Journal of Urban Peripheral Development, 7 (4), 2025

Journal of Urban Peripheral Development

Online ISSN: 2676-4172

Journal Homepage: www.jpusd.ir

Analysis of the Physical Vulnerability of the Urban Fabric of Talesh and Its Surrounding Areas to Earthquake Hazards

Dariush Mohammadi Outari [1], Rasoul Samadzadeh [2], Mohammad Taghi Masoumi [3]

[1]. *Ph.D Candidate, Department Geography and Urban Planning, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran..*

[2]. *Associate Professor, Department Geography, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.*

[3]. *Assistant Professor, Department Geography, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.*

A R T I C L E I N F O

Article type:
Articles extracted from Thesis

Received:
05 December 2024
Received in revised form:
12 January 2025
Accepted:
13 January 2025
Published Date:
31 December 2025
pp.165-190

Keywords:
Physical Vulnerability, Urban Fabric, Earthquake, Peri-urban Areas, Talesh.

A B S T R A C T

This study aims to assess the physical vulnerability of the urban fabric to earthquake hazards in the peripheral areas of Talesh city. Accordingly, the research is applied in nature and employs a quantitative methodology based on library research, document analysis, and field studies. For data analysis, GIS software, EXPERT CHOICE, and fuzzy logic models were utilized. The findings indicate that out of the 904 hectares examined, 521 hectares (57.63%) fall under low vulnerability, 140 hectares (15.48%) under very low vulnerability, 117 hectares (12.94%) under moderate vulnerability, 87 hectares (9.62%) under high vulnerability, and only 70 hectares (7.74%) under very high vulnerability. Furthermore, among the evaluated indicators, population density (weight: 0.77), building quality (weight: 0.74), and parcel size (weight: 0.68) were identified as the most influential factors contributing to the physical vulnerability of Talesh city in the face of earthquakes.

Corresponding author (Email: samadzadehr@gmail.com)

Cite this article:
Mohammadi Outari, D., Samadzadeh, R. & Masoumi, M,T. (2025). Analysis of the Physical Vulnerability of the Urban Fabric of Talesh and Its Surrounding Areas to Earthquake Hazards. *Journal of Urban Peripheral Development*, 7(2), 165-190.

http://doi.org/10.22034/jpusd.2025.538096.1360

2676-4172 © Iranian Association of Geography and Rural Planning.
This is an open access article under the CC BY-NC/4.0/License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

Nowadays, cities across various regions are increasingly exposed to physical damage caused by natural hazards due to multiple factors. These hazards continue to result in significant human and financial losses, necessitating urgent and preventive measures. Although recent years have seen efforts to mitigate natural risks through urban development planning, the rapid growth of most cities has, in turn, led to an escalation in the level of natural hazards within urban areas.

In this context, the cities of Gilan Province host the highest concentration of human resources, investments, economic initiatives, and infrastructure. However, due to excessive centralization and improper land-use planning—particularly for high-risk functions such as fossil fuel stations, airports, and others—these cities face significant physical threats. Additional contributing factors include non-compliance with access standards (e.g., disproportionate building and street layouts), the presence of numerous bridges (including underpasses and river crossings), disregard for river buffer zones, minimal attention to climatic elements such as prevailing winds and precipitation in construction practices, and the lack of balanced and standardized access distances in the distribution of emergency services like hospitals and fire stations. Talesh city is no exception. Located in the western part of Gilan Province, it accounts for 25% of the province's land area. It is bordered on three sides by the Talesh Mountains, which are an extension of the Alborz range, and on the fourth side by the Caspian Sea. Historically, the city has experienced natural disasters such as floods and earthquakes. Given its location on a fault line, the likelihood of future earthquakes is high. Therefore, the researcher aims to provide a reliable assessment of the city's physical vulnerability to earthquakes using GIS software, based on spatial and descriptive data of its key components and elements.

Methodology

The present study aims to examine the physical vulnerability of the urban fabric of Talesh in the face of earthquake hazards. Accordingly, the research is applied in nature and employs a quantitative methodology based on library research, document analysis, and field studies. To analyze the data and information, the study utilizes EXPERT CHOICE software, fuzzy logic models, and GIS to assess the spatial arrangement of the phenomena under investigation.

Results and discussion

The findings of this study clearly indicate that Talesh's vulnerability to earthquakes is not merely a geophysical issue, but rather a prime example of a "planned disaster." Although the majority of the area falls within low to moderate vulnerability categories, the concentration of population and critical infrastructure in zones classified as high and very high vulnerability—mostly aligned with fault lines—places the city as a whole under serious threat. This aligns with the findings of Khodadadi et al. (2020). This paradox—low-vulnerability zones adjacent to potentially catastrophic hazards—reveals that the core problem stems from "managerial fault lines": improper urban siting, fragmented and unprincipled land parceling, and disregard for minimum safety standards in street widths. These factors have effectively turned Talesh into a city built atop a seismic minefield, where human decisions have exponentially amplified the inherent natural risk

Conclusion

The results of this study clearly demonstrate that three key factors—distance from fault lines, parcel size, and street width—are the most decisive indicators of Talesh's physical vulnerability to earthquakes. Specifically, as the distance from active faults increases, parcel sizes grow larger, and streets become wider, the level of vulnerability significantly decreases. These findings strongly suggest that the city's susceptibility to natural disasters is largely a consequence of urban

planning choices and physical development management, rather than an unavoidable natural threat. Therefore, any risk reduction strategy in Talesh must focus on interventions targeting these three factors: prohibiting construction within fault zones, consolidating fragmented land parcels, and standardizing street widths. Such measures not only reduce human casualties but also enhance the city's capacity for effective emergency response.

Funding

According to the responsible author, this article has no financial support

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved thecontent of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

مجلـه توسعه فضاهای پیراشهری

Journal Homepage: https://jpusd.ir

شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۱۷۲

تحلیل آسیب‌پذیری فیزیکی بافت شهری تالش و فضاهای پیرامونی آن در برابر مخاطره زمین‌لرزه

داریوش محمدی‌اوتاری [۱]، رسول صمدزاده [۲] و محمدتقی معصومی [۳]

۱. دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، گروه جغرافیا، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران.

۲. دانشیار گروه جغرافیا، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران.

۳. استادیار گروه جغرافیا، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله برگرفته از رساله دکتری

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۹/۱۵

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۱۰/۲۳

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۱۰/۲۴

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۱۰/۱۰

صص. ۱۹۰-۱۶۵

واژگان کلیدی:
آسیب‌پذیری فیزیکی، بافت شهری، زمین‌لرزه، مناطق پیراشهری، تالش.

چکیده

پژوهش حاضر باهدف بررسی؛ آسیب‌پذیری فیزیکی بافت شهری در مقابل خطر زمین‌لرزه در فضاهای پیرامونی شهر تالش انجام‌شده است، ازاین‌رو به لحاظ هدف کاربردی، و ازنظر هدف روش کمی و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای، اسنادی و میدانی است. همچنین در راستای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از محیط نرم‌افزار GIS، EXPERT CHOICE، و مدل فازی استفاده‌شده است. نتایج نشان داد، که از ۹۰۴ هکتار منطقه موردمطالعه ۵۲۱ هکتار(۵۷/۶۳ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری کم، ۱۴۰ هکتار(۱۵/۴۸ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۱۷ هکتار(۱۲/۹۴ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط، ۸۷ هکتار(۹/۶۲ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و تنها ۷۰ هکتار(۷/۷۴ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار دارد. همچنین نتایج مبنی بر آن است که از بین شاخص‌های موردمطالعه به ترتیب: تراکم جمعیت با مقدار وزن ۰/۷۷، کیفیت ابنیه با مقدار ۰/۷۴، مساحت قطعات با مقدار ۰/۶۸، در آسیب‌پذیری فیزیکی شهر تالش در برابر زلزله بیشترین اهمیت را شامل شده‌اند.

نویسنده مسئول(رایانامه: samadzadehr@gmail.com)

ارجاع به مقاله: محمدی‌اوتاری، داریوش؛ صمدزاده، رسول و معصومی، محمدتقی. (۱۴۰۴). تحلیل آسیب‌پذیری فیزیکی بافت شهری تالش و فضاهای پیرامونی آن در برابر مخاطره زمین‌لرزه. *مجله توسعه فضاهای پیراشهری*، ۷(۴)، ۱۹۰-۱۶۵.

http://doi.org/10.22034/jpusd.2025.538096.1360

@ نویسندگان

ناشر: انجمن جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی ایران

مقدمه

شهرها به‌عنوان پیچیده‌ترین ساخته دست بشر با ریسک گسترده‌ای هم به دلیل محدوده وسیعی از مخاطرات و هم به دلیل آسیب‌پذیری چندگانه‌شان مواجه هستند. مخاطرات محیطی و مسائل مربوط به آسیب‌های ژئوفیزیکی همواره تهدیدی برای مراکز انسانی می‌باشد(صادقی و جوان، ۱۴۰۳: ۸۶). آسیب‌پذیری‌های شهری در همه‌جا، از زیرساخت‌ها و ساختمان‌ها تا مخابرات، ترابری و خطوط انرژی محسوس است و باید در نظر داشت کاهش آسیب-پذیری‌ها در مقیاس شهر به‌سادگی مقاوم‌سازی ساختمان‌ها و تک بناها نیست (مهدی‌زاده، ۱۳۹۵: ۱۲۷۵). براساس گزارش سازمان ملل در ارتباط با خطرات بلایای طبیعی، سیل در کنار زلزله و خشکسالی، بیشترین خسارات جانی و مالی را در دنیا به همراه داشته است(جوان و همکاران، ۱۴۰۴: ۴۴). بلایای اتفاق افتاده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به‌صورت فزاینده‌ای آسیب‌پذیرتر شده و ریسک‌ها نیز افزایش‌یافته‌اند (زندمقدم و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۰۹). از سوی دیگر، در طول قرن بیستم حدود ۱۱۰۰ زلزله مرگبار در ۷۵ کشور جهان رخ‌داده و علاوه بر خسارات مادی عظیم، دست‌کم ۱/۵ میلیون نفر جان خود را براثر رویداد طبیعی ازدست‌داده‌اند (Nichols, 2005: 137). کشور ایران نیز روی کمربند زلزله آلپ هیمالیا قرارگرفته و ازجمله زلزله‌خیزترین کشورهای جهان محسوب می‌شود (همایونی، ۱۳۸۵: ۳۵)، و براساس گزارش سازمان ملل وجه غالب سوانح طبیعی در کشور ایران زلزله است (Pealling et al, 2004: 35). ازاین‌رو، زلزله پدیده‌ای است طبیعی که بی‌توجهی به آن خسارات جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت و زمانی مخاطره‌آمیز و بحران‌آفرین است که جامعه واقع در معرض آن، نسبت به آن آسیب‌پذیر باشد (فرج‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰: ۲).

آسیب‌پذیری فیزیکی گروه‌های مختلف مردم ساکن در نواحی خطرپذیر نیز به بسته به سطح زندگی و وضعیت اجتماعی و فیزیکی آن‌ها در نقاط متفاوت است (احدنژاد روشتی، ۱۳۸۸: ۲)، و این متغیر از مهم‌ترین مسائلی است که امروزه در بسیاری از بخش‌های مطالعاتی از قبیل جامعه‌شناسی، انسان‌شناسی اجتماعی، مدیریت بحران، علوم محیطی، پدافند غیرعامل موردتوجه قرارگرفته است. به‌طورکلی، این مفهوم چارچوبی بسیار مناسب برای درک ماهیت بحران، وقایع بحرانی، آثار و پیامدهای ناشی از وقوع بحران، و همچنین واکنش در مقابل بحران در سطوح مختلف فراهم می‌آورد (فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۹۳: ۴۷). ازاین‌رو، امروزه شهرها در نقاط مختلف به دلایل متعدد در معرض آسیب فیزیکی ناشی از مخاطرات طبیعی قرار دارند، این مخاطرات همچنان آسیب‌های جانی و مالی فراوانی را با خود به همراه دارند که نیازمند اقدامات فوری و پیشگیرانه می‌باشند(ساسانپور و موسی‌وند، ۱۳۸۹: ۲۹)، و باآنکه در طی سالیان اخیر در برنامه‌ریزی برای توسعه فیزیکی شهرها اقداماتی به‌منظور کاهش مخاطره طبیعی صورت گرفته ولی رشد سریع اغلب شهرها به افزایش میزان مخاطره طبیعی در محدوده شهرها نیز منجر شده است (خدادادی و همکاران، ۱۳۹۹).

در این راستا، شهرهای استان گیلان، با بیشترین میزان نیروی انسانی، سرمایه‌گذاری، طرح‌های اقتصادی و زیرساختی را در خود جای‌داده است و به علت تمرکز بیش‌ازحد، جانمایی غیراصولی کاربری‌ها به‌خصوص

کاربری‌های خطرآفرین نظیر ایستگاه‌های سوخت فسیلی، فرودگاه و ...، رعایت نکردن استانداردهای دسترسی (تناسب ابنیه، معابر)، وجود پل‌های متعدد (اعم از پل‌های زیرگذر و پل‌های زیرگذر و پل‌های رودخانه‌ای)، رعایت نکردن حریم رودخانه‌ها، توجه ناچیز به عناصر اقلیمی نظیر بادهای غالب، نزولات جوی در ساخت‌وسازها، حتی رعایت نکردن فواصل دسترسی متوازن و استاندارد در پراکنش مراکز امداد و نجات نظیر بیمارستان‌ها، آتش‌نشانی و ...، شهرهای این استان را در معرض تهدیدات و آسیب‌های فیزیکی فراوانی قرار داده است (رهنمایی و همکاران، ۱۳۹۲). ازاین‌رو، شهر تالش از این قاعده مستثنا نبوده، این شهر در غرب استان گیلان قرار دارد و ۲۵ درصد از خاک گیلان را تشکیل می‌دهد، که از سه طرف به کوه‌های تالش که در ادامه رشته‌کوه‌های البرز هستند و ازیک‌طرف دیگر به دریای خزر منتهی می‌شود. این شهر درگذشته تا اکنون دچار سوانح طبیعی از جمله سیل و زلزله شده است و با توجه به قرارگیری شهر بر روی خط گسل احتمال وقوع زلزله در این شهر زیاد است به همین دلیل محقق در نظر دارد تا با به‌کارگیری نرم‌افزار GIS، برآورد مناسبی از میزان آسیب‌پذیری فیزیکی شهر در برابر زلزله را با استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی اجزا و عناصر اصلی را ارائه نماید. تحلیل‌ها و ارزیابی‌های متعددی در ارتباط با آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله در قالب تحقیقات گوناگونی انجام‌گرفته است، با مشاهده تحقیقات صورت گرفته می‌توان گفت، که مطالعات در حوزه آسیب‌پذیری فیزیکی محدود است.

مبانی نظری

آسیب‌پذیری به عنوان یکی از مفاهیم کلیدی در مدیریت بحران، به میزان حساسیت و تأثیرپذیری یک منطقه از مخاطرات طبیعی اطلاق می‌شود(صادقی و جوان، ۱۴۰۴: ۱۵۵). دیدگاه‌های نظری متفاوتی در خصوص آسیب-پذیری مطرح شد که شامل سه دسته، زیستی-فیزیکی، ساخت اجتماعی و ترکیبی است که هر یک چارچوب‌های متفاوتی بر تحلیل آسیب‌پذیری و کاهش آن ارائه دادند. دیدگاه زیستی-فیزیکی: بر طبیعت خطر فیزیکی، شیوه استقرار جوامع در معرض آن؛ و درنتیجه، عواقب آن برای واحد در معرض خطر (Yamin et al, 2005) برحسب درجه آسیب محتمل (Wisner, 2005) و ایده‌های زیان فیزیکی (Boughton, 1998) تمرکز می‌کند. یعنی بیشتر روی مخاطرات طبیعی، زوال محیط زیستی-فیزیکی و آثار و زیان‌های مالی و جانی حاصل از آن‌ها بر ساکنان توجه می‌کند (Stionich, 2000). دیدگاه ساخت اجتماعی، به وضعیتی ریشه‌دار در فرایندهای تاریخی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی، که توانایی رسیدگی به بحران‌ها و پاسخ کافی به آن‌ها را محدود می‌کند، دلالت دارد (Weichselgartner, 2001). دیدگاه ترکیبی، پیوندی از دو دیدگاه زیستی-فیزیکی و ساخت اجتماعی است. محور این پژوهش بر پایه دیدگاه ترکیبی است.

از دهۀ ۹۰ به‌ویژه از اواخر آن براساس آثار پژوهش‌گرانی که آسیب‌پذیری را به‌عنوان «ریسک در معرض بودن» یا بالعکس به‌عنوان «ساخت اجتماعی» مفهوم‌سازی کرده‌اند، دیدگاه ترکیبی شکل می‌گیرد که تحلیل هردوی محرک و سیستم و تعامل آن‌ها را برای فهم آسیب‌پذیری در نظر می‌گیرد. مطابق این دیدگاه، درمجموع دو سطح از شناخت و پیشرفت در مفهوم و تحلیل آسیب‌پذیری، یعنی یکپارچگی و پایداری به شرح ذیل قابل‌تمایز است:

رویکرد یکپارچه: سعی دارد که عوامل و ابعاد مختلف آسیب‌پذیری را به‌صورت توأم و هماهنگ مورد ملاحظه قرار دهد؛ به‌طوری‌که در اولین تلاش‌ها، کاتر و همکاران «مدل مخاطرات مکان» را که تحلیل سیستم و محرک را یکپارچه می‌کند، ارائه کردند. آن‌ها باهدف تولید یک نقشه نهایی از آسیب‌پذیری، آسیب‌پذیری زیستی- فیزیکی و اجتماعی را در محیط GIS باهم ترکیب کردند(Cutter et al, 2000). اما رویکرد ترکیبی آن‌ها باهدف تولید مجموعه‌ای از معرف‌های آسیب‌پذیری، بینش ناچیزی را در مورد فرایندهای ایجادکننده آسیب‌پذیری ارائه می‌دهد که در مقابل، اسمیت و پیلیفوسوا به دنبال فهم عمیق‌تری از فرایندهای آسیب‌پذیری، تابعی از «در معرض بودن و ظرفیت انطباق» را ارائه می‌دهند که مطابق آن در معرض خطر بودن، خصیصه‌ای از سیستم نسبت به محرک می‌باشد و ظرفیت انطباق به قابلیت و توانایی سیستم در رسیدگی و واکنش به محرک و انطباق با آن برمی‌گردد.

رویکـــرد پایـــداری: طبـق ایـن رویکـرد موضـوع و نظریـه پایـداری، کـانون تحلیـل آسیب‌پذیری را به روش‌های مختلف توسعه داده و از نو هدایت می‌کند. پایداری اصولاً توجه را به «سیستم‌های زوجی انسانی - محیطی» هـدایت می‌کند؛ یعنـی آسیب‌پذیری و پایـداری سیـستم‌های مبتنـی بـر هـم‌افزایـی بـین زیرسیـستم‌های انـسانی و زیـستی- فیزیکـی کـه از فرایندهای عمل‌کننده در مقیاس‌های فضایی - زمانی متفاوت تأثیر می‌پذیرند در این راستا برای فهم بهتر اینکه چگونه آسیب‌پذیری در سیستم‌های خاصـی پدیـدار می‌شود و چه دربارهٔ آن می‌توان انجام داد، چارچوبی بسط یافته از آسیب‌پذیری مطابق شکل (۲-۵)، ارائه‌شده است (Turner et al, 2003).

مطالعات داخلی و خارجی مرتبط به پژوهش حاضر به شرح زیر می‌باشد:

طبیبیان و مظفری (۱۳۹۶)، در پژوهشی با عنوان، ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های مسکونی در برابر زلزله و راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری، به این نتایج دست یافتند، راهکارهایی در پنج دسته شکل کلی بافت مسکونی (قطعه‌بندی، توزیع کاربری‌ها، همجواری‌ها و ...)، فضاهای سبز و باز عمومی، شبکه دسترسی، تراکم جمعیت و کنترل نظارت برساخت و ساز می‌تواند در ارتقای ایمنی محله‌های منطقه شش در برابر زلزله مؤثر واقع شود.خدادادی و همکاران (۱۳۹۹)، در تحقیقی با عنوان، تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش الکتره فازی در کلان‌شهر کرج، به این نتایج دست یافتند، مناطق ۶، ۸، ۱، ۷ آسیب‌پذیر هستند در برابر زلزله، به‌طوری‌که بیش از ۷۰ درصد از شهر کرج ازنظر خطر آسیب‌پذیری در برابر زلزله در طبقه خیلی کم و کم قرارگرفته‌اند و تنها حدود ۲۰ درصد از شهر به دلیل نزدیکی به گسل و وجود تراکم بالای جمعیتی، ساختمانی و ...، در مناطق با خطر زیاد و خیلی زیاد قرارگرفته است که با رعایت اصول شهرسازی و رعایت آیین‌نامه ۲۸۰۰ می‌توان از خسارات ناشی از زلزله در این مناطق کاست. صفری احمدوند (۱۴۰۲)، در پژوهشی تحت عنوان، مدیریت بحران در برابر زلزله با تأکید بر رویکرد تاب‌آوری شهری (نمونه موردی: شهر الشتر استان لرستان)، به این نتایج دست یافتند، رویکرد تاب‌آوری به مدیریت بحران و کاهش آسیب‌های بحران زلزله به‌عنوان یکی از رویکردهای جدید شناخته‌شده و به‌عنوان یک رویکرد جامع که سعی در جامعه نگری در مقوله‌ی مدیریت بحران دارد جنبه‌های مختلف بحران و اثرات آن را موردتوجه قرار می‌دهد.

راشد و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور در مدل‌سازی و پیش‌بینی آسیب‌شناسی شهر کالیفرنیا پرداختند و با استفاده از توابع تحلیلی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، آسیب‌پذیری شهر را مدل‌سازی نمودند. گلاتی (۲۰۱۸)، به ارزیابی آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله در شهر دمرادون هند پرداخت و به این نتایج دست‌یافت که مدل هازو به دلیل کثرت و تنوع داده‌ها و متغیرهای مورداستفاده می‌تواند به‌عنوان مدل مناسبی برای ارزیابی و کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله مورداستفاده قرار گیرد. همچنین، الحواصلی و دانشجو (۲۰۱۸)، در پژوهشی که باهدف تجمیع تمامی ابعاد پدافند غیرعامل و بررسی میزان اثرگذاری و اهمیت آن‌ها در خلق محله‌های مسکونی ایمن و کاهش شمار تلفات جانی و ساختاری در هنگام بروز سانحه انجام‌شده است نشان داده‌اند که نحوه طراحی فضاهای شهری و همچنین ساختمان‌ها تأثیر مثبتی بر کاهش آسیب‌پذیری ناشی از بحران دارد، این پژوهشگران همچنین نشان داده‌اند که علاوه بر جنبه‌های کالبدی، جنبه‌های روانی طراحی فضاها را نیز در نظر داشت. نتایج حاصل از این پژوهش بر در نظر گرفتن جنبه‌های روانی در کنار جنبه‌های امنیتی در طراحی فضای داخلی و همچنین پرهیز از به کاربردن اجزای منفک در طراحی نما و جداره‌های شهری (اجزایی که به هنگام بحران امکان سقوط دارند)، ایجاد فضاهای چند عملکردی و حفاظت‌شده در داخل ساختمان تأکید نموده است. ناگانوه و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهشی، تحت عنوان، مدیریت ریسک زلزله و پاسخ‌های اضطراری درصحنه‌های شبیه‌سازی‌شده، به بررسی عوامل مؤثر بر توسعه سازوکار مدیریت بحران در بیمارستان‌های دولتی تایلند پرداختند، و اظهار داشتند که فرایند ایجاد سناریوی اضطراری در شرایط زلزله در پاسخ به مسائل مربوط به مدیریت بحران و ریسک مؤثر است. کیتچن و دادگه (۲۰۲۰)، در پژوهشی تحت عنوان، امنیت در شهرهای هوشمند: آسیب‌پذیری‌ها، خطرات، کاهش و پیشگیری، به این نتایج دست یافتند، مجموعه گسترده‌ای از مداخلات سیستمی (شامل امنیت براساس طراحی، اصلاح و جایگزینی امنیت اصلاحی، تشکیل تیم‌های امنیتی، تغییر در رویه-های تدارکات) را به‌منظور پیشگیری مدنظر قراردادند و در مورد چگونگی و اجرای این مداخلات نیز از اقدامات نظارتی و مدیریت بحث نمودند. شمس‌الدین (۲۰۲۰)، نیز در پژوهشی به چالش‌های تحقق‌پذیری امنیت پایدار و تاب‌آوری سکونتگاه‌های انسانی پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان داد که تحقق امنیت و تاب‌آوری پایدار ناشی از انعطاف‌پذیری سیستم‌های حکمرانی و تغییرات مداوم با تغییرات ساختاری جوامع و علم نوین روز می‌باشد.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر ازنظر هدف کاربردی، و به لحاظ روش کمی و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای، اسنادی و میدانی است. همچنین در راستای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از محیط نرم‌افزار GIS، EXPERT CHOICE، و مدل فازی استفاده‌شده است. در پژوهش حاضر تنها به بررسی ۱۵ شاخص در راستای میزان آسیب‌پذیری بافت شهری در مقابل زمین‌لرزه پرداخته شد. دراین‌بین، موانع متعددی ازجمله: هزینه، زمان و کمبود منابع انسانی امکان استفاده از تمامی شاخص‌ها وجود نداشت، همچنین قابل‌ذکر است، بررسی یک سری شاخص‌ها به‌جای کل، گاه ممکن است روایی بالاتری داشته باشد؛ زیرا خطای اطلاعات جمع‌آوری‌شده کمتر است. جدول (۱).

جدول ۱.لایه و شاخص‌های مورداستفاده در پژوهش

ردیف	شاخص	نوع تهیه
۱	جنس مصالح ساختمانی	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۲	کیفیت ابنیه	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۳	مساحت قطعات	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۴	طبقات ساختمان	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۵	کیفیت معابر	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۶	زمین‌شناسی	سازمان زمین‌شناسی کشور
۷	کاربری اراضی	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۸	عرض معابر نسبت به ارتفاع ساختمان	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۹	فاصله از شریان‌های اصلی	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۱۰	فاصله از مراکز درمانی	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۱۱	فاصله از مناطق باز	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۱۲	فاصله از تأسیسات و تجهیزات شهری	نقشه کاربری اراضی شهر (سازمان شهرداری شهر تالش)
۱۳	فاصله از گسل	سازمان نقشه‌برداری کشور
۱۴	تراکم جمعیت	سازمان آمار و نفوس و مسکن
۱۵	تراکم ساختمانی	سازمان آمار و نفوس و مسکن

به‌منظور وضعیت معیارها و شاخص‌ها در محدوده‌ی موردمطالعه و طریقه‌ی ارزش‌گذاری واستانداردکردن آن‌ها، هر یک از شاخص‌ها در قالب لایه‌های اطلاعاتی به رس‌تر تبدیل‌شده است. طریقه ارزش‌گذاری آن‌ها در بازه (۱-۹)، برای کل فضا بر پایه میزان تأثیر آن‌ها در قالب پنج پهنه (کاملاً نامناسب تا کاملاً مناسب) تقسیم‌بندی شده است. دراین‌بین، به شعاع و فاصله‌های مهم برای هرکدام از شاخص‌ها با توجه به ضوابط و نظرات کارشناسان در جدول (۲)، اشاره‌شده است.

جدول ۲. نحوه‌ی ارزش‌گذاری شاخص‌ها برای تعیین آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله

شاخص	نحوه ارزش‌گذاری			منبع
	بازه‌ها	امتیازات	مفهوم	
جنس مصالح نما ساختمانی	سیمان	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	کامپوزیت	۷	نسبتاً مناسب	
	آجر	۵	متوسط	
	سنگ	۳	نسبتاً نامناسب	
	شیشه	۱	نامناسب	
کیفیت ابنیه	۱ تا ۲ سال ساخت	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۲ تا ۵ سال ساخت	۷	نسبتاً مناسب	
	۵ تا ۷ سال ساخت	۵	متوسط	
	۷ تا ۱۰ سال ساخت	۳	نسبتاً نامناسب	
	بیشتر از ۱۰ سال	۱	نامناسب	

مساحت قطعات	۰ تا ۵۵ مترمربع	۱	نامناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۵۵ تا ۹۰ مترمربع	۳	نسبتاً نامناسب	
	۹۰ تا ۱۵۰ مترمربع	۵	متوسط	
	۱۵۰ تا ۳۰۰ مترمربع	۷	نسبتاً مناسب	
	بیشتر از ۳۰۰ مترمربع	۹	مناسب	
کیفیت معابر	درجه‌یک	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	درجه‌دو	۷	نسبتاً مناسب	
	درجه سه	۵	متوسط	
	درجه چهار	۳	نسبتاً نامناسب	
	درجه پنج	۱	نامناسب	
عرض معابر نسبت به ارتفاع	۰ تا ۶ متر	۱	نامناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۶ تا ۸ متر	۳	نسبتاً نامناسب	
	۸ تا ۱۰ متر	۵	متوسط	
	۱۰ تا ۱۵ متر	۷	نسبتاً مناسب	
	بیشتر از ۱۵ متر	۹	مناسب	
فاصله از شریان‌های اصلی	۰ تا ۲۰۰ متر	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۲۰۰ تا ۴۰۰ متر	۷	نسبتاً مناسب	
	۴۰۰ تا ۶۰۰ متر	۵	متوسط	
	۶۰۰ تا ۸۰۰ متر	۳	نسبتاً نامناسب	
	بیشتر از ۸۰۰ متر	۱	نامناسب	
فاصله از مراکز درمانی	۰ تا ۲۵۰ متر	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۲۵۰ تا ۵۰۰ متر	۷	نسبتاً مناسب	
	۵۰۰ تا ۷۵۰ متر	۵	متوسط	
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰ متر	۳	نسبتاً نامناسب	
	بیشتر از ۱۰۰۰ متر	۱	نامناسب	
فاصله از مناطق باز	۰ تا ۲۰۰ متر	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۲۰۰ تا ۴۰۰ متر	۷	نسبتاً مناسب	
	۴۰۰ تا ۶۰۰ متر	۵	متوسط	
	۶۰۰ تا ۸۰۰ متر	۳	نسبتاً نامناسب	
	بیشتر از ۸۰۰ متر	۱	نامناسب	
فاصله از تأسیسات شهری	۰ تا ۲۵۰ متر	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۲۵۰ تا ۵۰۰ متر	۷	نسبتاً مناسب	
	۵۰۰ تا ۷۵۰ متر	۵	متوسط	
	۷۵۰ تا ۱۰۰۰ متر	۳	نسبتاً نامناسب	
	بیشتر از ۱۰۰۰ متر	۱	نامناسب	
فاصله از گسل	۰ تا ۱ کیلومتر	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۱ تا ۳ کیلومتر	۷	نسبتاً مناسب	
	۳ تا ۵ کیلومتر	۵	متوسط	

	۵ تا ۸ کیلومتر	۳	نسبتاً نامناسب	
	بیشتر از ۸ کیلومتر	۱	نامناسب	
تراکم جمعیت	۰ تا ۵۰ نفر در هکتار	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۵۰ تا ۷۰ نفر در هکتار	۷	نسبتاً مناسب	
	۷۰ تا ۱۰۰ نفر در هکتار	۵	متوسط	
	۱۰۰ تا ۱۵۰ نفر در هکتار	۳	نسبتاً نامناسب	
	بیشتر از ۱۵۰ نفر در هکتار	۱	نامناسب	
تراکم ساختمانی	کمترین تراکم	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	تراکم کم	۷	نسبتاً مناسب	
	تراکم متوسط	۵	متوسط	
	تراکم زیاد	۳	نسبتاً نامناسب	
	تراکم خیلی زیاد	۱	نامناسب	
طبقات ساختمان	۱ تا ۲ طبقه	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	۲ تا ۳ طبقه	۷	نسبتاً مناسب	
	۳ تا ۴ طبقه	۵	متوسط	
	۴ تا ۵ طبقه	۳	نسبتاً نامناسب	
	بیشتر از ۵ طبقه	۱	نامناسب	
کاربری اراضی	اراضی بایر	۹	مناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	اراضی کشاورزی و باغات	۷	نسبتاً مناسب	
	کاربری تجاری و خدماتی	۵	متوسط	
	کاربری مسکونی	۳	نسبتاً نامناسب	
	کاربری‌های حساس	۱	نامناسب	
زمین‌شناسی	نا مقاوم	۱	نامناسب	نظر کارشناسان مربوطه
	مقاوم	۹	مناسب	

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳

در این راستا، از مدل فازی به‌عنوان مدل جدیدی جهت ارزیابی استفاده شد. برای مدل‌سازی ابتدا مقادیر و متغیرها براساس هدف موردنظر تعیین می‌شود. پس‌ازآن براساس میزان تأثیرگذاری هریک از متغیرها بر پدیده موردنظر به آن‌ها ارزش داده می‌شود. ارزش اعداد از ۰ تا ۱ در نظر گرفته می‌شود که هرچه ارزش به ۱ نزدیک‌تر باشد تعلق فازی بیشتراست. فرمول مربوط به عملگر ضرب و جمع جبر فازی عبارت است از:

$$\mu\, Combination = IIn\ \ \mu i$$

رابطه ۱: جبر ضرب فازی

$$\mu\, Combination = 1 - IIn\ \left(1 - \mu i\right)$$

رابطه ۲: جبر جمع فازی

برای تعدیل بین لایه‌های به‌دست‌آمده از ضرب و جمع جبر فازی، مرحله نهایی یعنی عملگر گاما انجام می‌گیرد.

لایه به‌دست‌آمده نقشه نهایی می‌باشد که بین ۰ تا ۱ در نوسان است.

رابطه ۳: عملگر گامای فازی

$$\mu_{Combination} = \left(fuzzy\ \ algebraic\ \ sum\right) \gamma \times fuzzy\ \ algebraic\ \ product^{1-\gamma}$$

در رابطه‌های بالا μ_Combination عضویت نقشه نهایی و μi درجه عضویت است.

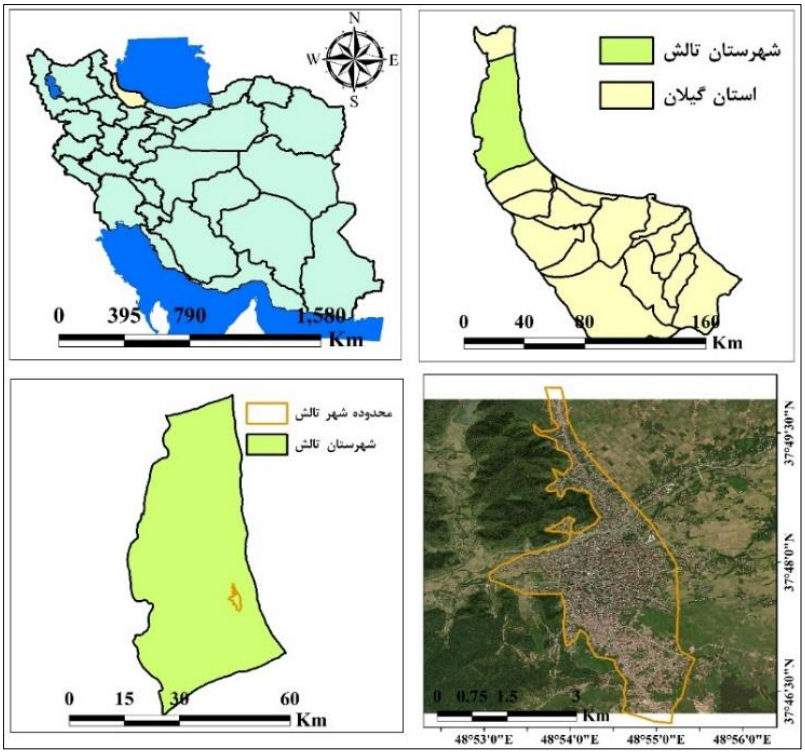
معیار وزن‌دهی به هریک از عناصر موجود در داخل هر لایه میزان تأثیر آن در شهر تالش را نشان داده است. بعد از وزن‌دهی و انجام محاسبات در نرم‌افزار Expert Choice و با توجه به نرخ سازگاری وزن‌های نهایی ۰/۰۲ به دست آمد که در این روش بیشترین وزن به شاخص‌های کیفیت ابنیه و تراکم جمعیت با ۰/۱۲ و کمترین آن نیز به زمین‌شناسی ۰/۰۲ است (جدول ۳).

جدول۳. لایه‌های شهر تالش

لایه‌ها	وزن لایه‌ها	لایه‌ها	وزن لایه‌ها
جنس مصالح ساختمانی	۰/۰۸	فاصله از شریان‌های اصلی	۰/۰۶
کیفیت ابنیه	۰/۱۲	فاصله از مراکز درمانی	۰/۰۶
مساحت قطعات	۰/۰۴	فاصله از مناطق باز	۰/۰۷
طبقات ساختمان	۰/۰۵	فاصله از تأسیسات و تجهیزات شهری	۰/۰۷
کیفیت معابر	۰/۰۵	فاصله از گسل	۰/۰۴
زمین‌شناسی	۰/۰۲	تراکم جمعیت	۰/۱۲
کاربری اراضی	۰/۰۳	تراکم ساختمانی	۰/۰۸
عرض معابر نسبت به ارتفاع ساختمان	۰/۰۷		

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳

تالش با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۹۰ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۸۰ دقیقه عرض شمالی، در فاصله ۱۱۵ کیلومتری شهر رشت و ۴۲۴ کیلومتری تهران واقع‌شده است، همچنین یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین شهرستان‌های استان گیلان در شمال ایران است. جمعیت شهرستان تالش ۲۰۰،۶۴۹ نفر است (سال ۱۳۹۵) که دومین شهرستان پرجمعیت استان گیلان پس از شهرستان رشت است. تالش در ساحل غربی دریای خزر واقع‌شده و از شمال به شهرستان آستارا، از جنوب به شهرستان‌های رضوانشهر(بخش پره سر) و ماسال، از شرق به دریای خزر و از غرب به استان اردبیل(شهرستان خلخال) محدود می‌شود. ارتفاع آن نسبت به دریا ۸۰ متر است.



شکل ۱. نقشه موقعیت شهرستان تالش در ایران و استان گیلان

یافته‌های پژوهش

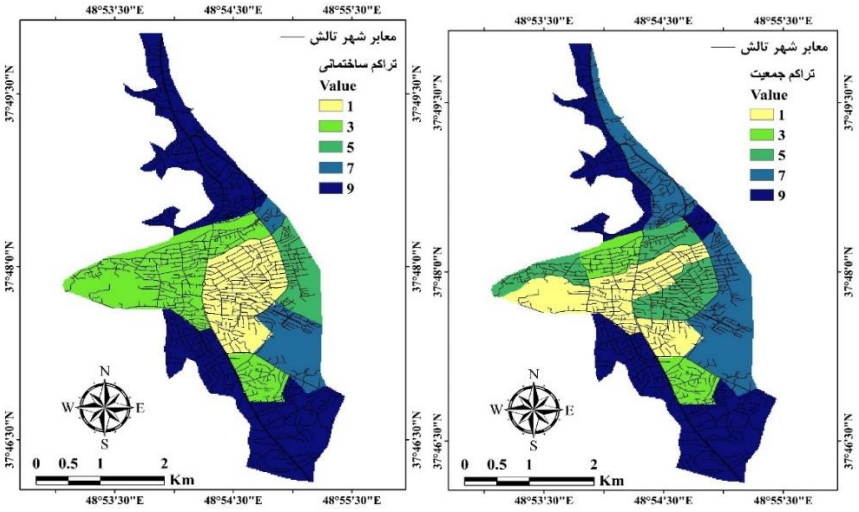
میزان آسیب‌پذیری فیزیکی بافت شهری تالش در مقابل خطر زمین‌لرزه

موضوع ایمنی شهرها در برابر مخاطرات طبیعی یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری است و پژوهش در خصوص آسیب‌پذیری مساکن شهری و شناخت میزان آسیب‌پذیری آن‌ها در مقابل مخاطرات طبیعی، بسیار ضروری است. تراکم درواقع میزان پراکندگی و یا فشردگی یک عامل را در یک محدوده فضایی تعیین می‌کند. عامل قابل‌بررسی در تراکم می‌تواند متفاوت باشد، نکته ثابت در تراکم «واحد فضایی» است که همواره در تمام مطالعات مربوط به تراکم، یک محدوده یا واحد فضایی موردنظر می‌باشد.

تراکم جمعیتی و مسکونی

اولین مقوله‌ای که در مطالعه مناطق شهری مهم به نظر می‌رسد؛ جمعیت آن منطقه است. با افزایش جمعیت، نواحی شهری مستعد خسارت بیشتری از زمین‌لرزه را خواهند داشت و درنتیجه ریسک زندگی و دارایی‌ها در برابر خطرات زلزله افزایش می‌یابد. بر این اساس، هرچه تراکم جمعیت در شهر کمتر باشد و این تراکم به‌طور متعادل در سطح شهر توزیع‌شده باشد، آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله کمتر خواهد بود. مطابق جدول (۲)، میزان تراکم (۰ تا ۵۰ نفر در هکتار) با عدد ۹ مناسب‌ترین و بیشتر از ۱۵۰ هزار نفر در هکتار با عدد ۱ نامناسب‌ترین مشخص‌شده است. در نقشه (۲)، همانند تراکم مسکونی کمترین میزان در مناطق تازه احداث‌شده اطراف شهر و بیشترین تراکم جمعیت

در مرکز شهر می‌باشد. سپس، تراکم مسکونی درصدی از مساحت زمین است که به‌صورت عمودی برای ساختمان-سازی استفاده می‌شود و با بیشتر شدن آن، احتمال تخریب و آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود. همان‌طور که در جدول (۲) ملاحظه می‌شود، کمترین تراکم با مقدار ۹ و بیشترین تراکم با مقدار ۱ مشخص‌شده است. ازاین‌رو، در نتایج تراکم مسکونی همان‌طور که ملاحظه می‌شود؛ بیشترین تراکم مسکونی در مرکز و متمایل به غرب شهر تالش است؛ و کمترین میزان تراکم نیز در مناطق شمالی و جنوبی شهر به دلیل وسعت بیشتر مناطق است. نقشه (۳).

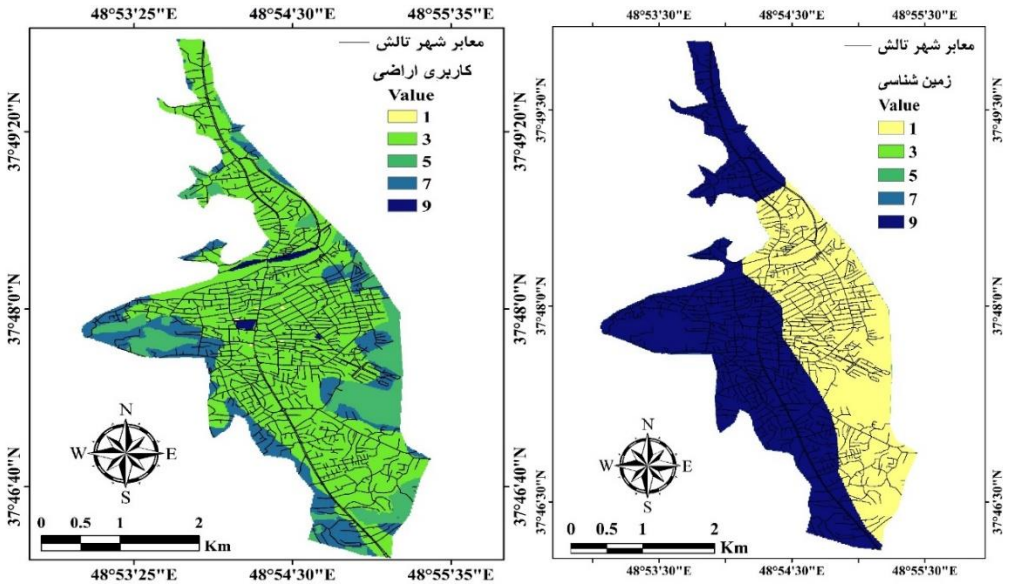


شکل ۲ و ۳. استانداردشده تراکم جمعیت و مسکونی شهر تالش

کاربری اراضی و زمین‌شناسی

یکی از جنبه‌های مؤثر در جهت کاهش آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر خطر زلزله، برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری به‌عنوان هسته اصلی برنامه‌ریزی شهری است، که با واردکردن موضوع ایمنی در برابر خطر زلزله در آن، می‌توان انعطاف‌پذیری مناطق شهری را در برابر خطر زلزله، افزایش داد. ازاین‌رو، یکی از مهم‌ترین کاربری‌هایی که در سطح اراضی شهری تالش مشاهده می‌شود، مسکونی است. هرچند درعین‌حال کاربری‌های دیگری نیز در سطح شهر وجود دارند که در بحث چگونگی کنترل بحران ناشی از زلزله و کاهش اثرات سوء آن، اهمیت حیاتی دارند، ولی از بین همه آن‌ها، قرارگیری ساختمان‌ها در کنار یکدیگر می‌تواند در افزایش و یا کاهش میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله مؤثر واقع شوند. همان‌طور که در نقشه (۴) مشاهده می‌شود، اراضی بایر با مقدار ۹ مناسب، اراضی کشاورزی و باغات با مقدار ۷ نسبتاً مناسب، کاربری تجاری و خدماتی با مقدار ۵ متوسط و کاربری مسکونی با مقدار ۳ نسبتاً نامناسب و کاربری‌های حساس نیز با مقدار ۱ نامناسب از سوی کارشناسان مشخص شدند. بنابراین، در بررسی کاربری اراضی، بیشتر شهر تالش ازجمله (مرکز شهر) کاربری مسکونی زیادی قابل‌ملاحظه است که می‌تواند درشدت میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله مؤثر باشد. همچنین قابل‌ملاحظه است که در محدوده غرب و شرق تالش میزان آسیب‌پذیری کمتر است.

در ادامه نیز، یکی از پارامترهای اصلی در ایجاد خسارت ناشی از زمین‌لرزه، عامل زمین‌شناسی است. اگر سری زمین‌شناسی سست‌تر باشد، باعث تشدید توان موج لرزه‌ای شده و هرقدر سری زمین‌شناسی سخت‌تر باشد باعث کم شدن توان انتقال موج زمین‌لرزه و درنتیجه تضعیف قدرت تخریبی زمین‌لرزه می‌گردد. شهر تالش از دو نوع جنس زمین شامل گدازه‌های آتشفشانی و تراورتن تشکیل‌شده است. شاخص زمین‌شناسی در شهر تالش با دو معیار نامقاوم با عدد ۱ و مقاوم با عدد ۹ مشخص‌شده است. طبق نتایج در نقشه (۵)، مناطق غربی ازلحاظ زمین‌شناسی مقاوم‌تر از مناطق شرقی شهر تالش می‌باشد.



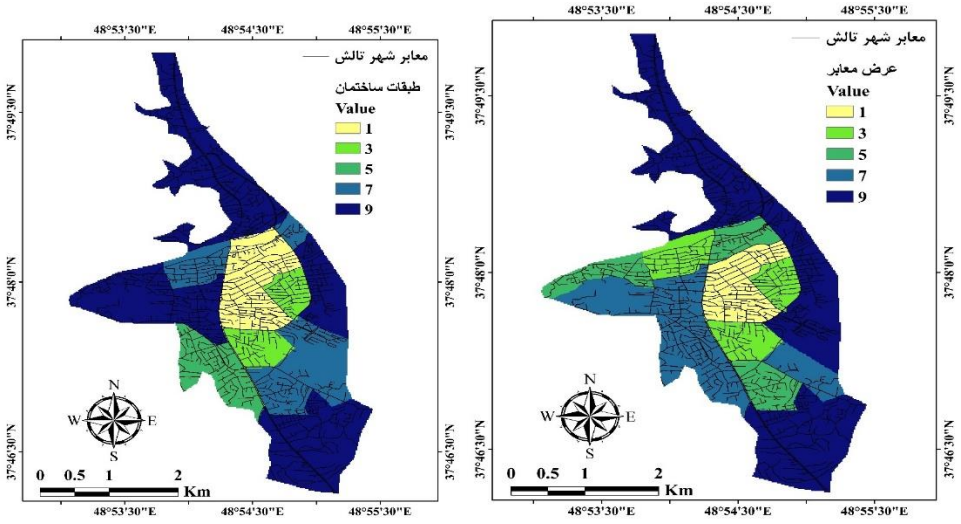
شکل ۴ و ۵. استانداردشده زمین‌شناسی و کاربری اراضی شهر تالش

عرض معابر و طبقات ساختمان

آسیب‌پذیری شبکه به ساختار فضایی شبکه پرداخته و در زمینه تخلیه عمومی به کار می‌رود تا قسمت‌های آسیب‌پذیر ساختار شهری مشخص شود. این آسیب‌پذیری به ساختار شبکه ازاین‌جهت مدنظر است که در شبکه راه‌ها، هر چه تعداد تقاطع‌ها بیشتر باشد و همین‌طور معابر از عرض بیشتری برخوردار باشند، دسترسی و امدادرسانی سریع‌تر و راحت‌تر صورت می‌پذیرد؛ زیرا در صورت مسدود شدن یا تخریب یکی از راه‌ها، می‌توان از مسیرهای دیگر به محل موردنظر رسید. و از طرف دیگر باید به مقوله ترافیک معابر، و جریان رفت‌وآمد در شبکه‌های ارتباطی، به‌ویژه در ساعات اوج ترددها توجه ویژه‌ای معطوف گردد.

در بررسی عرض معابر نسبت به ارتفاع ساختمان در شهر تالش، مناطق مرکزی شهر به دلیل ساختمان‌های بلند و عرض معابر کم بیشترین میزان آسیب‌پذیری را به خود اختصاص داده‌اند، و مناطق شمالی و جنوبی نیز کمترین میزان آسیب‌پذیری را شامل شدند. دلیل اهمیت این شاخص در بررسی میزان آسیب‌پذیری، این است که با بالا رفتن تعداد طبقات ساختمانی و کم‌عرض‌تر شدن معابر، احتمال بسته شدن معابر به دلیل ریختن آوار ساختمان‌های

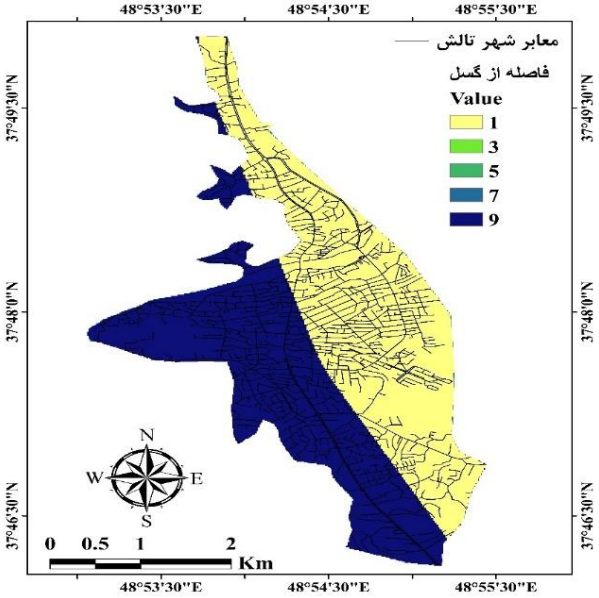
بلندمرتبه بالا می‌رود که این کار باعث اختلال در امر امدادرسانی می‌گردد؛ همچنین به دلیل جمعیت زیاد ساکن در آپارتمان‌های چندطبقه، در زمان بروز حادثه تخلیه ساکنین در این واحدها کندتر می‌باشد. طبق نظر کارشناسان در جدول (۲)، تعداد طبقات ۱ تا ۲ با مقدار (۹) مناسب و بیشتر از ۵ طبقه با مقدار ۱ نامناسب ارزیابی شد. همچنین قابل‌ذکر است، در شهر تالش ساختمان‌های چند مرتبه به‌خصوص ۳ طبقه به بالا در مناطق مرکزی شهر قرار دارد. ساختمان‌های کم ارتفاع در اطراف شهر واقع شده‌است.



شکل ۶ و ۷. استاندارد شده عرض معابر نسبت به ارتفاع ساختمان شهر تالش و طبقات ساختمان

فاصله از گسل

بسترهای اختصاص‌یافته به ساخت‌وسازهای شهری و صنعتی را باید در محدوده‌هایی انتخاب کرد که در آن‌ها حریم خطوط گسل رعایت شده و از پایداری لازم به‌منظور کاهش خطرات ناشی از زمین‌لرزه احتمالی، برخوردار باشند. در هر شهری باید فاصله لازم در ساخت‌وسازها برای گسل رعایت شود. در شهر تالش بیشتر شهر در وضعیت مناسب قرار دارند، به‌عبارت‌دیگر، فاصله مناسب از گسل قرار دارد، و این موضوع نیز در کاهش آسیب دیدن تأسیسات و تجهیزات زیربنایی شهر نظیر شبکه‌های آب، برق، گاز و مخابرات، تلفات ناشی از زلزله به‌شدت مؤثر است.شکل (۸)

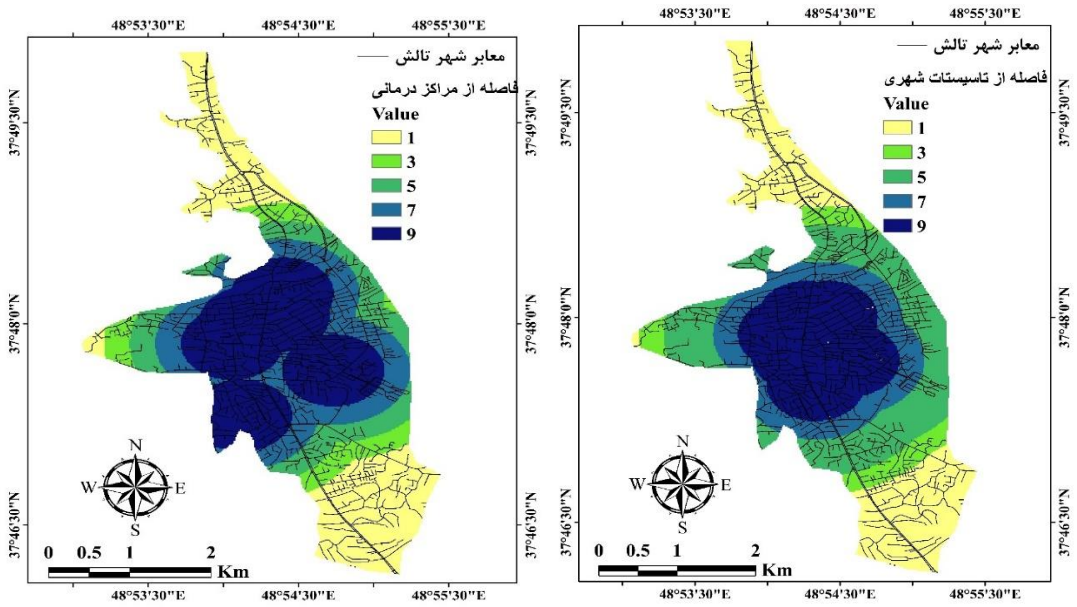


شکل ۸. استانداردشده فاصله از گسل شهر تالش

فاصله از تأسیسات شهری و مراکز درمانی

تأسیسات شهری به‌عنوان شریان‌های حیاتی شهر، امکاناتی چون آب، برق، گاز، تلفن و سیستم جمع‌آوری فاضلاب را در شبکه‌هایی پیچیده برای شهر فراهم می‌سازند. در بررسی شریان‌های حیاتی شهر تالش همان‌طور که در شکل (۹)، ملاحظه می‌شود، بیشتر شریان‌های حیاتی در مرکز شهر واقع‌شده است، و بافاصله گرفتن از این مناطق درصد آسیب‌پذیری افزایش می‌یابد. چون این تأسیسات و تجهیزات شهری می‌تواند تاحدی خسارات ناشی از زلزله را کاهش دهد، البته در بعضی مواقع هم می‌تواند حادثه‌آفرین باشد.

فاصله نزدیک از مراکز درمانی (بیمارستان و درمانگاه)، امداد و نجات در زمان پس از وقوع زلزله تأثیر به سزایی در انتقال مصدومین در حداقل زمان ممکن به این مراکز، جهت امدادرسانی و نجات جان آن‌ها دارد. بیمارستان‌ها و درمانگاه‌های متعددی در سطح شهر پراکنده‌اند. این شاخص بیشتر بازمان بعد از وقوع حادثه در ارتباط است. ازاین‌رو، دسترسی سریع و آسان به مراکز امداد و نجات، موجب تسریع عملیات امداد و نجات و خدمات‌رسانی می‌شود. در شهر تالش درمانگاه و بیمارستان‌ها همانند تأسیسات شهری در مرکز شهر و متمایل به غرب واقع شده است. در این راستا، بیشتر سطح شهر دارای وضعیت متوسط تا مناسب ازلحاظ میزان آسیب‌پذیری است.شکل (۱۰)

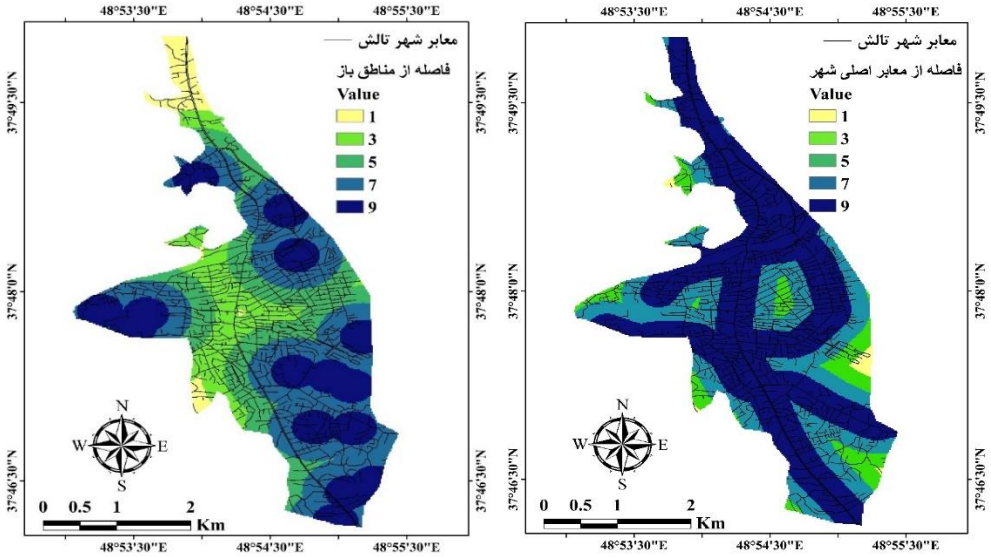


شکل ۹ و ۱۰. استانداردشده فاصله از تأسیسات شهری و مراکز درمانی شهر تالش

فاصله از معابر شهری و فضاهای باز عمومی

آسیب‌پذیری به ساختار شبکه به این دلیل اهمیت می‌یابد که در شبکه راه‌ها، هرچه تعداد تقاطع‌ها و لوپ‌ها بیشتر باشد و معابر از عرض بیشتری برخوردار باشند، دسترسی و امدادرسانی سریع‌تر و راحت‌تر انجام می‌گیرد. همان‌طور که در نقشه (۱۱)، نمایان شده است، تقریباً بالای ۹۰ درصد شهر دارای وضعیت مناسب تا کاملاً مناسب در دسترسی به شریان‌های اصلی شهر می‌باشد.

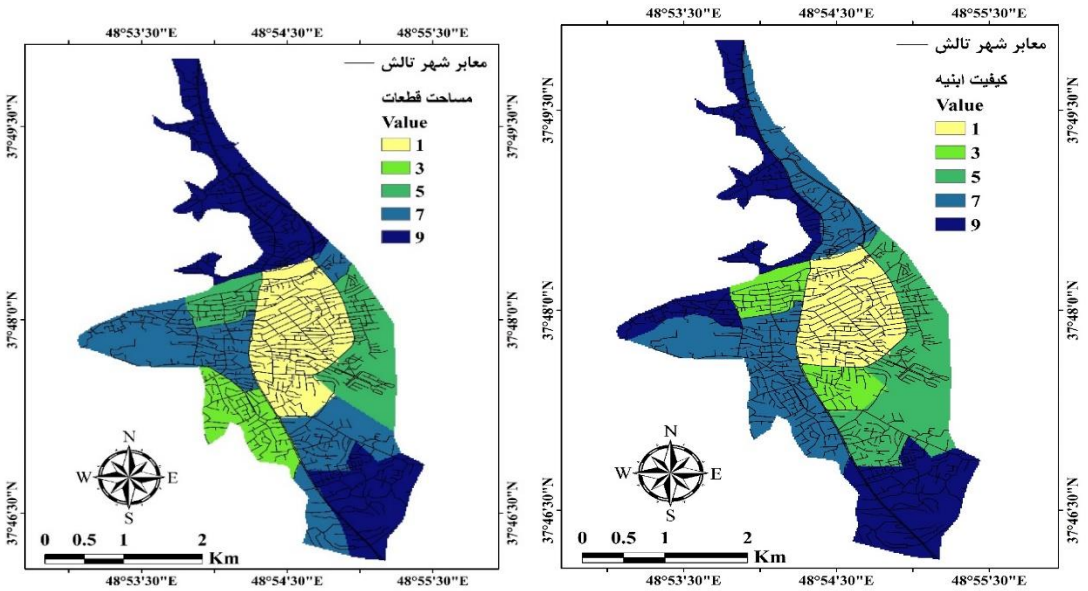
فضاهای باز، نقش مهمی در کاهش وسعت عمل و نتایج اکثر حوادث طبیعی و مصنوعی دارند. از مهم‌ترین عملکردهای آن‌ها در هنگام بروز زلزله، جداسازی یک منطقه خطرناک از دیگری و متمرکز کردن فعالیت نیروهای مخرب و جلوگیری از توسعه زنجیره‌ای وقایع است. کاربری‌های شهری هر چه بیشتر به فضاهای باز نزدیک‌تر باشند از آسیب‌پذیری کمتری برخوردارند. فضاهای باز دارای ارزش عددی ۹ و دورترین فاصله از آن‌ها دارای ارزش ۱ خواهد بود. در بررسی نقشه (۱۲)، همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مناطق باز بیشتر در جنوب و شرق محدوده قرارگرفته است، و مناطق مرکزی شهر دارای آسیب‌پذیری زیادی ازلحاظ وجود مناطق باز عمومی هستند.



شکل ۱۱ و ۱۲. استانداردشده فاصله از شریان‌های اصلی شهر و مناطق باز شهر تالش

کیفیت ابنیه و مساحت قطعات

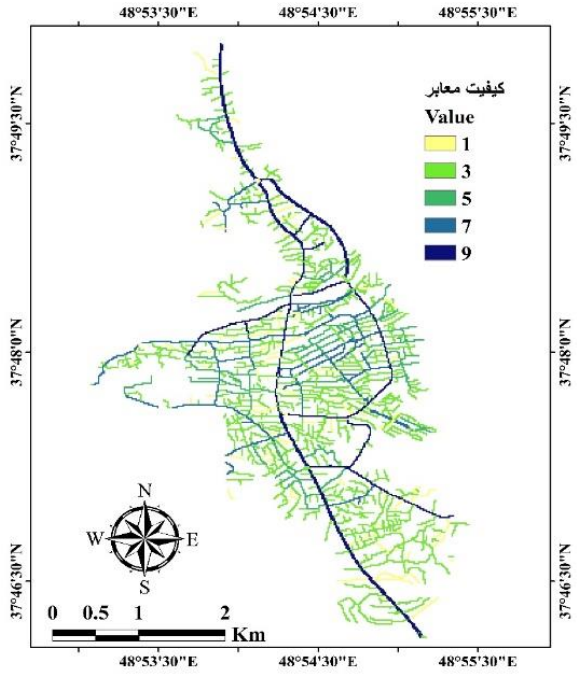
احتمال مقاومت ساختمان‌های باکیفیت بالا (نوساز) در مقابل زلزله نسبت به ساختمان‌های مخروبه و مرمتی بیشتر است. قابل‌ذکر است که قدمت یک سازه رابطه مستقیمی باکیفیت ندارد اما در بیشتر موارد ساختمان‌هایی باسنی بیشتر از ۳۰ سال نیاز به تعمیر مقاوم‌سازی دارند. درعین‌حال رعایت نکردن اصول آیین‌نامه زلزله در اجرا ساختمان نیز باعث کاهش کیفیت بنا می‌گردد. اینکه از مصالح مقاوم در ساخت ساختمان‌ها استفاده شود، ازجمله مهم‌ترین عوامل تضمین کیفیت سازه‌هاست. در شهر تالش بیشتر مناطق مرکزی نیاز به مقاوم‌سازی شهری دارند.



شکل ۱۳ و ۱۴. استانداردشده کیفیت ابنیه و مساحت قطعات شهر تالش

کیفیت معابر شهری

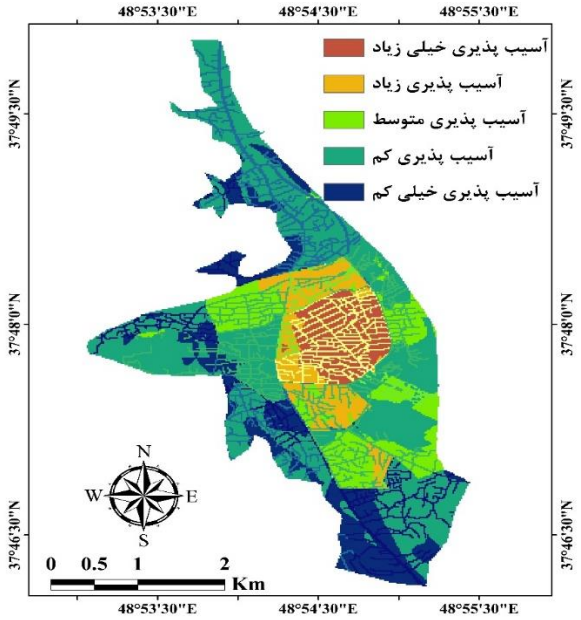
آخرین شاخص موردبررسی درجه‌بندی معابر شهری ازلحاظ کیفیت است. طبق نتایج و بررسی‌های انجام‌شده در شهر تالش، بیشتر معابر سطح شهر دارای وضعیت متوسط رو به پایین هستند. معابر درجه‌یک و شریان‌های اصلی در مناطق شمالی و مرکزی شهر قرار دارد.



شکل ۱۵. استانداردشده شهر تالش (درجه‌بندی معابر شهر)

نقشه نهایی میزان آسیب‌پذیری شهر تالش در برابر زلزله

برای تهیه نقشه نهایی جهت رتبه‌بندی بین طبقات مختلف هر پارامتر از گامای فازی استفاده شد. پس از فازی‌سازی داده‌های فوق به‌منظور تلفیق لایه‌های فازی شده با یکدیگر و استنتاج نقشه نهایی و رتبه‌بندی بین پارامترهای مختلف از روش خطی بهره برده شد. بنابراین درنهایت نقشه‌هایی با گاماهای ۰/۷، ۰/۸ و ۰/۹ استخراج و موردبررسی قرار گرفت. درنهایت مناسب‌ترین گاما جهت تلفیق نقشه‌ها انتخاب شد. مقادیر Min و Max هر یک از گاماها با استفاده از ابزار statistics zonal برای هر منطقه، محاسبه شد و از میان گاماهای انتخاب‌شده، گامای ۰/۹ به‌عنوان مناسب‌ترین گاما جهت پهنه‌بندی خطر آسیب‌پذیری منطقه موردمطالعه انتخاب شد. طبق نتایج مشخص شد که از ۹۰۴ هکتار منطقه موردمطالعه ۵۲۱ هکتار(۵۷/۶۳ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری کم، ۱۴۰ هکتار(۱۵/۴۸ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۱۷ هکتار(۱۲/۹۴ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط، ۸۷ هکتار(۹/۶۲ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و تنها ۷۰ هکتار(۷/۷۴ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار دارد.



شکل ۱۶. آسیب‌پذیری خطر زلزله در شهر تالش با عملگر گامای ۰/۹

طبق یافته‌های به‌دست‌آمده و نقشه‌های مطرح‌شده، نتایج به شرح ذیل مطرح شد:

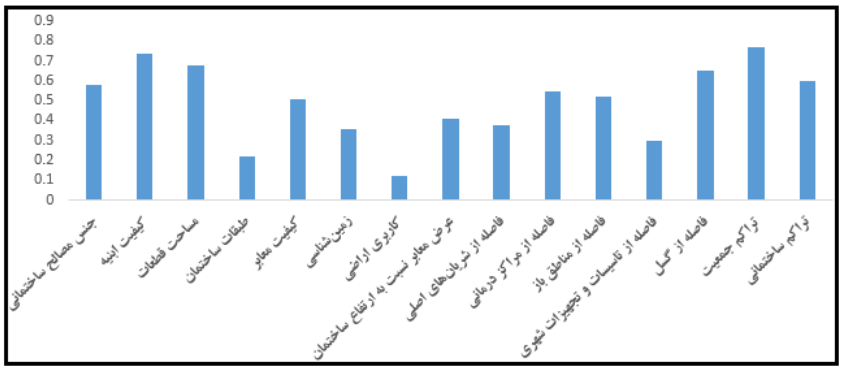
- در منطقه زلزله‌خیزی مانند شهر تالش، در ارتباط بافاصله از گسل، بسیار مشخص است که هر چه فاصله از گسل بیشتر باشد به دلیل فاصله‌گیری از کانون بحران میزان آسیب‌پذیری بسیار کاهش می‌یابد.
- در ارتباط با مساحت قطعات، مشخص شد هر چه مساحت قطعات بزرگ‌تر باشد، شدت آسیب‌پذیری کمتر می‌گردد.
- درباره عرض معابر براساس یافته‌های تحقیق مشخص شد، هر چه عرض معابر در مناطق تحت گسل بیشتر باشد هنگام وقوع زلزله میزان آسیب‌پذیری بسیار کمتر خواهد بود.
- از سویی وجود فضاهای باز یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش اثرات ناشی از زلزله هست. از سویی هرچه سازنده‌ای زمین‌شناسی مقاومت بیشتری در برابر تنش‌های برشی از خود نشان دهند از میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله کاسته می‌شود.

در این راستا، برای تعیین میزان اهمیت هرکدام از شاخص‌ها از IGR استفاده شد. جدول (۴). مطابق نتایج به‌دست‌آمده، از بین شاخص‌های موردمطالعه به ترتیب: تراکم جمعیت با مقدار وزن ۰/۷۷، کیفیت ابنیه با مقدار ۰/۷۴، مساحت قطعات با مقدار ۰/۶۸، در آسیب‌پذیری فیزیکی شهر تالش در برابر زلزله بیشترین اهمیت را شامل شده‌اند.

جدول۴. ارزش و اهمیت هرکدام از شاخص‌ها

ردیف	شاخص	درجه اهمیت
۱	جنس مصالح ساختمانی	۰/۵۸
۲	کیفیت ابنیه	۰/۷۴
۳	مساحت قطعات	۰/۶۸
۴	طبقات ساختمان	۰/۲۲
۵	کیفیت معابر	۰/۵۱
۶	زمین‌شناسی	۰/۳۶
۷	کاربری اراضی	۰/۱۲
۸	عرض معابر نسبت به ارتفاع ساختمان	۰/۴۱
۹	فاصله از شریان‌های اصلی	۰/۳۸
۱۰	فاصله از مراکز درمانی	۰/۵۵
۱۱	فاصله از مناطق باز	۰/۵۲
۱۲	فاصله از تأسیسات و تجهیزات شهری	۰/۳۰
۱۳	فاصله از گسل	۰/۶۵
۱۴	تراکم جمعیت	۰/۷۷
۱۵	تراکم ساختمانی	۰/۶۰

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳



شکل ۱۷. اهمیت هر یک از شاخص‌ها در آسیب‌پذیری شهر تالش در برابر زمین‌لرزه

بحث

نتایج این پژوهش به‌وضوح نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری شهر تالش در برابر زلزله، صرفاً یک مسئله ژئوفیزیکی نیست، بلکه نمونه بارزی از "فاجعه برنامه‌ریزی‌شده "است. اگرچه سهم غالب منطقه در طبقات آسیب‌پذیری کم و متوسط قرار دارد، اما تمرکز جمعیت و سازه‌های حیاتی با درصد (زیاد و خیلی زیاد) که عمدتاً منطبق بر گسل‌هاست، کلیت شهر را در معرض تهدیدی جدی قرار می‌دهد، که با نتایج پژوهش خدادادی و همکاران (۱۳۹۹)، همخوانی دارد. این پارادوکس؛ وجود زمین‌های با آسیب‌پذیری کم در کنار خطر فاجعه‌بار نشان می‌دهد که مشکل اصلی از "گسل‌های مدیریتی "نشأت می‌گیرد: مکان گزینی نادرست شهر، قطعه‌بندی‌های کوچک و غیراصولی، و بی‌توجهی به استانداردهای حداقلی ایمنی در عرض معابر. این عوامل، تالش را به‌مثابه شهری

ساخته‌شده بر یک میدان مین لرزه‌ای تبدیل کرده است، جایی که تصمیمات انسانی، خطر طبیعی ذاتی را به‌طور تصاعدی تشدید کرده است.

متغیر کلیدی که پژوهش به آن‌ها پرداخته؛ فاصله از گسل، مساحت قطعات و عرض معابر؛ همگی نشان‌دهنده این هستند که آسیب‌پذیری یک "انتخاب برنامه‌ریزی شهری "بوده است. اول، استقرار شهر در مجاورت مستقیم گسل‌ها، جامعه را در کانون خطر قرار داده است. دوم، قطعات کوچک مسکونی که نتیجه سیاست‌های نادرست تفکیک زمین است، منجر به ساخت سازه‌های شکننده، بی‌دوام و با تراکم بسیار بالا شده که در زمان زلزله همچون دومینو فرو خواهند ریخت. سوم، معابر تنگ و کم‌عرض نه‌تنها امکان تخلیه سریع و ایمن جمعیت را در لحظه بحران ناممکن می‌سازد، بلکه دسترسی نیروهای امدادی و ماشین‌آلات سنگین را برای نجات مصدومان و آواربرداری به‌طور کامل مسدود می‌کند. این سه عامل در کنار هم، یک سناریوی قطعی برای انسداد مسیرهای نجات، افزایش تلفات ثانویه و تبدیل زلزله به یک فاجعه تمام‌عیار انسانی را تدوین کرده‌اند.

نکته امیدوارکننده پژوهش اینجاست که راهکارهای کاهش این آسیب‌پذیری، عمدتاً در حیطه مدیریت و برنامه‌ریزی است و نه مقابله با نیروهای غیرقابل‌کنترل طبیعی. اولین و قوی‌ترین اقدام، اجرای "طرح باز توسعه و نوسازی بافت‌های فرسوده "در مناطق پرخطر شناسایی‌شده است. این طرح باید بر سه اصل استوار باشد: (۱) جلوگیری از هرگونه ساخت‌وساز جدید در حریم گسل‌ها و اجرای سیاست‌های تشویقی برای جابجایی ساکنان به مناطق امن، (۲) تجمیع قطعات کوچک برای ایجاد پهنه‌های بزرگ‌تر و امکان ساخت‌وساز مقاوم با رعایت استانداردهای ایمنی و (۳) عریض کردن معابر موجود و ایجاد شبکه‌ای از شریان‌های حیاتی عریض که همچون رگ‌های نجات در زمان بحران عمل کنند. علاوه بر این، اجباری شدن استانداردهای ساختمانی ضد زلزله و استفاده از مصالح مرغوب، نه یک انتخاب، که یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است.

درنتیجه، زلزله آینده تالش یک تراژدی طبیعی نخواهد بود، بلکه یک "شکست مدیریتی "خواهد بود اگر امروز اقدام نکنیم، آینده این شهر به توانایی ما در تبدیل رویکرد منفعلانه «مدیریت بحران» (پاسخ پس از وقوع حادثه) به رویکرد فعال «مدیریت ریسک» (کاهش آسیب‌پذیری پیش از وقوع) گره‌خورده است. سرمایه‌گذاری روی نوسازی بافت‌های فرسوده و رعایت اصول پدافند غیرعامل، نه یک هزینه، بلکه تنها سرمایه‌گذاری مطمئن برای نجات جان هزاران نفر و تضمین بقای این شهر تاریخی است.

نتیجه‌گیری

آسیب‌پذیری به معنای شرایطی است که در معرض خطر بودن یک جامعه را افزایش می‌دهد. یا به‌عبارت‌دیگر، نقطه‌ضعف‌هایی است که منجر به افزایش تبعات پس از وقوع خطر خواهد شد. در پژوهش حاضر نتایج نشان داد، طبق نتایج مشخص شد که از ۹۰۴ هکتار منطقه موردمطالعه ۵۲۱ هکتار(۵۷/۶۳ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری کم، ۱۴۰ هکتار(۱۵/۴۸ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۱۷ هکتار(۱۲/۹۴ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری متوسط، ۸۷ هکتار(۹/۶۲ درصد) در وضعیت آسیب‌پذیری زیاد و تنها ۷۰ هکتار(۷/۷۴ درصد) در

وضعیت آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار دارد. مکان گزینی غلط و ناصحیح شهر تالش و استقرار آن در گسل‌ها، به کار نگرفتن نیروهای انسانی مهار و متخصص در ساخت‌وسازهای مسکونی، قطعاتی با مساحت کم، و عرض معابر کم در شهر، ایمنی شهر تالش را از بین برده و در صورت بروز زلزله، وضعیت بسیار اسفناک و مصیبت‌باری را به بار خواهد آورد.

همچنین به‌طور خلاصه نتایج نشان داد:

- در منطقه زلزله‌خیزی مانند شهر تالش، در ارتباط بافاصله از گسل، بسیار مشخص است که هر چه فاصله از گسل بیشتر باشد به دلیل فاصله‌گیری از کانون بحران میزان آسیب‌پذیری بسیار کاهش می‌یابد.
- در ارتباط با مساحت قطعات، مشخص شد هر چه مساحت قطعات بزرگ‌تر باشد، شدت آسیب‌پذیری کمتر می‌گردد.
- درباره عرض معابر براساس یافته‌های تحقیق مشخص شد، هر چه عرض معابر در مناطق تحت گسل بیشتر باشد هنگام وقوع زلزله میزان آسیب‌پذیری بسیار کمتر خواهد بود.

از سویی وجود فضاهای باز یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش اثرات ناشی از زلزله هست. از سویی هرچه سازنده‌ای زمین‌شناسی مقاومت بیشتری در برابر تنش‌های برشی از خود نشان دهند از میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله کاسته می‌شود.بر این اساس، راهکارهای ذیل پیشنهاد شد:

- ❖ بافت مسکونی شهر تالش، دارای شرایطی خاص ازنظر آسیب‌پذیری هستند. واکنش هر نوع بافت شهری در هنگام وقوع زلزله درجه‌های متفاوتی از آسیب‌پذیری را دارد و سپس در مراحل بعد از وقوع زلزله در قابلیت‌های گریز و پناه گیری ساکنین، در امکانات کمک‌رسانی، در چگونگی پاک‌سازی و بازسازی و حتی اسکان موقت، دخالت مستقیم دارد. دامنه‌ی تأثیر این ویژگی نه‌تنها در طراحی ساختمان بلکه در طراحی شهری و امنیت فیزیکی شهر نیز گسترده شده و حائز اهمیت است. بنابراین، توصیه می‌گردد، کمیته‌ای از متخصصان گرد هم‌آیند و در راستای هر یک از بافت‌های شهری تدابیر علمی و مدیریتی اجرا نمایند؛ و
- ❖ یکی از موارد بااهمیت در شهر تالش، توجه و ضرورت به اهمیت فضاهای باز در برابر زلزله است. طراحی مناسب فضاهای باز داخل بافت‌های شهری تالش از مهم‌ترین حربه‌ها برای مقابله با خطر زلزله محسوب می‌شود. دراین‌بین، پیشنهاد می‌گردد که فضاهای باز در محدوده شهری به‌طور یکسان توزیع شود، و هر چه این پراکندگی و توزیع آن در شهر مناسب‌تر باشد، مقابله با خطر زلزله نیز بهتر خواهد بود.

حامی مالی

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

سهم نویسندگان در پژوهش

با توجه اینکه مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری می‌باشد، سهم و نقش نویسنده اول، به‌عنوان دانشجوی رساله، نویسنده دوم به‌عنوان راهنما و نویسنده سوم به‌عنوان استاد مشاور بود.

تضاد منافع

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

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکت آن‌ها در این مقاله تشکر و قدرانی می‌نمایند.

منابع

احدنژاد، محسن.(۱۳۸۸). مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله مطالعه موردی شهر زنجان. رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری به راهنمایی مهدی قرخلو. دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تهران.

جوان، فرهاد؛ آتش‌بهار، رامین و مطلب‌پور، آزاده. (۱۴۰۴). پهنه‌بندی مخاطرات محیطی در مقاصد گردشگری با تأکید بر سیلاب (مطالعه موردی: شهرستان سروآباد، استان کردستان). پژوهش‌های محیطی در قلمروهای کوهستانی، ۱(۳)، ۴۳-۵۶.

خدادادی، فاطمه. انتظاری، مژگان. ساسان‌پور، فرزانه.(۱۳۹۹). تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش ELECTRE FUZZY (مطالعه موردی: کلان‌شهر کرج). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال ۲۰. شماره ۵۶.

زندمقدم، بازدار. کامیابی، محمدرضا. سجاد، سعید.(۱۳۹۸). پهنه‌بندی و رویکرد فضایی بر مدیریت بحران با تأکید بر آسیب‌پذیری اجتماعی-فیزیکی شهرها در برابر زلزله (مطالعه موردی: استان ایلام). فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای). سال ۹. شماره ۲. صص ۴۰۹-۴۲۰.

ساسان‌پور، فرزانه. موسی‌وند، جعفر. (۱۳۸۹). تأثیر عوامل انسان‌ساخت در تشدید پیامدهای مخاطرات طبیعی در محیط‌های کلان‌شهری با کاربرد منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی ۱۳ (۱۶). ۲۹-۵۰.

صادقی، حجت و جوان، فرهاد. (۱۴۰۳). ارزیابی روستاهای گردشگری ایران از لحاظ آسیب‌پذیری ژئوفیزیکی با استفاده از سناریوهای فازی. پژوهش های روستائی، ۱۵(۴)، ۸۵-۱۰۰.

صادقی، حجت و جوان، فرهاد. (۱۴۰۴). آسیب‌پذیری روستاهای گردشگری ایران از لحاظ مخاطره زمین لغزش با استفاده از GIS. جغرافیا (نشریهٔ انجمن جغرافیایی ایران)، ۲۳(۸۴)، ۱۵۳-۱۷۰.

صفری احمدوند، مهدی. (۱۴۰۲). مدیریت بحران در برابر زلزله با تأکید بر رویکرد تاب‌آوری شهری (نمونه موردی: شهر الشتر استان لرستان). فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری. سال ۷. شماره ۸۹ صص ۸۱۴-۸۲۲.

طبیبیان، منوچهر. مظفری، نگین.(۱۳۹۶). ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های مسکونی در برابر زلزله و راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری. فصلنامه مطالعات شهری. شماره ۲۷.

فرج‌زاده اصل، منوچهر. احدنژاد، محسن. امینی، جمال. (۱۳۹۰). ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله مطالعه موردی منطقه ۹ شهرداری تهران، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۳.

فرجی سبکبار، حسن علی. امیدی‌پور، مرتضی. مدیری، مهدی. بسطامی‌نیا، امیر. (۱۳۹۳). ارائه مدل پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر اهواز با استفاده از مدل مرتب‌سازی گزینه‌ها مبتنی بر پروفایل. مدیریت بحران. شماره ۶. صص ۴۵-۵۵.

مهدی‌زاده، وفا. (۱۳۹۵). میزان تاب‌آوری شهر سنندج در بعد زیست‌محیطی. اولین همایش بین‌المللی اقتصاد شهری با رویکرد اقتصاد مقاومتی، اقدام عمل. اردیبهشت.

همایونی، حمیدرضا. (۱۳۸۵). بررسی مورفولوژیکی اجتماعی بافت قدیم شهرهای ایران در مواجهه با زلزله. مدیریت بحران. مجموعه مقالات اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله. دانشگاه یزد.

Alhawasli, H, Daneshjoo, Kh. (2018). Improving Residential Buildings Performance against the Explosion Using Passive Defense Requirements Case Study:Designing a Residential Building in Damascus. Trends in Civil Engineering and its Architecture, 2(3), pp 1-8.

Boughton, G.,(1998), The community: central to emergency risk management, Australian Journal of Emergency Management.

Cutter, S.L., Mitchell, J.T., Scott M.S, (2000), revealing the vulnerability of peopleand places: A case study of Georgetown County, South Carolina, Annals of the Association of American Geographers, 90(4), pp 713-737

Gulati, B. (2018). Earhquake Risk Assesment of Buildings Applicability of HAZUS in Dehradum, India, Unpubished Ms Thesis, ITC, the Nethelands.

Javan, F. and Pourgharib,B. (2024). Assessing the Impact of English Language Proficiency in Host Communities on the Sustainability of Rural Tourism(A Case Study of Villages in Gilan Province, Northern Iran). journal of sustainable rural development, 8(1), 119-130. doi: 10.22034/jsrd.2024.458005.1187

Kitchin, R.Dodge, M. (2020). The (In) Security of Smart Cities: Vulnerabilities, Risks, Mitigation, and Prevention. Smart Cities and Innovative Urban Technologies. EBook ISBN9781003132851.

Mohamadi, M., Afrakhteh, H. and Javan, F. (2022). Performance Evaluation of the Modern Rural Management based on Good Governance Approach (Case Study: Villages in Central District of Karaj County). Journal of Research and Rural Planning, 11(1), 59-79. doi: 10.22067/JRRP.V11I1.2108.1021

Naganoh, M., Taniai, M. (2018). Earthquake risk management and emergency responsescenario simulator. [https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/ article/2024.pdf.

Nichols, Jonathan M. (2005). A major urban earthquake: planning for Armageddon, Landscape and Urban Planning, 73, 132-146

Pelling, Mark., Maskrey, A., Ruiz, P., Hall, P., Peduzzi, P., Dao, Q. H., & Kluser, S. (2004). Reducing disaster risk: a challenge for development

Rashed, T. Weeks, J. Couclelis, H. Herold, M. (2017). An integrative GIS and remote sensing model for place-based urban vulnerablitty anlaysis.

Shamsuddin, S. (2020). Resilience resistance: The challenges and implications of urban resilience implementation. Cities. Volume (103). pp 1-8.

Stonich, S.,(2000), The human dimensions of climate change: The political ecology of vulnerability,http://www.isodarco.it/riai01/paper/candriai01stonich.html,2000.

Turner, B. L., I, Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A., Schiller, A .(2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science, PNAS, 100 (14), pp 8074-8079.

Weichselgartner, J., (2001). “Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited”; Disaster Prevention and Management, 10(2): 85-94.

Wisner, B., (2005). Tracking Vulnerability: History, Use, Potential and Limitations of a Concept, Invited Keynote Address, SIDA & Stockholm University, Research Conference, January 12-14

Yamin F., Rahman A., Huq, S.(2005).“Vulnerability, Adaptation and Climate Disasters: A Conceptual overview”; IDS Institute of Development Studies Bulletin,Vol.36, No. 4, October 2005.