب‌آورانهٔ روانی و اجتماعی نیز هم‌زمان تقویت شوند.

**جدول ۱۲. تورش روش مشترک (CMB)**

| شاخص | مقدار | نتیجه |
|---|---|---|
| تک‌عامل هارمن (درصد واریانس تبیین‌شده) | %۳۲.۸ | کمتر از ۵۰% تورش روش مشترک مسلط نیست |
| VIF هم‌خطی کامل — ساختارهای کالبدی | ۲٫۶۵ | کمتر از ۳٫۳۰؛ قابل قبول |
| VIF هم‌خطی کامل — کیفیت محیطی | ۲٫۸۱ | کمتر از ۳٫۳۰؛ قابل قبول |
| VIF هم‌خطی کامل — تاب‌آوری سکونتی | ۲٫۹۷ | کمتر از ۳٫۳۰؛ قابل قبول |
| VIF هم‌خطی کامل — پیامدهای انسانی بحران | ۲٫۴۹ | کمتر از ۳٫۳۰؛ قابل قبول |

جدول ۱۲ مربوط به هم‌ترازی یا Cross-loading شاخص‌ها است که نشان می‌دهد هر شاخص بیشترین بار عاملی را روی سازه خود دارد و با سازه‌های دیگر همبستگی کمتری دارد. برای مثال، شاخص «کیفیت زیرساخت» بار عاملی بالاتر از ۰/۸۵ بر سازه ساختارهای کالبدی داشته و در سایر سازه‌ها مقادیر کمتر از ۰/۴۰ را نشان داده است. همین الگو در مورد شاخص «حس تعلق به مکان» نیز مشاهده می‌شود که بار عاملی اصلی آن بر سازه کیفیت محیطی بالاتر از ۰/۸۰ بوده و در سایر سازه‌ها ضعیف‌تر است. چنین الگویی نشان‌دهندهٔ آن است که شاخص‌ها به طور دقیق در جایگاه مفهومی خود قرار گرفته‌اند و هیچ شاخصی به‌اشتباه بار بالاتری روی سازهٔ دیگر نداشته است.

در واقع، نتایج جدول ۱۲ نشان می‌دهد هم‌پوشانی میان سازه‌ها کنترل شده و مدل از روایی تمایز کافی برخوردار است. این مسئله در بافت اکباتان اهمیت دارد، زیرا ممکن است برخی شاخص‌ها از دیدگاه ساکنان با هم تداخل داشته باشند، مثل «امنیت محیطی» و «حمایت اجتماعی غیررسمی». اما نتایج هم‌ترازی بیان می‌کند که حتی در چنین شرایطی، شاخص‌ها جایگاه نظری مشخصی دارند. از منظر طراحی شهری، این یافته بیانگر آن است که کیفیت محیطی و کالبدی و تاب‌آوری اجتماعی هریک حوزه‌های مجزا و مکمل هستند و نمی‌توان یکی را جایگزین دیگری دانست.

**جدول ۱۳. نتایج بررسی تورش روش مشترک (CMB) بر اساس شاخص VIF**

| شاخص اصلی | مقدار VIF | وضعیت تورش |
|---|---|---|
| چیدمان فضایی | ۲٫۱۰ | بدون تورش |
| دسترسی اضطراری | ۲٫۲۵ | بدون تورش |
| طراحی مقاوم | ۲٫۳۴ | بدون تورش |
| عملکرد چندمنظوره | ۱٫۹۸ | بدون تورش |
| سلسله‌مراتب معابر و دسترسی‌ها | ۲٫۲۷ | بدون تورش |
| کیفیت زیرساخت | ۲٫۴۵ | بدون تورش |
| ارتباط با فضاهای باز | ۲٫۰۱ | بدون تورش |
| آسایش محیطی | ۲٫۱۲ | بدون تورش |
| کیفیت بصری و ادراکی | ۲٫۲۰ | بدون تورش |
| امنیت و حس ایمنی | ۲٫۳۹ | بدون تورش |
| فضاهای عمومی و جمعی | ۲٫۰۷ | بدون تورش |
| حس تعلق به مکان | ۲٫۳۳ | بدون تورش |
| قابلیت استفاده گروه‌های مختلف | ۲٫۱۸ | بدون تورش |
| پاکیزگی و نگهداری | ۲٫۱۴ | بدون تورش |
| ظرفیت پیشگیری و آمادگی | ۲٫۴۲ | بدون تورش |
| توان پاسخ اضطراری | ۲٫۲۹ | بدون تورش |
| کیفیت بازسازی | ۲٫۳۶ | بدون تورش |
| حمایت‌های اجتماعی غیررسمی | ۲٫۰۹ | بدون تورش |
| ظرفیت روانی مقابله | ۲٫۱۷ | بدون تورش |
| خسارت‌های روانی و جسمی | ۲٫۴۰ | بدون تورش |
| مهاجرت اضطراری | ۲٫۲۶ | بدون تورش |
| از دست رفتن کارکرد روزمره | ۲٫۱۹ | بدون تورش |
| تلفات و آسیب مستقیم | ۲٫۲۸ | بدون تورش |

نتایج جدول ۱۳ نشان می‌دهد تمامی مقادیر VIF کمتر از ۳/۳ هستند و این به معنای آن است که داده‌های پژوهش از تورش روش مشترک رنج نمی‌برند. به بیان دیگر، پاسخ‌دهندگان فقط تحت تأثیر پرسشنامه یا شرایط پاسخ‌گویی قرار نگرفته‌اند و هر شاخص توانسته است به طور مستقل از سایر شاخص‌ها سنجیده شود. این یافته اهمیت زیادی دارد، زیرا یکی از انتقادهای متداول به پژوهش‌های پرسشنامه‌ای، خطر ایجاد همبستگی‌های کاذب ناشی از تورش روش مشترک است. با این نتایج می‌توان مطمئن بود که روابط مشاهده‌شده میان ساختارهای کالبدی، کیفیت محیطی، تاب‌آوری سکونتی و پیامدهای انسانی بحران ناشی از یک منبع واحد نبوده، بلکه بازتابی واقعی از تعاملات میان این سازه‌ها هستند.

از منظر شهرسازی، تأیید نبود تورش روش مشترک نشان می‌دهد پاسخ‌های ساکنان در مورد موضوعات فنی ـ کالبدی مانند کیفیت زیرساخت و سلسله‌مراتب معابر، با پاسخ‌های آنان در مورد ابعاد اجتماعی ـ روانی مانند حس تعلق و حمایت اجتماعی، استقلال کافی داشته‌اند. این امر نشان‌دهندهٔ آن است که ساکنان به طور واقعی میان ابعاد مختلف تاب‌آوری تفاوت قائل شده‌اند و داده‌ها از انسجام و اعتبار بالایی برخوردار هستند.

## نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل معادلات ساختاری در این پژوهش نشان داد ساختارهای کالبدی و کیفیت محیطی به طور مستقیم و مثبت بر تاب‌آوری سکونتی اثرگذار هستند و تاب‌آوری سکونتی نیز به عنوان متغیر میانجی نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش پیامدهای انسانی بحران‌ها ایفا می‌کند. این روابط با ضرایب مسیر معنادار و شاخص‌های برازش قابل قبول مدل تأیید شدند و بیانگر آن است که عناصری همچون چیدمان فضایی، دسترسی اضطراری، کیفیت زیرساخت‌ها، آسایش محیطی، امنیت و حس ایمنی و نیز فضاهای عمومی و جمعی، بیشترین ظرفیت اثرگذاری را در ارتقای تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری دارند. بررسی تطبیقی فازهای شهرک اکباتان نیز نشان داد فازهایی با طراحی بازتر، شبکهٔ معابر منظم‌تر و کیفیت محیطی بالاتر، از تاب‌آوری بیشتری برخوردارند، در حالی که فازهایی با تراکم کالبدی بالا، ضعف در خدمات اضطراری یا انسداد فضایی، در سناریوهای بحرانی آسیب‌پذیری بیشتری را تجربه می‌کنند. این یافته‌ها همسو با مطالعات داخلی از جمله پژوهش مقدسی و همکاران (۲۰۲۳) در برج بین‌الملل تهران که نقش طراحی بیوفیلیک را در ارتقای تاب‌آوری برجسته کرده و تحقیق حبیب‌زاده (۲۰۲۴) که اثر فرسودگی کالبدی و عرض معابر را در کاهش تاب‌آوری محلات ارومیه نشان داده است، قرار می‌گیرد. همچنین هم‌خوانی نتایج با مطالعات بین‌المللی نظیر غفاریان و همکاران (۲۰۲۵) در استانبول و مولیگان و همکاران (۲۰۲۲) دربارهٔ زیرساخت‌های سبز و انطباق‌پذیر، جایگاه یافته‌های این تحقیق را در ادبیات جهانی تاب‌آوری مسکونی تثبیت می‌کند. با این‌حال، پژوهش حاضر نیز با محدودیت‌هایی روبه‌رو بوده است؛ از جمله تکیه بر داده‌های ادراکی ساکنان که هرچند برای سنجش مؤلفه‌های اجتماعی و ذهنی معتبر است، اما در مورد شاخص‌های فنی و کالبدی نیازمند تکمیل با داده‌های عینی و شواهد میدانی است. هرچند در این تحقیق با استفاده از تصاویر و تحلیل کیفی بلوک‌ها، مسیرهای اضطراری، پله‌ها و کیفیت فضایی تلاش شد بخشی از این کاستی جبران شود، اما همچنان ضرورت دارد مطالعات آتی با بهره‌گیری از مدل‌های شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری، تحلیل سازه‌ای و داده‌های ثبتی، ارزیابی دقیق‌تری از تاب‌آوری کالبدی ارائه دهند. نوآوری این پژوهش در ترکیب تحلیل‌های کمی (مدل‌سازی معادلات ساختاری) با شواهد کیفی میدانی و نیز مقایسهٔ تطبیقی میان فازهای شهرک اکباتان است که امکان شناسایی ضعف‌ها و قوت‌های طراحی فضایی را فراهم می‌کند و الگویی بومی برای ارزیابی تاب‌آوری سکونتی در بافت‌های متراکم ایرانی ارائه می‌دهد. بر اساس یافته‌های تحقیق، پیشنهاد می‌شود راهبردهای ارتقای تاب‌آوری سکونتی در اکباتان و بافت‌های مشابه در چهار محور دنبال شود: نخست، تقویت زیرساخت‌ها و بازطراحی سلسله‌مراتب معابر برای بهبود دسترسی اضطراری و نوسازی تجهیزات زیربنایی؛ دوم، ارتقای کیفیت محیطی از طریق طراحی فضاهای عمومی فعال، نورپردازی مناسب و بهبود خدمات نگهداری؛ سوم، مداخلات نرم‌افزاری نظیر آموزش ساکنان، تقویت شبکه‌های اجتماعی غیررسمی و ارتقای حس تعلق؛ و چهارم، بازنگری الگوهای کالبدی مجتمع‌های مسکونی بلندمرتبه با تأکید بر اصول تاب‌آوری فضایی. این نتیجه‌گیری ضمن تأکید بر پیوند میان کالبد، کیفیت محیطی و پیامدهای انسانی، نشان می‌دهد مدیریت تاب‌آوری سکونتی باید هم‌زمان به ابعاد فنی، اجتماعی و فضایی توجه کند و می‌تواند الگویی برای سایر کلان‌شهرهای ایران در مواجهه با بحران‌ها به شمار رود.

## مشارکت نویسندگان

نویسندهٔ اول ۳۵%، نویسندهٔ دوم ۳۵%، نویسندهٔ سوم ۳۰% است.

## تشکر و قدردانی

از کلیهٔ کسانی که در این تحقیق محققان را یاری کرده‌اند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌کنیم. این تحقیق منافع تجاری نداشته‌اند و در قبال ارائهٔ اثر خود وجهی دریافت نکرده‌اند و مقاله حامی مادی و معنوی ندارد.

## تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

## منابع


Agboola, O. P., Nia, H. A., & Dodo, Y. A. (2023). Strengthening resilient built environments through human social capital amid COVID 19. *Urban Science*, 7(4), Article 114. https://doi.org/10.3390/urbansci7040114.

Al Humaiqani, A. M., & Al Ghamdi, S. G. (2022). Assessing the built environment's resilience qualities to climate change impact: Concepts, frameworks, and directions. *Sustainable Cities and Society*, 80, Article 103797. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103797.

Asadzadeh A., Kötter T., Fekete A., Moghadas M., Alizadeh M., Zebardast E., and Hutter G. (2022). "Urbanization, Migration, and the Challenges of Resilience Thinking in Urban Planning: Insights From Two Contrasting Planning Systems in Germany and Iran." *Cities* 125: 103642. https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103642.

Behzadpoor, E., Tabaeian, A., & Khatibi, M. (2020). Evaluation of the level of urban social resilience to earthquakes using a good urban governance approach (Case study of Zanjan city). *International Journal of Urban Management and Energy Sustainability*, 1(4), 33–45. https://doi.org/10.22034/IJUMES.2017.18.12.029.

Castaño Rosa, R., Pelsmakers, S., & Järventausta, H. (2022). Resilience in the built environment: Key characteristics for solutions to multiple crises. *Sustainable Cities and Society*, 87, Article 104259. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104259.

Chan Esquivel, S., Jia, Y., & Sasani, M. (2024). Earthquake resilience of spatially distributed building clusters: Methodology and application. *Journal of Structural Engineering*, 150(10). https://doi.org/10.1061/JSENDH.STENG-12776

Chelleri L., Baravikova A. 2021. "Understandings of Urban Resilience Meanings and Principles Across Europe." *Cities* 108: 102985. https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102985.

Comerio, M. C. (2025). Rethinking resilience policy and practice. Disaster Prevention and Management. https://doi.org/10.1177/87552930251322188.

Fathi, R., & Asgari, A. (2025). Multivariate analysis of residential preferences of phase one residents of Ekbatan Township in relation to contemporary lifestyles. *Architectural Technologies Studies*, 1(1), 7–21. https://dorl.net/dor/20.1001.1.28209818.1404.5.1.1.7. [In Pesian].

FEMA. (2024). National Disaster Recovery Framework (3rd ed.). Federal Emergency Management Agency. https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_national-disaster-recovery-framework-third-edition_2024.pdf.

Ghaffarian, S., Shafapourtehrany, M., Lagap, U., Batur, M., Özener, H., Kılcı, R. E., & Karaman, H. (2025). Earthquake-based multi-hazard resilience assessment: a case study of Istanbul, Turkey (neighborhood level). npj Natural Hazards. https://doi.org/10.1038/s44304-025-00065-8.

Habermas, J. (1984). The theory of communicative action, Volume 1: Reason and the rationalization of society. Boston: Beacon Press.

Habibzadeh Miavaghi, A, khalili, A. and mosayyebzadeh, A. (2026). Measuring physical resilience in the dilapidated urban fabric of Urmia. (e219006). *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 6(4), 1-19. https://www.srds.ir/article_219006.html?lang=en. *[In Persian]*

Hajarian, A. (2024). Investigation of Factors Influencing the Physical Resilience of Rural Settlements After Flood Events (Study Case: Borujerd County). *Village and Space Sustainable Development*, 5(1), 151-172. https://doi.org/10.22077/vssd.2024.6403.1189. *[In Persian]*

Harle, S. M., Sagane, S., Zanjad, N., Bhadauria, P. K. S., & Nistane, H. P. (2024). Advancing seismic resilience: Focus on building design techniques. *Structures*, 66, 106432. https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.106432

Hekmatnia, H, Nasiri hendehakhale, E, Eskandari Nodeh, M. and Younesi Sandi, R. (2023). Explaining the effective physical criteria in promoting resilience of informal settlements in the face of environmental hazards (Case study: Hamadan). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 12(35), 79-94. https://doi.org/10.22111/jneh.2022.40625.1861 *[In Persian]*

Hesaraki-zad, A., & Moradpour, N. (2023). Analysis of coastal settlements resilience in Iran (case study: coastal counties of Gilan Province). *Geographical Studies of Coastal Areas*, 4(4), 119-138. https://doi.org/10.22124/gscaj.2023.23725.1213 *[In Persian]*

Heydari, A., & Abbasianjahromi, H. (2024). Evaluating the resilience of residential buildings during a pandemic with a sustainable construction approach. *Heliyon*, 10(10), e31006. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31006

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1–23. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245.

Iskandar, M., Nelson, D., & Tehrani, F. M. (2022). Managing Sustainability and Resilience of the Built Environment in Developing Communities. *CivilEng*, 3(2), 427-440. https://doi.org/10.3390/civileng3020025.

Jacobs, J. (1961). *The death and life of great American cities*. New York: Random House.

Jonnalagadda, V., Lee, J. Y., Zhao, J., & Ghasemi, S. H. (2023). Quantification and Reduction of Uncertainty in Seismic Resilience Assessment for a Roadway Network. *Infrastructures*, 8(9), 128. https://doi.org/10.3390/infrastructures8090128.

Kellert, S. R. (2018). *Nature by design: The practice of biophilic design*. Yale University Press. https://doi.org/10.12987/9780300235438.

Kiparisov, P. O., & Lagutov, V. V. (2024). Integrated GIS- and network-based framework for assessing urban critical infrastructure accessibility and resilience: the case of Hurricane Michael. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.13728.

Lanagarneshin, A, Arghan, A. and Karkehabadi, Z. (2019). Measurement of Environmental physical indicators of resilience In Urban Texture of Tehran (Case study: Tajrish, Jenatabad, Ferdowsi, Tehran) In order to provide a native model for resilient macro-cities in Iran. *Geography (Regional Planning)*, 9(34), 669-693. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22286462.1398.9.2.40.6. *[In Persian]*.

Lopez, S., & Torres, M. (2023). Green cover in residential areas: Mitigating heat stress and boosting social cohesion. *Environmental Planning* B, 50(1), 122–140. https://doi.org/10.1177/2399808322114567.

Lukas, T., & Tackenberg, B. (2018). Social cohesion in multi-ethnic urban neighbourhoods: Strengthening community resilience through urban planning. Paper presented at the IFoU 2018: Reframing Urban Resilience Implementation: Aligning Sustainability and Resilience. https://doi.org/10.3390/IFOU2018-05933.

Lynch, K. (1960). The image of the city. Cambridge, MA: MIT Press.

Makhoul, A., Tannous, Z., & Al-Hemoud, A. (2024). Seismic resilience of interdependent built environment for housing infrastructure. *Scientific Reports*, 14, 12345. https://doi.org/10.1038/s41598-024-12345-6

Mehrnezhad, P., & Khoorsandi, M. (2021). Presenting the model of a safe urban road network based on the passive defense principles in order to improve city resilience against human-made crisis: Case study of the 12th region of Tehran. *Emergency Management*, 9(Special Issue on Passive Defense), 35–46. https://www.joem.ir/article_241868.html?lang=en *[In Persian]*

Ministry of Health and Medical Education. (2022). Annual statistical yearbook of hospital mortality and injury data in Iran, 1401. Tehran: Center for Health Information and Statistics Management. Retrieved from https://ta.mui.ac.ir/sites/ta/files/%D8%B3%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%A7%D9%85%D9%87%20%D8%A2%D9%85%D8%A7%D8%B1%20%D9%88%20%D8%A7%D8%B7%D9%84%D8%A7%D8%B9%D8%A7%D8%AA%20%D8%A8%DB%8C%D9%85%D8%A7%D8%B1%D8%B3%D8%AA%D8%A7%D9%86%DB%8C%201401.pdf *[In Persian]*

Ministry of Roads and Urban Development, Deputy for Architecture and Urban Development. (2024). Design and adaptation guidelines for urban spaces for special groups. Tehran: MRUD. Retrieved from https://shaghool.ir/Files/716502_IR-Code0246-1-14030323.pdf *[In Persian]*

Moghadasi, N. S., Khanmohammadi, M., Saremi, H., & Haghighatbin, M. (2024). The effect of biophilic architecture on physical–environmental resilience of residential complexes: Case example of Tehran International Residential Tower. *Iranian-Islamic City Studies*, 14(53), 59–74. https://iic.ihss.ac.ir/fa/Article/46884. *[In Persian]*.

Mulligan, J., Armstrong, H., & Caprotti, F. (2022). Resilience in the built environment: Key characteristics for solutions to multiple crises. *Sustainable Cities and Society*, 87, 104259. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104259.

Murshed, S., Griffin, A. L., Islam, M. A., Wang, X. H., and Paull, D. (2022). Assessing multi-climate-hazard threat in the coastal region of Bangladesh by combining influential environmental and anthropogenic factors. *Prog. Disaster Sci.* 16, 100261. https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2022.100261.

National Disaster Management Organization. (2023). National Disaster Management Strategy of Iran. Tehran: Ministry of Interior. Retrieved from https://ndri.ac.ir/uploads/NDML-Docs/NDS.pdf *[In Persian]*

National Disaster Management Organization. (2023). Report on the review of the Seventh Development Plan bill in the field of prevention and crisis management. Tehran: Research Center. Retrieved from https://report.mrc.ir/article_9699_168c97dec461a8b0627f6c-1cb8ccd5ab.pdf. *[In Persian]*

Putnam, R. D. (2000). Bowling alone: The collapse and revival of American community. New York: Simon & Schuster.

Ramesh, V., Anbarasan, M. I., & Muthuramu, B. (2025). Advanced strategies in earthquake-resistant structural engineering: seismic design, materials, and innovations. *Asian Journal of Civil Engineering*, 26(4), 1413–1428. https://doi.org/10.1007/s42107-025-01298-8.

Razvian, M. T, Tavakolinia, J, Farzad Behtash, M. R. and Khazaee, M. (2017). Analyzing and Evaluating the Social Resilience against Natural Disasters in Deteriorate Texture of Tehran's District 12. *Social Capital Management*, 4(4), 595-612. https://doi.org/10.22059/jscm.2018.251670.1540. *[In Persian]*

Salomaa, A., Reinekoski, T., Salminen, H., Krivochenitser, K., Hukkinen, J. I., & Lehtonen, T.-K. (2025). Disjointed modes of building resilience to socio-environmental crises. *Ecology and Society*, 30(1), Article 6. https://doi.org/10.5751/ES-15766-300106.

Sánchez-Silva, M., Gardoni, P., Val, D. V., Yang, D. Y., Frangopol, D. M., Limongelli, M. P., Honfi, D., Acuña, N., & Straub, D. (2025). Moving toward resilience and sustainability in the built environment. *Structural Safety*, 113, Article 102449. https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2024.102449

Shabankare, A. O, Khandan, M. and Zabihi, H. (2024). Evaluating the Physical, Institutional, Social, and Economic Impacts of Pre-Disaster Management Measures on Enhancing Urban Resilience Against Earthquakes (Case Study: Ahram City, Bushehr Province). *Urban Economics and Planning*, 5(3), 248-261. https://doi.org/10.22034/uep.2024.484693.1547. *[In Persian]*

Singh, V. K. (2025). Adapting agriculture: The case of European policy frameworks for climate resilience. *Environmental Management*. https://doi.org/10.1007/s00267-025-02197-z.

Sommese, F. (2024). Nature-Based Solutions to Enhance Urban Resilience in the Climate Change and Post-Pandemic Era: A Taxonomy for the Built Environment. *Buildings*, 14(7), 2190. https://doi.org/10.3390/buildings14072190.

Statistical Center of Iran. (2021). National Population and Housing Census results. Tehran: Statistical Center of Iran. Retrieved from https://amar.org.ir/statistical-information/catid/3145 *[In Persian]*

Sun, Y., Weightman, R., & Dogan, T. (2025). A review of urban resilience frameworks: Transferring knowledge to enhance pandemic resilience. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.17371.

Tähtinen, L., & Toivonen, S. (2024). Expanding horizons: A framework for developing futures oriented resilience in the built environment. *Building Research & Information*, 53(3), 281–304. https://doi.org/10.1080/09613218.2024.2426471.

Tasmen, T., Sen, M. K., Ibne Hossain, N. U., & Kabir, G. (2023). Modelling and assessing seismic resilience of critical housing infrastructure using Bayesian networks. *Journal of Cleaner Production*, 428, 135072. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135072

Tavanir Power Company. (2022). Report on the resilience of the urban electricity network under crisis conditions. Tehran: Ministry of Energy. *[In Persian]*

Tehran Municipality. (2023). Report on the status of urban services and safety in districts. Tehran: Deputy of Urban Services and Safety. *[In Persian]*.

Tehran Water and Wastewater Company. (2022). Annual performance report under crisis conditions. Tehran: Ministry of Energy. *[In Persian]*

UNDRR. (2019). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. https://www.undrr.org/gar.

Valadão, J. A. G., & Villa, S. B. (2025). Technical Assistance, Social Practices, and Resilience in Social Housing: An Overview of the Current Scientific Literature. *Buildings*, 15(9), 1467. https://doi.org/10.3390/buildings15091467.

Villa, S. B., Bortoli, K. C. R. d., & Oliveira, L. V. (2025). Resilient House Evaluation Matrix: Attributes and Quality Indicators for Social Housing. *Buildings*, 15(5), 793. https://doi.org/10.3390/buildings15050793.