

Spatial zoning analysis of safety and physical insecurity levels in the historical fabric of Kashan with a passive defense approach

Faezeh Mohammadi Sheshkal¹ , Hassan Sajadzadeh^{*2} , Mostafa Mohammadi Deh cheshmeh³ , Mozhdeh Bahari⁴ 

1- Ph.D student in urban planning, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. Email: Mohammadisheshkal_fa@atu.ac.ir

2- (*Corresponding author) Professor at Bu Ali Sina University .Hamadan , Iran. Email: sajadzadeh@basu.ac.ir

3- Associate professor of geography and urban planning at Chamran university, Ahvaz, Iran. Email: M.mohammadi@scu.ac.ir

4- Ph.D student in urban planning, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. Email: Mozhdehbahari950@gmail.com

Article Info

Date of receive:

2025/10/09

Date of last review:

2026/01/31

Date of accept:

2026/02/04

Date of online publication:

2026/02/04

Keywords:

Spatial zoning,
Physical safety,
Passive defense,
Historic fabric of Kashan,
Geographic Information
System (GIS),
Analytic Network Process
(ANP),
Urban resilience

Extended Abstract

Introduction

Historic urban fabrics represent valuable cultural heritage assets, yet they are often among the most physically vulnerable areas within cities. In seismic regions such as Iran, features including fine-grained urban parcels, narrow and irregular alleyways, aging structures, and traditional low-resistance materials intensify vulnerability, restrict emergency access, and complicate evacuation. The historic fabric of Kashan exemplifies these challenges, making the assessment of safety levels both necessary and urgent. While preserving cultural identity is a key priority, achieving resilience in historic areas requires a careful balance between heritage conservation and disaster risk reduction. The passive defense approach—emphasizing preventive, non-intrusive, and context-compatible strategies—aligns with this objective by enhancing safety without compromising historical authenticity. Previous research on Kashan and similar cities has often focused on regional seismic risk, yet few studies have undertaken a detailed and localized assessment tailored to the specific morphological and structural characteristics of historical fabrics. Moreover, earlier models typically rely on hierarchical approaches that do not consider interdependencies between vulnerability parameters. This study addresses these gaps by applying a multi-criteria framework that incorporates 15 measurable sub-criteria related to accessibility, land-use adjacency, and physical building attributes. By integrating expert-derived ANP weights into GIS and employing Fuzzy Membership functions and spatial overlaying, the research provides a precise, local-scale analysis of physical safety in Kashan's historical core. The resulting zoning maps serve as a practical tool for planners, heritage managers, and crisis-response authorities seeking to identify priority intervention zones and develop targeted passive-defense strategies. Overall, this research contributes to a comprehensive understanding of physical vulnerability in historic fabrics and underscores the potential of ANP–GIS integration as a robust methodology for enhancing urban safety while protecting cultural heritage. ... ► Page 120

How to Cite:

Mohammadi Sheshkal, F. Sajadzadeh, H. Mohammadi Deh cheshmeh, M. Bahari, M. (2026). Spatial zoning analysis of safety and physical insecurity levels in the historical fabric of Kashan with a passive defense approach. Scientific-Research Quarterly Geographical Data (SEPEHR). 35(137), 119-150.

Materials and Methods

This study adopts a descriptive-analytical methodology with an applied purpose. A total of 14 sub-criteria were identified, categorized into three major criteria: (1) physical accessibility, (2) land use and adjacency patterns, and (3) physical characteristics of buildings. These criteria were selected based on their direct influence on the vulnerability of historic urban fabrics. The required data were collected from multiple sources, including base maps, spatial datasets, field observations, and expert surveys. The Analytic Network Process (ANP) was employed to weigh and prioritize the criteria, capturing interdependencies between them. Expert opinions from 15 specialists were used to perform pairwise comparisons, ensuring robust weighting. Subsequently, Geographic Information Systems (GIS) tools were utilized for spatial analysis and mapping. Data layers were standardized, weighted, and integrated through fuzzy overlay and weighted sum techniques in ArcGIS, producing zoning maps that classify safety levels from very high to very low.

Results and Discussion

The results show a stark spatial disparity in safety across Kashan's historic fabric. Out of the total 370.86 hectares:

41% of the area falls within low and very low safety zones. Only 12.34% achieves a very high level of safety. The remaining areas are distributed across medium to high safety levels. The most vulnerable neighborhoods include Soltan Mir Ahmad, Darb-e Esfahan, Mohtasham, and especially Taher and Mansour. These areas exhibit high population density, deteriorated buildings, narrow alleys, and reliance on weak traditional materials, all of which heighten vulnerability. In contrast, neighborhoods like Bazaar and Posht-e Mashhad (upper and lower) display higher safety due to partial renovations, better accessibility, and the use of stronger construction materials. The findings highlight that vulnerability is not uniformly distributed; instead, it reflects variations in urban morphology, structural quality, and accessibility. For example, neighborhoods with relatively wider

streets and more durable materials, despite being part of the historic fabric, perform better in terms of safety. Conversely, compact areas with aging structures and limited open space show the highest risks.

From a passive defense perspective, the results emphasize several strategic needs:

1. Structural reinforcement of historic buildings using context-sensitive retrofitting methods.
2. Improvement of street networks to facilitate emergency access and evacuation.
3. Expansion of open and safe spaces to serve as emergency gathering points.
4. Consolidation of fine-grained parcels to reduce fragmentation and improve resilience.
5. Enhancement of social participation, mobilizing local communities in safety planning and resilience initiatives.

These findings also underscore the importance of integrating disaster risk reduction with heritage conservation. Without intervention, vulnerable neighborhoods such as Taher and Mansour remain highly exposed to catastrophic risks, representing not only a threat to human lives but also to the continuity of cultural heritage.

Conclusion

This research demonstrates that Kashan's historic fabric, despite its cultural significance, suffers from considerable physical vulnerability that requires immediate attention. Systematic zoning of safety and unsafety levels through GIS and ANP provides a clear framework for identifying priority areas. The study concludes that enhancing resilience in historic urban fabrics necessitates an integrated strategy that balances two key goals: (1) preserving cultural and architectural heritage, and (2) reducing disaster risk through passive defense measures. Ultimately, the approach and methodology applied in this study—combining expert-driven multi-criteria decision-making with GIS-based spatial analysis—offer a replicable model for other historic cities. This model supports policymakers, urban planners, and heritage managers in designing targeted, evidence-based interventions that foster both cultural continuity and urban safety.



تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان با رویکرد پدافند غیرعامل

فائزه محمدی ششکل^۱، حسن سجاذزاده^{۲*}، مصطفی محمدی ده چشمه^۳، مژده بهاری^۴

۱- دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران Mohammadisheshkal_fa@atu.ac.ir

۲- (*نویسنده مسئول) استاد گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران sajadzadeh@basu.ac.ir

۳- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران M.mohammadi@scu.ac.ir

۴- دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران Mozhdehbahari950@gmail.com

چکیده

شهر کاشان با داشتن یکی از گسترده‌ترین بافت‌های تاریخی کشور، در معرض ناایمنی کالبدی جدی قرار دارد که ضرورت ارزیابی نظام‌مند سطوح ایمنی را دوجندان می‌نماید. این پژوهش با رویکردی توصیفی-تحلیلی و هدف کاربردی، به پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان با رویکرد پدافند غیرعامل پرداخته است. داده‌ها از طریق مشاهدات میدانی و نظرسنجی از ۱۵ کارشناس خبره گردآوری شد. ارزیابی بر مبنای ۱۵ زیرمعیار کالبدی در قالب سه معیار اصلی (دسترسی فیزیکی، الگوی مجاورت کاربری زمین، و مشخصات فیزیکی ابنیه) با بهره‌گیری از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) برای وزن‌دهی و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای تحلیل فضایی انجام گرفت.

نتایج نشان داد که ۴۱٪ از مساحت بافت در سطح ایمنی کم و بسیار کم، ۲۱/۹۷٪ در سطح ایمنی متوسط، ۲۴/۷۲٪ در سطح ایمنی زیاد و تنها ۱۲/۳۴٪ در سطح ایمنی بسیار زیاد قرار دارند. توزیع فضایی ایمنی بیانگر آن است که محلات طاهر و منصور (۵۸/۵٪ ایمنی کم تا بسیار کم)، محلات سلطان میراحمد و درب اصفهان (۵۱٪) و محله محتشم (۵۱/۸٪) به دلیل قدمت بالای ابنیه (بیش از ۶۰ سال)، کیفیت پایین سازه‌ای، مصالح سنتی (خشت و گل)، ریزدانه‌گی قطعات، و ... بیشترین آسیب‌پذیری را دارند. در مقابل، محلات بازار (۵۶/۵٪ ایمنی زیاد تا بسیار زیاد) و محله پشت مشهد بالا (۵۰/۹٪) به دلیل نوسازی نسبی، مصالح مقاوم‌تر (آجر و آهن)، و ... از ایمنی بیشتری برخوردارند. مدل ANP-GIS ارائه‌شده با بومی‌سازی معیارها، قابلیت تعمیم به سایر بافت‌های تاریخی کشور را دارد و چارچوبی کاربردی برای تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد در راستای حفظ میراث فرهنگی و افزایش ایمنی شهری ارائه می‌دهد.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۰۷/۱۷

تاریخ آخرین بازنگری:

۱۴۰۴/۱۱/۱۱

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۱۱/۱۵

تاریخ انتشار:

۱۴۰۴/۱۱/۱۵

واژه‌های کلیدی:

پهنه‌بندی مکانی؛
ایمنی کالبدی؛
پدافند غیرعامل؛
بافت تاریخی کاشان؛
سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)؛
فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)؛
تاب‌آوری شهری

استاد به این مقاله:

محمدی ششکل، ف؛ سجاذزاده، ح؛ محمدی ده چشمه، م؛ بهاری، م (۵۰۴۱) تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان با رویکرد پدافند غیرعامل؛ فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۳۵ (۱۳۷)، ۱۵۰ - ۱۱۹.

۱- مقدمه

با رشد شتابان شهرنشینی و تمرکز فزاینده جمعیت در فضاهای شهری، مخاطرات طبیعی و انسان‌ساخت بیش از هر زمان دیگری امنیت و پایداری زیستی شهرها را با چالش مواجه نموده‌اند. امروزه شهرها نه تنها در معرض تهدیداتی همچون زلزله، سیل و تغییرات اقلیمی قرار دارند (Seemuangngam & Lin, 2024; Xu, et al, 2025)، بلکه با مشکلاتی نظیر فرسودگی کالبدی، ناکارآمدی زیرساخت‌ها، کمبود فضاهای باز و نابرابری در دسترسی به خدمات ایمنی نیز روبرو هستند (UNDRR, 2022). در این میان، یکی از ارکان بنیادین توسعه پایدار شهری، تأمین ایمنی شهروندان از طریق طراحی مقاوم بناها، برنامه‌ریزی فضایی مبتنی بر کاهش ریسک و ارتقاء تاب‌آوری در برابر بحران‌های محتمل است (Aitsi-Selmi et al., 2015). بافت‌های تاریخی شهری، که نماد هویت فرهنگی، معماری سنتی و میراث ملموس محسوب می‌شوند، به دلیل ویژگی‌های خاص کالبدی خود، از آسیب‌پذیرترین بخش‌های شهری در برابر تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت هستند. وجود معابر باریک و ارگانیک، تراکم بالای ساخت‌وساز، استفاده از مصالح سنتی ناپایدار نظیر خشت و گل، نبود فضای باز کافی و زیرساخت‌های نامناسب امدادی، این بافت‌ها را در برابر سوانح به شدت شکننده کرده است (Ginzarly et al, 2024 ; Douglas et al., 2019). در کشورهای زلزله‌خیزی همچون ایران، اهمیت ایمن‌سازی این بافت‌ها دوچندان است؛ زیرا بی‌توجهی به شرایط کالبدی آن‌ها می‌تواند منجر به خسارات جانی، مالی و فرهنگی گسترده در هنگام بحران شود. شهر کاشان، با پیشینه‌ای کهن و دارا بودن یکی از گسترده‌ترین بافت‌های تاریخی کشور، نمونه‌ای بارز از این شرایط است. فرسودگی کالبدی، تداخل عناصر تاریخی و عملکردهای امروزی و کم‌توجهی به اصول ایمنی و پدافند غیرعامل در طراحی و مدیریت این بافت، تهدیدی جدی برای پایداری آن به شمار می‌رود. مطالعه Gholami، Shaterian و Bigi (۲۰۱۹) نیز با تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای بافت فرسوده کاشان، بر اهمیت

ارزیابی نظام‌مند شاخص‌های کالبدی و فضایی تأکید دارد و یافته‌های این پژوهش را تأیید می‌کند. حفظ میراث فرهنگی و تضمین ایمنی سازه‌ای از مهم‌ترین اولویت‌ها در برنامه‌ریزی شهری به‌شمار می‌روند، به‌ویژه در مناطقی که دارای ارزش تاریخی هستند. در چنین شرایطی، بهره‌گیری از اصول پدافند غیرعامل، به‌عنوان مجموعه‌ای از اقدامات غیرنظامی با هدف کاهش آسیب‌پذیری زیرساختی و ارتقاء تاب‌آوری در برابر تهدیدات، می‌تواند به‌عنوان رویکردی اثربخش در مدیریت خطرات شهری و ایمن‌سازی بافت‌های تاریخی تلقی شود (Alexander, 2020). این رویکرد، به‌راحتی قابل انطباق با مکان‌های تاریخی است، زیرا کمترین اثر منفی را بر هویت فرهنگی و ساختار اصیل محیط می‌گذارد، درحالی‌که حفاظت بلندمدت در برابر تهدیدهای احتمالی را فراهم می‌نماید (Demir & Turan, 2025). زون‌بندی مکانی ابزار کلیدی در مدیریت بحران است؛ زیرا امکان درک تعامل میان فعالیت‌های انسانی و مخاطرات محیطی را فراهم می‌کند. پژوهش‌های (Seejata et al., 2018) و (Han et al., 2025) اهمیت استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی GIS را در تحلیل خطراتی همچون سیل، زلزله و حتی اثرات تغییرات اقلیمی نشان داده‌اند. پژوهش حاضر با تلفیق مدل ANP و تحلیل فازی در GIS و گسترش شاخص‌های پدافند غیرعامل به ابعاد فضایی-محیطی، به پهنه‌بندی دقیق ایمنی کالبدی بافت تاریخی کاشان در سطح محله‌ای می‌پردازد تا ضمن جبران خلأهای روش‌شناختی مطالعات پیشین، راهنما و چارچوبی کاربردی و قابل تعمیم برای ارزیابی ایمنی بافت‌های تاریخی سایر شهرهای کشور ارائه دهد. بنابراین، سؤالات این پژوهش عبارتند از:

۱- وضعیت توزیع مکانی سطوح ایمنی و نایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان از منظر پدافند غیرعامل چگونه است؟

۲- کدام محلات بافت تاریخی کاشان در برابر بحران‌ها بیشترین آسیب‌پذیری کالبدی و نایمنی را دارند؟

فتحی و زاهدی (۱۳۹۷) در بافت فرسوده شیراز، اهمیت دسترسی به خدمات اضطراری و توزیع و نقش کاربری‌ها در ارتقای ایمنی را مورد بحث قرار داده‌اند. همچنین بیات و همکاران (۱۳۹۸) در شهر مشهد به نقش پدافند غیرعامل در توزیع و مکان‌یابی زیرساخت‌های حیاتی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که جانمایی نادرست این زیرساخت‌ها می‌تواند شدت آسیب‌پذیری در شهر را افزایش دهد. در پژوهش دیگر، نجفی و عبداللهی (۱۴۰۰) در شهر تهران به مکان‌یابی بهینه پناهگاه‌های اضطراری با تأکید بر فضاهای باز چند منظوره پرداخته و به نقش آن در تاب‌آوری تأکید کردند. مقاله دیگری در سال ۲۰۲۲ توسط قوچانی و همکاران با هدف ارزیابی کارایی عناصر زمینه‌گرا در کاهش آسیب‌پذیری بافت تاریخی یزد بر اساس اصول پدافند غیرعامل انجام شد. پژوهش با روش توصیفی-تحلیلی و تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) صورت گرفت. نتایج نشان داد که سه ویژگی بافت فشرده، درون‌گرایی و کوچه‌های باریک همراه با سایه‌اند که بیشترین نقش را در افزایش ایمنی و کاهش آسیب‌پذیری دارند و مؤثرترین عناصر پدافند غیرعامل در بافت تاریخی محسوب می‌شوند (Ghouchan et al, 2022).

در مطالعات خارجی، Ripp et al (۲۰۲۴) به بررسی تاب‌آوری میراث شهری و ترکیب خطرات و سازگاری با تغییرات اقلیمی پرداخته و تعریفی یکپارچه و عملی برای تاب‌آوری میراث شهری که مراحل پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازیابی را در چرخه‌ای کامل در نظر می‌گیرد ارائه کردند که این چارچوب به طراحی سیاست‌ها و برنامه‌ریزی شهری کمک می‌کند. در پژوهشی دیگر Kara et al (۲۰۲۵) به تعیین مرز محافظتی برای محیط‌های تاریخی-فرهنگی با استفاده از روش AHP و GIS پرداختند و مرزهایی مشخص برای محافظت از بافت‌های تاریخی فراتر از محدوده را تعریف کردند به طوری که تعامل بین ارزش میراث، خطرها و ریسک‌ها و نیاز به دسترسی خدمات اضطراری لحاظ شده است. در پژوهشی دیگر Chen et al (۲۰۲۲) در چین با

بررسی مطالعات داخلی و خارجی انجام شده در زمینه این پژوهش نشان می‌دهد که؛ در سال‌های اخیر، موضوع ارزیابی ایمنی کالبدی و تاب‌آوری بافت‌های فرسوده در برابر بحران‌ها، به یکی از محورهای مهم در برنامه‌ریزی شهری، مدیریت بحران و پدافند غیرعامل تبدیل شده است. ادبیات ایرانی عمدتاً دفاع غیرمستقیم را در سایت‌های تاریخی خاص به کار می‌برد و اغلب با بهره‌گیری از ANP و GIS برای ارزیابی آسیب‌پذیری محلی انجام می‌شود، با تمرکز ویژه بر حفاظت از میراث فرهنگی در برابر خطرات زلزله. به عنوان مثال، به کارگیری ابزارهای پیشرفته‌ای مانند ANP و GIS برای بهینه‌سازی کاربری اراضی و کاهش آسیب‌پذیری‌ها - همان‌گونه که در مطالعات شهرهایی مانند ارومیه و تهران دیده می‌شود (Farri et al, 2023; Pour Ahmad et al, 2018). محمد فاری و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از ANP و GIS، کاربری‌های پشتیبان (بیمارستان، ایستگاه آتش‌نشانی، پمپ بنزین) را در بافت تاریخی ارومیه بهینه‌سازی کرده‌اند. پرسشنامه‌های کارشناسی معیارها را وزن‌دهی کرده و ایل‌گورگ را به عنوان مناسب‌ترین مکان شناسایی کردند. اهمیت مطالعه شامل جداسازی فضایی و استقرار مقاوم برای کاهش بحران‌ها در مناطق میراثی است (Farri et al, 2023). رضایی و زارعی (۱۳۹۶) در شهر یزد با استفاده از مدل AHP و GIS شاخص‌هایی مانند قدمت بنا، عرض معابر و نوع مصالح را در ارزیابی تاب‌آوری کالبدی لحاظ کرده و نقشه‌های خطر فضایی را ارائه کردند و نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که ریزدانه‌گی قطعات و مصالح سستی نقش مهمی در افزایش آسیب‌پذیری دارند (Rezaei & Zarei, 2017). مطالعه شمعی و همکاران در سال ۱۳۹۷ با بررسی و پهنه‌بندی مکانی نقاط آسیب‌پذیر از طریق AHP و GIS به بررسی بافت مؤلفه‌های مصالح، تعداد طبقات، مساحت قطعات، قدمت ابنیه، کیفیت ابنیه، کاربری اراضی و فاصله از گسل پرداخت که منجر به شناسایی مناطق با آسیب‌پذیری متفاوت و ارائه راهکارهای بازآفرینی و مدیریت بحران شد (Shamaei et al, 2020). در مطالعه دیگری

جدول ۱: مطالعات داخلی و خارجی

نام نویسنده	سال	عنوان پژوهش	نتایج
Farri et al	2023	مکان‌یابی بهینه کاربری‌های پشتیبان از منظر پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: بافت تاریخی ارومیه)	ایل‌گورگ را به‌عنوان مناسب‌ترین مکان شناسایی کردند
Shamaei et al	1397	آنالیز آسیب‌پذیری بافت تاریخی کاشان در برابر زلزله	به مؤلفه‌های مصالح، تعداد طبقات، مساحت قطعات، قدمت ابنیه، کیفیت ابنیه، کاربری اراضی و فاصله از گسل پرداخت که منجر به شناسایی مناطق با آسیب‌پذیری متفاوت و ارائه راهکارهای بازآفرینی و مدیریت بحران شد.
Rezaei & Zarei	2017	ارزیابی تاب‌آوری کالبدی بافت تاریخی یزد با استفاده از مدل AHP و GIS	ریزدانگی قطعات و مصالح سنتی نقش مهمی در افزایش آسیب‌پذیری دارند.
Fathi & Zahedi	2018	تحلیل نقش دسترسی به خدمات اضطراری در ایمنی بافت فرسوده شیراز	دسترسی به خدمات اضطراری و توزیع کاربری‌ها نقش مهمی در ارتقای ایمنی دارند
Bayat et al	2019	کاربرد پدافند غیرعامل در مکان‌یابی زیرساخت‌های حیاتی شهر مشهد	جانمایی نادرست زیرساخت‌های حیاتی شدت آسیب‌پذیری را افزایش می‌دهد
Najafi & Abdollahi	2021	مکان‌یابی بهینه پناهگاه‌های اضطراری با تأکید بر فضاهای باز چندمنظوره در شهر تهران	فضاهای باز چندمنظوره در تاب‌آوری و پناهگاه‌های اضطراری نقش اساسی دارند
Ripp et al	2024	Urban heritage resilience: Integrating hazard assessment and adaptive planning	تعریف یکپارچه و عملی از تاب‌آوری میراث شهری در چرخه پیشگیری، آمادگی، پاسخ و بازیابی
Kara et al	2025	Protection boundary development in historical-cultural built environments using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information System (GIS)	تعریف مرزهای حفاظتی فراتر از محدوده رسمی با توجه به خطرات و نیاز خدمات اضطراری
Chen et al	2022	Spatial vulnerability assessment of historical urban areas using GIS and AHP: A case study of China.	معیار باریک، تراکم بالا و قدمت ابنیه مهم‌ترین عوامل ناایمنی هستند.
Ghouchan et al	2022	Evaluate the efficiency of contextual elements in reducing the vulnerability of urban historical fabrics based on passive defense principles	سه ویژگی بافت فشرده، درون‌گرایی، و کوچه‌های باریک با سایه‌انداز شهری بیشترین تأثیر را در کاهش آسیب‌پذیری و افزایش ایمنی بافت تاریخی شهر یزد داشتند
Douglas et al	2019	Resilience of historic buildings: A review of recent studies. International Journal of Architectural Heritage	مصالح سنتی و فرسودگی کالبدی باعث افزایش آسیب‌پذیری در برابر حوادث می‌شوند

استفاده از مدل AHP ایمنی کالبدی مناطق تاریخی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ترکیب معابر باریک، تراکم بالا و قدمت ابنیه مهم‌ترین عوامل ناایمنی هستند که آسیب‌پذیری را افزایش می‌دهد. همچنین Douglas et al (۲۰۱۹) با توجه به تاب‌آوری بناهای تاریخی، نشان دادند که اکثر این بافت‌ها به دلیل مصالح سنتی و فرسودگی کالبدی در برابر حوادث آسیب‌پذیر هستند. باتوجه به مرور پیشینه، نوآوری پژوهش را می‌توان

از «سازه» فراتر برده و به مؤلفه‌هایی همچون «همجواری با کاربری‌های خطرزا»، «سلسله‌مراتب دسترسی برای تخلیه اضطراری» و «سازگاری کاربری‌ها» پرداخته است. این نگاه جامع‌نگر باعث شده تا مناطقی که شاید از نظر سازه‌ای متوسط باشند، اما به دلیل همجواری با تأسیسات خطرناک یا قرارگیری در بن‌بست‌های طولانی «ناامن» تشخیص داده شوند و در نهایت، پژوهش به‌طور مفصل به پهنه‌بندی درصدی مکانی سطوح ایمنی و آسیب‌پذیری بافت پرداخته و هر محله تاریخی را به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌دهد.

۲- مبانی نظری

در دهه‌های اخیر ایمنی شهری یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های برنامه ریزان شهری است. سازمان ملل متحد ایمنی شهری را شرط اصلی تحقق توسعه پایدار می‌داند و تأکید دارد شهری پایدار است که بتواند امنیت جانی، مالی و محیط زیستی شهروندان را تضمین کند و تاب‌آوری را بالا ببرد (Ripp et al., 2024; UN-Habitat, 2020). در واقع ایمنی شهری به وضعیتی اشاره دارد که در آن مخاطرات مرتبط با ایمنی اجتماعی، حوادث صنعتی، بلایای طبیعی، جرایم و مشکلات محیط‌زیستی در شهر کاهش یافته و محیطی امن و پایدار برای شهروندان فراهم شود. این مفهوم از طریق مجموعه‌ای از سیاست‌ها و فناوری‌ها مدیریت می‌شود که هدف آن‌ها حفاظت از زیرساخت‌های شهری، ارتقای کیفیت زندگی، و افزایش توان جوامع برای مقابله با بحران‌ها و بازگشت سریع به شرایط پایدار پس از آن است (Tong, et al, 2026 Huang et al, 2023;). ایمنی شهری دارای چهار بعد اصلی است که هر یک نقشی اساسی در ایجاد یک محیط شهری سالم ایفا می‌کنند. ایمنی فیزیکی، بر ایمنی زیرساخت‌هایی مانند ساختمان‌ها، راه‌ها و سیستم‌های حمل‌ونقل تمرکز دارد و از رویکردهایی مانند شهرهای تاب‌آور در برابر بلایا برای افزایش مقاومت شهر در مقابل زلزله، سیل و سایر خطرات بهره می‌برد (Tong, et al, 2026). ایمنی اجتماعی به کاهش جرایم، رفتارهای خشونت‌آمیز و

اینگونه توصیف کرد؛ اگرچه مطالعاتی در زمینه آسیب‌پذیری بافت کاشان انجام شده، اما این پژوهش از سه جنبه کلیدی که شامل؛ بررسی با مدل تلفیقی پیشرفته، رویکرد مدیریت عدم قطعیت، تمرکز بر پدافند غیرعامل می‌شود، با مطالعات دیگر متمایز است. در مطالعات بافت‌های تاریخی شهری، به‌ویژه در ایران، تمرکز غالب بر ارزیابی کلی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده یا تاریخی در شهرهایی مانند یزد، شیراز، مشهد، تهران، اردبیل و ماسوله است (مانند مطالعات رضایی و زارعی، ۱۳۹۶؛ فتحی و زاهدی، ۱۳۹۷؛ بیات و همکاران، ۱۳۹۸؛ قوچانی و همکاران، ۲۰۲۲؛ ریپ و همکاران، ۲۰۲۴؛ کارا و همکاران، ۲۰۲۵). این تحقیقات اغلب از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ساده‌تری مانند AHP همراه با GIS برای ارزیابی آسیب‌پذیری استفاده کرده‌اند و کمتر به مدل‌های پیچیده‌تری همچون ANP پرداخته‌اند که وابستگی‌های متقابل میان معیارها را لحاظ می‌کند. علاوه بر این، بیشتر مطالعات بر مقیاس کلان شهری یا تحلیل کلی بافت تمرکز داشته‌اند و تحلیل‌های جزئی در سطح محلات، به‌ویژه با تأکید همزمان بر حفاظت از میراث فرهنگی و ارتقای ایمنی کالبدی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در مورد شهر کاشان، مطالعات محدودی مانند تحلیل مؤلفه‌های ایمنی کالبدی در الگوهای پدافند غیرعامل وجود دارد که عمدتاً بر شناسایی عوامل کلی آسیب‌پذیری تمرکز کرده و کمتر به پهنه‌بندی مکانی دقیق با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته مانند هم‌پوشانی فازی در GIS پرداخته است.

مقاله حاضر صرفاً به وزن‌دهی بسنده نکرده، بلکه خروجی وزن‌های دقیق ANP را وارد محیط GIS کرده و با استفاده از توابع عضویت فازی^۱ و هم‌پوشانی فازی^۲ نقشه‌های پهنه‌بندی را تولید کرده است. هم‌پوشانی لایه‌ها، امکان مدیریت عدم قطعیت در داده‌های مکانی را فراهم می‌آورد و نقشه‌های پهنه‌بندی دقیق‌تری از سطوح ایمنی (از بسیار کم تا بسیار زیاد) در مقیاس محله‌ای تولید می‌کند. این پژوهش با رویکرد پدافند غیرعامل، دایره شاخص‌ها را

1- Fuzzy Membership

2- Fuzzy Overlay

ارزش تاریخی آن‌ها را تهدید کنند. این موضوع می‌تواند شامل کنترل توسعه شهری و تدوین استراتژی‌های حفاظت شهری باشد (Saadati et al, 2022). ایمنی کالبدی، که موضوع اصلی این مقاله است، از طریق افزایش سطح امنیت در مناطق تاریخی، موجب رشد گردشگری شده و در نتیجه اقتصاد محلی را تقویت می‌کند. همچنین باعث پایداری جوامع محلی و حفظ هویت اجتماعی آن‌ها در گذر زمان می‌شود (Kietek, 2022). در چنین بستری، نیاز به رویکردهایی فرابخشی که بتوانند ایمنی کالبدی را به سطحی گسترده‌تر از مدیریت مخاطرات ارتقا دهند، بیش از پیش احساس می‌شود؛ رویکردی که بتواند همزمان از میراث تاریخی حفاظت کرده و تاب‌آوری شهری را در برابر تهدیدهای طبیعی و انسان‌ساخت تقویت کند.

پدافند غیرعامل به مجموعه‌ای از تدابیر غیرنظامی گفته می‌شود که با هدف افزایش ایمنی در برابر تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت طراحی می‌شوند. این رویکرد بر خلاف پدافند عامل که متکی بر ابزارهای نظامی و دفاعی است، به اصلاح و بهسازی کالبدی، طراحی ایمن و پیشگیری تمرکز دارد (Alexander, 2020; Ghouhani et al, 2023). اصول پدافند غیرعامل در زمینه شهری شامل مکان‌یابی مناسب کاربری‌های حساس و حیاتی، تأمین فضاهای باز و اضطراری، طراحی شبکه معابر کارآمد، مقاوم سازی ابنیه و کاهش تراکم در مناطق پر خطر است. اصول پدافند غیرعامل شامل موارد زیر است:

۱- **یکپارچگی سازه‌ای:** اطمینان از اینکه مصالح و تکنیک‌های ساخت مورد استفاده در ساختمان‌های تاریخی می‌توانند در برابر نیروهای زلزله مقاومت کنند، حیاتی است. این شامل ارزیابی وضعیت سازه‌ای موجود و تقویت آن در صورت لزوم است.

۲- **انتخاب مکان و برنامه‌ریزی سایت:** محل قرارگیری ساختمان نقش مهمی در آسیب‌پذیری آن دارد. استراتژی‌های پدافند غیرعامل اغلب شامل انتخاب سایت‌هایی است که کمتر در معرض خطرات طبیعی مانند مناطق با فعالیت

حمایت از گروه‌های آسیب‌پذیر مانند کودکان و سالمندان مربوط است و از طریق اقداماتی نظیر بهبود روشنایی شهری، افزایش حضور پلیس اجتماعی و گسترش نظارت دیجیتال تقویت می‌شود (Butot, et al, 2020). ایمنی محیط‌زیستی شامل مدیریت منابع محیطی، کاهش آلاینده‌ها و ارتقای کیفیت هوا است و با اتکا به فناوری‌های هوشمند مانند سامانه‌های هشدار سریع و بهبود پایداری انرژی بهبود می‌یابد (Fu, et al, 2024). در نهایت، ایمنی اقتصادی بر ثبات اقتصادی، حمایت از اشتغال محلی و ایجاد ساختار اقتصادی مقاوم در برابر شوک‌ها تأکید دارد و به توسعه صنایع هوشمند وابسته است (Peng et al, 2019). تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که ارتقای ایمنی شهری علاوه بر کاهش خسارت مالی و جانی پیامدهای مثبت دیگری نیز دارد (Gustafsson, 2023). در مطالعه‌ای نشان داده شد که ایمنی شهری و حفاظت از میراث فرهنگی نقش مهمی در تقویت سرمایه اجتماعی، اعتماد اجتماعی و احیای اقتصاد محلی دارند. بنابراین ایمنی شهری صرفاً یک مداخله مهندسی نیست بلکه ابزاری برای افزایش کیفیت زندگی و پایداری اجتماعی نیز محسوب می‌شود. در این بین ایمنی کالبدی یکی از ابعاد مهم در ایمنی شهری است که بر توانایی عناصر ساختاری و فیزیکی شهر برای مقاومت در برابر تهدیدات تأکید دارد. ایمنی کالبدی شامل شاخص‌هایی مانند کیفیت مصالح، تراکم ساختمانی و جمعیتی، سن بنا، وضعیت شبکه معابر و میزان فضاهای باز و سطح دسترسی به خدمات اضطراری است (Chen et al., 2022; Peng, et al, 2019). بافت‌های تاریخی به دلیل مواردی همچون ریزدانه‌گی قطعات، استفاده از مصالح کم دوام (خشت، گل، چوب)، قدمت بالای معابر و معابر باریک به شدت آسیب‌پذیر هستند و محدودیت‌هایی مانند ارزش میراثی این بافت‌ها امکان مداخلات کالبدی گسترده را دشوار می‌کند. در این میان ایمنی کالبدی، می‌تواند سبب حفاظت از میراث فرهنگی شود، در واقع ایمنی کالبدی نقش مهمی در مدیریت و حفاظت از سایت‌های تاریخی در برابر بلایای طبیعی یا حوادث صنعتی دارد که می‌تواند

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (پژ)

تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان ... / ۱۲۷

لرزه‌ای بالا قرار دارند. به این موارد پژوهش‌ها نشان داده‌اند که به‌کارگیری پدافند غیرعامل در این بافت‌ها می‌تواند ضمن کاهش خطرپذیری، به حفظ ارزش‌های فرهنگی نیز کمک کند (Ripp et al., 2024; Marzani, et al, 2025). یکی از مزایای مهم رویکرد پدافند غیرعامل این است که اقدامات آن کم‌هزینه‌تر از مداخلات پس از بحران بوده و در عین حال اثربخشی بالایی در کاهش تلفات و خسارات دارد. از این منظر، پدافند غیرعامل می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد در مدیریت پایدار شهری و ارتقای تاب‌آوری به‌کار گرفته شود.

۳- روش‌شناسی

مطالعه این مقاله با استفاده از تلفیق مدل تصمیم‌گیری ANP و تحلیل فضایی در محیط GIS، با تأکید بر رویکرد پدافند غیرعامل انجام شده است. به این ترتیب که، ماهیت قطعی و خطی AHP قادر به بازنمایی پیوستگی فضایی و عدم قطعیت لایه‌های فاصله نیست؛ به همین دلیل در این

۳- زمینه فرهنگی و تاریخی: بهره‌گیری از سبک‌های معماری محلی و تکنیک‌های سنتی ساخت می‌تواند تاب‌آوری سازه‌های تاریخی را افزایش دهد. این رویکرد علاوه بر حفظ میراث فرهنگی، از روش‌هایی استفاده می‌کند که به‌طور تاریخی در مقابله با خطرات محلی مؤثر بوده‌اند (Amirhajloo & Saghae; 2021).

۴- سازگاری با محیط: تغییر محیط اطراف برای کاهش خطرات نیز یکی دیگر از اصول است، مانند طراحی منظر برای هدایت آب دور از فونداسیون یا استفاده از موانع طبیعی برای کاهش اثر باد.

۵- مشارکت جامعه: درگیر کردن جوامع محلی در حفاظت و دفاع از سازه‌های تاریخی، حس مالکیت و مسئولیت‌پذیری ایجاد می‌کند که می‌تواند منجر به نگهداری بهتر و مراقبت دقیق‌تر در برابر تهدیدات احتمالی شود (Ghouchani et al, 2023). در بافت‌های تاریخی مانند کاشان اجرای این اصول با محدودیت‌های خاصی همراه است، چرا که هر گونه

جدول ۲: مقایسه مفاهیم کلیدی در حوزه ایمنی و پایداری شهری

عنوان مفهوم	تعریف	کاربرد اصلی در شهرسازی	مهم‌ترین شاخص‌ها و معیارها
ایمنی شهری	وضعیتی که در آن تهدیدهای اجتماعی، طبیعی، صنعتی و محیط‌زیستی کاهش یافته و محیطی امن، پایدار و تاب‌آور برای شهروندان فراهم می‌شود	حفاظت از زیرساخت‌ها، ارتقای کیفیت زندگی، مدیریت بحران، افزایش تاب‌آوری شهری	ایمنی اجتماعی، فیزیکی، اقتصادی و محیط‌زیستی؛ کاهش جرم؛ تاب‌آوری؛ کیفیت زیرساخت‌ها؛ پایداری محیطی
ایمنی کالبدی	توانایی عناصر کالبدی شهر (ساختمان، معابر، شبکه‌ها) برای مقاومت در برابر تهدیدات طبیعی و انسان‌ساخت	کاهش آسیب‌پذیری کالبدی شهر، مقاوم‌سازی ساختمان‌ها، برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری در بحران	کیفیت مصالح، تراکم ساختمانی، سن بنا، وضعیت معابر، فضاهای باز، دسترسی اضطراری
ایمنی کالبدی در بافت‌های شهری	حفاظت کالبدی از بافت‌های تاریخی و بناهای باارزش در برابر تهدیدهای طبیعی و انسانی	حفظ میراث فرهنگی، تقویت گردشگری، کاهش خطرپذیری کالبدی در بافت‌های فرسوده	ریزدانگی، مصالح کم‌دوام، عرض معابر، سن بنا، محدودیت مداخله، ارزش میراثی
پدافند غیرعامل شهری	مجموعه‌ای از تدابیر غیرنظامی برای افزایش ایمنی در برابر تهدیدهای طبیعی و انسان‌ساخت بدون استفاده از ابزار نظامی	برنامه‌ریزی ایمن شهری، کاهش خسارات، مدیریت ریسک، افزایش تاب‌آوری زیرساخت‌ها	مکان‌یابی مناسب کاربری‌های حساس، فضاهای اضطراری، شبکه معابر کارآمد، مقاوم‌سازی، کاهش تراکم
نقش پدافند غیرعامل در بافت تاریخی	رویکردی برای حفظ ارزش‌های فرهنگی و کاهش خطرپذیری با کمترین مداخله مستقیم در کالبد بافت تاریخی	حفاظت میراثی، کاهش خسارت، ارتقای ایمنی در بافت‌های ارزشمند مانند کاشان	رعایت ضوابط میراث، حد مداخله کم، سازگاری فرهنگی، کنترل ریسک، مشارکت جامعه

از جمله گسل کاشان-راوند، مرنجاب، بیابانک (مولد زلزله ۵/۵ ریشتری سال ۱۹۶۵) و درونه، اهمیت بالای خطر زمین‌لرزه در این منطقه را نشان می‌دهد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۳). محدوده پژوهش، بافت تاریخی کاشان با وسعت ۴۴۵ هکتار است؛ بافتی ارگانیک، متراکم، ریزدانه و دارای مصالح و زیرساخت‌های فرسوده که آسیب‌پذیری آن را در برابر بحران‌ها به‌ویژه زلزله افزایش می‌دهد. این بافت شامل محلاتی همچون سلطان میراحمد، درب اصفهان، پشت مشهد بالا و پایین، بازار و محتشم است که هر یک بخشی از هویت فرهنگی شهر را شکل می‌دهند. ارزیابی ایمنی و آسیب‌پذیری این محلات، گامی ضروری برای برنامه‌ریزی تاب‌آوری و پدافند غیرعامل محسوب می‌شود.

۵- معرفی متغیرها و شاخص‌ها

با استناد به ادبیات پژوهش و در چارچوب رویکرد پدافند غیرعامل، مجموعه‌ای از پانزده شاخص به‌منظور ارزیابی ایمنی کالبدی بافت‌های شهری استخراج شده است. این شاخص‌ها با هدف سنجش میزان آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در برابر بحران‌ها تدوین شده و در قالب سه معیار اصلی دسته‌بندی شده‌اند؛ در ادامه جدول (۳) به‌صورت مختصر، منابعی که

پژوهش از یک رویکرد تلفیقی پیشرفته استفاده شده است. در گام نخست، مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP) جایگزین AHP شده تا وابستگی‌های درونی میان معیارهای کالبدی -نظیر رابطه میان تراکم ساختمانی و دسترسی شبکه معابر- که در بافت‌های ارگانیک تاریخی نقش تعیین‌کننده دارند، به‌درستی مدل‌سازی شود. در گام دوم، برای رفع خطای ذاتی ناشی از طبقه‌بندی گسسته فواصل، لایه‌های فاصله اقلیدسی ابتدا از طریق توابع عضویت فازی استانداردسازی شده‌اند؛ به این معنا که هر پیکسل براساس مقدار فاصله واقعی خود، درجه‌ای پیوسته بین صفر تا یک دریافت می‌کند. بنابراین وزن‌ها مستقیماً بر فواصل خام اعمال نشده‌اند، بلکه بر لایه‌های فازی شده اعمال شده‌اند. به‌منظور انجام تحلیل‌ها، داده‌های مورد نیاز از منابع مختلف شامل نقشه‌های پایه، داده‌های مکانی، بازدید میدانی و نظر خبرگان گردآوری شده‌اند.

۴- محدوده مورد مطالعه

شهر کاشان، یکی از کهن‌ترین شهرهای ایران، در زون ایران مرکزی و میان رشته‌کوه‌های شرق ایران و گسل طویل زاگرس قرار دارد؛ موقعیتی که شرایط لرزه‌خیزی ویژه‌ای برای آن ایجاد کرده است. وجود گسل‌های متعدد و فعال،



نگاره ۱: موقعیت شهر کاشان و حوزه مورد مطالعه

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)

تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان ... / ۱۲۹

معیارها از آن اقتباس شده را نشان می‌دهد. به کاربری‌های امداد و نجات و نزدیکی به جاده‌های اصلی.

- **معیار نخست (دسترسی فیزیکی):** به ارزیابی قابلیت دسترسی در شرایط بحرانی می‌پردازد و شامل سه زیرشاخص کلیدی است: سلسله‌مراتب دسترسی، دسترسی فاصله از کاربری‌های خطرزا، میزان سازگاری کاربری‌ها،

جدول ۳: معیارهای قابل سنجش ایمنی کالبدی بافت

ردیف	معیار اصلی	زیر معیار	شاخص مرجع	منبع	
				فارسی	خارجی
۱	دسترسی فیزیکی	دسترسی به معابر اصلی	فاصله	Rostami & Bazrafshan (2020) Faridnia & Mirkotouli (2020)	Li, et al,2025
۲		دسترسی به مراکز امدادی و درمانی	فاصله	Khazaei et al. (2018) Dideban et al. (2020)	(National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2009, Chapter 3)
۳		سلسله مراتب دسترسی	فراوانی	Amirhajloo & Saghaei (2021)	Ghouchani,et al,2022.
۴	کاربری زمین و الگوی مجاورت	دسترسی به فضای باز و سبز	فاصله	Rostami & Bazrafshan (2020) Dideban et al. (2020)	Pineo et al,2018
۵		فاصله از کاربری‌های خطرزا	فاصله	Amirhajloo & Saghaei (2021) Mashali & Vasiq (2017) Momeni (2018)	Rezaie Narimisa et al,2019. Ramezani et al,2025
۶		نوع کاربری‌ها	فراوانی	Dideban et al. (2020)	Pineo et al,2018
۷		رعایت همجواری‌ها	فراوانی	Rostami & Bazrafshan (2020) Khazaei et al. (2018) Dideban et al. (2020)	Pineo et al,2018
۸	مشخصات فیزیکی ابنیه	تراکم جمعیتی	فراوانی	Khazaei et al. (2018) Faridnia & Mirkotouli (2020) Momeni (2018)	Rezaie Narimisa et al,2019
۹		تراکم ساختمانی	فراوانی	Khazaei et al. (2018) Mashali & Vasiq (2017) Faridnia & Mirkotouli (2020) Momeni (2018)	Rezaie Narimisa et al,2019
۱۰		کیفیت ابنیه	درصد	Mashali & Vasiq (2017)	Pineo et al,2018. (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2009, Chapter 3)
۱۱		اسکلت ساختمان	فراوانی	Mashali & Vasiq (2017)	(National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2009, Chapter 3). Hasanpour Loumer et al,2024..
۱۲		سن ساختمان	فراوانی	Amirhajloo & Saghaei (2021) Mashali & Vasiq (2017)	Ghouchani,et al,2022 Hasanpour Loumer et al,2024..
۱۳		تعداد طبقات	فراوانی	Amirhajloo & Saghaei (2021) Mashali & Vasiq (2017)	Ghouchani,et al,2022
۱۴		مساحت ابنیه	فراوانی	Amirhajloo & Saghaei (2021)	Ghouchani,et al,2022
۱۵		نسبت به گسل	فاصله	Shamaei, et al,2020	He, et al,2022

نوع کاربری اراضی و فاصله از گسل است.

• **معیار سوم (ویژگی‌های فیزیکی ابنیه):** به خصوصیات کالبدی ساختمان‌ها پرداخته و زیرشاخص‌هایی همچون تراکم جمعیت، مساحت ابنیه، کیفیت ساخت‌وساز، جنس مصالح ساختمانی، قدمت ابنیه، تراکم ساختمانی و تعداد طبقات را دربر می‌گیرد.

از آنجا که رویکرد پدافند غیرعامل در بافت‌های تاریخی در این مقاله براساس ایمنی کالبدی بوده است؛ بنابراین، عمدتاً بر مؤلفه‌های کالبدی، مورفولوژی فضایی، دسترسی‌ها، تراکم ساختمانی، تیپ ساخت‌وساز، مصالح، کیفیت سازه‌ای و شاخص‌های مرتبط با تاب‌آوری کالبدی تمرکز دارد، دامنه پژوهش نیز به‌صورت آگاهانه به شاخص‌های کالبدی محدود شد (Fathi & Zahedi, 2018; Chen et al. 2022; Rezaei & Zarei, 2018). اگرچه متغیرهای زمین‌شناختی نظیر روانگرایی و زمین‌لغزش، در مطالعات مربوط به ریسک‌های طبیعی و زمین‌شناسی اهمیت دارند، اما با توجه به محدودیت‌های زمانی، مقیاس مطالعه و تمرکز خاص پژوهش بر جنبه‌های کالبدی پدافند غیرعامل، این متغیرها در قلمرو موضوعی تحقیق گنجانده نشده‌اند. بنابر مستندات این معیارها اغلب در مقیاس منطقه‌ای و شهری مورد توجه قرار می‌گیرند و در سطح بافت تاریخی کاشان از اولویت و تأثیر مستقیم کمتری برخوردارند. به‌عنوان مثال در مطالعات جمالی و همکاران (۲۰۰۸)، مقیمی و همکاران (۲۰۱۹)، که بیشتر این مطالعات به «ریسک لرزه‌ای منطقه‌ای» می‌پردازند، نه صرفاً تحلیل کاملاً محلی بافت تاریخی (Adib & Kianoush, 2025; Moghimi, et al, 2019) به همین دلیل و مطابق با اهداف تعریف‌شده پژوهش، در این مقاله در زمره متغیرهای اصلی وارد نشده‌اند.

۶- تحلیل یافته‌ها

۶-۱- تحلیل ایمنی کالبدی شاخص‌های پدافند غیرعامل

در نواحی شش‌گانه محلات تاریخی کاشان

این بخش به بررسی ایمنی محلات ۱ تا ۶ منطقه یک

شهر کاشان که قلب بافت تاریخی این شهر را تشکیل می‌دهد، می‌پردازد (کل محلات شهر کاشان ۳۴ محله است). باتوجه به اهمیت ارزیابی ایمنی بافت تاریخی در برابر بحران‌های طبیعی در طراحی شهری، در این پژوهش با استفاده از امکانات تحلیلی و نمایشی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، به ریز پهنه‌بندی ایمنی در بافت تاریخی کاشان از بسیار امن تا بسیار ناامن پرداخته می‌شود.

۶-۲- مراحل تحلیل میزان ایمنی بافت با کاربری پدافند

غیرعامل براساس سیستم اطلاعات جغرافیایی

• **مرحله اول:** قالب لایه‌های زیرمعیارها تصحیح و تغییر داده شده و پس از آن برای لایه‌هایی که نیازمند به زدن فاصله بوده با استفاده از (Distance Euclidean) حریم زده شد و بقیه زیرمعیارها با استفاده از گزینه Polygon to Raster در نرم‌افزار Gis بر اساس ویژگی مورد نظر تغییر فرمت داده و براساس ویژگی مورد نظر رستری شده‌اند.

• **مرحله دوم:** استانداردسازی نقشه‌های معیار؛ در این مرحله نقشه‌های مؤثر در تحلیل ایمنی بافت تاریخی شهر که در مرحله قبل تولید شده به دلیل واحدهای ناهمگن، برای استانداردسازی و همگن کردن و همچنین افزایش انعطاف‌پذیری آن‌ها، از منطق فازی (FuzzyMembership) استفاده شده است. استانداردسازی فازی در دامنه عددی بین ۰-۱ قرار دارد. در این مقاله به این معنا که عدد (۱) بیشترین ایمنی بافت و (۰) کمترین ایمنی را دارند. در جدول (۴) لایه‌ها و نوع توابع به‌کار رفته در (FuzzyMembership) برای استانداردسازی فازی هر زیرمعیار بیان شده است.

• **مرحله سوم:** نقشه‌های استاندارد شده معیارها؛ در ادامه ۱۴ زیر معیار مؤثر در تحلیل ایمنی بافت تاریخی کاشان را پس از تأثیر توابع فازی در هر کدام، آن‌ها را استاندارد کرده به گونه‌ای که میزان ضریب ایمنی در تمام نقشه‌ها به صورت بازه ۰ تا ۱ نشان داده شده است. در نقشه‌ها و شکل‌های زیر لایه‌های استاندارد شده زیرمعیارهای تحلیل ایمنی بافت شهر با تأکید بر پدافند غیرعامل نشان

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مهر)

تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان ... / ۱۳۱

بود. در نقشه مربوطه عمدتاً رنگ سبز و زرد را نشان می‌دهد. این وضعیت بیانگر این است که تراکم ساختمانی در بیشتر مناطق این بافت بالا نیست. تراکم جمعیتی پشت مشهد بالا و پشت مشهد پایین در قسمت شمال شرقی و جنوب شرقی به نسبت از بقیه محلات بیشتر است.

تراکم ساختمانی: مساحت کل زیربنا به مساحت زمین در هر قطعه را تراکم ساختمانی گویند. تراکم ساختمانی بیشتر باعث بسته شدن معابر و کاهش امکان گریز از موقعیت‌های خطرناک و دسترسی به مناطق امن شده و نیز موجب مسدود

داده شده‌اند. در این نقشه‌ها براساس هر یک از مؤلفه‌های اصلی که شامل مشخصات فیزیکی ابنیه، دسترسی فیزیکی، کاربری زمین و الگوی مجاورت هستند، دسته‌بندی شده‌اند:

• مشخصات فیزیکی ابنیه

تراکم جمعیت: تعداد جمعیت در واحد سطح است. تراکم جمعیتی در شهر به این معناست که خسارت‌های جانی بیشتر به هنگام وقوع بحران و مجروحان بیشتر را در بر خواهد داشت. تراکم جمعیت هر چه کمتر باشد ایمنی بیشتر خواهد

جدول ۴: توابع فازی استانداردسازی معیارهای ایمنی بافت با کاربری پدافند غیرعامل

معیارها	زیرمعیارها	نوع تابع	شکل تابع فازی ^۱	midpoint ^۲	spread ^۳
دسترسی فیزیکی	سلسله مراتب دسترسی ^۴	large ^۵	-	۱	۵
	امداد و نجات	Linear	کاهشی		
	جاده‌های اصلی	small ^۶	-	۱۰۰	۳
الگوی مجاورت و کاربری زمین	خطروزا	Linear	افزایشی		
	میزان سازگاری	Linear	افزایشی		
	نوع کاربری اراضی ^۷	Linear	افزایشی		
	دسترسی به فضای سبز و باز	Linear	کاهشی		
مشخصات فیزیکی ابنیه	مساحت ابنیه	linear	افزایشی		
	تراکم جمعیت	linear	کاهشی		
	کیفیت ابنیه	linear	افزایشی		
	جنس مصالح ^۸	linear	افزایشی		
	قدمت ابنیه	linear	کاهشی		
	تراکم ساختمانی	linear	کاهشی		
	تعداد طبقات	linear	کاهشی		
	فاصله از گسل	Linear	افزایشی		

۵- از گزینه‌های (Fuzzy Membership) در برنامه (Arc gis) است. شباهت زیادی با تابع Linear دارد و موارد کاربرد آن در لایه‌هایی است که با شیب ملایم‌تری از تابع خطی با افزایش فاصله و براساس میزان (spread) میزان عضویت فازی آن افزایش می‌یابد.

۶- از گزینه‌های (Fuzzy Membership) در برنامه (Arc gis) است. که موارد کاربرد آن در لایه‌هایی است که فاصله خاصی از آن‌ها بیشترین امتیاز را دارد و بعد از آن فاصله میزان امتیاز براساس میزان (spread) کم می‌شود.

۷- ابتدا این لایه کدبندی و سپس براساس این تابع فازی شد.

۸- ابتدا این لایه کدبندی و سپس براساس این تابع فازی شد.

۱- افزایشی و کاهشی دو حالت از تابع Linear در (FuzzyMembership) هستند که موارد کاربرد آن در لایه‌هایی است که فاصله گرفتن از آن‌ها به صورت خطی میزان ایمنی را کاهش یا افزایش می‌دهد.

۲- به معنای فاصله‌ای است که از آن نقطه به بعد میزان عضویت فازی از ۰/۵ رو به کاهش می‌گذارد. برای مثال برای شاخص جاده‌های اصلی تا فاصله ۱۰۰ متری میزان عضویت فازی بیشتر از ۰/۵ و از ۱۰۰ متر به بعد میزان امتیاز از ۰/۵ رو به کاهش می‌گذارد.

۳- ضریب نحوه گسترش امتیازدهی به فواصل از یک کاربری است.

۴- ابتدا این لایه کدبندی و سپس بر اساس این تابع فازی شد.

ساختمان‌های مشابه دارد که از کیفیت ساخت پایین‌تری برخوردارند و از احتمال تخریب بیشتری در مقایسه با دیگر ساختمان‌ها برخوردار هستند. در نقشه کیفیت ابنیه، توزیع رنگ‌ها نشان‌دهنده کیفیت پایین ساختمان‌ها در بسیاری از مناطق است. گسترش رنگ قرمز نشان می‌دهد که تعداد زیادی از ساختمان‌ها از نظر کیفیت ساخت، نگهداری و مقاومت در سطح مطلوبی قرار ندارند. این موضوع، ایمنی آن‌ها را به شدت کاهش می‌دهد و در زمان بحران، خطر جانی و مالی بالایی ایجاد می‌کند. کیفیت ساختمان محلات پشت مشهد بالا و بازار و درب اصفهان به نسبت دیگر محلات کمتر ایمنی نیز کمتر خواهد بود.

مساحت ابنیه: سطح زمین از قطعات تشکیل شده است که وسیله‌ای دیگر در تعیین معیار ایمنی بافت در برابر بحران است و هر چه مساحت قطعات کوچک‌تر باشد آسیب‌پذیری بالاتر است. در نتیجه ایمنی با مساحت قطعات دارای رابطه‌ای معکوس است. ریزدانی بافت باعث آسیب‌پذیری بودن آن می‌شود همانطور که در نقشه مربوطه (نگاره ۲) ملاحظه می‌شود، پشت مشهد بالا و پایین به نسبت بقیه محلات دارای آسیب‌پذیری بیشتر و ایمنی کمتر هستند.

قدمت ابنیه: هر چه عمر ساختمان بیشتر باشد، با توجه به افزایش فرسودگی و نیز استفاده از مصالح کم دوام در گذشته، مقاومت ساختمان در برابر بحران کاهش می‌یابد و آسیب‌پذیری افزایش و ایمنی کاهش خواهد یافت. عمر مفید ساختمان در ایران ۳۰ سال برآورد شده و بیشتر از آن میزان آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد. بافت تاریخی محدوده مورد مطالعه به وضوح نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از ساختمان‌ها در بافت تاریخی کاشان دارای قدمت بالایی هستند. با توجه به گسترش رنگ قرمز و زرد در سطح نقشه، می‌توان نتیجه گرفت که بسیاری از سازه‌ها قدیمی هستند. قدمت زیاد، معمولاً با فرسودگی و کاهش مقاومت سازه همراه است که ایمنی آن‌ها را کاهش می‌دهد و ریسک تخریب را بالا می‌برد. این شرایط در پشت مشهد بالا و پایین به مراتب بهتر از بقیه محلات است.

شدن راه‌های ارتباطی است. تراکم ساختمانی کمتر ایمنی بیشتری است. براساس نقشه تراکم ساختمانی در بیشتر مناطق این بافت بالا نیست. تراکم ساختمانی پایین‌تر، دسترسی و امداد رسانی در شرایط اضطراری را آسان‌تر می‌کند. با این حال، وجود نقاط قرمز پراکنده، مناطقی با تراکم بالا را نشان می‌دهد که می‌تواند در زمان بحران مشکل‌ساز باشد. در محلات بازار و پشت مشهد بالا ایمنی کالبدی از بعد تراکم ساختمانی بیشتر است.

تعداد طبقات: یکی از عوامل درونی تأثیرگذار در ایمنی کالبدی در برابر بحران تعداد طبقات و همچنین ارتفاع آن است، هر چه تعداد طبقات ساختمان بیشتر باشد آسیب‌پذیری آن در برابر بحران بیشتر خواهد بود. نقشه تعداد طبقات نسبتاً مثبت است. بخش عمده بافت تاریخی با رنگ سبز پوشیده شده است، که نشان‌دهنده تعداد طبقات کم (عموماً یک یا دو طبقه) در ساختمان‌ها است. این ویژگی از منظر پدافند غیرعامل یک مزیت محسوب می‌شود، زیرا در صورت وقوع زلزله یا سایر سوانح، خطرات ناشی از ریزش سازه‌های بلندمرتبه کاهش می‌یابد. نقاط زرد و قرمز بسیار محدود هستند و به ساختمان‌های بلندتر اشاره دارند.

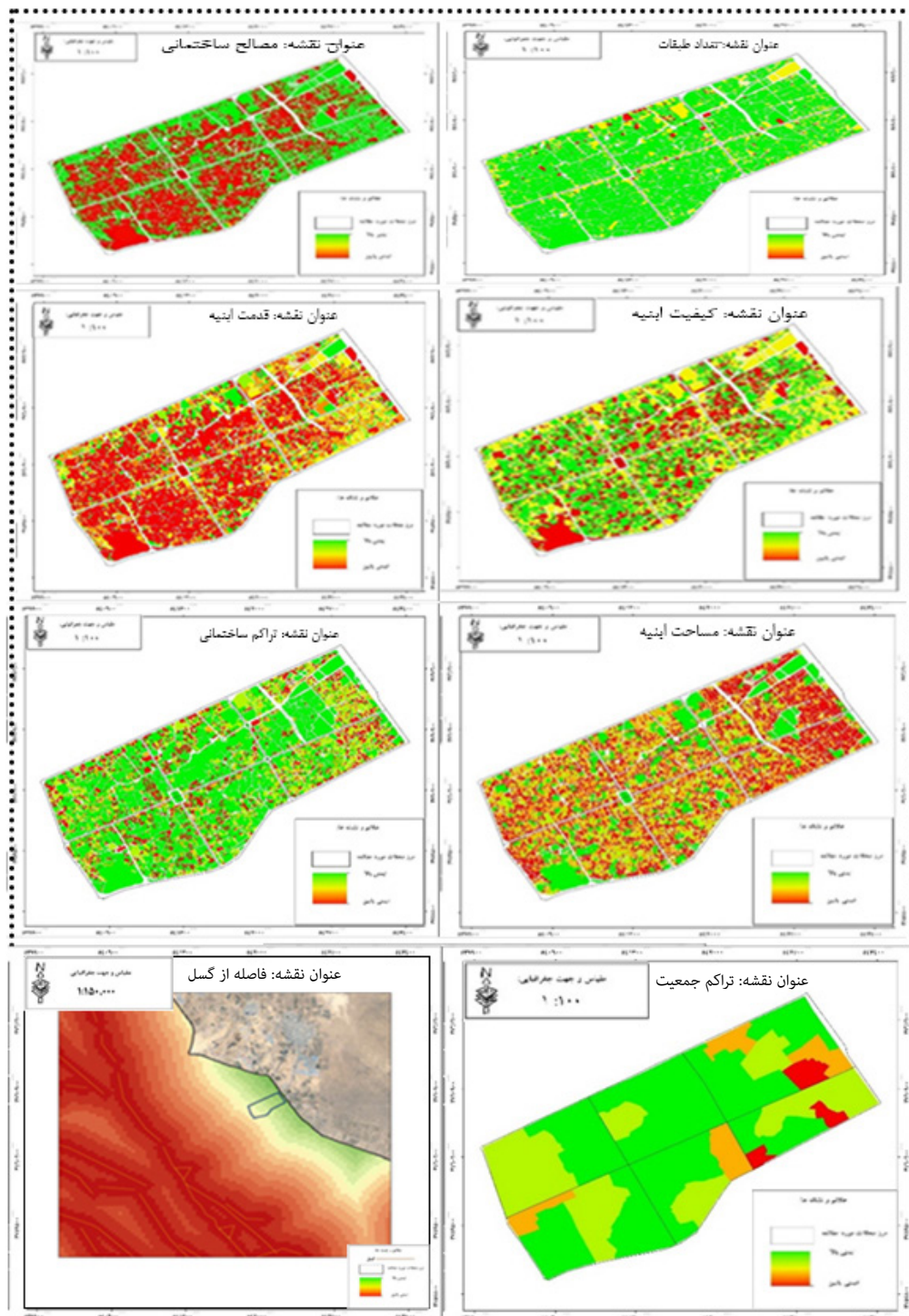
جنس مصالح ساختمانی: نوع مصالح ساختمانی به کار رفته در ساخت واحد ساختمانی، کیفیت مسکن محسوب می‌شود. وجود ساختمان‌هایی از جنس خشت و گل و چوب در رده ایمنی بسیار پایین و آسیب‌پذیری بالا قرار دارد. بنابراین هر چه از مصالح استاندارد بیشتری استفاده شود قطعاً ایمنی بیشتر خواهد بود. بخش‌های وسیعی از بافت تاریخی با رنگ قرمز مشخص شده‌اند؛ که نشان‌دهنده مصالح ساختمانی غیرایمن و فرسوده ساخته شده‌اند. این مسئله یکی از بزرگ‌ترین نقاط ضعف کالبدی این بافت محسوب می‌شود و در صورت وقوع بحران مانند زلزله، آسیب‌پذیری بالایی ایجاد می‌کند. مناطق سبز و ایمن در این نقشه بسیار محدود و پراکنده هستند که نشان‌دهنده ساخت‌وسازهای جدید یا مرمت‌شده با مصالح استاندارد است.

کیفیت ابنیه: کیفیت بنا تأثیر بسیار مهمی بر میزان آسیب‌پذیری

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (س)

تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان ... / ۱۳۳

فاصله از گسل: یکی از مؤثرترین عوامل در آسیب‌پذیری لرزه‌ای بافت‌های تاریخی، فاصله از گسل است؛ به‌طوری‌که هرچه محدوده‌ای به خط گسل نزدیک‌تر باشد، خطر آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد. شهر کاشان در زون ایران مرکزی و میان مجموعه‌ای از گسل‌های مهم مانند کاشان-راوند، مرنجاب، بیابانک و درونه قرار دارد. بااین‌حال



نگاره ۲: زیرمعیارهای مشخصات فیزیکی ابنیه

بافت هستند که دسترسی بسیار دشواری دارند و معابر آنها باریک و پیچ در پیچ است. این وضعیت در زمان بحران، مانع بزرگی برای ورود خودروهای امدادی، آتش نشانی و اورژانس ایجاد می کند و می تواند عملیات نجات را به شدت مختل کند. نقشه مربوطه در نگاره ۳ ضعف عمده بافت در زمینه شبکه معابر را به وضوح نشان می دهد.

سلسله مراتب دسترسی: اگر سلسله مراتب دسترسی مناسب اجرا شود به خصوص اگر تنوع مناسب در آن سلسله مراتب گنجانده شود آسیب پذیری کاهش می یابد. در دسترس بودن شبکه دسترسی نیز معیاری مؤثر برای پاسخ مؤثر در زمان بحران است و این شامل شناسایی مسیرهای بحرانی در زمینه برنامه ریزی می شود که عملکرد آن تحت بحران بتواند پاسخگوی تعداد زیادی از مردم در کمترین زمان ممکن باشد. در نتیجه نزدیکی ساختمان ها به معابر اصلی دارای ایمنی بیشتر خواهد بود. بخش های سبز و ایمن تنها به صورت خطوطی در اطراف معابر اصلی دیده می شوند. این الگو به وضوح نشان می دهد که در زمان بحران، امداد رسانی به مناطق مرکزی و دور از معابر اصلی با چالش های جدی و خطرناک روبه رو خواهد بود.

• کاربری زمین و الگوی مجاورت

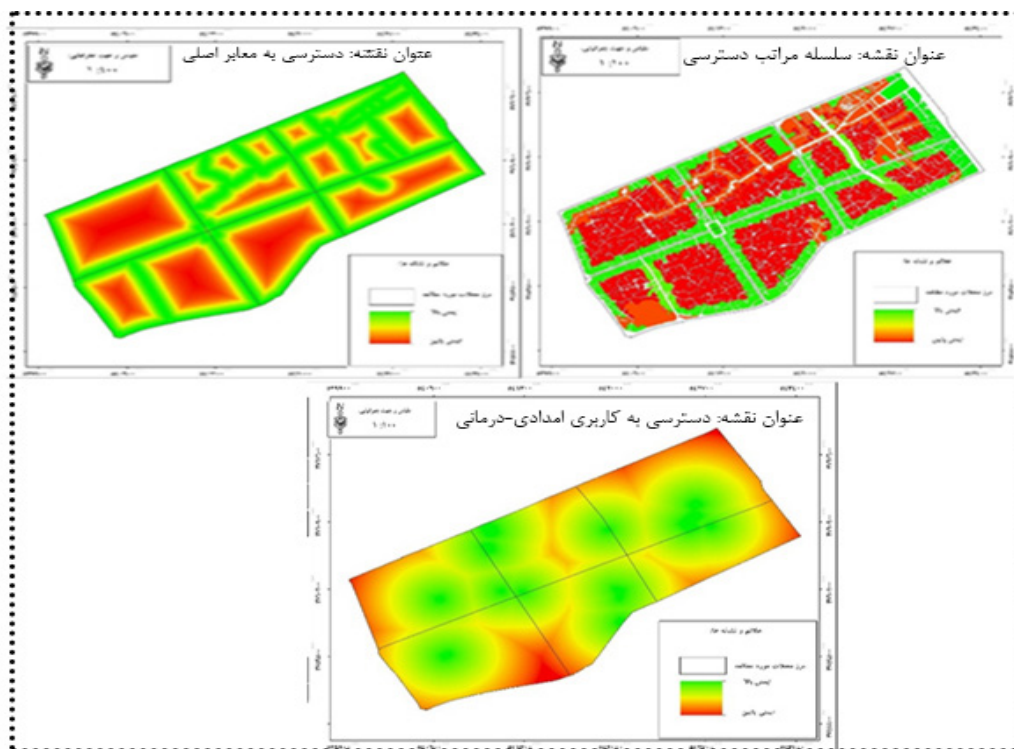
فاصله از کاربری های خطرناک: نقشه فاصله از کاربری های خطرناک نزدیکی به نقاط پرخطر (جایگاه های سوخت رسانی، ایستگاه های تقلیل فشار گاز، پست های برق شهری، مخازن آب شهری) را نشان می دهد (نگاره ۴). مناطقی که با رنگ قرمز مشخص شده اند، دارای ایمنی پایین هستند زیرا در فاصله نزدیک به این کاربری های خطرناک قرار دارند. در صورت وقوع بحران، این مناطق در معرض خطر ثانویه (مانند انفجار یا آتش سوزی) قرار می گیرند. مناطق سبز که در فواصل دورتری از این نقاط خطر قرار دارند، ایمنی بالاتری دارند. این نقشه بر اهمیت موقعیت یابی صحیح کاربری ها برای کاهش خطرات در شرایط اضطراری تأکید می کند. جز محله پشت مشهد پایین که در جنوب شرقی قرار دارد بقیه

تحلیل نقشه های زمین ساختی نشان می دهد که گسل های اصلی عمدتاً در بخش های غربی و جنوب غربی شهر متمرکز هستند، در حالی که بافت تاریخی در بخش شمال شرقی قرار گرفته و فاصله ای قابل توجه (معمولاً بیش از ۵ تا ۱۰ کیلومتر) از این نواحی پرخطر دارد. این فاصله سبب شده بافت تاریخی در ناحیه ای با ایمنی بالا قرار گیرد که در نقشه ها با رنگ سبز مشخص شده است. همچنین راستای شمال غربی - جنوب شرقی گسل های منطقه باعث می شود مسیرهای شکستگی از محدوده بافت تاریخی دور بماند و خطر مستقیم ناشی از فعالیت گسل ها به طور محسوسی کاهش یابد.

• دسترسی فیزیکی

دسترسی به کاربری امدادی درمانی: شبکه معابر شهری، شریان حیاتی هر شهر محسوب می شود. در شرایط پس از زلزله، حفظ این شریان ها برای ورود سریع نیروهای امدادی، تیم های جستجو و نجات و وسایل نقلیه تخصصی (مانند آمبولانس و خودروهای آتش نشانی) به مناطق آسیب دیده، از اهمیت بالایی برخوردار است. اختلال در این دسترسی می تواند منجر به تأخیر در رسیدن کمک های اولیه، افزایش تلفات انسانی و گسترش آتش سوزی ها شود. بافت تاریخی لبه های سلطان میر احمد و پشت مشهدها از ایمنی به مراتب کمتری نسبت به بقیه مناطق برخوردار است.

دسترسی به معابر اصلی: دسترسی به معابر اصلی در مدیریت بحران پس از وقوع زلزله، یک مؤلفه حیاتی و غیرقابل انکار در حفظ حیات انسانی و تداوم عملکرد شهری است. این اهمیت در دو جنبه کلیدی قابل بررسی است: تأمین دسترسی برای امداد رسانی و امکان فرار و پناهگیری ایمن برای شهروندان. بخش های سبز که در نزدیکی خیابان های اصلی (راه صلیبی) قرار دارند، از نظر دسترسی ایمنی بالایی دارند. این امر به نیروهای امدادی اجازه می دهد تا به سرعت وارد بافت شوند. با این حال، همانطور که از رنگ ها پیداست، با دور شدن از این معابر اصلی، رنگ نقشه به زرد و سپس قرمز تبدیل می شود. مناطق قرمز نشان دهنده بخش هایی از

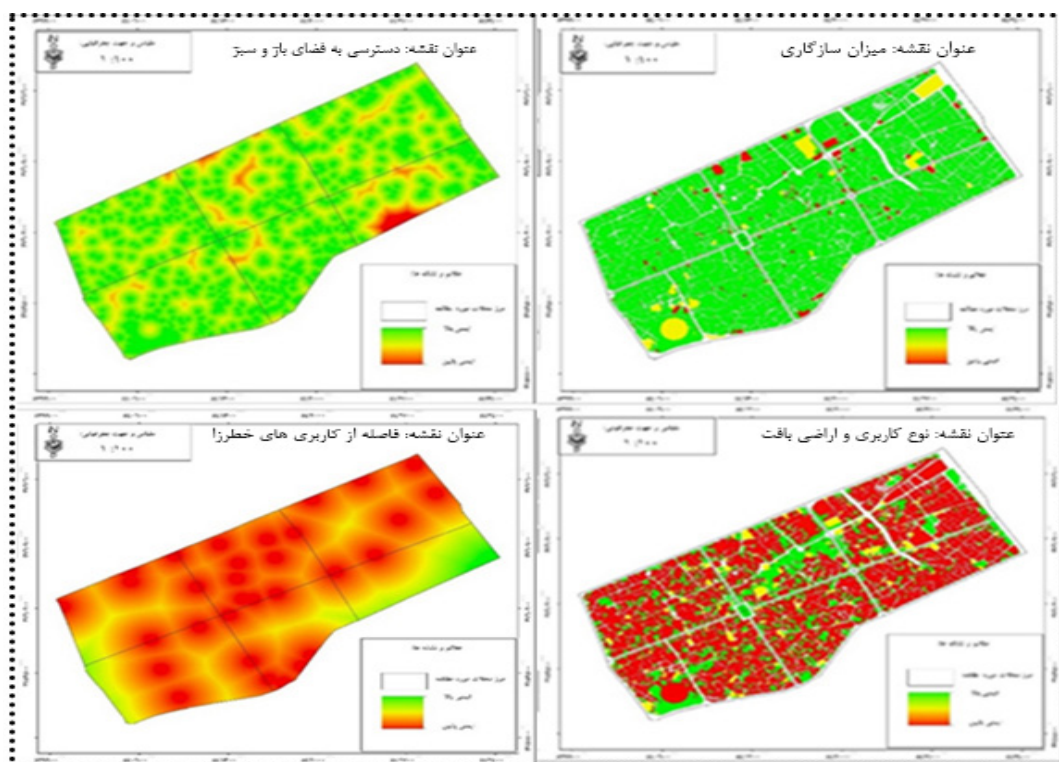


نگاره ۳: زیرمعیارهای دسترسی فیزیکی

محلات ایمنی پایینی دارند و آسیب‌پذیر هستند. دسترسی به فضای باز و سبز: فضاهای باز شامل پارک‌ها، فضای سبز، زمین‌های رها شده (بایر یا موات) فضاهای بازی محله‌ها و میدان‌ها است. در شرایط بحرانی، فضاهای باز و سبز می‌توانند به عنوان مناطق امن برای تجمع و پناهگیری شهروندان از خطر ریزش آوار عمل کنند. مناطقی که در نزدیکی این فضاها قرار دارند، با رنگ سبز نشان داده شده و دارای ایمنی بالا هستند. با دور شدن از این مناطق امن، رنگ به زرد و سپس قرمز تغییر می‌یابد. بخش‌های قرمز نقشه، مناطقی را نشان می‌دهند که دسترسی ضعیفی به فضاهای باز دارند و در شرایط اضطراری می‌توانند خطرناک باشند و جان افراد را به خطر اندازند. در نقشه دسترسی به فضای باز و سبز (نگاره ۴) نشان داده شده است که کل بافت دارای شرایط مساعدی است، به جز بخش جنوب شرقی بافت پشت مشهد پایین.

عمومی، امداد و نجات، مؤسسات آموزشی در رتبه دوم آسیب‌پذیری قرار دارند. کاربری مناطق رسمی و نظامی هنوز آسیب‌پذیری کمتری دارند و در نهایت فضای باز از بقیه آسیب‌پذیری کمتری دارد. با توجه به نقشه نوع کاربری اراضی و اینکه اکثر کاربری‌های بافت تاریخی مسکونی است پس دارای آسیب‌پذیری بیشتری است، به جز در محله بازار به دلیل وجود خیابان تجاری آسیب‌پذیری کمتر است. همجواری کاربری‌ها: یکی از معیارهای مهم همجواری به کاربری زمین است این معیار باید مشاهده شود به گونه‌ای که کاربری‌های زمین مجاور تهدید برای دیگری در برابر زلزله نداشته باشد، زمانی که کاربری زمین مجاور ناسازگار باشد از لحاظ فرم، فضا و فعالیت آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد و زمانی که سازگار باشد آسیب‌پذیری در برابر زلزله کاهش و ایمنی افزایش می‌یابد. در صورت ناسازگاری امکان آتش سوزی، انفجار و انتشار گازهای آلاینده و سمی وجود دارد. همانطور که نقشه مربوطه (نگاره ۴) نشان می‌دهد، عمده کاربری‌ها در این بافت تاریخی از نظر سازگاری در وضعیت مناسبی قرار دارند.

نوع کاربری: کاربری مسکونی آسیب‌پذیرتر از سایر کاربری‌های زمین است و قطعات اختصاص داده شده مراکز بهداشت



نگاره ۴: موقعیت کاربری زمین و الگوی مجاورت

۳-۶- مرحله سوم

داشته باشد استفاده می‌شوند. به عبارتی، از طریق مقایسه زوجی می‌توان میزان نسبی معیارها و زیرمعیارها را مشخص کرد (Jabalumoli et al, 2008:340). این بخش شامل چند مرحله است که در ادامه، به آنها می‌پردازیم:

مقایسه دودویی معیارهای اصلی: مقایسه دودویی معیارهای اصلی چهارگانه براساس سه کمیت ساعتی است و میزان اهمیت هر یک از معیارها را نسبت به دیگری در ایمنی کالبدی بافت تاریخی بیان می‌کند. در نرم‌افزار سوپر دسیژن مقایسه دودویی انجام شده است.

مقایسه دودویی وابستگی‌های درونی معیارهای اصلی: برای درک وابستگی‌های درونی بین معیارهای اصلی، مقایسه دودویی بین معیارهای اصلی است که شامل دسترسی فیزیکی و الگوهای مجاورت، مشخصات فیزیکی ابنیه ارتباط درونی می‌شود.

مقایسه دودویی زیرمعیارهای هر یک از معیارهای اصلی: در این مرحله به مقایسه دودویی هر یک از زیرمعیارهای

در ادامه به اختصار به توضیح مراحل محاسبه ANP می‌پردازیم و در نهایت جدول (۵) نتایج ارائه شده است. لازم به ذکر است برای محاسبه‌ای ان پی (ANP) و استخراج نظر کارشناسان خبره (۱۵ کارشناس)، برای سه معیار اصلی و ۱۴ زیر معیار آنها پرسشنامه طراحی و در بین متخصصان امر به‌منظور نظرخواهی توزیع شد. وزن‌های هر یک از معیارها نیز تعیین و اولویت‌بندی شدند.

• گام اول: تعیین ارتباط و وابستگی بین معیارها و زیرمعیارها: برخلاف تحلیل سلسله مراتبی (AHP) که روابط یک سویه و سلسله مراتبی است، در فرایند تحلیل شبکه‌ای، افزون بر ارتباط سلسله مراتبی، در بخش‌هایی از مدل ممکن است معیارها و زیر معیارها با یکدیگر ارتباط و وابستگی متقابل داشته باشند.

• گام دوم: تشکیل ماتریس مقایسه‌ای و کنترل سازگاری آنها: سلسله مراتب کنترل ANP، مجموع معیارهایی هستند که برای مقایسه تعامل‌هایی که ممکن است در شبکه وجود

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (پژ)

تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان ... / ۱۳۷

امکان دسترسی به مراکز امدادی و درمانی است. با توجه به شرایط پیچیده و محدودیت‌های جانبی، اختلال در فرآیند امدادرسانی و انتقال تجهیزات و خدمات، به‌ویژه در عمق بافت‌های آسیب‌پذیر، می‌تواند مشکلات جدی ایجاد نماید. نهایتاً، الگوهای مجاورت کاربری‌ها با وزن ۰/۲۳ در جایگاه سوم قرار گرفتند که این معیار نیز در ارتقاء ایمنی بافت نقش مهمی ایفا می‌کند. بنابراین، مشخصات فیزیکی ابنیه به‌عنوان مهم‌ترین عامل در ایمنی بافت شناخته شد (جدول ۵).

۶-۴- مرحله چهارم

در این مرحله نقشه‌های استاندارد شده FuzzyMembership در مرحله دوم را در جعبه ابزار (Spatial Analyst Tools) نرم‌افزار (Arc GIS)، با استفاده از Weighted sum وزن نهایی شاخص‌هایی را که با استفاده از فرم پرسشنامه و مدل ANP به‌دست آمده بود، تعیین و لایه‌ها را هم‌پوشانی فازی (Fuzzy Overlay) می‌نمائیم. نقشه نهایی به‌صورت رستری

معیارهای اصلی می‌پردازیم و مطابق قبل براساس نه کمیت ساعتی ارزیابی می‌شوند. معیارها شامل مشخصات فیزیکی ابنیه، دسترسی فیزیکی و الگوهای مجاورت هستند.

• گام سوم: محاسبه سوپر ماتریس حد: برای محاسبه سوپر ماتریس حد مراحل زیر را باید طی کرد:

تشکیل سوپر ماتریس ناموزون محاسبه شده و سازگاری آن‌ها نیز کنترل شده است، می‌توان با جایگزین کردن این ماتریس‌ها در سوپر ماتریس اولیه، سوپر ماتریس ناموزون را به‌دست آورد. حال سوپر ماتریس ناموزون به سوپر ماتریس موزون، یعنی ماتریسی که جمع اجزای ستون یک است تبدیل می‌شود.

نتایج نشان داد که مشخصات فیزیکی ابنیه با وزن نسبی ۰/۴۶ بیشترین تأثیر را در ایمنی بافت دارد؛ به این معنا که هرچه مشخصات ابنیه از نظر ایمنی مناسب‌تر باشد، بافت در برابر بحران‌ها پایدارتر و مقاوم‌تر خواهد بود. در رتبه دوم، دسترسی فیزیکی با وزن نسبی ۰/۳۰ قرار گرفت که اهمیت آن به دلیل نقش کلیدی در مرحله پس از بحران و

جدول ۵: وزن معیارها و زیرمعیارها تحلیل ایمنی بافت تاریخی کاشان

معیارها	وزن معیارها	زیرمعیارها	وزن زیرمعیار	وزن نرمال شده زیرمعیارها
دسترسی فیزیکی	۰/۳۰۸	معیار اصلی	۰/۵۸۶۸۸	۰/۲۱۴
		امداد و نجات	۰/۲۳۸۰۲	۰/۰۸۷
		سلسله مراتب	۰/۱۷۵۱	۰/۰۶۴
الگوی مجاورت کاربری زمین	۰/۲۳۰	فضای باز و سبز	۰/۳۱۴۰۸	۰/۰۹۱
		کاربری زمین	۰/۱۱۳۲	۰/۰۲۴
		سازگاری	۰/۱۴۲۲۴	۰/۰۱۴
		پمپ بنزین	۰/۴۳۰۴۰	۰/۰۸۳
مشخصات فیزیکی ابنیه	۰/۴۶۰	تراکم ساختمانی	۰/۱۷۴۴۸	۰/۰۸۰
		تراکم جمعیتی	۰/۲۷۴۱۹	۰/۱۲۶
		قدمت بنا	۰/۱۴۷۸۳	۰/۰۶۸
		مساحت	۰/۰۳۰۵۶	۰/۰۱۴
		کیفیت ابنیه	۰/۰۷۹۲۵	۰/۰۳۶
		مصالح	۰/۱۴۰۹۲	۰/۰۶۵
		طبقات	۰/۰۹۳۶۰	۰/۰۴۳
		فاصله از گسل	۰/۰۵۹۱۷	۰/۰۲۷
		-	۳	۱
مجموع	۱	-	۳	۱



نگاره ۶: مدل مکانی پهنه بندی درصدی سطوح ایمنی کالبدی بافت تاریخی کاشان



نگاره ۵: مدل مکانی پهنه بندی سطوح ایمنی کالبدی بافت تاریخی (فازی شده)

حسب مقادیر معیارها و زیرمعیارها تفاوت دارد، به طوری که ضریب ایمنی محلات در بخش جنوب و جنوب غربی بافت بسیار پایین است. همان طور که در نگاره های (۵) و (۶) ملاحظه می شود تراکم فضاهای ناامن کالبدی به طور یکنواخت در نواحی پخش نشده و عموماً در محلات سلطان میر احمد، طاهر و منصور و محله محتشم از سه محله دیگر به مراتب بیشتر است. درواقع محلات قرار گرفته در بخش جنوبی بافت تاریخی دارای شرایط و ایمنی کالبدی ضعیفی در برابر بحران هستند که بیشتر به دلیل قدمت بالای ابنیه، اسکلت ساختمانی و همچنین درصد بالای نفوذناپذیری و عدم دسترسی مناسب به معابر بوده و سلسله مراتب دسترسی این سه ناحیه، از مهم ترین دلایل ضریب پایین ایمنی کالبدی در این نواحی است.

باتوجه به نقشه نهائی به دست آمده و جدول شماره (۷) نتایج به تفکیک محلات نشان می دهد که محلات سلطان میراحمد و درب اصفهان و محتشم و طاهر و منصور به

ایمنی کالبدی بافت کاشان را به تفکیک نواحی محلات ارائه می دهد (نقشه خروجی شماره ۵).

۶-۵- مرحله پنجم

در این مرحله نقشه پهنه بندی ایمنی بافت که امتیازات آن در بازه ۰ تا ۱ تعریف شده بود در جعبه ابزار (Spatial Analyst Tools) نرم افزار (Arc GIS)، با استفاده از Map algebra در عدد ۱۰۰ ضرب شده که خروجی آن نقشه درصد ایمنی بافت تاریخی کاشان بوده است. نگاره (۶) نشان دهنده پهنه بندی درصدی سطوح ایمنی است.

طبق بررسی های انجام شده با تلفیق ۱۴ زیرمعیار کالبدی، مشخص شد که ۱۹/۳۷ درصد از اراضی بافت تاریخی شهر کاشان با ایمنی بسیار کم، ۲۱/۵۷ درصد ایمنی کم و ۲۱/۹۷ درصد نیز ایمنی متوسط، ۲۴/۷۲ درصد زیاد، ۱۲/۳۴ درصد بسیار زیاد قرار دارند که توزیع آماری ضریب ایمنی بافت تاریخی در محلات تایخی کاشان بر

جدول ۶: پهنه بندی مساحت براساس ضریب ایمنی در بافت تاریخی کاشان

درصد	ضریب ایمنی	مساحت (هکتار)
۱۹/۳۷	بسیار کم	۷۱/۸۶
۲۱/۵۷	کم	۸۰
۲۱/۹۷	متوسط	۸۱/۵
۲۴/۷۲	زیاد	۹۱/۷
۱۲/۳۴	بسیار زیاد	۴۵/۸

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سم)

تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان ... / ۱۳۹

نسبت بقیه محلات آسیب‌پذیرتر بوده و از ضریب ایمنی به ۳۷۰/۸۶ هکتار زمین است که محله سلطان میراحمد و درب مراتب پایین‌تری برخوردار هستند. کل بافت تاریخی دارای اصفهان با مساحتی حدود ۷۶/۲ هکتار دارای ۵۱٪ ضریب

جدول ۷: پهنه‌بندی مساحت منطقه براساس ضریب ایمنی

نام محله	ضریب ایمنی	مساحت (هکتار)	درصد
بازار	بسیار کم	۱/۰۶	۱/۸
	کم	۱۰/۲	۱۷/۴
	متوسط	۱۴/۳	۲۴/۳
	زیاد	۱۹/۳	۳۲/۸
	بسیار زیاد	۱۳/۹	۲۳/۷
	مجموع	۵۸/۷۶	۱۰۰
محتشم	بسیار کم	۱۳/۴	۲۵/۵
	کم	۱۳/۸	۲۶/۳
	متوسط	۱۰/۲	۱۹/۴
	زیاد	۱۰/۵	۲۰/۰
	بسیار زیاد	۴/۶	۸/۸
	مجموع	۵۲/۵	۱۰۰
پشت مشهد بالا	بسیار کم	۶	۸/۴
	کم	۱۰/۹	۱۵/۲
	متوسط	۱۸/۳	۲۵/۵
	زیاد	۲۲/۶	۳۱/۵
	بسیار زیاد	۱۳/۹	۱۹/۴
	مجموع	۷۱/۷	۱۰۰
پشت مشهد پایین	بسیار کم	۷/۱	۱۵/۸
	کم	۱۱/۴	۲۵/۴
	متوسط	۱۰/۵	۲۳/۴
	زیاد	۱۱/۹	۲۶/۶
	بسیار زیاد	۳/۹	۸/۷
	مجموع	۴۴/۸	۱۰۰
سلطان میراحمد و درب اصفهان	بسیار کم	۲۱/۳	۲۸/۰
	کم	۱۷/۶	۲۳/۱
	متوسط	۱۷/۲	۲۲/۶
	زیاد	۱۶/۲	۲۱/۳
	بسیار زیاد	۳/۹	۵/۱
	مجموع	۷۶/۲	۱۰۰
طاهر و منصور	بسیار کم	۲۳	۳۴/۴
	کم	۱۶/۱	۲۴/۱
	متوسط	۱۱	۱۶/۴
	زیاد	۱۱/۲	۱۶/۷
	بسیار زیاد	۵/۶	۸/۴
	مجموع	۶۶/۹	۱۰۰

ایمنی زیاد تا خیلی زیاد را شامل می‌شود. در رتبه سوم پشت مشهد پایین قرار دارد که با مساحت ۴۴/۸ هکتار و ضریب ایمنی کم تا خیلی کم ۴۱/۲ درصد، ۲۳/۴٪ ایمنی متوسط و ۳۵/۳٪ درصد ضریب ایمنی زیاد تا خیلی زیاد را نشان می‌دهد. به‌طور کلی می‌توان عوامل آسیب‌پذیری و ایمنی پایین محلات بافت تاریخی را بافت ارگانیک، ریزدانه‌گی قطعات، سن بالای ساختمانی، عدم دسترسی‌های مناسب به داخل و عمق محلات، وجود کوچه پس کوچه‌های تنگ و باریک و عرض کم معابر و سلسله مراتبی ضعیف و کمبود فضای سبز، وجود ساختمان‌های تخریبی و از جنس خشت و گل که مقاومت ضعیفی در برابر بحران دارد و تراکم جمعیتی بالا در این محلات دانست.

۷- بحث، یافته‌ها و پیشنهادات

فضاهای بافت تاریخی از پیچیدگی خاصی برخوردار هستند، این پیچیدگی تحت تأثیر عوامل و فرایندهای فضا سازی شهر است. عوامل و فرایندها شامل عوامل بستر ساز محیط طبیعی، اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و سیاسی - مدیریتی و نهادی و عوامل جهانی شدن هستند. مجموعه این عوامل در رفتارهای فضایی و ساختارهای فضایی بافت قدیم شهر تأثیر می‌گذارند که همگی اینها نشان از پیچیدگی فضایی در بافت قدیم شهری است. باتوجه به اینکه بافت تاریخی دارای ارزش‌های کالبدی، فرهنگی و میراثی است؛ نمی‌توان آن را مشابه بافت‌های متعارف شهری مورد تحلیل قرار داد. بر این اساس ماده ۳، قانون حمایت از مرمت و احیای بافت‌های تاریخی-فرهنگی (مصوب ۱۳۹۸)، مجموعه قوانین و مقررات بافت و ابنیه تاریخی (ویرایش پاییز ۱۴۰۳) بخش دوم (قوانین ملی) و قانون نظام فنی و اجرایی اختصاصی بناها و بافت‌های تاریخی-فرهنگی (مصوب ۱۴۰۳؛ ماده ج) وحدت رویه در شناسایی بافت‌های تاریخی و مقررات حفاظت، به صراحت اعلام کرده است که هر گونه تجمیع ریزدانه‌ها، تغییر در دانه‌بندی یا نوسازی با تخریب گسترده در حریم درجه یک ممنوع

ایمنی بسیار کم تا کم، ۲۲/۶٪ ایمنی متوسط، ۲۶/۴٪ ایمنی زیاد تا خیلی زیاد را نشان می‌دهد. محله محتشم نیز با مساحتی حدود ۵۲/۵ هکتار دارای ضریب ایمنی کم ۵۱/۸٪ و ایمنی متوسط ۱۹/۴٪، و ایمنی زیاد ۲۸/۸٪ محله طاهر و منصور نیز با مساحت ۶۶/۹ هکتاری و ضریب ایمنی کم ۵۸/۵٪، ایمنی متوسط ۱۶/۴٪ و ایمنی زیاد ۲۵/۱٪ را نشان می‌دهند. بنابراین محله طاهر و منصور آسیب‌پذیری بیشتر و ایمنی کمتری در بین کل محلات دارد. به‌طور کلی می‌توان شاخص اصلی تأثیرگذار در آسیب‌پذیری و ناامنی محله‌های محتشم، سلطان میر احمد و درب اصفهان و به‌خصوص طاهر و منصور را وجود ساختمان‌هایی تخریبی و بی‌کیفیت و ابنیه با قدمت بالای ۶۰ سال، ریز دانه‌گی، وجود مصالح قدیمی خشت و گل در این محلات دانست. تراکم ساختمانی بالا، تراکم جمعیتی بالا، مخصوصاً در طاهر و منصور به دلیل حضور افغان‌ها در این محله، ناسازگاری کاربری‌ها، دسترسی ضعیف به معابر اصلی به‌طور ویژه در عمق این محلات، دسترسی ضعیف به مراکز امدادی و درمانی هستند که در افزایش آسیب‌پذیری و کاهش ایمنی در این محلات مؤثر قلمداد می‌شوند.

محلات بازار و پشت مشهد بالا و پایین دارای ایمنی بیشتری هستند که وجود عناصر نوساز، جنس مصالح ساختمانی بادوام آجر و آهن، سن بهتر ساختمان، دسترسی‌های مناسب به معابر اصلی و دسترسی مناسب به مراکز امدادی درمانی از ویژگی‌های این محلات به‌شمار می‌روند و دلیل حداقل میزان آسیب‌پذیری را نشان می‌دهند. محله بازار با مساحتی حدود ۵۸/۷۶ هکتار و با ضریب ایمنی ۱۹/۲٪ ایمنی کم تا خیلی کم، ۲۴/۳٪ ایمنی متوسط و ۵۶/۵٪ ایمنی زیاد تا خیلی زیاد ایمن‌ترین محله بافت تاریخی کاشان محسوب می‌شود. در رتبه‌های بعدی محله پشت مشهد بالا دارای مساحتی حدود ۷۱/۷ هکتار است که ضریب ایمنی ۲۳/۶٪ ایمنی کم تا خیلی کم تا کم، ایمنی متوسط ۲۵/۵٪ و ۵۰/۹٪ ایمنی زیاد تا خیلی زیاد را در محله نشان می‌دهد. که در هر دو محله بالای ۵۰ درصد

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (س)

تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان ... / ۱۴۱

تفضیلی بافت تاریخی کاشان قرار دارد. بنابراین هرگونه پهنه‌بندی یا ارائه راهکار مدیریتی، باید با حفظ الگوی ریزدانه و شبکه معابر سنتی بافت تاریخی با بومی‌سازی معیارها و استفاده از داده‌های محلی هماهنگ باشد، بنابراین می‌توان از این مدل در شهرهایی مانند یزد، اصفهان، شیراز، تبریز و... بهره برد. درواقع این پژوهش نه تنها ایمنی کاشان را تحلیل کرد، بلکه چارچوبی تعمیم‌پذیر برای بافت‌های تاریخی کشور ارائه می‌دهد. بافت‌های تاریخی ایران (مانند یزد، اصفهان، شیراز، تبریز و ماسوله) با چالش‌های مشترکی مانند فرسودگی کالبدی (۷۰-۵۵٪ ابنیه قدیمی براساس آمار میراث فرهنگی، ۱۴۰۳) و محدودیت‌های دسترسی مواجه هستند (Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Iran, 2024). مدل ANP-GIS می‌تواند با بومی‌سازی (مانند افزودن معیارهای اقلیمی در شمال ایران یا گسل محوری در مرکز) به این بافت‌ها اعمال شود، و منجر به کاهش ۳۰-۲۰٪ ریسک بحران (بر اساس تجربیات مشابه در چین و ترکیه) شود (Chen et al, 2022). به‌طور کلی همانطور که در مقاله دکتر محمد مهدی عزیزی و مهندس رضا اکبری در مقاله «ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب‌پذیری شهرها از زلزله» بیان شده است (مطالعه موردی، منطقه فرحزاد تهران)، کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله به‌عنوان یک هدف، زمانی محقق خواهد شد که ایمنی شهری در تمام سطوح برنامه‌ریزی مد نظر قرار بگیرد (Azizi & Akbari, 2005). راهکارها در پژوهش حاضر از دو قسمت تشکیل می‌شود؛ ۱- تدوین راهبردهای پدافند غیرعامل از طریق ماتریس سوات

۲- مدیریت یکپارچه پدافند غیرعامل در بافت تاریخی

• تدوین راهبردهای پدافند غیرعامل از طریق ماتریس سوات
ماتریس سوات امکان تدوین چهار انتخاب یا راهبرد متفاوت (دفاعی، انطباقی، اقتضایی و تهاجمی) را از طریق ترکیب ماتریس عوامل داخلی و ماتریس عوامل خارجی فراهم می‌آورد. البته در جریان عمل برخی از راهبردها با یکدیگر همپوشانی داشته و یا به‌طور همزمان و هماهنگ

است (Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Iran, 2019; Isfahan Municipality, Organization for Renovation and Rehabilitation, 2024; Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Iran, 2024). بنابراین، تجمیع قطعات، تغییر خط آسمان، تخریب و نوسازی گسترده ممنوع است و تقویت، مرمت و ارتقای تاب‌آوری باید بر ساختمان‌های موجود و با حفظ شکل، مقیاس، مصالح و الگوی دانه‌بندی انجام شود. از طرفی همان‌گونه که عزیزی در مقاله «سیر تحول سیاست‌های مداخله در بافت کهن ایران»، بیان می‌کند؛ بررسی تطبیقی سیاست‌های ایران با تجربیات جهانی نشان می‌دهد؛ که برنامه‌ریزی برای بافت‌های تاریخی همچنان با ضعف‌های بنیادی نظری و علمی مواجه است و مجموعه‌ای از قوانین پراکنده برای حفاظت آن‌ها کافی نیست. ارزش این بافت‌ها فراتر از توان مدیریت پراکنده بوده و نیازمند تدوین سیاست‌ها و برنامه‌هایی کارآمد و یکپارچه است که ابعاد کالبدی، فرهنگی، اجتماعی و امنیتی آن‌ها را به‌طور همزمان مدنظر قرار دهد (Azizi, 2000). و در مقاله دیگر تحت عنوان «محلات مسکونی پایدار» تأکید می‌کند، توسعه پایدار در این بافت‌ها مستلزم ایجاد تعادل میان کاهش تراکم و حفظ تداوم فرهنگی است؛ رویکردی که در این پژوهش نیز به‌عنوان اصل بنیادین در نظر گرفته شده تا مداخلات پیشنهادی هماهنگ با ماهیت تاریخی و فرهنگی بافت باقی بمانند (Azizi, 2004). راهبرد اصلی تعمیم‌پذیر این است که در تمامی بافت‌های تاریخی، اولویت با بهسازی زیرساخت‌ها و مقاوم‌سازی درجا است و با توجه به مقاله «چارچوب تعیین حریم و ضوابط بصری برای آثار تاریخی واقع در بافت شهری» (۱۴۰۲) نیز، هرگونه تغییر کالبدی (از جمله تجمیع) باید براساس ارزیابی میراثی صورت پذیرد تا دانه‌بندی و چشم‌انداز بصری مخدوش نشود (Faramarzi & Anisi, 2023). باتوجه به این موارد باید تأکید کرد که ریزدانه‌ی یکی از ویژگی‌های هویتی بافت تاریخی کاشان است و تجمیع آن نه تنها یک اقدام کالبدی ساده نیست، بلکه در تعارض با اصول HUL یونسکو و ضوابط میراث فرهنگی، طرح

مثال: مرمت کالبدی با حفظ هویت (بدون تخریب) در تبریز، تعریض معابر ارگانیک بدون تغییر دانه‌بندی.

✓ **راهبردهای WO (راهبردهای انطباقی):** این نوع راهبرد تلاش دارد تا با کاستن از نقاط ضعف‌ها بتواند حداکثر استفاده را از فرصت‌های موجود ببرد؛ به‌عنوان مثال: آموزش عمومی و اطلاع‌رسانی ملی کمپین‌های سراسری برای آمادگی بحران در بافت‌های تاریخی.

✓ **راهبردهای WT (راهبردهای دفاعی):** هدف کلی این نوع راهبرد که می‌توان آن را راهبرد بقا نیز نامید، کاهش ضعف‌های سیستم به‌منظور کاستن و خنثی‌سازی تهدیدات است و حالت آن تدافعی است؛ به‌عنوان مثال: مقاوم‌سازی ابنیه با مواد بومی در اصفهان، استفاده از الیاف کربن برای بناهای خشتی بدون تغییر ظاهر.

جدول (۸)، راهبردهای چهارگانه منطقه مورد مطالعه را بر مبنای الزامات پدافند غیرعامل بیان می‌کند.

با یکدیگر به اجرا درمی‌آیند. بر حسب وضعیت سیستم، چهاردسته راهبرد را که از نظر درجه کنشگری متفاوت هستند، به شرح زیر می‌توان تدوین نمود:

✓ **راهبردهای SO (راهبردهای تهاجمی):** تمام سیستم‌ها خواهان وضعیتی هستند که قادر باشند هم زمان قوت‌ها و فرصت‌های خود را به حداکثر برسانند. برخلاف راهبرد دفاعی که یک راه حل واکنشی است، راهبرد تهاجمی یک راه حل کنش‌گر است. در چنین وضعیتی تلاش می‌شود تا با استفاده از نقاط قوت، از فرصت‌های خارجی حداکثر بهره‌برداری صورت گیرد؛ به‌عنوان مثال: بهره‌گیری از ظرفیت‌های فرهنگی مشترک (مانند مساجد و خانه‌های تاریخی) برای مشارکت مردمی در یزد و شیراز، استفاده از وقف برای ایجاد فضاهای امن.

✓ **راهبردهای ST (راهبردهای اقتضایی):** این نوع راهبرد بر پایه بهره گرفتن از قوت‌های سیستم برای مقابله با تهدیدات تدوین می‌شود و هدف آن به حداکثر رساندن نقاط قوت و به حداقل رساندن تهدیدات است؛ به‌عنوان

جدول ۸: راهبردهای چهارگانه منطقه مورد مطالعه بر مبنای الزامات پدافند غیرعامل

راهبردهای تهاجمی (SO)	استراتژی‌های اقتضایی (ST)
۱- بهره‌گیری از ظرفیت خانه‌های سلامت برای آموزش‌های بحران، ارتقای مهارت‌های ایمنی و توانمندسازی محلی.	۱- استفاده از فضاهای باز و سبز محلات به‌عنوان نقاط امن تخلیه اضطراری.
۲- فعال‌سازی مساجد و فضاهای مذهبی به‌عنوان پایگاه‌های اجتماعی و فرهنگی برای مدیریت بحران و افزایش انسجام اجتماعی.	۲- به‌کارگیری مدل‌های مشارکتی در مرمت و بهسازی برای تقویت تاب‌آوری در مکان‌های پرخطر.
۳- جذب نخبگان و افراد تحصیل‌کرده محلی در فرآیند برنامه‌ریزی، آموزش و تصمیم‌سازی برای تقویت سرمایه اجتماعی.	۳- مرمت و احیای بناهای تاریخی با رویکرد مقاوم‌سازی درجا در برابر زلزله و بحران‌ها.
۴- تقویت همکاری با بیمارستان‌ها و درمانگاه‌های موجود به‌منظور افزایش آمادگی و پاسخ مؤثر در زمان حادثه.	۴- تخصیص میادین و فضاهای باز برای استقرار کاربری‌های اضطراری و خدمات پسابحران.
۵- بهره‌گیری از ارزش میراثی و هویتی بافت تاریخی برای جلب مشارکت مردمی، تقویت حس تعلق و حفاظت مشارکتی.	۵- ایجاد سازگاری بین کاربری‌ها برای کاهش خطرپذیری و افزایش امنیت در شرایط بحرانی.
۶- نهادینه‌سازی پدافند غیرعامل در مدیریت بحران با تأکید بر بافت‌های تاریخی.	۶- تخصیص اراضی وقفی و فضاهای خالی برای استقرار مراکز امدادی با رعایت قوانین میراث فرهنگی.
۷- استفاده هدفمند از اراضی وقفی و فضاهای خالی با حفظ ضوابط میراثی برای تأمین کاربری‌های ضروری در بحران.	۷- تعمیق گردشگری ایمن و پایدار برای ایجاد منابع مالی پایدار کمک به ارتقای ایمنی بافت.
۸- تدوین دستورالعمل‌های کاربردی پدافند غیرعامل ویژه بافت تاریخی در حوزه سلامت، امداد و مدیریت بحران.	۸- ارائه برنامه‌های آموزشی هدفمند برای اقلیت‌های قومی و مذهبی و ساکنان بافت.
۹- ایجاد فضاهای عمومی فعال و کارکردی برای افزایش پویایی اقتصادی و تقویت حضور مردم.	۹- استفاده از ظرفیت بخش دولتی، خصوصی و تعاونی‌ها برای ایمن‌سازی بافت و مدیریت بحران.
۱۰- اعطای تسهیلات، وام و بسته‌های تشویقی برای ترغیب مشارکت در مقاوم‌سازی درجا.	۱۰- اجرای قوانین حفاظت از میراث و کنترل امنیت در بحران‌ها برای جلوگیری از آسیب به آثار تاریخی.

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مهر)

تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان ... / ۱۴۳

ادامهٔ جدول ۸: راهبردهای چهارگانه منطقه مورد مطالعه بر مبنای الزامات پدافند غیرعامل

راهبردهای تهاجمی (SO)	استراتژی‌های اقتضایی (ST)
۱۱- توانمندسازی نهادهای محلی و مذهبی در فرایند بازآفرینی و مدیریت بحران. ۱۲- تقویت گردشگری مسئولانه در بافت تاریخی برای افزایش درآمد و تأمین مالی پروژه‌های ایمنی. ۱۳- ترویج الگوهای مشارکتی در بازسازی و نوسازی با حفظ دانه‌بندی تاریخی. ۱۴- بدنه‌سازی، مرمت و بهسازی بناهای ارزشمند برای ارتقای کیفیت محیط و افزایش ایمنی.	۱۱- ساماندهی فضاهای باز و گذرگاه‌ها برای جلوگیری از ازدحام و تسهیل امدادرسانی. ۱۲- تقویت زیرساخت‌های بازارهای محلی و منطقه‌ای برای افزایش ایمنی و تاب‌آوری محلات. ۱۳- ارتقای فرهنگ مشارکت مدنی با استفاده از مراکز مذهبی، نهادهای محلی و آموزش شهروندی. ۱۴- ایجاد بانک اطلاعات جامع پدافندی برای برنامه‌ریزی دقیق و تصمیم‌گیری بهنگام.
راهبردهای انطباقی (WO)	راهبردهای دفاعی (WT)
۱- تدوین طرح جامع پدافند غیرعامل ویژه بافت تاریخی کاشان با تأکید بر ارزش‌های فرهنگی، معماری و نقش فرامنطقه‌ای این بافت در مدیریت بحران. ۲- تقویت نقش شهرداری بافت تاریخی در کنترل مقررات ساخت‌وساز با توجه به قدمت، کیفیت سازه، مصالح و سطح آسیب‌پذیری بناهای تاریخی. ۳- افزایش مشارکت بومیان از طریق مدل‌های مشارکت‌محور در برنامه‌ریزی، آموزش و مدیریت بحران. ۴- مکان‌یابی دقیق کاربری‌های امدادی و درمانی در محدوده بافت تاریخی مطابق ضوابط میراث فرهنگی و اصول پدافند غیرعامل. ۵- ایجاد فضاهای باز و سبز ایمن و تأمین دسترسی مناسب به آن‌ها برای استفاده در شرایط اضطراری. ۶- اطلاع‌رسانی تخصصی و عمومی درباره خطرات، اصول پیشگیری و نحوه مواجهه با بحران‌ها در بافت تاریخی. ۷- استفاده از تجربه مدیریتی و دانش تخصصی سازمان پدافند غیرعامل برای آموزش، پژوهش و تقویت تصمیم‌گیری در بافت تاریخی. ۸- ایجاد سراهای محله و فضاهای جمعی ایمن برای استقرار، خدمات محلی و ارتقای سرزندگی فضاهای عمومی. ۹- بهبود روشنایی معابر، کفسازی و ساماندهی کوچه‌ها برای افزایش ایمنی، تسهیل رفت‌وآمد و امدادرسانی. ۱۰- تقویت شبکه حمل‌ونقل عمومی و مسیرهای ارتباطی داخلی به‌منظور دسترسی سریع نیروهای امدادی. ۱۱- آموزش ایمنی و مدیریت بحران در مدارس و استقرار فضاهای آموزشی در بناهای مقاوم و استاندارد. ۱۲- بهره‌گیری از ظرفیت بازارهای محلی برای افزایش اشتغال، کاهش ناهنجاری‌های اجتماعی و تقویت پویایی بافت. ۱۳- استفاده از حمایت‌های مالی مردم‌محور (وقف، خیریه، قرض‌الحسنه) برای مرمت و مقاوم‌سازی درجا. ۱۴- افزایش نظارت اجتماعی و امنیتی با ایجاد مراکز خدمات اجتماعی از جمله مراکز ترک اعتیاد. ۱۵- ایجاد مراکز فرهنگی و تفریحی برای زنان و کودکان برای افزایش پویایی، امنیت اجتماعی و حضور فعال شهروندان. ۱۶- بهسازی زیرساخت‌ها و تجهیزات شهری با استفاده از بودجه شهرداری و منابع گردشگری. ۱۷- تبدیل فضاهای مخروبه به فضاهای سبز و باز ایمن برای استفاده به‌عنوان پناهگاه اضطراری.	۱- انتقال کاربری‌های خطرزا و ناهمساز (مانند پمپ‌بنزین) به خارج از بافت تاریخی و ایجاد حریم ایمنی مناسب. ۲- مقاوم‌سازی بناهای تاریخی و فرسوده با رعایت ضوابط میراث فرهنگی و استفاده از روش‌های سازه‌ای سازگار با مصالح سنتی. ۳- بهبود دسترسی‌ها و شبکه معابر از طریق بهسازی و آزادسازی فضای مزاحم غیرتخریبی (نه تعریض مخرب) مطابق قوانین بافت تاریخی. ۴- افزایش مشارکت اجتماعی و ارتقای حضور مردم در فضاهای عمومی برای کاهش رفتارهای مجرمانه و افزایش امنیت. ۵- تقویت نهادهای تصمیم‌گیر مرتبط با مدیریت بحران و مقاوم‌سازی در بافت تاریخی و ایجاد هماهنگی نهادی. ۶- اجرای دقیق ضوابط شهرسازی و حفاظت میراثی برای کنترل کاربری‌ها و کاهش ناهماهنگی‌های کالبدی. ۷- تجهیز شبکه ارتباطی، پیاده‌راه‌ها و معابر تاریخی با کفسازی، بدنه‌سازی و افزایش کیفیت زیرساختی. ۸- مدیریت حضور و جریان گردشگران برای کاهش تراکم، کنترل ترافیک و افزایش کارایی امدادرسانی در بحران. ۹- ساماندهی ساخت‌وسازها و کنترل تراکم ساختمانی در راستای کاهش فشار بر بافت تاریخی. ۱۰- تقویت مدل‌های مشارکت مردمی در تصمیم‌سازی برای ارتقای حس تعلق و مسئولیت‌پذیری اجتماعی. ۱۱- ارتقای برنامه‌های اجتماعی و ادغام اقوام و مهاجران در بافت برای افزایش امنیت اجتماعی و انسجام شهری. ۱۲- مکان‌یابی اصولی مراکز خدمات‌رسانی اضطراری و ایجاد خودکفایی هر محله در فضاهای حیاتی. ۱۳- استفاده از ظرفیت بخش خصوصی و NGOها در مرمت، مدیریت بحران و افزایش تاب‌آوری. ۱۴- تدوین طرح جامع پدافند غیرعامل برای بافت تاریخی کاشان با تعیین نقش هر دستگاه در شرایط بحران. ۱۵- ارتقای توان علمی مدیران و کارشناسان شهری در حوزه بافت تاریخی، مرمت و مدیریت بحران.

• مدیریت یکپارچه پدافند غیرعامل در بافت تاریخی

برای تعمیم‌پذیری نتایج این پژوهش به سایر شهرهای دارای بافت تاریخی، تعریف نقش و مسئولیت‌های مدیریت شهری در سطح ملی ضروری است. در این چارچوب، شهرداری‌ها و شوراهای شهر می‌توانند به‌عنوان اصلی‌ترین نهادهای محلی، نقش مؤثری در ارتقای ایمنی، کاهش ریسک و حفظ هویت فرهنگی ایفا کنند. بر این اساس، مجموعه مسئولیت‌های زیر به‌عنوان چارچوب تعمیم‌یافته مدیریت شهری پیشنهاد می‌شود:

✓ ارزیابی و پهنه‌بندی محلی: شهرداری‌ها موظف باشند یک برنامه منسجم برای اجرای مدل ANP-GIS در بافت‌های تاریخی خود، با پشتیبانی بودجه‌ای ملی، تدوین و اجرا کنند. این ارزیابی باید بر اساس ویژگی‌های هر شهر انجام شود؛ برای نمونه، در یزد ریزدانه‌بودن و مصالح خشتی در اولویت قرار گیرد، در اصفهان تراکم جمعیتی و شبکه معابر و در شهرهای شمالی ویژگی‌های خاک و احتمال روانگرایی.

✓ همکاری ساختاریافته با نهادهای ملی: مدیریت شهری باید هماهنگی مستمر با سازمان میراث فرهنگی و سازمان مدیریت بحران کشور را در دستور کار داشته باشد تا مداخلات ضروری مانند مقاوم‌سازی، مرمت و بهبود دسترسی‌ها با حفظ هویت تاریخی انجام شود. این همکاری می‌تواند در چارچوب قانون حمایت از مرمت بافت‌های تاریخی (۱۳۹۸) رسمیت یافته و تقویت شود.

✓ ارتقای مشارکت و آموزش جامعه محلی: شهرداری‌ها نقش محوری در آگاه‌سازی و توانمندسازی ساکنان بافت تاریخی دارند. برگزاری کارگاه‌های محلی آموزش تخلیه اضطراری، جلب مشارکت NGOهای تخصصی و محلی برای مرمت، و استفاده از ظرفیت فضاهای عمومی مانند مساجد تاریخی می‌تواند سطح تاب‌آوری اجتماعی را به‌طور چشمگیری افزایش دهد.

✓ نظارت، بودجه‌ریزی و الزامات اجرایی: پیشنهاد می‌شود مدیریت شهری موظف به اختصاص حداقل ۲۰٪ از بودجه عمرانی سالانه به کاهش ناایمنی و مقاوم‌سازی ابنیه و

زیرساخت‌ها در بافت تاریخی شود. این اقدامات باید با گزارش‌دهی سالانه به وزارت کشور همراه باشد تا پایش منظم عملکرد و شفافیت تصمیم‌گیری تضمین شود.

✓ برنامه‌ریزی پیشگیرانه بحران: ضروری است اصول پدافند غیرعامل در طرح‌های تفصیلی و موضعی مرتبط با بافت‌های تاریخی ادغام شود. ایجاد فضاهای باز امن محلی در محلات آسیب‌پذیر - برای نمونه، محلات طاهر و منصور در کاشان، یا محلات قدیمی در شیراز - می‌تواند به کاهش تلفات و تسهیل مدیریت بحران کمک کند.

۸- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و پهنه‌بندی ایمنی بافت تاریخی شهر کاشان در برابر زلزله انجام شد. بافت‌های تاریخی شهری ایران، به‌ویژه در مناطق لرزه‌خیز مانند کاشان، به دلیل ویژگی‌های کالبدی خاص (ریزدانگی قطعات، معابر باریک و ارگانیک، مصالح سنتی کم‌دوام، تراکم ساختمانی و جمعیتی بالا و محدودیت‌های مداخله میراثی) از آسیب‌پذیرترین پهنه‌های شهری در برابر بحران‌های طبیعی و انسان‌ساخت به‌شمار می‌روند. نتایج این پژوهش نشان داد که از مجموع ۳۷۰/۸۶ هکتار بافت تاریخی کاشان، حدود ۴۱ درصد (۱۵۱/۸۶ هکتار) در سطوح ایمنی کم و بسیار کم قرار دارد؛ در حالی که تنها ۱۲/۳۴ درصد (۴۵/۸ هکتار) به سطح ایمنی بسیار زیاد رسیده است. محلات طاهر و منصور (با ۵۸/۵ درصد ایمنی کم تا بسیار کم)، سلطان میراحمد و درب اصفهان (۵۱ درصد)، و محتشم (۵۱/۸ درصد) بیشترین آسیب‌پذیری را نشان می‌دهند؛ این در حالی است که محلات بازار (۵۶/۵ درصد ایمنی زیاد تا بسیار زیاد) و پشت مشهد بالا (۵۰/۹ درصد) به دلیل دسترسی بهتر، مصالح مقاوم‌تر و نوسازی نسبی، ایمن‌تر ارزیابی شدند. درواقع، توزیع فضایی بافت تاریخی شهر کاشان عمدتاً در قسمت شمال و شمال شرقی ایمن‌تر بوده و به تدریج به سمت جنوب و جنوب غربی از ایمنی کاسته شده و به

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (پژ)

تحلیل پهنه‌بندی مکانی سطوح ایمنی و ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان ... / ۱۴۵

جدول ۹: سیاست‌ها و الزامات اجرایی مدیریت شهری مبتنی بر پدافند غیرعامل در بافت تاریخی

مداخلات فوری (اولویت اول: محلات با ایمنی بسیار کم)			
مرجع قانونی	زمان‌بندی	مسئول اجرا	اقدام
قانون نظام فنی و اجرایی ابنیه تاریخی (۱۴۰۳)	کوتاه‌مدت (۱-۲ سال)	شهرداری + سازمان میراث فرهنگی	مقاوم‌سازی لرزه‌ای ابنیه با حفظ هویت تاریخی (الیاف کربن، FRP، تزریق ملات)
ماده ۱۰۰ قانون شهرداری‌ها	فوری	شهرداری (کمیسیون ماده ۱۰۰)	شناسایی و تخلیه ساختمان‌های در آستانه ریزش
آیین‌نامه ایمنی ساختمان (مبحث ۳)	کوتاه‌مدت	آتش‌نشانی + میراث فرهنگی	نصب سیستم‌های اعلام حریق و اطفای خودکار در مناطق حساس
طرح تفصیلی بافت تاریخی	میان‌مدت (۲-۳ سال)	سازمان بازآفرینی	ایجاد مسیرهای دسترسی اضطراری (حداقل ۶ متر) با حفظ بافت
ب) برنامه‌های ساختاری (اولویت دوم: کل بافت)			
مرجع قانونی	زمان‌بندی	مسئول اجرا	اقدام
ماده ۱۰۰ قانون شهرداری‌ها	بلندمدت (۵-۱۰ سال)	شهرداری	تعریض تدریجی معابر باریک (با الگوی پله‌ای، بدون تخریب گسترده)
ماده ۵ قانون شهرداری‌ها	فوری	شهرداری (کمیسیون ماده ۵)	ممنوعیت ساخت‌وساز با مصالح غیراستاندارد (خشت و گل بدون تقویت)
قانون تأسیس شوراهای اسلامی شهر	میان‌مدت	شهرداری	ایجاد فضاهای باز چندمنظوره (پارک‌های همسایگی، میدان‌ها)
قانون حفاظت بافت‌های تاریخی (۱۳۹۸)	بلندمدت	شهرداری + نفت	جابه‌جایی کاربری‌های خطرزا (پمپ‌بنزین، انبارهای مواد سوختی) از محلات تاریخی
برنامه‌های نرم‌افزاری و نهادی			
زمان‌بندی	مسئول اجرا	اقدام	
مداوم	سازمان مدیریت بحران	آموزش عمومی مردم (برگزاری مانور زلزله، آتش‌سوزی)	
کوتاه‌مدت	شورای محله + هلال‌احمر	تشکیل تیم‌های محله‌ای واکنش سریع (با مشارکت مساجد، خانه‌های سلامت)	
مداوم	سازمان نظام مهندسی	نظارت مستمر بر کیفیت ساخت‌وساز (ممیزی لرزه‌ای)	
کوتاه‌مدت	شهرداری + دانشگاه	تهیه سامانه اطلاعات مکانی (GIS) بافت تاریخی	

نوآوری اصلی این پژوهش در تلفیق سنجه‌های کالبدی با تحلیل‌های فضایی (GIS) برای پهنه‌بندی خطرپذیری در مقیاس محله‌ای بوده و در سه سطح قابل شناسایی است:

۱- استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP) به جای AHP کلاسیک، که وابستگی‌ها و بازخوردهای متقابل میان

ناامنی افزوده می‌شود. این توزیع نابرابر ایمنی، عمدتاً ناشی از تفاوت‌های مورفولوژیکی، کیفیتی و دسترسی است و نشان می‌دهد که ناایمنی کالبدی در بافت تاریخی کاشان پدیده‌ای یکنواخت نیست، بلکه به شدت به ساختار فضایی و کیفیت ابنیه وابسته است.

مبتنی بر شواهد، محلات آسیب‌پذیر (به‌ویژه طاهر، منصور، سلطان میراحمد و محتشم) همچنان در معرض خسارات جانی، مالی و فرهنگی گسترده قرار خواهند داشت. این پژوهش نه تنها نقشه راهی عملی برای کاشان ارائه می‌دهد، بلکه الگویی قابل تکرار برای حفاظت همزمان از میراث فرهنگی و جان شهروندان در سایر شهرهای تاریخی ایران فراهم می‌آورد. تحقق این هدف، نیازمند هماهنگی میان نهادهای میراث فرهنگی، مدیریت بحران، شهرداری‌ها و جوامع محلی است تا ایمنی و پایداری این سرمایه‌های ملی تضمین شود.

تشکر و سپاسگزاری

پژوهشگران بر خود لازم می‌دانند که از تمامی مشارکت‌کنندگان در این تحقیق تشکر و قدردانی نمایند.

تعارض منافع

در این پژوهش، حامی مالی و تعارض منافع وجود ندارد.

معیارهای کالبدی (مانند رابطه تراکم ساختمانی با دسترسی معابر و همجواری کاربری‌ها) را به‌طور دقیق‌تری مدل‌سازی می‌کند؛

۲- تلفیق ANP با منطق فازی در محیط GIS، که امکان مدیریت عدم قطعیت داده‌های مکانی (به‌ویژه در لایه‌های فاصله و کیفیت ابنیه) را فراهم آورده و نقشه‌های پهنه‌بندی پیوسته و واقع‌بینانه‌تری تولید کرده است؛

۳- تمرکز همزمان بر رویکرد پدافند غیرعامل و حفاظت میراثی، که شاخص‌ها را فراتر از ویژگی‌های صرفاً سازه‌ای (مانند قدمت و مصالح) گسترش داده و مؤلفه‌هایی نظیر سازگاری کاربری‌ها، سلسله‌مراتب دسترسی تخلیه اضطراری، و فاصله از کاربری‌های خطرزا را در تحلیل گنجانده است. این ترکیب روش‌شناختی، نه تنها دقت تحلیل را در بافت‌های پیچیده و ارگانیک تاریخی افزایش می‌دهد، بلکه چارچوبی کاربردی و مبتنی بر شواهد برای شناسایی اولویت‌های مداخله ارائه می‌کند.

از منظر تعمیم‌پذیری، یافته‌ها و روش‌شناسی این تحقیق تنها محدود به کاشان نیست. چارچوب و مدل ارزیابی ارائه‌شده می‌تواند به‌عنوان یک الگوی قابل انطباق برای سایر شهرهای تاریخی ایران و حتی مناطق مشابه در خاورمیانه که از ویژگی‌های کالبدی و چالش‌های مدیریتی همسانی برخوردارند، به کار گرفته شود. به‌ویژه، تأکید این پژوهش بر ارتباط مستقیم بین دسترسی، شبکه‌ی معابر و سطح ایمنی، پیامی کلیدی برای برنامه‌ریزان و مدیران شهری است: حفظ اصالت تاریخی نباید به قیمت نادیده گرفتن اصول ایمنی و دسترسی‌های حیاتی باشد. سرمایه‌گذاری بر روی ارتقای شبکه‌های دسترسی ثانویه و ایجاد گذرگاه‌های امن در بافت‌های فرسوده می‌تواند بدون تخریب کلیت تاریخی، تاب‌آوری را به‌طور چشمگیری افزایش دهد.

در نهایت، ارتقای ایمنی کالبدی بافت تاریخی کاشان مستلزم اتخاذ رویکردی یکپارچه و دوجانبه است: حفظ اصالت معماری و هویت فرهنگی از یک سو، و کاهش ریسک بحران از سوی دیگر. بدون مداخله هدفمند و

Organization of Iran. (2019). Law on the Protection, Restoration, and Revitalization of Historic-Cultural Fabrics (2019) [In Persian]. <https://qavanin.ir/Law/TreeText/?IDS=13297668491860492572>

11- Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization of Iran. (2024). Technical and Executive System for Historic-Cultural Buildings and Urban Fabrics (2024) [In Persian]. <https://qavanin.ir/Law/TreeText/?IDS=6404066658903913292>

12- Dehdaban, M., Momeni, K., Mohabian, M., Ahmadi, H., & Modat, E. (2020). Strategic zoning of passive defense in the historical urban fabric: Case study of Dezful city. *Urban Structure and Function Studies*, 7(25), 31–55.

13- Demir, H. A., & Turan, M. H. (2025). Interventions in Historic Urban Sites After Earthquake Disasters. *Architecture*, 5(4), 96. <https://doi.org/10.3390/architecture5040096>

14- Douglas, J., Albadra, D., & Adeyeye, K. (2019). Resilience of historic buildings: A review of recent studies. *International Journal of Architectural Heritage*, 13(5), 689–704. <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1503376>

15- Faramarzi, A., & Anisi, A. (2023). [A framework for determining the visual buffer zone and regulations for historical urban heritage: Case study of Ala al-Dowleh Tower, Moayer-al-Mamalek School Mosque, and Zand Houses]. *Nameh-ye Memari va Shahrsazi (Journal of Architecture and Urban Planning)*, 47, 125–140. <https://doi.org/10.30480/AUP.2023.4318.1942>

16- Faridnia, H., & Mirkotouli, J. (2020). Analyzing urban permeability coefficient with an emphasis on passive defense (Case study: Gorgan city). *Urban Research and Planning Quarterly*, 11(43), 1–16.

17- Farri, M., Babakhani, M., & Hashempour, R. (2023). Optimum location for backup land uses from the perspective of passive defense (Case study: Historical fabric of Urmia). *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 13(2), 228–251. <https://doi.org/10.32598/DMKP.13.2.736.1>

18- Fathinejad, H., & Zahedi, M. (2018). Analyzing the role of access to emergency services in the safety of

References

1- Adib, A., & Kianoush, P. (2025). Enhanced seismic hazard assessment and risk zoning in the Kashan Region, Central Iran: Insights from historical data and advanced modeling techniques. *Results in Earth Sciences*, 3, 100098. <https://doi.org/10.1016/j.res.2025.100098>

2 - Aitsi-Selmi, A., Egawa, S., Sasaki, H., Wannous, C., & Murray, V. (2015). The Sendai framework for disaster risk reduction: Renewing the global commitment to people's resilience, health, and well-being. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(2), 164–176. <https://doi.org/10.1007/s13753-015-0050-9>

3- Alexander, D. (2020). *Disaster and emergency planning for preparedness, response, and recovery*. Oxford University Press.

4- Amirhajloo, S., & Saghaei, B. (2021). Investigating passive defense components in the spatial and physical organization of Morchekhort historical castle in Isfahan. *Art and Architecture Faculty of Yazd University Scientific Biannual*, 9(13), 1–15.

5- Azizi, M. M. (2000). [Evolution of intervention policies in ancient urban fabrics]. *Honar-Ha-Ye Ziba: Honar-Ha-Ye Tajassomi*, 6 (7), 45–60.

6- Azizi, M. M. (2004). [Sustainable residential neighborhood: The case of Narmak]. *Honar-Ha-Ye Ziba: Honar-Ha-Ye Tajassomi*, (55), 53–64.

7- Bayat, A., Sadeghi, M., & Karimi, J. (2019). Application of passive defense in locating critical urban infrastructures in Mashhad. [Conference session]. 2nd National Conference on Civil Engineering and Development, Iran.

8- Butot, V., Bayerl, P. S., Jacobs, G., & de Haan, F. (2020). Citizen repertoires of smart urban safety: Perspectives from Rotterdam, the Netherlands. *Technological Forecasting and Social Change*, 158, 120164. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120164>

9- Chen, X., Li, Y., & Zhang, H. (2022). Spatial vulnerability assessment of historical urban areas using GIS and AHP: A case study of China. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 12(1), 45–62. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-01-2021-0005>

10- Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism

- 27- He, X., Xu, C., Xu, X., & Yang, Y. (2022). Advances on the avoidance zone and buffer zone of active faults. *Natural Hazards Research*, 2(2), 62–74. <https://doi.org/10.1016/j.nhres.2022.05.001>
- 28- Huang, H., Li, R., Wang, W., Qin, T., Zhou, R., & Fan, W. (2023). Concepts, models, and indicator systems for urban safety resilience: A literature review and an exploration in China. *Journal of Safety Science and Resilience*, 4(1), 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2022.10.003>
- 29- Isfahan Municipality, Organization for Renovation and Rehabilitation. (2024). Collection of Laws and Regulations on Historic Urban Fabrics and Buildings (Autumn 2024 Edition) [In Persian].
- 30- Jabalamoli, M. S., Rezaifar, A., & Chaei Bghash Langroodi, A. (2008). Ranking in project risk by using of prose multi decision-making. *Faculty of Taconic, Tehran*, 41(7), 1-10.
- 31- Kara, C., & Iranmanesh, A. (2025). Protection boundary development in historical-cultural built environments using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information System (GIS). *Urban Science*, 9(5), 173. <https://doi.org/10.3390/urbansci9050173>
- 32- Khazaei, M., Razavian, M. T., & Abidi, J. (2018). Safety evaluation of Kashmar urban spaces with emphasis on passive defense indicators. *Journal of Geography and Human Relations*, 11(2), 1-20.
- 33- Kiełek, K. (2022). The importance of safety and security in urban space. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 10(6), 21–23. <https://doi.org/10.18510/hssr.2022.1063>
- 34- Li, W., Syed Mahdzar, S. S., & Mohamed Khaidzir, K. A. (2025). Examining the urban morphology and defensive mechanisms of Dutch Malacca via topology, space syntax, and sDNA under the framework of CPTED theory. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12, 1184. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-01340-7>
- 35- Marzani, G., Cavalieri, B., Santangelo, A., Triller, P., Kreslin, M., Fassoulas, C., & Tondelli, S. (2025). Reducing seismic vulnerability of historic areas: Moving from good practices to tailored roadmaps. *Sustainability*, deteriorated urban fabric of Shiraz. *Journal of Geography and Environmental Planning*, 30(4), 75–92.
- 19- Fu, K., Liu, Y., Lu, X., Chen, B., & Chen, Y. (2024). Health impacts of climate resilient city development: Evidence from China. *Sustainable Cities and Society*, 116, 105914. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105914>
- 20- Ghasemi, M., Shafiee, M., & Rahimi, A. (2014). Geological structure and seismic features of Kashan region with emphasis on active faults. *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, 16(2), 33–48.
- 21- Ghouchani, M., Khorram, A., Gholizade, F., & Rafiei, S. (2022). Evaluate the efficiency of contextual elements in reducing the vulnerability of urban historical fabrics based on passive defense principles. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(18), 101837. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101837>
- 22- Gholami, Y., Shaterian, M., & Bigi, A. (2019). Evaluation of vulnerability of worn-out texture of Kashan city due to earthquake hazards. *Journal of Natural Environment Hazards*, 8(21), 61–74. <https://doi.org/10.22111/jneh.2019.22264.1323>
- 23- Ginzarly, M., Joshi, M. Y., & Teller, J. (2024). A multidimensional framework for assessing cultural heritage vulnerability to flood hazards. *International Journal of Heritage Studies*, 30(10), 1173–1192. <https://doi.org/10.1080/13527258.2024.2378438>
- 24- Gustafsson, K. (2023). Urban safety, heritage protection, and social capital: Impacts on local economic resilience. *Sustainable Cities and Society*, 87, 104198. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104198>
- 25- Han, R., Cai, S., Li, X., Zhang, S., & Wang, G. (2025). Sustaining urban memory through oyster shell Architecture: constructing an evaluation framework for vernacular heritage Planning in Guangzhou. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/13467581.2025.2558176>
- 26- Hasanpour Loumer, S., Nejad Ebrahimi, A., Sattari Sarbangholi, H., & Vandshoari, A. (2024). Rereading the principles and concepts of passive defense in the historical city of Masouleh. *Scientific Journal of Passive Defence*, 15(1), 5–22. <https://doi.org/20.1001.1.20086849.1403.15.1.5.2>

comparison of the requirements of “passive defense” with the principles of “sustainable urban development” in protecting urban historical fabrics: Case study: The historical fabric of the 12th district of Tehran. *Revista Publicando*, 5(14/2), 224–256.

45- Ramezani, N., Tamošaitienė, J., Sarvari, H., & Golestanizadeh, M. (2025). Determining essential indicators for feasibility assessment of using initiative green building methods in revitalization of worn-out urban fabrics. *Sustainability*, 17(8), 3389. <https://doi.org/10.3390/su17083389>

46- Rezai, M., & Zarei, A. (2017). Assessing the physical resilience of urban deteriorated fabrics using AHP and GIS models: Case study of Yazd city. *Urban Research and Planning Journal*, 8(29), 1–18.

47- Rezaie Narimisa, M., Ahmad Basri, N. E., Elahi, M., Hasannezhad, M., & Alipanahi, E. (2019). Passive defense: Measuring and evaluating urban vulnerability with resilience approach. *RELIGACIÓN. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(13), 153–162.

48- Ripp, M., Liu, Y., & Schneider, P. (2024). Urban heritage resilience: Integrating hazard assessment and adaptive planning. *Cities*, 142, 104520. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104520>

49- Rostami, M. H., & Bazrafshan, N. (2020). Assessing perceived safety in historical fabrics and the physical indicators affecting it: Case study of Darvazeh Isfahan neighborhood, Shiraz. [Conference session]. 2nd Scientific-Research Conference on Urban Planning, Civil Engineering, Architecture, and Monaco Environmental Studies, Iran.

50- Saadati, A., Ahmadi, F., Ghafari, A., & Nazemi, E. (2022). Conceptual model of the role of urban space in improving the quality of life in historical contexts. *Motaleate Shahri*, 11(41), 43–58.

51- Seejata, K., Yodying, A., Wongthadam, T., Mahavik, N., & Tantanee, S. (2018). Assessment of flood hazard areas using Analytical Hierarchy Process over the Lower Yom Basin, Sukhothai Province. *Procedia Engineering*, 212, 340–347. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.044>

52- Seemuangngam, A., & Lin, H.-L. (2024). The impact

17(11), 5062. <https://doi.org/10.3390/su17115062>

36- Mashali, S. Z., & Vasiq, B. (2017). Evaluating risk reduction in residential complexes through passive defense approach. [Conference session]. International Conference on Civil Engineering, Architecture, and Contemporary Urbanism in Iran.

37- Moghimi, E., Jafar-Beyglou, M., Yamani, M., Zaman-Zadeh, S. M., & Kamrani-Dalir, H. (2019). Landform matching and assessment of tectonic activity and seismicity potential in the northern part of the Qom-Zefreh fault zone. *Journal of Physical Geography Research*, 51(4), 1007–1026. <https://doi.org/10.22059/jphgr.2019.264112.1007264>

38- Mohammadi Sheshkal, F., Sajadzadeh, H., & Fathi, S. (2019). Analysis of factors affecting physical safety based on passive defense models: A case study of the vulnerable texture of Kashan city. *Safe City Journal*, 2(4), 1–18.

39- Momeni, K. (2018). Urban safety zoning from the perspective of passive defense using Entropy-COPRAS model: Case study of Ahvaz metropolis. *Urban Management*, 52, 35–48.

40- Najafi, G., & Abdollahi, M. (2021). Optimal location of emergency shelters with emphasis on multifunctional open spaces in Tehran. *Relief and Rescue Scientific Quarterly*, 12(1), 45–60.

41- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2009). Security 101: A physical security primer for transportation agencies. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/22998>

42- Peng, Z., Yao, Y., Xiao, B., Guo, S., & Yang, Y. (2019). When Urban Safety Index Inference Meets Location-Based Data. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 18(11), 2701–2713. <https://doi.org/10.1109/tmc.2018.2879933>

43- Pineo, H., Glonti, K., Rutter, H., Zimmermann, N., Wilkinson, P., & Davies, M. (2018). Urban health indicator tools of the physical environment: A systematic review. *Journal of Urban Health*, 95(5), 613–646. <https://doi.org/10.1007/s11524-018-0228-8>

44- Pour Ahmad, A., Hataminejad, H., Modiri, M., & Azimzadeh Irany, A. (2018). A comparative

of urbanization on urban flood risk of Nakhon Ratchasima, Thailand. *Applied Geography*, 162, 103152. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.103152>

53- Shamaei, A., Danshor Kharam, A., Ravanbakhsh, A., & Afsar, M. (2020). Analysis of vulnerability of historical fabrics of Kashan city against earthquake. *Human Geography Research*, 52(1), 111–130. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2018.107485.1006830>

54- Tong, B., Liu, H., Zhu, J., Wang, Y., & Mei, T. (2026). Enhancing urban system safety through urban resilience: A case study of Ningbo, China. *Reliability Engineering & System Safety*, 267, 111882. <https://doi.org/10.1016/j.res.2025.111882>

55- UNDRR. (2022). Global assessment report on disaster risk reduction. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

56- UN-Habitat. (2020). World cities report 2020: The value of sustainable urbanization. United Nations Human Settlements Programme.

57- Xu, Q., He, S., Jiang, J., Zeng, Z., Wang, Z., & Duan, H. (2025). Assessing the compound impacts of urbanization and climate change on flood hazards in rapid urbanized basin: A case study of Chebei River Basin, South China. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 62, 102942. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2025.102942>

COPYRIGHTS

©2026 by the authors. Published by National Geographical Organization. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons [Attribution-NoDerivs 4.0 International \(CC BY-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/)

