

The Journal of Spatial Planning & Geomatics

Research Paper

Analysis of the Residential Resilience of Inefficient Neighborhoods against Earthquakes (Case Study: Tehran Region 7)

Abolfazl Meshkini ^{1*}, Somayeh Alipour ², Mohammad Shaghaghi

1. Associate Professor in Geography & Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2. Postdoctoral researcher in Geography and Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
3. PhD student in Geography and Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received: 2025/01/12

Revised: 2025/04/14

Accepted: 2025/04/27

ABSTRACT

The accelerated and unsystematic urbanization prompted by demographic expansion, coupled with the escalating vulnerabilities stemming from both natural and anthropogenic factors, culminates in instability, particularly within the deteriorated and inefficient residential sectors of urban environments. Consequently, it is imperative in contemporary discourse to prioritize the advancement of the physical sustainability of housing, grounded in the principles and theories pertaining to resilience. The objective of this inquiry is to scrutinize and implement the resilience of housing structures situated within the degraded urban fabric of the 7th district, which encompasses 13 neighborhoods over an expanse of 1,970,383 square meters, and to investigate the implications of this resilience on the sustainability of urban resources. This research adopts an applied-developmental methodology, employing descriptive-analytical techniques to evaluate the resilience of housing structures within the specified area, leveraging data sourced from the Housing and Urban Development Organization, the Statistical Center, and municipal records. The data has been meticulously extracted and classified according to indicators such as structural frameworks, chronological age of buildings, permeability rates, vertical extent, material classifications, structural integrity, and particle size distribution within the residential milieu. To analyze and unveil patterns, regression methodologies and spatial autocorrelation techniques were employed for layer weighting, accompanied by spatial distribution analysis utilizing local Moran's I (Anselin local Moran's) through GIS and Geoda software at the neighborhood level within the 7th district. The findings reveal that, notwithstanding a substantial area categorized within the medium to non-resilient spectrum of resilience classification, the resilience dynamics across the neighborhoods exhibit diverse trends and effects, with its spatial distribution demonstrating a pronounced concentration in the eastern sector of the district.

Keywords:

Worn-Out and Ineffective Texture, Physical Resilience, Spatial Autocorrelation, ALM, Neighborhood, Haft District of Tehran.

***Corresponding Author:** Associate Professor in Geography & Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

<https://orcid.org/0000-0001-8769-3783>

Meshkini@modares.ac.ir

Copyright© 2025, TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

I

Introduction

In modern urban contexts, it is critically essential to evaluate the physical sustainability of housing through the lens of resilience principles and theoretical frameworks. The intersection of population escalation, rapid and often unregulated urban expansion, alongside the rising incidence of both natural and human-induced hazards, engenders instability within urban locales, particularly in neglected and suboptimal residential districts. The exploration and implementation of the concept of physical resilience in housing situated within deteriorating edifices, as well as its influence on the stabilization of urban resources, are of utmost importance. The issue of resilience in the dilapidated segments of the urban fabric represents a considerable challenge for urban planners; overlooking this dimension in the context of diverse natural hazards, including seismic events, may precipitate dire repercussions and lead to the destabilization of the urban ecosystem.

Research Method

The research domain encompasses degraded and ineffective residential sectors situated within the Haft district of Tehran, spanning an expanse of 1,970,383 square meters and housing a populace of 8,688 individuals. This investigation has been executed from a practical-developmental perspective and utilizes a descriptive-analytical approach, with an emphasis on examining the influence of the physical dimension on resilience. The parameters pertaining to building framework, building longevity, permeability, the number of floors, material composition, structural quality, and granularity of residential elements have been systematically extracted. To identify underlying patterns, regression analysis was employed, whereas spatial autocorrelation techniques were applied for layer weighting. The analysis of spatial distribution was conducted utilizing the Local Moran's I (Anselin Local Moran's) autocorrelation method within GIS and GeoDa software, incorporating the use of split tools at the local level within the region.

Result & Discussion

The data derived from the conclusive calculations suggests that the most pivotal indicators influencing the variations in neighborhood resilience are those correlated with relatively diminished resilience, at a proportion of 23.4 percent. This highlights their considerable significance within the planning framework and the evolution of neighborhood physical reforms, accentuating the necessity for neighborhood-centric and participatory planning methodologies. In order to alleviate crises induced by natural hazards, such as seismic events, it is imperative to allocate particular focus to these indicators. Given the passage of time and the oversight of their impactful role, there exists a substantial likelihood of the resilience spectrum transitioning towards lower and non-resilient conditions, rather than enhancing the overall resilience status. An investigation of the geographical distribution and concentration of deterioration levels within this locale indicates that in its eastern sector, particularly within the neighborhoods of Shahed, Armaneh, Khajeh Nezam-ol-Molk, Gorkan, and Nizam Abad, nearly 86 percent of the total expanse of ineffective and degraded residential fabric of urban neighborhoods in Region 7, encompassing approximately 1,624,261 square meters, is concentrated. This illustrates a spatial pattern of physical fabric deterioration correlated with the replacement of social groups possessing analogous income and livelihood characteristics. As a result, the degree of resilience within these neighborhoods is generally inferior in comparison to other neighborhoods, thereby necessitating principled and strategic planning interventions.

Conclusion

Based on a comprehensive investigation and analysis of the resilience inherent in the deteriorated residential fabric of neighborhoods within Region 7, and to establish a precise framework for the spatial configuration involved in facilitating urban planning, the subsequent solutions and conclusions are articulated: addressing the issues surrounding dilapidated residential zones within the neighborhoods, accelerating the

processes associated with the filing and issuance of building permits, and actively persuading and guiding investors within the housing sector to engage with the region's deteriorated areas by adopting and implementing incentive packages that encompass regulatory incentives, insurance discounts, and various reductions in construction costs. This initiative includes a discount exceeding 50% on construction fees and installments for aggregate plots that are less than 100 square meters, the provision of an incentive floor for plots exceeding 150 square meters, the enhancement of the safety factor pertaining to buildings, and the assurance of adherence to established construction standards. The oversight of housing developers and builders operating within dilapidated residential structures in the region will be augmented, accompanied by substantial encouragement for property owners to undertake the construction and renovation of dilapidated structures via neighborhood leap cooperatives, utilizing legal provisions and subsidized supportive sector charges. The government will augment construction density in accordance with residential zoning regulations issued by the municipality for owners of worn-out structures, thereby incorporating additional parking spaces and amalgamating several plots situated in dead-end alleys to increase the scale of newly constructed residential dwellings.

تحلیل تاب آوری مسکونی محلات ناکارآمد در برابر زلزله (نمونه موردی: منطقه ۷ تهران)

ابوالفضل مشکینی^{۱*}، سمیه علیپور^۲، محمد شقاقی^۳

۱. دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
۲. پژوهشگر پسادکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳. دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

چکیده

رشد جمعیت با شهرنشینی سریع و بدون برنامه‌ریزی، گسترش فزاینده مخاطرات طبیعی و انسانی، پیامدی جزء ناپایداری در پهنه شهرها به‌ویژه پهنه‌های فرسوده و ناکارآمد مسکونی ندارد. بنابراین امروزه در شهرها، توجه به افزایش پایداری فیزیکی مسکن مبتنی بر اصول و نظریه تاب‌آوری از اهمیت زیادی برخوردار است. هدف پژوهش تحلیل و کاربرد تاب‌آوری کالبدی مسکن در بافت‌های فرسوده شهری در محلات منطقه ۷ با ۱۳ محله با وسعت ۱۹۷۰۳۸۳ مترمربع و همچنین نحوه تأثیر آن برای پایدارسازی منابع شهری است. پژوهش حاضر با نوع کاربردی - توسعه‌ای و با روش توصیفی - تحلیلی و ارزیابی تاب‌آوری کالبدی مسکن محدوده مورد مطالعه با داده‌های حاصل از مطالعات اسنادی موجود در سازمان مسکن و شهرسازی، مرکز آمار و شهرداری پرداخته است. داده‌ها در غالب شاخص‌های اسکلت ساختمان، عمر بنا، نفوذپذیری، تعداد طبقات، جنس مصالح، کیفیت ابنیه و دانه‌بندی قطعات در بافت مسکونی استخراج و دسته‌بندی شده‌اند. جهت ارزیابی و کشف الگو از ابزار رگرسیون، از روش خودهمبستگی فضایی برای وزن‌دهی لایه‌ها، تحلیل توزیع فضایی از روش خودهمبستگی فضایی موران محلی (Anselin local Morans) در نرم افزار Geoda و GIS در سطوح محلات منطقه ۷ استفاده شده است. نتایج حاصله بیانگر این است علیرغم قرارگیری مساحت بیشتری از محدوده در بازه تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب آور از لحاظ تفکیک، طیف تاب‌آوری در محلات با روند تغییرات و تأثیرات متفاوتی روبرو است که پراکنش جغرافیایی آن در قسمت شرق منطقه نمود و تمرکز بیشتری دارد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳
آخرین ویرایش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۷

واژگان کلیدی:

بافت فرسوده، محلات ناکارآمد، تاب‌آوری فیزیکی، منطقه هفت تهران.

Meshkini@modares.ac.ir

* نویسنده مسئول

کپی‌رایت © ۲۰۲۵، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس (TMU Press). این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد منتشر شده و تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 قرار دارد. بر اساس این مجوز، شما می‌توانید این مطلب را در هر قالب و رسانه‌ای کپی، بازنشر و بازآفرینی کنید و یا آن را ویرایش و بازسازی نمایید، به شرط آنکه نام نویسنده را ذکر کرده و از آن برای مقاصد غیرتجاری استفاده کنید.

۱. مقدمه

امروزه مناطق شهری فاقد برنامه‌ریزی مناسب با بهره‌برداری ناکارآمد از زمین (UN-Habitat, 2022) بیش از گذشته در برابر بلایای طبیعی و انسانی آسیب‌پذیر شده‌اند (Shi et al., 2015). دو برابر شدن جمعیت مناطق شهری نسبت به مناطق روستایی تا سال ۲۰۵۰ با نرخ رشد ۶۸ درصد نسبت به ۵۵ درصد کنونی (Ritchie et al., 2018) نیازمند سرمایه‌گذاری انعطاف‌پذیر و ایجاد زیرساخت قوی در شهرها برای مواجهه با انواع مخاطرات طبیعی است (UN-Habitat, 2022). عدم کنترل رشد ناپایدار شهرها و نقص در نظام برنامه‌ریزی شهری؛ نیازمند افزایش آگاهی و رعایت مقررات و همچنین مداخله در مناطق پرخطر و آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی است (Tarhan et al., 2016). بنابراین همواره ضرورت ورود نهادها و متولیان امر بر رفع موانع و چالش‌های شهرنشینی و مدیریت بلایا مورد تأکید قرار دارد (Kuddus et al., 2020). بلایا به عنوان ویژگی ذاتی یک عامل یا موقعیتی که به‌طور بالقوه با اثرات نامطلوب در یک سیستم دارد، تعریف می‌شوند (Barlow et al., 2015). بلایا به دو نوع عمده مخاطرات طبیعی (Goswami et al., 2018; SAMHSA, 2020; Mager & Conelius, 2024) و مخاطرات انسانی با عاملیت انسانی و قابل کنترل تقسیم می‌شوند (Hewitt, 1983; Emel, 1989)، که بسته به شدت آن‌ها می‌تواند مستقیماً تلفاتی با خسارات و اثرات انسانی، اقتصادی و زیست‌محیطی (UNDRR, 2017) در مناطق آسیب دیده برجای گذارد (Caruso, 2017). تشدید ناگهانی یا فراوانی و شدت بلایای طبیعی و انسانی تهدیدی جدی برای معیشت، جوامع و زیرساخت‌ها است (Gyawali et al., 2020; Cui et al., 2021). از بین بلایای طبیعی، مخاطره زلزله یکی از قوی‌ترین پدیده‌های خطرناک طبیعی با پیامدها و خسارت طولانی مدت بر جوامع (Basaglia et al., 2020) است. همچنین یکی از ویران‌کننده‌ترین مخاطرات از منظر اجتماعی، اقتصادی و کالبدی- زیرساختی نیز به شمار می‌رود (Zhang et al., 2018). زمین‌لرزه‌ها به طور طبیعی اثرات مخربی بر سطح دائماً در حال تغییر سیاره زمین و عواقب گسترده‌ای بر اکوسیستم‌ها و زیرساخت‌های شهرها دارند (Fan et al., 2019; Swiss Seismological Service 2016).

زمین‌لرزه‌های بزرگی در جهان به وقوع پیوسته است (Basaglia et al., 2020) که با خسارت جانی و خسارت‌های مستقیم (تخریب ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها و...) و غیرمستقیم (تولید ناخالص داخلی، کسب‌وکارهای) اقتصادی همراه بوده و خطری دائمی برای شهرها و جوامع دارد که جبران آن سخت است (Botzen et al., 2019; Ritchie et al., 2019). کشورهایی که بیشترین آسیب را از زمین‌لرزه‌های مخرب داشته‌اند عبارت‌اند از: چین، اندونزی، ایران، ترکیه و ژاپن به ترتیب با ۱۶٪، ۱۰٪، ۸٪، ۵٪، ۴٪ و ۴٪ از کل زلزله‌های مخرب جهان را به خود اختصاص داده‌اند (OECD, 2018). پیامدهای بلایای طبیعی هم در کشورهای توسعه‌یافته و هم در کشورهای در حال توسعه مشهود است (Benali et al., 2017; Sawada and Takasaki, 2017). کشورهای در حال توسعه به دلیل ساختار و حکمرانی ضعیف در برابر مخاطرات طبیعی آسیب‌پذیر هستند (Hamidi et al., 2020; Trinh et al., 2021; Gencer et al., 2018). زمین‌لرزه‌های مکرر در ایران همواره تلفات جانی و خسارات اقتصادی زیادی را به همراه داشته است (Zafarani et al., 2019). طبق گزارش سازمان ملل متحد، ایران در سال ۲۰۰۳ از نظر تعداد زلزله و

تعداد کشته شدگان در رتبه اول جهان قرار دارد. دلیل اصلی این امر آسیب‌پذیری بالای اکثر شهرهای ایران است. آمارها نشان می‌دهد که ۸۰ درصد شهرهای کشور در برابر زلزله آسیب‌پذیر بوده (Twigg, 2015) و نیازمند افزایش تاب‌آوری هستند. بنابراین، برای مقابله با خطرات بلایا، افزایش تاب‌آوری شهری به یکی از اولویت‌های اساسی شهرها تبدیل شده است (Parizi et al., 2022).

تاب‌آوری در دو معنای متفاوت بکار می‌رود که یکی به معنای توانایی مقاومت در برابر آسیب‌دیدگی و دیگری می‌تواند به معنای «بازگشت» یا بهبودی باشد (Deshkars et al., 2016). کمک به تاب‌آوری جوامع شهری با افزایش ظرفیت تحمل برای مدیریت شرایط دشوار بلایا به ویژگی‌های جامعه بستگی دارد چراکه آسیب‌پذیری با رشد سریع شهری در مناطقی که مدیریت ضعیفی دارند، در حال افزایش است (Rodrigues Leal Moitinho De Almeida, 2021; UNDRR, 2017). علاوه بر این، کاهش آسیب‌پذیری جوامع در هنگام وقوع بحران‌ها، به سمت افزایش و بهبود تاب‌آوری جوامع گرایش دارد (Gentle et al., 2020). تاب‌آوری از انواع متعددی تشکیل شده است؛ که با نگاه سیستماتیک به شهر با توجه به اهمیت آن‌ها به ۴ گروه کلی تقسیم می‌شوند؛ تاب‌آوری کالبدی - محیطی، اجتماعی، نهادی، مدیریتی و اقتصادی (Ghouchani et al., 2021). تاب‌آوری کالبدی در برابر مخاطرات بسیار مهم تلقی می‌شود. به دلیل انطباق با دنیای به سرعت در حال تغییر، داشتن جوامعی که بتوانند به طور مؤثر به محیط پاسخ مثبت دهند ضروری است (Marasco et al., 2022). چراکه حوادث طبیعی در جهان نشان می‌دهد که جوامع به طور فزاینده‌ای در برابر خطرات زلزله آسیب‌پذیرتر می‌شوند و آنچه ساختار شهرها را بیش‌ازپیش در برابر بلایای طبیعی از جمله زلزله تضمین و بیمه می‌کند، رویکرد تاب‌آوری در ساختار و بافت شهری است. فرم و شکل کالبدی شهرها پیامدهای قابل‌توجهی برای مقابله با رویدادهای نامطلوب و شرایط متغیر دارد (Sharifi, 2019). ویژگی‌های مورد توافق تاب‌آوری فیزیکی شهری که اغلب محققین بر آن صحنه می‌گذارند عبارت‌اند از: تنوع، اتصال، افزونگی، استحکام، چند کارکردی و کارایی (Feliciotti et al., 2016; Marcus et al., 2014; Parizi et al., 2021; Alizadeh et al., 2020; Meerow et al., 2016).

عناصر تشکیل‌دهنده فرم و کالبد شهری به دو دسته کلان و خرد تقسیم می‌شود (Sharifi et al., 2018). محلات در سطوح خرد به دلایل مختلفی از جمله مدیریت و مشارکت ضعیف، فرسودگی ساختمان‌ها در طول زمان و بی‌توجهی به استانداردهای کیفیت زندگی شهری ناکارآمد می‌شوند (Ragheb et al., 2021). بافت‌های فرسوده شهری بخش‌هایی از زمین شهری هستند که به تدریج کیفیت جسمی و عملکردی خود را از دست داده‌اند (Nakhi et al., 2016). بافت‌های فرسوده شهری به عرصه‌هایی از محدوده قانونی شهرها اطلاق می‌شود که به دلیل فرسودگی کالبدی، عدم برخورداری مناسب از دسترسی سواره، تأسیسات، خدمات و زیرساخت‌های شهری آسیب‌پذیر بوده و از ارزش مکانی، محیطی و اقتصادی نازلی برخوردار است (حبیبی و همکاران؛ ۱۳۸۹: ۶۶). برخی از ویژگی‌های مورد بحث در خصوص محلات ناکارآمد شهری عبارت‌اند از: ساختار زمین‌شناسی، استانداردهای داخلی و خارجی ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و امکانات، سیاست کاربری اراضی و محیط شهری، موضوعات اقتصادی و زیبایی شهری

La Rosa et al. 2017; Shahraki, 2021; Votinov and Liubchenko, 2020; Eldesoky and)
(Abdeldayem, 2023; Gilbert et al. 2022; Grütter 2020; Shahraki, 2022

تبیین تاب‌آوری فیزیکی در برابر تهدیدات، درواقع شناخت نحوه تأثیرگذاری ظرفیت‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی، سیاسی، اجرایی بر افزایش تاب‌آوری و شناسایی ابعاد مختلف تاب‌آوری در شهرها است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین باید به ظرفیت‌سازی در سطوح مختلف و افزایش آمادگی برای زلزله‌های احتمالی توجه ویژه‌ای شود (Weber & Lichtenstein, 2015). آسیب و مخاطرات طبیعی، باعث ناکارآمدی و فرسودگی فیزیکی شهر می‌شود که دارای ابعاد منفی است (Nikookar & Ahmadi, 2015 Samiei et al., 2016). بنابراین تاب‌آوری و احیای مناطق فرسوده و تاریخی منجر به توسعه اجتماعی-اقتصادی این مناطق می‌شود (Najd et al., 2015)، چراکه، ساکنان این ساختمان‌ها از گروه‌های کم‌درآمد و محروم جامعه هستند که معمولاً پس از وقوع یک رویداد تلخ مانند زلزله، با عدم دریافت خدمات اضطراری و حجم عظیم خسارت مواجه می‌شوند (Sadeghi et al., 2021; Kongar et al., 2017).

شهر تهران در پهنه‌بندی لرزه‌خیزی کشور با خطر لرزه‌ای بالا و بسیار بالا دسته‌بندی شده است و دارای تعداد زیادی گسل اصلی و فرعی است. احتمال فعال شدن سه گسل اصلی مشاء، جنوب ری و شمال تهران وجود دارد که فعال شدن هر کدام از این گسل‌ها تلفات و خسارات جبران‌ناپذیری را در هر منطقه از تهران در پی خواهد داشت. مناطق مرکزی و جنوبی تهران که بیشتر تحت تأثیر گسل ری هستند به دلیل وجود بافت فرسوده و ریزدانه، آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارند. بر اساس آمارهای وزارت راه و شهرسازی (۱۳۹۵)، از ۶۲۱ هزار هکتار مساحت شهر تهران، حدود ۳ هزار و ۲۶۸ هکتار بافت ناکارآمد و فرسوده وجود دارد که دارای شاخص‌های ریزدانگی، ناپایداری و نفوذناپذیری است. توسعه شهری نامتعادل و ناهماهنگ، توزیع نابرابر خدمات، بحران هویت و تنزل ارزش‌ها، افت منزلت اجتماعی-مکانی، تاب‌آوری پایین شهرها، تنزل کیفی محیط‌زیست و فقر شهری از جمله مهم‌ترین نتایج گسترش این بافت‌ها هستند که در زمان وقوع بحران میزان آسیب‌پذیری را افزایش می‌دهند. همین‌طور در حالی که متوسط تراکم جمعیت در سایر بافت‌های تهران ۱۳۱ نفر در هکتار است؛ در بافت‌های فرسوده این رقم با حدود ۲ میلیون نفر به ۳۷۰ نفر در هکتار افزایش می‌یابد. تقریباً سه برابر جمعیت در سایر بافت‌های شهری، در این بافت‌ها زندگی می‌کنند. از طرفی فرسودگی شبکه‌های انشعابات آب، گاز و برق هم خطرات بسیار وحشتناکی را در صورت وقوع زمین‌لرزه محتمل می‌کند. در این میان نواحی منطقه ۷ شهر تهران نیز به خاطر خط گسل به طول ۵۳۴۳ متر از مرکز منطقه و داشتن فرسودگی بیش از ۵۰ درصد بافت مسکونی، تمرکز واحدهای ریزدانه و عدم تجمع و نوسازی بافت به دلیل مشکلات اقتصادی و اجتماعی ساکنین نواحی شهری و عبور خط گسل از مرکز منطقه از آسیب‌پذیری بالایی در زمان زلزله برخوردار بوده و به تناسب آن ویرانی‌های عظیم در سطوح شهری و نابودی ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها به وجود خواهد آمد که توجه به اهمیت بعد کالبدی تاب‌آوری در مقابل سایر ابعاد را پررنگ‌تر کرده است. پژوهش حاضر با بررسی شاخص‌های تاب‌آوری فیزیکی مسکن به دنبال این سؤال است که ۱- میزان تاب‌آوری مسکن در بافت‌های فرسوده و ناکارآمد نواحی منطقه ۷ تهران بر اساس میزان

شاخص‌های موردبررسی چقدر است؟ ۲- میزان و روند تأثیرات شاخص‌های تاب‌آوری در طیف‌های مورد بررسی در بافت فیزیکی مسکونی محلات شهری منطقه چقدر است؟

۲. پیشینه پژوهش

پیرامون موضوع پژوهش مطالعاتی صورت گرفته است که می‌توان به اهم آن‌ها در این نوشتار اشاره کرد. سعیدی مفرد و همکارانش (۱۴۰۰) در مقاله‌ای به ارزیابی و سنجش میزان تاب‌آوری اکولوژیکی- زیرساختی شهر فریمان در برابر مخاطرات طبیعی با بررسی ۳۲ مؤلفه با تحلیل داده‌ها از طریق آزمون تی تک نمونه‌ای به این نتیجه رسیدند که مؤلفه دسترسی به معابر اصلی بیشترین امتیاز (۱۵/۹۶) و متراکم بودن ساختمان‌ها و مشکل در کمک‌رسانی در هنگام وقوع زلزله کمترین امتیاز (۵/۹۶) را کسب کرده و برای ارتقای تاب‌آوری شهری پیشنهاد تقویت زیرساخت‌های شهری دادند. مقاله پاریزی^۱ و همکارانش (۲۰۲۲) در ارتباط با تحلیل چند معیاره مبتنی بر GIS برای ارزیابی تاب‌آوری فیزیکی شهری، بیانگر سطوح پایین تاب‌آوری بوده و مهم‌ترین شاخص‌ها در تعیین این میزان «استحکام ساختمان»، «تراکم ساختمان»، «نسبت ابعاد» و «عرض خیابان» هستند. عقیقی (۱۴۰۱) با ارزیابی تاب‌آوری بافت فرسوده شهر در برابر زلزله با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ANP و AHP و تلفیق لایه‌های مربوط به شاخص‌های مورد بررسی به تحلیل تاب‌آوری کالبدی بافت فرسوده شهر بندر عباس پرداخته است. ارکانی و همکارانش (۱۳۹۹) در مقاله «شناسایی و اولویت‌بندی خطرات لرزه‌ای در بافت‌های فرسوده شهری با استفاده از روش دلفی فازی» نشان دادند که بین ۱۹ خطر عمده شناسایی شده، انسداد جاده و سیل به ترتیب بیشترین و کمترین پتانسیل خطر را در بافت‌های فرسوده محله دارند. مقاله سجادی^۲ و همکارانش (۲۰۲۱) با عنوان «بازاندیشی تاب‌آوری در برابر بلایا در شهرهای با تراکم بالا به سوی سیستم دانش تاب‌آوری شهری»؛ یک چارچوب تاب‌آوری در برابر بلایا را برای شهرهای متراکم معرفی و در یکی از پرجمعیت‌ترین مناطق هنگ‌کنگ، مورد آزمون و تحلیل قرار می‌دهند. مقاله رئیس‌یان و همکارانش (۱۴۰۰) با استفاده از مدل WP و Waspas به ارزیابی میزان تاب‌آوری شهر ساری پرداخته‌اند و عنوان کردند که از هفت محله شهر ساری ۲ محله (چهارراه بخش هشت و سلمان فارسی) در وضعیت بسیار خوب و محله طبرستان در وضعیت خوب به لحاظ میزان تاب‌آوری قرار دارد. حیدری فرد (۱۳۹۹) با روش توصیفی-تحلیلی و با هدف بررسی میزان تاب‌آوری شهر کرمانشاه از طریق نرم‌افزار PROMETHEE Visual به اولویت‌بندی معیارهای مؤثر در تاب‌آوری (نهادی-مدیریتی-زیر ساختاری کالبدی-مدیریتی و اجتماعی-اقتصادی) با بهره‌گیری از نظرات کارشناس متخصص با استفاده از مدل vp به این نتیجه رسیده‌اند که منطقه ۶ بالاترین و منطقه ۱ و ۲ کمترین امتیاز اولویت‌بندی معیاری‌های مؤثر در تاب‌آوری شهری را به خود اختصاص داده‌اند. حقیقی فرد^۳ و دوراتلی^۴ (۲۰۲۲) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی تاب‌آوری در نواحی تاریخی شهری با ترکیب

¹ Parizi

² Sajjad

³ Haghighi Fard & Doratli

⁴ Doratli

سیستم تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS، با رویکرد پایداری و بازسازی"، از ۱۸ معیار ۱۴ معیار با تکنیک دلفی انتخاب و قابلیت‌های محله را مورد بررسی قراردادند. نتایج نشان داد که بافت فرسوده شهری و مصالح ساختمانی مهم‌ترین معیارها بودند. پژوهش پورشریفی و همکارانش (۱۴۰۰) با عنوان "سنجش تاب‌آوری کالبدی شهر قزوین در برابر زلزله با رویکرد ساختگاه طبیعی شهر" با بهره‌گیری از پژوهش‌های کمی و کیفی و تحلیل روابط بین متغیرها، وضعیت تاب‌آوری شهر قزوین و وسعت آسیب‌پذیری را مشخص کردند و نتیجه بر این شد که خودسازمان‌دهی و افزایش ظرفیت در ابعاد شاخص‌های مورد نظر قبل از وقوع زلزله مورد تأکید است. کمالی و همکارانش (۱۴۰۰) به موضوع واکاوی تاب‌آوری کالبدی الگوهای محلات شهر زنجان با بهره‌گیری از مدل NSFDSS پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که محلات دارای الگوهای آماده‌سازی، بالاترین تاب‌آوری و محلات الگوی توسعه شتابان و فاقد برنامه از تاب‌آوری پایینی برخوردار هستند. کمالی و همکارانش (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان "تحلیلی بر تاب‌آوری کالبدی مسکن اجتماعی در برابر زلزله با استفاده از تکنیک موران" با روش توصیفی-تحلیلی به این نتیجه رسیدند که از میان ۱۸ شاخص اساسی سنجش تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله، فاصله از گسل در بالاترین اهمیت و دسترسی به کاربری‌های درمانی و ایستگاه‌های آتش‌نشانی کمترین اهمیت را دارد. عبدود و همکاران (۱۴۰۰) با بررسی میزان تاب‌آوری و استحکام کالبدی (مسکن شهری) منطقه ۴ ارومیه به روش توصیفی-تحلیلی با استفاده از روش (SWARA) برای وزن‌دهی به شاخص‌ها در قالب ۱۰ شاخص میزان تاب‌آوری مسکن شهری منطقه مذکور را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. پژوهش صفایی پور و پرویزیان (۱۴۰۱) با عنوان "مدل‌سازی تلفات انسانی در سناریوهای مختلف زلزله بر پایه مدل FALM"، با استفاده از سناریوهای تخریب سبک، متوسط، سنگین، خیلی سنگین و کامل به میزان تلفات حاصل زلزله با تلفیق مدل موران محلی و روش تحلیلی سلسله‌مراتب پرداخته‌اند و آسیب‌پذیری کالبدی را در حین، قبل و بعد از وقوع یک بحران جهت آسیب‌شناسی امداد و نجات محیطی ارائه می‌دهند.

تحلیل بر مطالعات پیشین حاکی از آن است که هرکدام به نحوی سعی در تأکید بر خطرات بالای آسیب‌های ناشی از زلزله داشته‌اند ولی با روش‌های متفاوت که این امر می‌تواند به امر برنامه‌ریزی در تصمیم‌گیری و گرفتن نتیجه کارآمدتر در برنامه‌ریزی‌های تاب‌آوری کمک قابل‌توجهی داشته باشد. در مطالعات تاب‌آوری انتخاب نوع بافت‌ها، کاربری‌ها، تعداد و تنوع شاخص‌ها و روش ارزیابی از مهم‌ترین مسائل در رسیدن به نتایج دقیق و کارآمد است.

در همین راستا مقاله حاضر ابتدا با اصول و شرایط حاکم بر بافت‌های فرسوده اقدام به انتخاب محلات منطقه ۷ شهر تهران کرده، در ادامه زمانی که هدف تاب‌آوری در برابر زلزله آن هم در بافت‌های فرسوده است باید به اولین نکته مهم یعنی کاربری‌های مسکونی با شرایط ویژه در این بافت که سرپناه مردم به حساب می‌آید توجه کرد، امری که در اندک مطالعات موجود به چشم می‌آید. مطالعات محدودی مشخصاً آمار ساختمان‌های مسکونی به‌علاوه مساحت‌های طبقه‌بندی‌شده بر اساس هر شاخص و زیرشاخص را به طور مجزا تفکیک کرده و کلیه بافت‌های موجود در منطقه را با وجود اختلاط کاربری‌ها در نظر گرفته‌اند. در زمان انتخاب شاخص‌ها نیز به ترتیب نوع بافت و نوع کاربری انتخاب شده لحاظ شده و بخش اعظمی از شاخص‌های مرتبط در این حوزه مورد تأکید این مقاله بوده است؛

بنابراین نقطه متمایز کننده این مقاله نسبت به سایر مطالعات پیشین انتخاب شاخص‌های جامع و مرتبط با آسیب‌پذیری ساختمان‌های مسکونی در برابر زلزله بوده که با استفاده از روش‌شناسی ارائه شده به تفکیک محلات منطقه ۷ استخراج گردیده است. اطلاعات حاصله از این بررسی‌ها مشخصاً به تعداد واحدهای مسکونی درگیر و میزان مساحت آن‌ها در طبقات تاب‌آوری اشاره کرده است که اطلاعات بسیار جامعی از وضعیت محلات را به تصویر می‌کشد. این امر ضمن ارائه تصویر اولیه از وضعیت بافت فرسوده به تفکیک واحدهای مسکونی، نتایج بسیار واضحی را به دست آورده که برنامه‌ریزی‌های مرتبط به این بافت‌ها از جمله، نوسازی و بازسازی را بسیار کارآمدتر می‌کند. یکی دیگر از جنبه‌های نوآوری و بسیار مثبت این مقاله، بررسی‌های دقیق‌تر بعد از نتایج حاصله از میزان تاب‌آوری به دست آمده است که چگونگی تأثیر هر کدام از شاخص‌ها در محلات است. این امر زوایای پنهان از نقاط قوت و ضعف هر محله را در برخورداری از شاخص‌های پژوهش نشان داده و مسیر تحلیل‌های قوی‌تر جهت تقویت این محلات را هموار کرده است. با استفاده از این نتایج می‌توان اقدام به ترسیم الگوی کارآمدی از ارتقا تاب‌آوری ساختمان‌های مسکونی بالأخص در بافت‌های فرسوده را انجام داد و در راستای آن هم‌زمان به توانمندسازی این بافت‌ها نیز دست یافت. در مجموع این پژوهش بر آن است در یک چارچوب جامع مجموعه عواملی همچون: سطوح ارزیابی، تنوع و کارایی شاخص‌ها، تحلیل میزان تأثیرات عوامل و عناصر در سطوح ارزیابی را به منظور جهت‌گیری و برنامه‌ریزی صحیح طرح‌های توسعه، ارائه راهکارهای نوین پیشگیری مورد بررسی قرارداد و تا حد امکان خلأهای موجود در مطالعات پیشین را برطرف کرد.

۳. روش پژوهش

روش کار از نوع پژوهش توصیفی-تحلیلی با هدف کاربردی-توسعه‌ای و بهره‌مندی از شاخص‌های تاب‌آوری فیزیکی مسکن با مرور اسناد و پژوهش‌های مرتبط، مطالعات میدانی و گزینش شاخص‌ها به صورت محقق ساخته است. دسته‌بندی شاخص‌ها (جدول ۱) با استفاده از بلوک‌های آماری سال ۱۳۹۵ و داده‌های موجود کاربری اراضی وضع موجود منطقه ۷ گزینش شده و برای تحلیل از نظر کمی و کیفی مقایسه و از ابزارهای تحلیلگر فضایی در محیط نرم‌افزار ArcGIS جهت تحلیل مکانی و ترسیم جداول و نمودارها استفاده گردیده است. بنابراین، جهت مقایسه میزان طیف و روند تأثیرات تاب‌آوری در منطقه مورد مطالعه از ابزار مؤثر و کاربردی تحلیل فضایی استفاده شده است. در این فرایند الگوی تاب‌آوری مسکونی و درجه تمرکز و پراکندگی کاربری‌های مسکونی فرسوده و ناکارآمد شهری مشخص می‌شود. همچنین به منظور برنامه‌ریزی جهت ساماندهی بافت‌های فرسوده و ناکارآمد و ارتقا تاب‌آوری در محدوده پژوهش از ابزارهای تحلیلگر فضایی موجود در محیط GIS بهره گرفته شده است.

جدول ۱. دسته‌بندی شاخص‌های تاب‌آوری مورد بررسی در بافت‌های مسکونی فرسوده و ناکارآمد (منبع: Rus et al., 2018; Nikookar and Ahmadi, 2015; Despotaki et al. 2018; Aslani et al., 2020; Kamranzad et al., 2020; Jeddi, F. A. 2021; Haghighi et al., 2022; باقری و همکاران، ۱۴۰۱؛ صفایی پور و پرویزیان، ۱۴۰۱؛ عبدود و همکاران، ۱۴۰۰؛ زنگنه شهرکی و همکاران، ۱۴۰۲؛ عابدینی و همکاران، ۱۴۰۱ و مطالعات نگارندگان ۱۴۰۲)

Table 1. Classification of resilience indicators studied in dilapidated and inefficient residential structures

شرح	نوع شاخص	طیف تاب‌آور	درجه اهمیت	مساحت منطقه	درصد
اسکلت ساختمان	فلزی	تاب‌آوری بالا	۴	۱۲۰۷۶۱۵	۶۱/۳
	بتنی	تاب‌آوری متوسط	۳	۲۰۲۰۰۱	۱۰/۳
	آجری	تاب‌آوری پایین	۲	۵۵۰۰۹۴	۳۷/۹
	فاقد اسکلت	غیر تاب‌آور	۱	۱۰۶۷۳	۰/۵
قدمت و عمر بنا	کمتر از ۱۰ سال	تاب‌آوری بالا	۴	۱۰۳۸۳۹۲	۵۲/۷
	بین ۱۰ الی ۲۰ سال	تاب‌آوری متوسط	۳	۳۶۸۴۶۲	۱۸/۷
	بین ۲۰ الی ۳۰ سال	تاب‌آوری پایین	۲	۵۴۹۷۳۷	۲۷/۹
	بالای ۳۰ سال	غیر تاب‌آور	۱	۱۳۷۹۲	۰/۷
دانه بندی قطعات	کمتر از ۱۰۰ مترمربع	غیر تاب‌آور	۱	۵۱۲۳۹۵	۲۶
	۱۰۰-۲۰۰ مترمربع	تاب‌آوری پایین	۲	۹۶۹۶۲۸	۴۹/۲
	۲۰۱-۳۰۰ مترمربع	تاب‌آوری متوسط	۳	۳۰۶۵۰۱	۱۵/۶
	بیشتر از ۳۰۰ مترمربع	غیر تاب‌آور	۴	۱۸۱۸۵۹	۹/۲
نفوذپذیری	کمتر از ۶ متر و کمتر	غیر تاب‌آور	۱	۱۳۴۶۳۰	۶/۸۳
	۶ الی ۱۲ متری	تاب‌آوری پایین	۲	۱۰۱۷۵۳۱	۵۱/۶
	۱۴ الی ۲۰ متری	تاب‌آوری متوسط	۳	۲۳۱۴۴۴	۱۱/۷
	بیش از ۲۰ متری	تاب‌آوری بالا	۴	۵۸۶۷۷۸	۲۹/۸
جنس مصالح	تیر آهن و آجر	تاب‌آوری بالا	۴	۱۲۰۰۱۴۶	۶۰/۹
	آجر و سیمان	تاب‌آوری متوسط	۳	۵۷۱۰۳۲	۲۹
	بلوک سیمانی	تاب‌آوری پایین	۲	۱۹۸۹۲۶	۱۰/۱
	خشت و چوب	غیر تاب‌آور	۱	۲۷۹	۰/۰۱
تعداد طبقات	یک طبقه	غیر تاب‌آور	۱	۱۳۱۶۵۹	۶/۷
	دو طبقه	تاب‌آوری پایین	۲	۴۹۲۹۴۶	۲۵
	سه طبقه	تاب‌آوری متوسط	۳	۶۸۴۷۷۶	۳۴/۸
	چهار طبقه و بیشتر	تاب‌آوری بالا	۴	۶۶۱۰۰۲	۳۳/۵
کیفیت ابنیه	نوساز	تاب‌آوری بالا	۴	۵۹۴۰۷۰	۳۰/۲
	مرمتی	تاب‌آوری متوسط	۳	۴۸۰۳۷۹	۲۴/۴
	تخریبی	تاب‌آوری پایین	۲	۷۳۷۱۲۱	۳۷/۴
	فاقد کیفیت	غیر تاب‌آور	۱	۱۵۸۸۱۳	۸/۱

بنابراین برای شناسایی و تعیین وضعیت موجود و بررسی تحلیلی شاخص‌های منتخب برای بافت فرسوده و ناکارآمد منطقه ۷ تهران، ابتدا با کمک نرم‌افزار GIS نوع، مساحت و درصد هریک از شاخص‌ها بررسی و استخراج گردید که در جدول ۱ در طیف تاب‌آوری به تفکیک برای هر شاخص میزان مساحت درگیر برای کل منطقه محاسبه شده است. در این پژوهش برای نیل به اهداف تحقیق با بررسی و تعیین الگوی فضایی و وزن دهی به لایه شاخص‌های

هفتگانه استخراج و برای کشف روند الگو برای طبقه‌بندی شاخص‌های تاب‌آوری در بافت مسکونی (فرسوده و ناکارآمد) از ابزار رگرسیون^۱ موجود در نرم‌افزار GIS و Geoda با تعیین متغیر مستقل (تاب‌آوری) و متغیرهای وابسته سطح روند رگرسیونی مشخص شد (جدول ۲). همچنین برای توزیع فضایی شاخص‌ها از روش محلی موران^۲ (Anselin & Getis, ۱۹۹۲) از مجموعه ابزارهای موجود در تب آنالیز فضایی^۳ نرم‌افزار Arc GIS استفاده گردید. صحت داده‌ها در این پژوهش با آماره موران محلی یا خودهمبستگی فضایی جهت سنجش و انطباق فضایی از نمرات Z استاندارد و سطح اطمینان استفاده شده است. اگر سلول i (در این پژوهش: کاربری‌های مسکونی فرسوده) معنی داری مثبت داشته باشد (یعنی یک عدد مثبت بزرگ باشد)، نشانگر یک محدوده خوشه‌بندی قوی است. از جهت دیگر، اگر مقدار Ii منفی و معنی‌دار باشد، مقدار کاربری سلول i تفاوت زیادی با سلول‌های (کاربری‌های) مجاورش دارد که نشان دهنده همبستگی فضایی منفی است. درواقع، مزیت این روش نسبت به روش‌های دیگر قابلیت آن در اندازه‌گیری تفاوت فضایی مقادیر شاخص‌ها در هر ساختمان مسکونی نسبت به مقادیر شاخص‌های هم‌جوارش است که بعد از اندازه‌گیری میزان معنی‌دار بودن را نیز ارزیابی می‌کند. همچنین این تحلیل، خوشه‌های تاب‌آوری را نیز در محلات نشان داده و نوع خودهمبستگی را نیز به تصویر می‌کشد.

جدول ۲. روند الگوی رگرسیون در بررسی بافت مسکونی فرسوده و ناکارآمد (منبع: یافته‌های تحقیق)

Table 2. Regression model trend in examining dilapidated and inefficient residential structures

متغیرها	ضریب تعیین تعدیل شده (R2 Adjusted) *	ضریب (Coefficient)	خطای استاندارد (Std.Error)	سطح معنی‌داری (sig)
اسکلت ساختمان	۰/۸۸۹	-۰/۶۳	۰/۰۵	۰/۰۰
قدمت بنا	۰/۹۶۲	-۰/۳۲	۰/۳۴	۰/۰۰
دانه‌بندی	۰/۹۲۳	۲/۶۷	۰/۰۲	۰/۰۰
نفوذپذیری	۰/۸۰۵	۰/۰۲	۵/۷۵	۰/۰۰
جنس مصالح	۰/۸۴۱	-۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۲۵
تعداد طبقات	۰/۴۶۶	۰/۲۱	۰/۰۴	۰/۰۰
کیفیت ابنیه	۰/۴۰۵	۰/۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰

روند موجود در طبقه‌بندی شاخص‌های منتخب در بافت فرسوده و ناکارآمد منطقه ۷ نشان می‌دهد که شاخص قدمت بنا با ضریب ۹۶ درصد و دانه‌بندی با ضریب ۰/۹۲، اسکلت ساختمان با ۰/۸۸ و جنس مصالح با ۰/۸۴ بیشترین ضریب را در بین عوامل تأثیرگذار در تعیین اهمیت سطح شاخص‌ها دارند. لازم به توضیح است ضرایب یا وزن فضایی به دست آمده در مرحله بعد یعنی (خودهمبستگی فضایی) به لایه‌ها اضافه و اعمال گردیده است.

¹ Regression

² Local Morans

³ Spatial Statistics Tools

مرحله اول: موران عمومی I محلات منطقه ۷

خود همبستگی در تحلیل فضایی، به همبستگی مشاهدات مجاور یک متغیر اشاره دارد که با یک تأخیر مکانی یا زمانی از هم جدا می‌شوند و دارای سه ویژگی منحصر به فرد شامل، معیار کمی یا شاخص توزیع فضایی، برای کشف عوامل بالقوه برای ایجاد الگوی مشاهده شده و پیش‌بینی وقوع (احتمال) مقدار ویژگی در مکان‌های جدید، مانند درونیابی فضایی، است. اگر این ویژگی‌ها به طور خودکار در سراسر فضا همبستگی بالایی داشته باشد، می‌توان ارزش مقداری در یک مکان جدید را به طور قابل قبولی از مشاهدات همسایگی آن پیش‌بینی کرد و بر حسب چگونگی نظم و ترتیب قرارگیری واحدها در سطح جغرافیایی مورد مطالعه، الگوی خوشه‌ای، اتفاقی یا پراکنده واحدها شکل خواهد گرفت (Gao, 2021). مشابهت یا عدم مشابهت هر جفت از واحدهای ناحیه‌ای مجاور را می‌توان اندازه گرفت. برای بررسی خودهمبستگی فضایی^۱ عوارض (شاخص‌های مورد مطالعه) از طریق باکس مدیریت وزن‌ها^۲ از مجموعه ابزارهای موجود در بخش تحلیل فضایی نرم‌افزار GIS و Geoda وزن و ضریب در روند الگوی به‌دست‌آمده در لایه اعمال و اضافه شده است. خودهمبستگی فضایی در متغیرها با استفاده از مدل موران بررسی می‌شود (Jacquez and Greiling, 2003; Goovaerts and Jacquez, 2004). این ابزار نشان می‌دهد که الگوی پراکنش و توزیع عوارض جغرافیایی با در نظر گرفتن مقدار عناصر قابل مطالعه از الگوی فضایی مشخص به صورت خوشه‌ای یا همگن، مستقل یا تصادفی و غیرمشابه یا متضاد است یا نه. خودهمبستگی فضایی را می‌توان با استفاده از نسبت موران به صورت کمی اندازه‌گیری کرد، که برای ویژگی‌هایی با فرمت طبقه‌ای یا اسمی در یک منطقه شمارش می‌شود و با بهره‌گیری از امتیاز استاندارد Z و سطح معنی‌داری به ارزیابی و معنادار بودن شاخص‌های محاسبه شده می‌پردازد (Fischer and Wang, 2011). شاخص موران عمومی Moran's I برای خودهمبستگی فضایی به شکل ذیل محاسبه می‌شود (Gao, 2021).

(۱) معادله موران عمومی I

$$Moran's I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}$$

که در آن n به تعداد کل پدیده‌های مکانی مشاهده شده با i و j اشاره دارد، z_i نشان دهنده مقدار واحد مشاهده‌ای iام و $\bar{z}$ بیانگر میانگین کل واحدهای مشاهده است، w_{ij} نشان دهنده ماتریس وزن‌های فضایی دوتایی یا میزان ارتباط متقابل بین مشاهدات i و j، مجموع همه مشاهدات است، w_{ij} = 1 بیانگر مرز مشترک یا w_{ij} = 0 فاقد مرز مشترک hsj (Gao, 2021). امتیاز Z استاندارد برای آماره موران از طریق معادله ذیل (۲) انجام می‌شود:

$$Z_i = \frac{1 - E[I]}{\sqrt{v[I]}} \quad (2)$$

در این رابطه E[I] و v[I] به ترتیب نشان دهنده میانگین و انحراف معیار موران عمومی است که دامنه آن بین +۱ تا -۱ متغیر است.

¹ Spatial autocorrelation

² weighted maneger

جدول ۳. الگوی توزیعی تاب‌آوری موران (منبع: یافته‌های تحقیق)

Table 3. Moran's I resilience distribution model *Moran's I*

الگو	مقدار موران <i>I</i>	مقدار <i>P</i>	مقدار <i>Z</i>
خوشه‌ای	۰/۱۰۴۴۰۲	۰,۰۰۰۰۰۰	۱۵/۷۹۸۳۴۵

مرحله دوم: آماره محلی موران در محلات منطقه ۷

از آنجائی که شاخص موران عمومی فقط نوع الگو را مشخص می‌کند برای توزیع فضایی الگوی نقشه، از تحلیل خوشه و ناخوشه استفاده می‌شود که به شاخص محلی موران معروف است. این ابزار نشان می‌دهد که در کجاها مقادیر زیاد یا کم این پدیده‌ها در فضا به طور خوشه‌ای توزیع شده‌اند و کدام عوارض، دارای مقادیر بسیار متفاوت از عوارض همسایگی‌شان هستند. این تحلیل با فرض داشتن عوارض وزن‌دهی شده، به شناسایی خوشه‌هایی از عوارض که مقادیر آن‌ها از نظر اندازه، مشابه یا نزدیک به هم هستند می‌پردازد. این ابزار ناخوشه‌های فضایی را شناسایی می‌کند. شاخص موران *I* که توسط موران در سال ۱۹۹۵ تحت عنوان شاخص محلی موران یا شاخص محلی پیوند فضایی (Lisa) مطرح شد به صورت ذیل محاسبه می‌شود (Yamada & Thill, 2007).

$$I = \frac{x_i - \bar{x}}{s_i^2} \sum_{j=1}^n w_{i,j} (x_j - \bar{x}) \quad j \neq i$$

که در آن x_i خصیصه عارضه i و $\bar{x}$ میانگین خصیصه مربوط و $w_{i,j}$ وزن فضایی بین عارضه i و j است و:

$$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j}^2}{n-1} - \bar{x}^2 \quad (4)$$

در آن n برابر با تعداد کل عوارض جغرافیایی است. امتیاز استاندارد $Z I_i$ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Z I_i = \frac{1 - E[I_i]}{\sqrt{V[I_i]}} \quad (5)$$

$$E[I] = -\frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j}}{n-1} \quad V[I] = E[I_1^2] - [I_1^2] \quad (6)$$

نتیجه حاصل از معادله در قالب I_i مثبت بیانگر این است که مناطق با ارزش بالا به وسیله مناطق با ارزش بالا (بالا-بالا) و مناطق با ارزش پایین توسط مناطق مشابه (پایین-پایین) محصور شده است. I_i منفی نیز بیانگر محاط شدن مناطق با ارزش پایین توسط مناطق با ارزش بالا (پایین-بالا) و یا مناطق با ارزش بالا به وسیله مناطق با ارزش پایین است (Fischer & Wang, 2011).

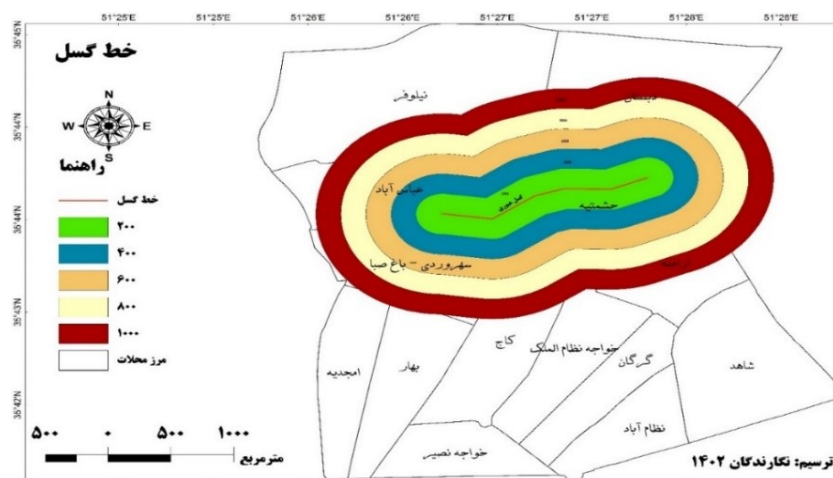
۴. محدوده مورد مطالعه

منطقه ۷ یکی از مناطق واقع در پهنه مرکزی شهر تهران است که با مساحت ۱۵۳۴ هکتار از شمال با مناطق ۳ و ۴ شهرداری تهران، از جنوب با مناطق ۱۲ و ۱۳ تهران، از غرب با منطقه ۶ و از شرق با منطقه ۸ مجاورت دارد. جمعیت این منطقه طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۴۰۰ برابر با ۳۱۲/۰۰۲ نفر شامل (۱۱۵/۸۸۰ خانوار) است. رتبه منطقه از لحاظ جمعیتی در بین مناطق دوازده است. منطقه ۷ وسعتی معادل ۱۵۳۴ هکتار دارد که ۱/۲

درصد مساحت کل شهر تهران را دربر گرفته و از لحاظ وسعت مقام یازدهم را در بین مناطق شهر تهران دارا است. این منطقه که در قلب تهران قرار گرفته دارای ۵ ناحیه و ۱۴ محله است. مساحت بافت فرسوده این منطقه ۲۳۸ هکتار است که ۱۵ درصد کل مساحت منطقه با جمعیت ۸۶۸۸ نفر است و ششمین منطقه به لحاظ دارا بودن بافت فرسوده در بین مناطق را دارد. منطقه ۷ شهرداری تهران ۱۳/۱۰۳ پلاک فرسوده جمعیتی در حدود ۸۶۸۸ نفر دارد و نسبت بافت فرسوده منطقه به بافت فرسوده شهر تهران ۳/۷ درصد است (<https://region7.tehran.ir>). شکل ۱ نمایی از گسل عبوری از منطقه ۷ تهران را نمایش می‌دهد.

شکل ۱. نمایی از گسل عبوری از منطقه هفت تهران با حریم تأثیرگذاری (منبع، داده‌های سازمان زمین‌شناسی)

Figure 1. View of the fault crossing the Haft Tehran area with its influence zone



۵. نتایج

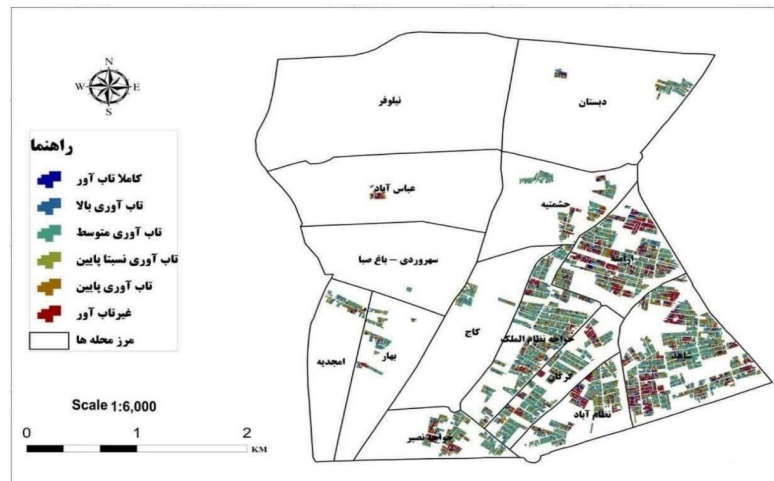
۵-۱.

روش انسلین محلی موران برای توزیع فضایی شاخص‌های تاب‌آوری با رویکرد دقیق به دنبال کشف روابط و پیوند فضایی عوارض با مقادیر متفاوت از پیرامون است و همچنین بیانگر این موضوع است که مقادیر عوارض جغرافیایی در کجا زیاد و در کجا کم توزیع شده‌اند که از طریق رابطه شماره (۴) با استفاده از Z-score، P-value و یک نشانگر که نوع خوشه را برای هر عارضه نشان می‌دهد به بررسی و تجزیه و تحلیل می‌پردازد. انسلین محلی برای تحلیل خواص آماری ساخته شده و برای توصیف همبستگی فضایی از الگوهایی استفاده می‌کند که به عنوان نقاط داغ و نقاط سرد نامیده می‌شود. چنانچه ارزش‌های بالا نزدیک یکدیگر باشند، شاخص موران دلالت بر خودهمبستگی فضایی مثبت نسبتاً بالا دارد، که این طبقه از ارزش‌های بالا ممکن است به عنوان نقطه تمرکز (داغ) نامیده شود و در تحلیل تاب‌آوری کالبدی مسکونی با در نظر گرفتن شاخص‌های مورد مطالعه از سطح ۵ درصد اولویت تا سطح ۹۵ درصد اولویت‌داری ارزش پیکسلی متغیر برای هر شاخص خواهد بود. بنابراین برای تحلیل نهایی تاب‌آوری بافت مسکونی فرسوده و ناکارآمد منطقه، خصیصه هر عارضه، میانگین و وزن فضایی آن‌ها در تحلیل از طریق فیلد

محاسبات و از قسمت آنالیز فضایی نقشه نهایی برای تجزیه و تحلیل از زیر بخش طبقه‌بندی نقشه‌ها استخراج گردید. طبق شکل (۲) مساحت بیشتری از محدوده مورد مطالعه در بازه تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب آور واقع شده است. که آمار دقیق آن در جدول شماره ۴ نیز آورده شده است.

شکل ۲. میزان تاب‌آوری کالبدی بافت مسکونی منطقه هفت شهر تهران

Figure 2. Physical resilience of residential fabric in the seventh district of Tehran



طبق محاسبات آماری جدول (۴) تاب‌آوری پایین نزدیک به حدود ۲۹/۸۲ درصد از مساحت محدوده بافت موردنظر را به خود اختصاص داده است و مابقی بر حسب اولویت و درصد عبارت‌اند از: تاب‌آوری بالا ۱۹/۱۷ درصد، کاملاً تاب آور ۱۴/۷۴ درصد، تاب‌آوری متوسط ۱۲/۳۵ درصد، غیر تاب‌آور ۱۳/۰۵ و تاب‌آوری نسبتاً پایین ۱۰/۸۸ درصد از مساحت را برای آشکارسازی طیف تاب‌آوری نشان می‌دهد.

جدول ۴. وضعیت تاب‌آوری بافت فرسوده محلات منطقه ۷ تهران با آنالیز لوکال موران (منبع: یافته‌های تحقیق)

Table 4. Resilience status of dilapidated neighborhoods in District 7 of Tehran using the Local Moran Analyzer.

نوع تاب‌آوری	تعداد قطعه	مساحت	درصد مساحت
کاملاً تاب آور	۱۲۵۵	۲۹۰۳۴۷	۱۴/۷۴
تاب‌آوری بالا	۲۸۹۷	۳۷۷۷۸۱	۱۹/۱۷
تاب‌آوری متوسط	۹۰۰	۲۴۳۲۴۸	۱۲/۳۵
تاب‌آوری نسبتاً پایین	۶۵۷۱	۲۱۴۴۲۴	۱۰/۸۸
تاب‌آوری پایین	۲۶۷۲	۵۸۷۵۳۸	۲۹/۸۲
غیر تاب‌آور	۱۱۲۲	۲۵۷۰۴۵	۱۳/۰۵

۵-۲. تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری فیزیکی بافت مسکونی محلات منطقه ۷

در بررسی دقیق تاب‌آوری فیزیکی بافت مسکونی به تفکیک محلات منطقه ۷ با استفاده از خروجی نقشه نهایی موران محلی نسبت به جداسازی داده‌های تفکیکی محلات اقدام گردید (جدول ۵). جدول مذکور گویای این موضوع

است که بیشترین طیف تاب‌آوری در محلات منطقه ۷ از نوع تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور حدود ۶۷ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است که مابقی در محدوده تاب‌آوری بالا تا کاملاً تاب‌آور واقع شده است.

جدول ۵. وضعیت تاب‌آوری بافت مسکونی فرسوده منطقه به تفکیک محله (منبع: یافته‌های تحقیق)

Table 5. Resilience status of the region's dilapidated residential fabric by neighborhood

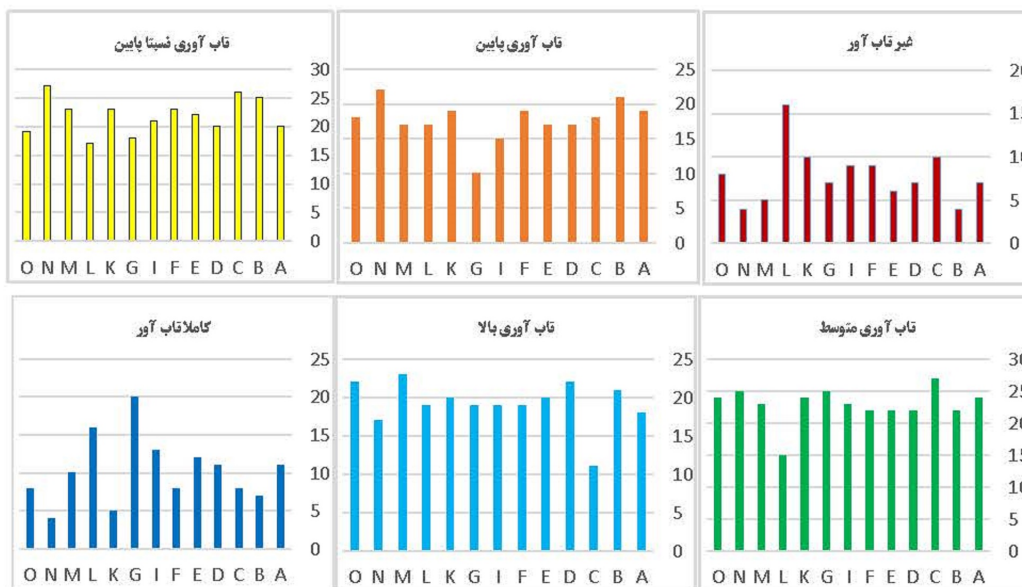
نام محله با علائم اختصاری	مقیاس	غیر تاب آور	پایین	تاب‌آوری			جمع
				نسبتاً پایین	متوسط	بالا	
ارامنه (A)	تعداد قطعات	۲۲۴	۵۷۶	۶۱۴	۷۶۵	۶۱۰	۳۲۲۵
	مساحت	۲۸۰۵۴	۷۲۶۸۳	۷۸۵۷۳	۹۱۳۸۱	۶۹۵۴۰	۳۸۰۲۱ ۷
	درصد مساحت	۷	۱۹	۲۰	۲۴	۱۸	۱۰۰
امجدیه (B)	تعداد قطعات	۷	۳۰	۳۷	۳۵	۴۳	۱۶۹
	مساحت	۱۲۱۳	۶۵۷۷	۷۷۲۵	۶۸۴۳	۶۴۴۵	۳۱۰۶۸
	درصد مساحت	۴	۲۱	۲۵	۲۲	۲۱	۱۰۰
بهار (C)	تعداد قطعات	۳۲	۵۲	۶۲	۶۹	۳۶	۲۷۳
	مساحت	۴۴۴۱	۸۱۴۶	۱۱۷۷۷	۱۱۸۵۶	۴۸۹۲	۴۴۶۹۶
	درصد مساحت	۱۰	۱۸	۲۶	۲۷	۱۱	۱۰۰
حشمتیه (D)	تعداد قطعات	۴۴	۹۸	۱۱۶	۱۴۰	۱۴۸	۶۳۰
	مساحت	۶۶۸۹	۱۵۳۵۵	۱۷۸۴۷	۱۹۸۶۴	۲۰۰۸۱	۹۰۱۹۵
	درصد مساحت	۸	۱۷	۲۰	۲۱	۲۲	۱۰۰
خواجه نصیر (E)	تعداد قطعات	۴۴	۱۱۶	۱۴۶	۱۳۸	۱۱۳	۱۰۷۳۲ ۶
	مساحت	۶۷۵۹	۱۸۵۵۰	۲۳۶۵۰	۲۴۰۱۳	۲۱۶۹۹	۱۰۰
	درصد مساحت	۷	۱۷	۲۱	۲۲	۲۰	۶۱۹
نظام الملک (F)	تعداد قطعات	۲۶۰	۴۸۶	۶۳۲	۵۹۱	۵۴۶	۲۷۳۳
	مساحت	۳۱۹۵۹	۶۳۱۴۳	۷۸۳۹۴	۷۵۶۹۹	۶۳۷۰۶	۳۳۸۸۶ ۹
	درصد مساحت	۹	۱۹	۲۳	۲۲	۱۹	۱۰۰
دبستان (I)	تعداد قطعات	۲۴	۴۹	۶۸	۷۰	۵۷	۳۱۲
	مساحت	۳۸۳۸	۶۲۶۳	۸۴۴۵	۹۵۳۸	۷۷۷۹	۴۱۱۴۹
	درصد مساحت	۹	۱۵	۲۱	۲۳	۱۹	۱۰۰

نام محله با علامت اختصاری	مقیاس	غیر تاب آور	پایین	نسبتاً پایین	متوسط	بالا	کاملاً تاب آور	جمع
سهروردی (G)	تعداد قطعات	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۱۶
	مساحت	۲۰۹	۳۰۵	۵۲۷	۷۱۷	۵۶۸	۵۸۸	۲۹۱۴
	درصد	۷	۱۰	۱۸	۲۵	۱۹	۲۰	۱۰۰
	مساحت	۴۰۳	۸۲۰	۱۰۰۵	۱۰۴۳	۸۷۱	۱۹۷	۴۳۳۹
شاهد (K)	تعداد قطعات	۵۰۸۶۳	۱۰۰۸۴	۱۲۱۰۳۹	۱۲۶۰۹	۱۰۷۴۶	۲۴۷۹۱	۵۳۱۱۰
	مساحت	۳	۳	۹	۹	۶	۱	۱
	درصد	۱۰	۱۹	۲۳	۲۴	۲۰	۵	۱۰۰
	مساحت	۸	۱۳	۱۳	۱۰	۱۲	۱۳	۶۹
عباس آباد (L)	تعداد قطعات	۱۷۱۶	۱۸۲۲	۱۸۷۳	۱۵۷۸	۱۹۹۶	۱۷۲۳	۱۰۷۰۸
	مساحت	۱۶	۱۷	۱۷	۱۵	۱۹	۱۶	۱۰۰
	درصد	۱۴	۳۰	۴۳	۳۲	۳۱	۱۹	۱۶۹
	مساحت	۱۶۳۵	۵۲۶۰	۷۰۵۷	۶۹۶۲	۷۰۴۱	۲۹۷۸	۳۰۹۳۳
کاج (M)	درصد	۵	۱۸	۲۵	۲۳	۲۳	۱۱	۱۰۰
	مساحت	۸۵	۳۲۳	۴۳۵	۳۹۸	۲۶۸	۸۱	۱۵۶۳
	تعداد قطعات	۸۹۳۹	۴۴۵۲۳	۵۶۱۶۱	۵۱۶۰۹	۳۴۶۶۴	۹۰۷۸	۲۰۴۹۷
	مساحت	۴	۲۲	۲۷	۲۵	۱۷	۴	۱۰۰
گرگان (N)	درصد	۱۱۹	۲۶۱	۲۷۳	۳۱۷	۲۹۸	۱۰۸	۱۳۷۶
	مساحت	۱۴۲۸۵	۳۱۱۳۹	۳۲۶۱۲	۴۰۸۰۳	۳۶۶۰۳	۱۳۶۵۸	۱۶۹۱۰
	تعداد قطعات	۸	۱۸	۱۹	۲۴	۲۲	۸	۱۰۰
	مساحت	۱۴۲۸۵	۳۱۱۳۹	۳۲۶۱۲	۴۰۸۰۳	۳۶۶۰۳	۱۳۶۵۸	۱۶۹۱۰
نظام آباد (O)	درصد	۸	۱۸	۱۹	۲۴	۲۲	۸	۱۰۰
	مساحت	۱۴۲۸۵	۳۱۱۳۹	۳۲۶۱۲	۴۰۸۰۳	۳۶۶۰۳	۱۳۶۵۸	۱۶۹۱۰
	تعداد قطعات	۸	۱۸	۱۹	۲۴	۲۲	۸	۱۰۰
	مساحت	۱۴۲۸۵	۳۱۱۳۹	۳۲۶۱۲	۴۰۸۰۳	۳۶۶۰۳	۱۳۶۵۸	۱۶۹۱۰

یافته‌های جدول شماره ۵ درصد روند تغییرات تاب‌آوری مسکن در محلات فرسوده را نشان می‌دهد بطوریکه بر حسب تحولات، نوسازی و میزان توسعه هر محله طیف تاب‌آوری تغییرات قابل ملاحظه و متفاوتی را طی می‌کند که عدم توجه به روند توسعه محلات منجر به کاهش میزان تاب‌آوری، تغییرات و جابجایی در نوع تاب‌آوری را طی زمان ممکن می‌سازد. این تغییرات در تاب‌آوری در شکل شماره ۳ به تفکیک محله که با حروف لاتین کدگذاری شده‌اند مشخص است. همچنین شکل شماره ۳ نمایشی از میزان تاب‌آوری محلات در طبقات ۶ گانه است که امکان مقایسه میزان تاب‌آوری محلات را در هر طبقه فراهم کرده است.

شکل ۳. نمودار روند تغییرات تاب‌آوری کالبدی محلات منطقه ۷ در طیف های تاب‌آوری مسکونی

Figure 3. Chart of changes in physical resilience of neighborhoods in Region 7 in residential resilience spectra



۳-۵- بررسی تاثیرات شاخص‌ها در طیف های تاب‌آوری

طبق محاسبات تاثیرات شاخص‌ها در طیف‌های تاب‌آوری و نتایج حاصله در جدول ۶، بیشترین تاثیرات در طیف غیر تاب‌آور شاخص دانه‌بندی (۸/۷۱ درصد)، در طیف تاب‌آوری پایین شاخص نفوذپذیری (۳۰/۶۷ درصد) در طیف تاب‌آوری نسبتاً پایین شاخص تعداد طبقات (۲۶/۴۹)، در طیف تاب‌آوری متوسط شاخص تعداد طبقات (۲۵/۵۱ درصد) در طیف تاب‌آوری بالا شاخص جنس مصالح (۲۴/۶۵ درصد) و در نهایت در طیف کاملاً تاب‌آور نیز شاخص اسکلت ساختمان (۷/۰۴ درصد) در بین شاخص‌ها در روند فرسودگی و ناپایداری بافت مسکونی محلات منطقه ۷ بالاترین نقش را دارند.

جدول ۶. میزان تاثیرات درصد شاخص‌ها در تاب‌آوری فیزیکی محلات منطقه ۷ (منبع: یافته‌های تحقیق)

Table 6. Percentage effects of indicators on the physical resilience of neighborhoods in Region 7

نام شاخص	غیر تاب‌آور	تاب‌آوری پایین	تاب‌آوری نسبتاً پایین	تاب‌آوری متوسط	تاب‌آوری بالا	کاملاً تاب‌آور
اسکلت ساختمان	۸/۰۹	۱۸/۳۸	۲۴/۱۵	۲۵/۱۶	۱۷/۱۸	۷/۰۴
جنس مصالح	۳/۳۴	۲۱/۹۶	۲۵/۳۷	۲۱/۵۶	۲۴/۶۵	۳/۱۲
قدمت بنا	۸/۱۰	۱۸/۵۰	۲۴/۲۲	۲۴/۲۳	۱۸/۳۶	۶/۵۹
دانه بندی	۸/۷۱	۱۸/۸۹	۲۴/۲۱	۲۴/۶۳	۱۶/۵۶	۷
کیفیت ابنیه	۵/۹۴	۲۹/۰۴	۲۴/۲۰	۱۵/۰۹	۲۳/۱۴	۲/۵۹
تعداد طبقات	۶/۶۳	۱۸/۸۹	۲۶/۴۹	۲۵/۵۱	۱۵/۵۵	۶/۹۳
نفوذپذیری	۷/۹۵	۳۰/۶۷	۱۵/۳۵	۲۳/۹۲	۱۶/۴۱	۵/۷۰

براساس نتایج جدول شماره ۷، از کل مساحت محدوده محاسبه شده به شکل تجمعی تاثیر نهایی تاب‌آوری در مساحت بافت مسکونی محلات منطقه ۷ به ترتیب در طیف تاب‌آوری نسبتاً پایین، متوسط و پایین قرار گرفته است و گویای این مطلب است که طیف تاب‌آوری کالبدی پایین، نسبتاً پایین و متوسط بدلیل عدم توجه به وضعیت بافت فرسوده و ناکارآمد در طول زمان روند فرسودگی در آن روز به روز بیشتر می‌شود که نیازمند برنامه‌ریزی متناسب با وضعیت محلات و رویکرد فنی و مشارکتی در راستای کاهش میزان تاب‌آوری بافت محلات مذکور است.

جدول ۷. میزان تأثیرات تجمعی شاخص‌ها در تاب‌آوری فیزیکی محلات منطقه ۷ (منبع: یافته‌های تحقیق)

Table 7. Cumulative effects of indicators on the physical resilience of neighborhoods in Region 7

نام شاخص	غیر تاب آور	تاب‌آوری پایین	تاب‌آوری نسبتاً پایین	تاب‌آوری متوسط	تاب‌آوری بالا	کاملاً تاب آور
اسکلت ساختمان	۱۵۹۳۱۶	۳۶۲۲۳۸	۴۷۵۸۸۷	۴۷۶۱۵۶	۳۵۸۱۲۰	۱۳۸۷۷۳
جنس مصالح	۶۵۷۸۹	۴۳۲۶۷۲	۴۹۹۹۲۷	۴۲۴۷۵۷	۴۸۵۷۹۸	۶۱۵۴۷
قدمت بنا	۱۵۹۶۹۰	۳۶۴۵۱۹	۴۷۷۲۸۶	۴۷۷۳۹۵	۳۶۱۶۸۹	۱۲۹۹۱۱
دانه بندی	۱۷۱۶۶۸	۳۷۲۱۶۷	۴۷۷۰۴۴	۴۸۵۳۲۱	۳۲۶۳۳۱	۱۳۷۹۵۹
کیفیت ابنیه	۱۱۶۹۹۱	۵۷۲۲۳۸	۴۷۶۹۲۸	۲۹۷۳۹۰	۴۵۵۹۵۳	۵۰۹۹۰
تعداد طبقات	۱۳۰۶۴۱	۳۷۲۲۷۸	۵۲۲۰۰۹	۵۰۲۶۷۷	۳۰۶۳۳۸	۱۳۶۵۴۷
نفوذپذیری	۱۵۶۶۶۸	۶۰۴۳۰۰	۳۰۲۴۵۹	۴۷۱۴۳۷	۳۲۳۳۲۶	۱۱۲۳۰۰
جمع کل	۹۶۰۷۶۳	۳۰۸۰۴۱۲	۳۲۳۱۵۴۰	۳۱۳۵۱۳۳	۲۶۱۷۵۵۵	۷۶۸۰۲۷
درصد از کل	۷,۰	۲۲,۳	۲۳,۴	۲۲,۷	۱۹,۰	۵,۶

۶. بحث

در این پژوهش ضمن بررسی محتوایی نظریه و پیشینه ادبیات مربوط به تاب‌آوری، جهت پاسخ به دو سؤال کلیدی پژوهش با عنوان "میزان تاب‌آوری مسکن در بافت‌های فرسوده و ناکارآمد نواحی منطقه ۷ تهران بر اساس میزان شاخص‌های مورد بررسی چقدر است و در چه طیف و الگویی تاب‌آوری فیزیکی مسکونی واقع شده است؟" و "میزان و روند تأثیرات شاخص‌های تاب‌آوری در طیف‌های مورد بررسی در بافت فیزیکی مسکونی محلات شهری منطقه چقدر است؟" وضعیت تاب‌آوری کالبدی بافت مسکونی محلات منطقه ۷ تهران بررسی گردید. برای نیل به سؤال‌های پژوهش، شاخص‌های اسکلت ساختمان- قدمت بنا- دانه‌بندی قطعات- جنس مصالح- تعداد طبقات- نفوذپذیری- کیفیت ابنیه در وضعیت موجود بررسی و شناسایی شد. برای طبقه‌بندی شاخص‌های تاب‌آوری بافت فیزیکی مسکونی از کشف روند الگو با استفاده از ابزار رگرسیون موجود در نرم‌افزارهای Geoda و GIS استفاده گردید و از ابزارهای موجود در نرم‌افزار GIS مساحت کاربری‌های مسکونی تفکیک و ارائه شد و به منظور تحلیل فضایی وضعیت تاب‌آوری از موران عمومی و محلی از جعبه ابزارهای موجود در نرم‌افزار GIS نسبت به تحلیل فضایی و وزن دهی لایه‌ها استفاده شد. نتایج کلی از ارزیابی داده‌ها حاکی از آن است که روند تغییرات در طیف‌های تاب‌آوری فیزیکی بافت مسکونی محلات به ترتیب در طیف غیر تاب‌آور محله عباس‌آباد، در طیف تاب‌آوری پایین

محله گرگان و امجدیه، در طیف تاب‌آوری نسبتاً پایین محله گرگان، در طیف تاب‌آوری متوسط محله بهار، در طیف تاب‌آوری بالا محله کاج، نظام‌آباد و حشمتیه در نهایت در طیف کاملاً تاب‌آور سهروردی - باغ صبا بالاترین درصد روند تغییرات در بین محلات منطقه در طیف‌های شاخص تاب‌آوری را به خود اختصاص داده است و در بین تأثیرات شاخص‌های مورد بررسی، تعداد طبقات و نفوذپذیری با تکرار شاخص اهمیت خود را برای بررسی علل غیر تاب‌آور بودن تا تاب‌آوری متوسط نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات مستخرج از فیلد نهایی محاسبات شاخص‌های اثرگذار در روند تغییرات تاب‌آوری محلات، بیشترین تأثیرگذاری در بین طیف تاب‌آوری مربوط به تاب‌آوری نسبتاً پایین با میزان ۲۳،۴ درصد است. با توجه به اهمیت بالای این موضوع و نقش تأثیرگذار آن در نظام برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی، می‌بایست اصلاحات کالبدی محله با نگاه برنامه‌ریزی محله مبنای مشارکتی به منظور کاهش بحران‌های ناشی از مخاطرات طبیعی از جمله زلزله انجام گردد؛ چراکه در اثر روند زمان و بی‌توجهی به نقش اثرگذار شاخص‌ها، بجای بهبود وضعیت تاب‌آوری، امکان جابجایی طیف تاب‌آوری به سمت تاب‌آوری پایین و غیر تاب‌آور قطعی به نظر می‌رسد. بررسی پراکندگی جغرافیایی میزان فرسودگی در منطقه ۷ نشان می‌دهد که در جهت شرق منطقه، محلات "شاهد، ارامنه، خواجه نظام الملک، گرکان و نظام‌آباد" حدود ۸۶ درصد از کل مساحت بافت مسکونی ناکارآمد و فرسوده را با مساحتی در حدود ۱۶۲۴۲۶۱ مترمربع، به خود اختصاص داده‌اند. این امر که حاکی از تمرکز فضایی فرسودگی بافت کالبدی مبتنی بر استقرار گروه‌های اجتماعی با درآمد و معیشت نزدیک به هم است. در مجموع میزان تاب‌آوری در این محلات نسبت به سایر محلات در حد پایین قرار داشته و نیازمند برنامه‌ریزی اصولی و هوشمند است.

پژوهش حاضر با نتایج به دست آمده نقاط تمایز و تفاوت‌هایی با مطالعات گذشته دارد. پژوهش حاضر علاوه بر برآورده کردن و هم‌سویی نتایج مطالعاتی همچون یک چارچوب تحلیل چند معیاره مبتنی بر GIS برای ارزیابی تاب‌آوری فیزیکی شهری در منطقه یک کرمان (پاریزی^۱ و همکارانش ۲۰۲۲)؛ ارزیابی تاب‌آوری بافت فرسوده شهر در برابر زلزله با استفاده از GIS مطالعه موردی شهر بندرعباس (عقیقی: ۱۴۰۱)، اولویت‌بندی معیارهای مؤثر در تاب‌آوری شهر کرمانشاه (نهادی - مدیریتی - زیر ساختاری کالبدی - مدیریتی و اجتماعی - اقتصادی) (حیدری فرد: ۱۳۹۹)، ارزیابی تاب‌آوری در نواحی تاریخی شهری با ترکیب سیستم تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS، با رویکرد پایداری و بازسازی (حقیقی فرد^۲ و دوراتلی^۳: ۲۰۲۲)، تحلیل تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله مطالعه موردی بافت فرسوده شهر مرزی زاهدان (روستا و همکارانش: ۱۳۹۶)، ارزیابی تاب‌آوری محیط شهری در برابر مخاطره طبیعی با تأکید بر زمین‌لرزه با استفاده از منطق فازی و GIS مورد مطالعه: شهر ارومیه (احمدی و همکارانش: ۱۳۹۷)، سنجش و ارزیابی ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله؛ منطقه ۷ شهر تهران (لطفی و همکارانش: ۱۳۹۹)، توانسته

^۱ Parizi

^۲ Haghighi Fard

^۳ Doratli

است وضعیت تاب‌آوری را در محلات فرسوده به تفکیک بر حسب واحدهای مسکونی (کاربری‌های مسکونی) با توجه به شاخص‌های مورد بررسی و همچنین میزان مساحت عرصه و اعیان درگیر تاب‌آوری یا عدم تاب‌آوری به وضوح بیان کند که می‌تواند نوآوری ویژه این مقاله به حساب آید و چون قسمت عمده کاربری‌های شهری از نوع کاربری‌های مسکونی است و بررسی چنین کاربری‌هایی به‌ویژه کاربری‌های فرسوده و کارآمد مسکونی به لحاظ آسیب‌پذیری و مخاطره‌آمیز بودن در پهنه شهری در مطالعات شهری اهمیت زیادی دارد در نتیجه پژوهش حاضر را نسبت به پژوهش‌های پیشین متمایز می‌کند. همچنین مقاله حاضر علاوه بر مشخص کردن میزان تاب‌آوری در ۶ گروه از عدم تاب‌آوری تا تاب‌آوری بالا، میزان تأثیرات هر کدام از شاخص‌های مورد بررسی را در محلات مشخص کرده است که این امر می‌تواند در زمان برنامه‌ریزی و ارائه راهبردهای کوتاه تا بلند مدت برای افزایش تاب‌آوری و کاهش میزان آسیب‌پذیری این محلات و نوسازی آن‌ها نقطه قوت به حساب آید و راهنمای عملی برای مدیران شهری در این زمینه باشد.

۷. نتیجه‌گیری

وضعیت موجود بافت فرسوده و ناکارآمد منطقه ۷ تهران در محدوده بافت کالبدی قلب تهران با مساحت ۲۳۸ هکتار (۱۵ درصد کل مساحت منطقه) است که جزء ششمین بافت فرسوده در بین مناطق با نسبت ۳/۷ درصد نسبت به کل بافت فرسوده تهران محسوب شده و واجد اهمیت دقت و توجه مدیران و برنامه‌ریزان شهری است. تراکم زیاد جمعیتی و فرسودگی بناها در بافت مسکونی با تحلیل مبسوط بیانگر این موضوع است که در این محدوده با گذر گسل ۵۳۴۳ متری از وسط منطقه هشدار برای عموم مردم و مسئولان است. پژوهش حاضر در راستای پاسخ به سؤال اول پژوهش و همچنین بررسی وضعیت تاب‌آوری بافت فرسوده محلات منطقه مورد مطالعه با روش‌شناسی ارائه شده است که به نتایج آماری قابل توجهی دست یافت. برای این منظور داده‌های خام از اداره راه و شهرسازی و شهرداری منطقه ۷ تهران اخذ و برای سنجش صحت و پردازش داده‌ها با استفاده از تحلیلگر فضایی و ابزارهای موجود در نرم‌افزار GIS بهره‌گیری و از آماره موران محلی یا خودهمبستگی فضایی درجه پراکندگی یا متمرکز داده فضایی (شاخص‌های تاب‌آوری) اندازه‌گیری شد.

بنابراین، تحلیل داده‌ها در قالب متغیر مستقل یعنی تاب‌آوری و شاخص‌های مورد نظر (متغیر وابسته) نشان می‌دهد ۶۷,۲ درصد از کل مساحت محدوده (بافت مسکونی) در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور (لکه‌های سرد) یعنی مساحتی در حدود ۱۳۰۲۲۵۵ مترمربع (۱۱۲۶۵ قطعه ساختمانی) را شامل می‌شود. و تعداد ۴۱۵۲ قطعه ساختمانی با مساحتی در حدود ۶۶۸۱۲۸ مترمربع یعنی در حدود ۳۴ درصد از محدوده مورد مطالعه در بازه تاب‌آوری بالا تا کاملاً تاب‌آور قرار دارد.

همچنین با بررسی‌های موشکافانه و دقیق توزیع فضایی طیف تاب‌آوری در سطح محلات از کل محدوده فضایی مورد بررسی حاکی از آن است که محله ارامنه از کل مساحت فرسوده فیزیکی مسکونی ۷۰ درصد در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور با تعداد ۲۱۷۹ قطعه و مساحت ۲۷۰۹۶۱ مترمربع، در محله امجدیه از کل مساحت محله ۷۲

درصد یعنی ۲۲۳۵۸ مترمربع و ۱۰۹ قطعه در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور، در محله بهار ۲۱۵ قطعه با مساحتی در حدود ۳۶۲۲۰ مترمربع با ۸۱ درصد از کل مساحت محله در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور، در محله حشمتیه از کل مساحت محله ۶۶ درصد با تعداد ۳۹۵ قطعه و مساحت ۵۹۷۵۵ مترمربع در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور، در محله خواجه نصیر از کل قطعات تفکیکی طیف تاب‌آوری تعداد ۴۴۴ قطعه با مساحت ۷۲۹۷۲ مترمربع با ۶۸ درصد از کل مساحت در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور، در محله نظام الملک در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور از کل مساحت محله ۷۳ درصد یعنی ۲۴۹۱۹۸ مترمربع را به خود اختصاص داده است. محله دبستان در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور با ۶۸ درصد (۲۱۱ قطعه - ۲۸۰۸۴ مترمربع)، محله سهروردی - باغ صبا با ۶۱ درصد در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور (۶ قطعه - مساحت ۱۱۵۶ مترمربع)، محله شاهد با ۷۵ درصد از کل مساحت محله در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور (۳۹۸۸۴۴ مترمربع مساحت و ۳۲۷۱ قطعه)، محله عباس‌آباد در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور با ۶۵ درصد (مساحت ۶۹۸۹ مترمربع - ۴۴ قطعه)، محله کاج در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور با ۶۵ درصد (مساحت ۲۰۹۱۴ مترمربع - ۱۱۹ قطعه)، محله گرگان در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور با ۷۹ درصد (مساحت ۱۶۱۲۳۲ مترمربع - ۱۲۱۴ قطعه) و محله نظام‌آباد در طیف تاب‌آوری متوسط تا غیر تاب‌آور با ۷۰ درصد (مساحت ۱۱۸۸۳۹ مترمربع - ۹۷۰ قطعه) نشان دهنده توزیع بالاتر وضعیت سطح تاب‌آوری در طیف متوسط تا غیر تاب‌آور است که بیشترین محدوده مربوط به محله بهار است.

تحلیل‌های به دست آمده نشان می‌دهد که هر محله به صورت اختصاصی بافت بسیار پیچیده و مختلطی دارد که لزوماً یک طیف از تاب‌آوری را شامل نمی‌شود. این تنوع از میزان تاب‌آوری در محلات نشان از ویژگی خاص بافت‌های فرسوده و عدم همسانی آن‌ها حتی در یک مکان است. بافت فرسوده منطقه ۷ یکی از انواع منحصر به فرد انواع بافت‌های شهری است که به دلیل فرسودگی کالبدی و برخورداری نامناسب و وجود زیرساخت‌های آسیب‌پذیر از مشکلات بسیاری رنج می‌برد که سبب ناپایداری و همچنین آسیب‌پذیری بالای آن در برابر بحران‌ها شده است. تنزل شاخص‌های کیفیت زندگی به ویژه کیفیت کالبدی در این محلات یکی از انبوه مشکلات انباشته‌ای است که با گذشت زمان به بحران تبدیل شده است. ساکنان این بافت‌ها با توجه به گستره فرسودگی و عدم توجه به اصول نوسازی و بهینه‌سازی بافت کالبدی خود همواره خود را در برابر زلزله آسیب‌پذیر می‌بینند و این امر بر تاب‌آوری اجتماعی آن‌ها نیز تأثیر گذاشته است. عدم توانایی آن‌ها در مقاوم‌سازی بافت کالبدی خود علاوه بر اینکه سبب تنزل کیفیت زندگی‌شان شده امید تاب‌آوری در برابر بحران را نیز از آن‌ها گرفته است. در واقع آسیب‌پذیری کالبدی بافت و احتمال ویرانی بعد از زلزله عامل اصلی عدم تاب‌آوری اجتماعی یا روانی آن‌ها در برابر زلزله است. بنابراین بررسی‌های دقیق‌تری از میزان آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری این محلات لازم است. این امر جهت روشن کردن اینکه کدام محله و چه میزان از آن در شاخص‌های تاب‌آوری متفاوت بوده و این شاخص‌ها تا چه میزان تغییرات در تاب‌آوری آن‌ها ایجاد کرده‌اند به عنوان سؤال دوم پژوهش مطرح شده و همان‌طور که در بخش بحث نیز ارزیابی گردید، بررسی‌ها نیز حاکی از آن است که شاخص‌های نفوذپذیری، تعداد طبقات، جنس مصالح و اسکلت ساختمان

به ترتیب از طبقات تاب‌آوری پایین تا بالا مؤثر بوده و هر میزان از این شاخص‌ها تغییر کرده‌اند میزان تاب‌آوری به نیز به طور قابل توجهی تغییر کرده است. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که محدوده شرق منطقه با تمرکز ۸۶ درصد از میزان طیف تاب‌آوری پایین تا غیرتاب‌آور (لکه‌های سرد) از وضعیت بدتری نسبت به سایر جهات جغرافیایی منطقه را دربر می‌گیرد. به نظر می‌رسد تمرکز کلی وجود وضعیت تاب‌آوری پایین تا غیر تاب‌آور در منطقه حاکی از نبود برنامه اجرایی مشخص و اصولی مشوق‌ها و خدمات دولتی و همچنین نقص در اجرای طرح تفصیلی مصوب منطقه باشد و از طرفی وجود چالش‌های اقتصادی و اجتماعی و به تبع آن کاهش میزان مشارکت مردم در بهسازی و نوسازی محلات در قالب طرح بازآفرینی شهری پایدار در کاربری‌های مسکونی فرسوده و ناکارآمد مزید بر علت شده است.

با عنایت به تحلیل مذکور برای بهتر اجراشدن روند برنامه و کاهش میزان ناپایداری و افزایش میزان تاب‌آوری در محلات فرسوده موارد ذیل در راستای برنامه‌ریزی نوسازی و بهسازی محلات منطقه ۷ با رویکردهای جدید در نظام برنامه‌ریزی شهری می‌تواند فضای پایداری و تاب‌آوری بافت مسکونی را در پی داشته باشد که عبارت‌اند از: تجمیع پلاک‌های فرسوده مسکونی در محلات و تسریع در تشکیل پرونده و صدور پروانه ساخت، ترغیب و هدایت سرمایه‌گذاران بخش مسکن در بافت‌های فرسوده نواحی منطقه با اتخاذ و اجرای بسته‌های تشویقی از جمله مشوق‌های ضابطه‌ای و تخفیفات بیمه‌ای و سایر هزینه‌های ساخت واحدهای مسکونی، تخفیف بیش از ۵۰ درصد برای هزینه عوارض ساخت و اقساطی کردن مابقی عوارض متعلقه به پلاک‌های قابل تجمیع با مساحت کمتر از ۱۰۰ مترمربع، اعطای یک طبقه تشویقی در قطعات تجمیعی با مساحت بیش از ۱۵۰ متر، بالا بردن ضریب ایمنی ساختمان‌ها و رعایت استانداردهای ساخت‌وساز و نظارت بر عملکرد توسعه دهندگان و سازندگان مسکن در بافت‌های فرسوده مسکونی نواحی منطقه، ترغیب گسترده مالکین برای ساخت و نوسازی بافت‌های فرسوده در قالب تعاونی‌های جهش محله‌ای با استفاده از ظرفیت‌های قانونی و چارچوب بخش یارانه‌ای و حمایتی دولت، افزایش تراکم ساخت مطابق ضوابط پهنه‌بندی مسکونی از سوی شهرداری به مالکین بافت‌ها برای بافت‌های فرسوده دارای تأمین پارکینگ و افزودن کوچه به متراژ خانه‌های مسکونی نوساز با تجمیع چند پلاک در کوچه‌های بن‌بست و لزوم بازنگری در طرح تفصیلی مصوب منطقه، و در نهایت پذیرش و اجرای هماهنگ اصول بازآفرینی کالبدی (مسکونی) در بین مردم و مسئولان و بخش خصوصی در محدوده مورد پژوهش.

این مطالعه با استفاده از تحلیل محتوا که در برگرفته آخرین مطالعات علمی در حوزه مورد مطالعه بوده به انتخاب شاخص‌ها پرداخته و ضمن بررسی آن‌ها وزن‌دهی توسط متخصصین امر به یافته‌ها و تحلیل خود دست یافته است، و در یک چارچوب کاملاً علمی و متصل به ادبیات نظری به ارائه، تحلیل و نتیجه رسیده است. از این رو نتایج این مطالعه قابلیت تعمیم به شهرهایی را دارد که در بخش‌های مرکزی خود با بافت‌های قدیمی فرسوده و ناکارآمد و در بخشی از شهر بافت‌های نوساز را تجربه می‌کنند. این همجواری در زمان بحران تاب‌آوری کل محله را پایین می‌آورد. از مهم‌ترین محدودیت‌هایی که این پژوهش با آن‌ها روبرو بوده عبارت‌اند از: ناسازگاری یا عدم همگنی تعداد بالای شاخص‌های تاب‌آوری فیزیکی و عدم امکان استفاده هم‌زمان با دیگر شاخص‌ها، مشخص نبودن استاندارد

آسیب‌پذیری در برخی از شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی، عدم همسانی مقررات و طبقه‌بندی‌های شاخص‌های تاب‌آوری با استانداردهای جهانی، نبود مطالعات دوره‌ای از بافت‌های قدیمی و ناکارآمد در تاب‌آوری جهت مقایسه نتایج دوره‌های آتی با دوره‌های گذشته. با وجود محدودیت‌های ذکر شده پژوهش حاضر توانسته است به نتایج قابل قبولی در خصوص تاب‌آوری در محله‌های منطقه ۷ شهر تهران دست یابد. با این وجود این پژوهش بر این باور است که پژوهشگران با کاهش مرزهای مطالعاتی و همچنین استفاده از روش‌های تلفیقی شاخص‌های عینی و ذهنی می‌توانند در گسترش این پژوهش گام بردارند.

منابع

- احمدی، ع.، فتحی، س. و اکبری، ا. (۱۳۹۷). ارزیابی تاب‌آوری محیط شهری در برابر مخاطرات طبیعی با تأکید بر زمین‌لرزه با استفاده از منطق فازی و GIS (مطالعه موردی: شهر ارومیه). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۷(۳)، ۵۷-۷۳. doi:10.22067/geo.v0i0.69540
- ارکانی، ا.، حاتمی نژاد، ح. و قره سهیل. (۱۳۹۹). شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر افزایش ریسک زلزله در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد ترکیبی تکنیک دلفی فازی و مدل BMW. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۰(۵۹)، ۲۹۱-۳۰۶. doi:10.29252/jgs.۳۰۶-۲۹۱
- باقری مراغه، ن.، معتمدی، م. و مافی، ع. (۱۴۰۱). ارزیابی تاب‌آوری شهر شیروان در مواجهه با زلزله. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی (علوم جغرافیایی)*، ۲۲(۶۴)، ۳۲۹-۳۴۷. doi:10.52547/jgs.22.64.329
- پوراحمد، ا.، زیاری، ک. و صادقی، ع. (۱۳۹۷). تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی بافت‌های فرسوده شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری تهران). *برنامه‌ریزی فضایی*، ۸(۱)، ۱۱۱-۱۳۰. doi:10.22108/sppl.2018.109941.1178
- پورشریفی، ج.، طیبیان، م.، مسعود، م. و طغیانی، ش. (۱۴۰۰). سنجش تاب‌آوری کالبدی شهر قزوین در برابر زلزله با رویکرد ساختگاه طبیعی شهر. *فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)*، ۱۱(۴۲)، ۹۱-۱۱۴. doi:10.1001.1.22286462.1400.11.2.5.5
- حبیبی، ک.؛ پوراحمد، ا.؛ مشکینی، ا. (۱۳۸۹). بهسازی و نوسازی بافت‌های کهن شهری. انتشارات دانشگاه کردستان، چاپ دوم، تهران.
- حیدری فر، م. ر.، حسینی سیاه‌گلی، م. و سلیمانی راد، ا. (۱۳۹۹). اولویت‌بندی معیارهای مؤثر در تاب‌آوری شهری با استفاده از نرم‌افزار PROMETHEE visual (نمونه موردی: شهر کرمانشاه). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۲(۳ (پیاپی ۹۴))، ۲۱۷-۲۲۸. doi:10.22034/jest.2020.32855.4067
- روستا، م.، ابراهیم‌زاده، ع. و ایستگلدی، م. (۱۳۹۶). تحلیل تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله مطالعه موردی؛ بافت فرسوده‌ی شهر مرزی زاهدان. *نشریه جغرافیا و توسعه*، ۱۵(۴۶)، ۱-۱۸. doi:10.22111/gdij.2017.3021
- رئیس‌یان، م.، ایلاتلو، م. و ابراهیمی، ل. و بزرگمهر، ک. (۱۴۰۰). بررسی میزان تاب‌آوری شهری با استفاده از مدل Waspas و WP (نمونه موردی: شهر ساری). *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱۰(۱)، ۲۲۵-۲۴۱. doi:10.22067/geoh.2021.69038.1023

- زنگنه شهرکی، س.، زیاری، ک.، حسینی، ع. و شهسواری، م. س. (۱۴۰۲). ارزیابی فضایی عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری در برابر سیلاب (مورد مطالعه: محلات کلان‌شهر تهران). *برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۱۰(۴)، ۴۱-۵۶. doi:10.30473/psp.2024.69644.2702
- سعیدی مفرد، س.، آسیایی، م. و گهرخواه، ف. (۱۴۰۰). سنجش و ارزیابی تاب‌آوری اکولوژی و کالبدی-زیرساختی شهر فریمان در برابر مخاطرات طبیعی. *جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای*، ۱۱(۴۰)، ۱۹۵-۲۱۲. doi:10.22111/gaij.2021.6529
- صفایی پور، م. و پرویزیان، ع. (۱۴۰۱). مدل‌سازی تلفات انسانی در سناریوهای مختلف زلزله شبانه بر پایه مدل FALM (مطالعه موردی: محله کیانیارس کلانشهر اهواز). *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران*، ۱۲(۱)، ۳۱-۴۱. doi:10.1001.1.23225955.1401.12.1.3.3
- عابدینی، م.، عشقی چهاربرج، ع. و علوی، س. (۱۴۰۱). ارزیابی تاب‌آوری و ظرفیت اکولوژیکی شهر در برابر زلزله با تأکید بر مؤلفه‌های محیطی (مطالعه موردی: منطقه ۳ تهران). *نشریه علمی تحقیقات اکولوژی شهری*، ۱۳(۱)، ۱۴۰-۱۲۳. doi:10.30473/grup.2022.53626.2527
- عبدود، ک.، عباسپور، م. و فرخ، ر. (۱۴۰۰). ارزیابی تاب‌آوری کالبدی مسکن شهری در برابر زلزله (مورد مطالعه‌اتی: منطقه ۴ شهر ارومیه). *معماری شناسی*، ۴(۲۰)، ۱-۱۳. doi:10.22111/jneh.2024.46098.1974
- عقیقی، م. ا. (۱۴۰۱). ارزیابی تاب‌آوری بافت فرسوده شهر در برابر زلزله با استفاده از GIS (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهرداری بندرعباس). *مطالعات جغرافیایی نواحی ساحلی*، ۳(۲)، ۶۹-۸۸. doi:10.22124/gscj.2022.21511.1142
- کمالی، م.، طیبیان، م. و الهی، م. (۱۴۰۰). واکاوی تاب‌آوری کالبدی الگوهای محلات شهر زنجان با بهره‌گیری از مدل NSFDSS. *برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۸(۴)، ۱۳۳-۱۴۸. doi:10.30473/psp.2022.56093.2385
- لطفی، ص.، نیک پور، ع. و اکبری، ف. (۱۳۹۹). سنجش و ارزیابی ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۷ شهر تهران). *نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۴(۴۸)، ۱۹-۳۶. doi:20.1001.1.66972251.1399.12.4.2.0
- Abdod, K., Abaspour, M., & Farokh, R. (2021). Evaluating the physical resilience of urban housing against earthquakes (Case study: District 4 of Urmia city). *Architecture Studies*, 4(20), 1-13. <https://doi.org/10.22111/jneh.2024.46098.1974> [In Persian]
- Abedini, M., Eshghi Chahbarj, A., & Alavi, S. (2022). Evaluating resilience and ecological capacity of the city against earthquakes with an emphasis on environmental components (Case study: District 3 of Tehran). *Scientific Journal of Urban Ecology Research*, 13(1), 123-140. <https://doi.org/10.30473/grup.2022.53626.2527> [In Persian]
- Afifi, M. E. (2022). Assessing the resilience of decayed urban textures against earthquakes using GIS (Case study: District 2 of Bandar Abbas municipality). *Coastal Regional Geography Studies*, 3(2), 69-88. <https://doi.org/10.22124/gscj.2022.21511.1142> [In Persian]
- Ahmad, A., Fathi, S., & Akbari, I. (2018). Evaluating urban resilience against natural hazards with an emphasis on earthquakes using fuzzy logic and GIS (Case study: Urmia city). *Geography and Environmental Hazards*, 7(3), 57-73. <https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.69540> [In Persian]
- Arkani, E., Hatami Nejad, H., & Ghareh Soheil. (2020). Identifying and prioritizing factors affecting the increased risk of earthquakes in dilapidated urban textures using a combined Delphi fuzzy technique and BMW model. *Applied Research in Geographic*

- Sciences, 20(59), 291-306. <https://doi.org/10.29252/jgs.20.59.291>. URL: <http://jgs.khu.ac.ir/article-1-3763-fa.html> [In Persian]
- Bagheri Maragheh, N., Mo'tamedi, M., & Mafi, I. (2022). Assessing the resilience of Shirvan city in facing earthquakes. *Applied Research in Geographic Sciences*, 22(64), 329-347. <https://doi.org/10.52547/jgs.22.64.329> [In Persian]
 - Habibi, K., Pourahmad, A., & Meshkini, A. (2010). *Revitalization and renovation of old urban textures* (2nd ed.). University of Kurdistan Press, Tehran. [In Persian]
 - Heydari Far, M. R., Hosseini Siyah Goli, M., & Soleimani Rad, I. (2020). Prioritizing effective criteria in urban resilience using PROMETHEE visual software (Case study: Kermanshah city). *Environmental Science and Technology*, 22(3), 217-228. <https://doi.org/10.22034/jest.2020.32855.4067> [In Persian]
 - Kamali, M., Tabibian, M., & Elahi, M. (2022). Analyzing the physical resilience of urban neighborhoods in Zanjan using the NSFDSS model. *Spatial Development Planning*, 8(4), 133-148. <https://doi.org/10.30473/psp.2022.56093.2385> [In Persian]
 - Lotfi, S., Nikpour, A., & Akbari, F. (2020). Measuring and evaluating the physical dimensions of urban resilience against earthquakes (Case study: District 7 of Tehran). *New Perspectives in Human Geography*, 4(48), 19-36. <https://doi.org/20.1001.1.66972251.1399.12.4.2.0> [In Persian]
 - Pour Sharifi, J., Tabibian, M., Masoud, M., & Taghiyani, S. (2021). Assessing the physical resilience of Qazvin city against earthquakes with a focus on the city's natural site. *Geography Quarterly (Regional Planning)*, 11(42), 91-114. <https://doi.org/20.1001.1.22286462.1400.11.2.5.5> [In Persian]
 - Pourahmad, A., Ziyari, K., & Sadeghi, A. (2018). Spatial analysis of resilience components in urban decayed textures against earthquakes (Case study: District 10 of Tehran municipality). *Spatial Planning*, 8(1), 111-130. <https://doi.org/10.22108/sppl.2018.109941.1178> [In Persian]
 - Reisiyaan, M., Ilanlou, M., Ebrahimi, L., & Bozorgmehr, K. (2021). Examining the level of urban resilience using the WASPAS and WP models (Case study: Sari city). *Geography and Environmental Hazards*, 10(1), 225-241. <https://doi.org/10.22067/geoh.2021.69038.1023> [In Persian]
 - Rousta, M., Ebrahimizadeh, I., & Istgouldi, M. (2017). Analyzing physical resilience against earthquakes: Case study of the dilapidated texture of Zahedan border city. *Geography and Development*, 15(46), 1-18. <https://doi.org/10.22111/gdij.2017.3021> [In Persian]
 - Saeidi Mofrad, S., Asiayi, M., & Gohar Khah, F. (2021). Measuring and evaluating ecological and infrastructural resilience of Fariman city against natural hazards. *Regional Urban Geography and Planning*, 11(40), 195-212. <https://doi.org/10.22111/gaij.2021.6529> [In Persian]
 - Safaie Pour, M., & Parvizian, A. (2022). Modeling human casualties in various nighttime earthquake scenarios based on the FALM model (Case study: Kianpars neighborhood of Ahvaz metropolis). *Journal of Crisis Prevention and Management*, 12(1), 31-41. <https://doi.org/20.1001.1.23225955.1401.12.1.3.3> [In Persian]
 - Zanganeh Shahraki, S., Ziyari, K., Hosseini, A., & Shahsavari, M. S. (2024). Spatial assessment of factors affecting vulnerability to floods (Case study: Neighborhoods of Tehran metropolis). *Spatial Development Planning*, 10(4), 41-56. <https://doi.org/10.30473/psp.2024.69644.2702> [In Persian]
 - Alizadeh, H., & Sharifi, A. (2020). Assessing resilience of urban critical infrastructure networks: A case study of Ahvaz, Iran. *Sustainability*, 12(9), 3691. <https://doi.org/10.3390/su12093691>
 - Anselin, L., & Getis, A. (1992). Spatial statistical analysis and geographic information systems. *The Annals of Regional Science*, 26, 19-33. <https://doi.org/10.1007/BF01581478>
 - Aslani, F., Amini Hosseini, K., & Fallahi, A. (2020). A framework for earthquake resilience at neighborhood level. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 11(4), 557-575. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-12-2019-0082>

- Barlow, S. M., Alan, R. B., Jim, B., Andrew, C., Wolfgang, D., Paul, H., Geert, F. H., Jürgen, K., Maarten, J. N., Jeroen, S., & Diána, B. (2015). The role of hazard-and risk-based approaches in ensuring food safety. *Trends in Food Science & Technology*, 46(2), 176-188. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.10.007>
- Basaglia, A., Aprile, A., Spacone, E., & Pelà, L. (2020). Assessing community resilience, housing recovery and impact of mitigation strategies at the urban scale: a case study after the 2012 Northern Italy Earthquake. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 18(13), 6039-6074. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00919-8>
- Benali, N., & Saidi, K. (2017). A robust analysis of the relationship between natural disasters, electricity and economic growth in 41 countries. *Journal of Economic Development*, 42(3). <https://doi.org/10.35866/caujed.2017.42.3.005>
- Botzen, W. W., Deschenes, O., & Sanders, M. (2019). The economic impacts of natural disasters: A review of models and empirical studies. *Review of Environmental Economics and Policy*. <https://doi.org/10.1093/reep/rez004>
- Caruso, G. D. (2017). The legacy of natural disasters: The intergenerational impact of 100 years of disasters in Latin America. *Journal of Development Economics*, 127, 209-233. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2017.03.007>
- Cui, Y. L., Hu, J. H., Xu, C., Zheng, J., & Wei, J. B. (2021). A catastrophic natural disaster chain of typhoon-rainstorm-landslide-barrier lake-flooding in Zhejiang Province, China. *Journal of Mountain Science*, 18(8), 2108-2119. <https://doi.org/10.1007/s11629-020-6513-5>
- Deshkar, S., & Adane, V. (2016). Community resilience approach for prioritizing infrastructure development in urban areas. In *Urban disasters and resilience in Asia* (pp. 245-267). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802169-9.00016-1>
- Despotaki, V., Sousa, L., & Burton, C. G. (2018). Using resilience indicators in the prediction of earthquake recovery. *Earthquake Spectra*, 34(1), 265-282. <https://doi.org/10.1193/071316eqs107m>
- Eldesoky, A. H., & Abdeldayem, W. S. (2023). Disentangling the relationship between urban form and urban resilience: A systematic literature review. *Urban Science*, 7(3), 93. <https://doi.org/10.3390/urbansci7030093>
- Emel, J., & Peer, R. (1989). Resource management and natural hazards. In R. Peet & N. Thrift (Eds.), *New models in geography* (Vol. 1, pp. 49-76). Unwin and Hyman.
- Fan, X., Scaringi, G., Korup, O., West, A. J., van Westen, C. J., Tanyas, H., & Huang, R. (2019). Earthquake-induced chains of geologic hazards: Patterns, mechanisms, and impacts. *Reviews of Geophysics*, 57(2), 421-503. <https://doi.org/10.1029/2018RG000626>
- Feliciotti, A., Romice, O., & Porta, S. (2016). Design for change: Five proxies for resilience in the urban form. *Open House International*, 41, 23-30. <https://doi.org/10.1108/OHI-04-2016-B0004>
- Fischer, M. M., & Wang, J. (2011). *Spatial Data Analysis: Models, Methods, and Techniques*. Springer.
- Gao, J. (2021). *Fundamentals of Spatial Analysis and Modelling* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003220527>
- Gencer, E., Folorunsho, R., Linkin, M., Wang, X., Natenzon, C. E., Wajih, S., & Solecki, W. (2018). Disasters and risk in cities. In *Climate Change and Cities* (ARC 3-2). Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network (pp. 61-98). Cambridge University Press. <https://pubs.giss.nasa.gov/abs/ge05200z.html>
- Gentle, P., Maraseni, T. N., Paudel, D., Dahal, G. R., Kanel, T., & Pathak, B. (2020). Effectiveness of community forest user groups (CFUGs) in responding to the 2015 earthquakes and COVID-19 in Nepal. *Research in Globalization*, 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2020.100025>
- Ghouchani, M., Taji, M., Yaghoubi Roshan, A., & Seifi Chehr, M. (2021). Identification and assessment of hidden capacities of urban resilience. *Environment, Development and Sustainability*, 23(3), 3966-3993. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00752-8>

- Gilbert, K. L., Ransome, Y., Dean, L. T., DeCaille, J., & Kawachi, I. (2022). Social capital, Black social mobility, and health disparities. *Annual Review of Public Health*, 43, 173-191. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-052020-112623>
- Goovaerts, P., & Jacquez, G. M. (2004). Accounting for regional background and population size in the detection of spatial clusters and outliers using geostatistical filtering and spatial neutral models: The case of lung cancer in Long Island, New York. *International Journal of Health Geographics*, 3, 1-23. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-3-14>
- Goswami, S., Chakraborty, S., Ghosh, S., Chakrabarti, A., & Chakraborty, B. (2018). A review on application of data mining techniques to combat natural disasters. *Ain Shams Engineering Journal*, 9(3), 365-378. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.01.012>
- Grütter, J. K. (2020). *Basics of Perception in Architecture*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-31156-8>
- Gyawali, S., Seto, A., Sim, J., & Sunter, D. A. (2020). Multi-objective research on meeting sustainable development goals. In *AGU Fall Meeting Abstracts* (Vol. 2020, pp. IN018-02).
- Haghighi Fard, S. M., & Doratli, N. (2022). Evaluation of resilience in historic urban areas by combining multi-criteria decision-making system and GIS, with sustainability and regeneration approach: The case study of Tehran (Iran). *Sustainability*, 14(5), 2495. <https://doi.org/10.3390/su14052495>
- Hamidi, A. R., Zeng, Z., & Khan, M. A. (2020). Household vulnerability to floods and cyclones in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 46, 101496. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101496>
- Hewitt, K. (1983). *Interpretation of Calamity*. Allen and Unwin.
- Jacquez, G. M., & Greiling, D. A. (2003). Geographic boundaries in breast, lung, and colorectal cancers in relation to exposure to air toxics in Long Island, New York. *International Journal of Health Geographics*, 2(1), 1-22. <https://doi.org/10.1186/1476-072x-2-4>
- Jeddi, F. A. (2021). Explanation of physical-social resilience of historical worn-out fabric with emphasis on sustainable urban form. *Journal of Urban Management and Energy Sustainability*, 3(1). https://www.ijumes.com/article_34851_62dfc77810ca5020a284c77507afde64.pdf
- Kamranzad, F., Memarian, H., & Zare, M. (2020). Earthquake risk assessment for Tehran, Iran. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(7), 430. <https://doi.org/10.3390/ijgi9070430>
- Kongar, I., Giovinazzi, S., & Rossetto, T. (2017). Seismic performance of buried electrical cables: Evidence-based repair rates and fragility functions. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 15(7), 3151-3181. <https://doi.org/10.1007/s10518-016-0077-3>
- Kuddus, M. A., Tynan, E., & McBryde, E. (2020). Urbanization: A problem for the rich and the poor? *Public Health Reviews*, 41(1), 1-4. <https://doi.org/10.1186/s40985-019-0116-0>
- Mager, D. R., & Conelius, J. (2024). *Population Health for Nurses*. OpenStax. <https://openstax.org/details/books/population-health/>
- Marasco, S., Kammouh, O., & Cimellaro, G. P. (2022). Disaster resilience quantification of communities: A risk-based approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 70, 102778. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102778>
- Marcus, L., & Colding, J. (2014). Toward an integrated theory of spatial morphology and resilient urban systems. *Ecological Society*, 19, 55. <https://doi.org/10.5751/ES-06939-190455>
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, J. M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Najd, M. D., Ismail, N. A., Maulan, S., Yunos, M. Y. M., & Niya, M. D. (2015). Visual preference dimensions of historic urban areas: The determinants for urban heritage

- conservation. *Habitat International*, 49, 115-125. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.05.003>
- Nakhi, A. A., Ahmari, N., & Rezaei, S. (2016). Renovation and rehabilitation strategies for worn-out texture of Ab-Anbar-no District in Sari using SWOT technique. *Open Journal of Geology*, 6(04), 270. <https://doi.org/10.4236/ojg.2016.64024>
 - Nikookar, M., & Ahmadi, N. (2015). Analysis of the performance characteristics of Borujerd worn-out textures using SWOT. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 36(3), 4035-4048. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/714212>
 - OECD. (2018). *Financial Management of Earthquake Risk*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD): Annual report. Paris, France. https://www.oecd.org/en/publications/financial-management-of-earthquake-risk_eebded10-en.html
 - Parizi, S. M., Taleai, M., & Sharifi, A. (2021). Integrated methods to determine urban physical resilience characteristics and their interactions. *Natural Hazards*, 109, 725-754. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04855-x>
 - Parizi, S. M., Taleai, M., & Sharifi, A. (2022). A GIS-based multi-criteria analysis framework to evaluate urban physical resilience against earthquakes. *Sustainability*, 14(9), 5034. <https://doi.org/10.3390/su14095034>
 - Ragheb, A., & El-Ashmawy, R. (2021). Strategic actions of urban development to define the intervention policies of slums. *City, Territory and Architecture*, 8(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40410-021-00139-w>
 - Ritchie, H., & Roser, M. (2018). *Urbanization*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/urbanization>
 - Ritchie, H., & Roser, M. (2019). *Natural disasters*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/natural-disasters>
 - Rodrigues Leal Moitinho De Almeida, M. (2021). *Fostering hospital resilience to disasters: Lessons from a tertiary hospital in Nepal*. https://www.cred.be/sites/default/files/Thesis_MMA_Fostering%20Hospital%20Resilience_final-C1-C4.pdf
 - Rus, K., Kilar, V., & Koren, D. (2018). Resilience assessment of complex urban systems to natural disasters: A new literature review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 311-330. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.05.015>
 - Sadeghi, J., Oghabi, M., Sarvari, H., Sabeti, M. S., Kashefi, H., & Chan, D. (2021). Identification and prioritization of seismic risks in urban worn-out textures using fuzzy Delphi method. *Environmental Engineering and Management Journal*, 20(6), 1035-1046. <https://doi.org/10.30638/eemj.2021.096>
 - Sajjad, M., Chan, J. C., & Chopra, S. S. (2021). Rethinking disaster resilience in high-density cities: Towards an urban resilience knowledge system. *Sustainable Cities and Society*, 69, 102850. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102850>
 - SAMHSA. (2020). Types of disasters. <https://www.samhsa.gov/mental-health/disaster-preparedness/disaster-types>
 - Samiei, A., & Sayafzadeh, A. (2016). Analysis of the worn-out tissues characteristics and providing of intervention pattern: Case study of Eslamshahr city, Tehran. *Current Urban Studies*, 4(03), 267. <https://doi.org/10.4236/cus.2016.43018>
 - Sawada, Y., & Takasaki, Y. (2017). Natural disaster, poverty, and development: An introduction. *World Development*, 94, 2-15. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.035>
 - Shahraki, A. A. (2021). Urban planning for physically disabled people's needs with case studies. *Spatial Information Research*, 29(2), 173-184. <https://doi.org/10.1007/s41324-020-00343-9>
 - Shahraki, A. A. (2022). Renovation programs in old and inefficient neighborhoods of cities with case studies. *City, Territory and Architecture*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40410-022-00174-1>

- Sharifi, A. (2019). Resilient urban forms: A review of literature on streets and street networks. *Building and Environment*, 147, 171-187. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.040>
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2018). Resilient urban form: A conceptual framework. In *Resilience-oriented urban planning* (pp. 167-179). Springer, Cham. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.040>
- Shi, P., Wang, J. A., Xu, W., Ye, T., Yang, S., Liu, L., & Wang, M. (2015). World atlas of natural disaster risk. In *World Atlas of Natural Disaster Risk* (pp. 309-323). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45430-5_17
- Swiss Seismological Service (SSS). (2016). Earthquakes on the shakemap, viewed 26 June 2019. <http://www.seismo.ethz.ch/en/earthquakes/alerting/shakemap/>.
- Tarhan, C., Aydin, C., & Tecim, V. (2016). How can disaster resilience be built using sustainable development? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 216, 452-459. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.059>
- Trinh, T.-A., Feeny, S., & Posso, A. (2021). The impact of natural disasters and climate change on agriculture: Findings from Vietnam. In T. Chaiechi (Ed.), *Economic Effects of Natural Disasters: Theoretical Foundations, Methods, and Tools* (1st ed., pp. 261-280). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817465-4.00017-0>.
- Twigg, J. (2015). Disaster Risk Reduction. Overseas Development Institute, Humanitarian Policy Group. https://www.preventionweb.net/files/8450_gprch14.pdf
- UNDRR. (2017). Terminology on disaster risk reduction. [Online]. Available: <https://www.undrr.org/terminology>.
- UN-HABITAT. (2022). World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. <https://unhabitat.org/wcr/>
- Votinov, M., & Liubchenko, M. (2020). The main directions of the humanization of industrial objects in urban environment. *Tehnički glasnik*, 14(1), 60-65. <https://doi.org/10.31803/tg-20190213110424>
- Weber, J., & Lichtenstein, B. (2015). Building back: Stratified recovery after an EF-4 tornado in Tuscaloosa, Alabama. *City & Community*, 14(2), 186-205. <https://doi.org/10.1111/cico.12105>
- Yamada, I., & Thill, J. C. (2007). Local indicators of network-constrained clusters in spatial point patterns. *Geographical Analysis*, 39(3), 268-292. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2007.00704.x>
- Zafarani, H., Hajimohammadi, B., & Jalalalhosseini, S. M. (2019). Earthquake hazard in the Tehran region based on the characteristic earthquake model. *Journal of Earthquake Engineering*, 23, 1485-1511. <https://doi.org/10.1080/13632469.2017.1387189>
- Zhang, Y., Weng, W. G., & Huang, Z. L. (2018). A scenario-based model for earthquake emergency management effectiveness evaluation. *Technological Forecasting and Social Change*, 128, 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.001>