

Measuring the resilience of access networks in urban areas against earthquakes (Case study: District 3 of Tehran city)

Esmaeil Nasiri Hendekhaleh ^{a*}, Parisa Hosseinzadeh ^b, Yosrien Mohammadpour ^c

^{a.} * Associate Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Art and Architecture, University of Guilan, Rasht, Iran.

^{b.} Master's student in Urban Planning, Department of Urban Planning, Faculty of Art and Architecture, University of Guilan, Rasht, Iran.

^{c.} Assistant Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Art, Tehran University of Art, Tehran, Iran.

<https://doi.org/10.22034/ispdrc.2024.2023729.1090>

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Urban areas,
Resilience,
Access network,
District 3 of Tehran.

Earthquake is one of the most important disasters that affects cities and urban settlements and causes irreparable damage to different parts of urban areas, especially access networks. The main goal of this research is to determine the components of physical resilience with an emphasis on the access network in District 3 of Tehran. It is a library and field research, so that the indicators were selected according to the field studies and the information obtained from the investigation of the state of the access network in the strategic development plans and its comprehensive plan. The weighting of the criteria and sub-criteria was done using the AHP method by filling out the questionnaire by 20 urban experts and comparing two pairs of each, and the importance of the parameters was determined according to the hierarchical analysis method with the EXPERT CHOICE E software. The results show that The resilience level of the access network is relatively low in the eastern half and southwestern half of the region. which requires attention and improvement of conditions in these areas.

Received:

26 February 2024

Received in revised form:

26 March 2024

Accepted:

17 April 2024

pp. 55-68

Corresponding author (Email: esmaeil.nasiri@guilan.ac.ir)

Extended Abstract

Earthquake is one of the most important disasters that affects cities and urban settlements and causes irreparable damage to different parts of urban areas, especially access networks. The main goal of this research is to determine the components of physical resilience with an emphasis on the access network in District 3 of Tehran. It is a library and field research, so that the indicators were selected according to the field studies and the information obtained from the investigation of the state of the access network in the strategic development plans and its comprehensive plan. The weighting of the criteria and sub-criteria was done using the AHP method by filling out the questionnaire by 20 urban experts and comparing two pairs of each, and the importance of the parameters was determined according to the hierarchical analysis method with the EXPERT CHOICE E software. The results show that The resilience level of the

access network is relatively low in the eastern half and southwestern half of the region, which requires attention and improvement of conditions in these areas.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content 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.



انجمن علمی پدافند غیر عامل ایران

مجله شهر ایمن

شابا الکترونیکی: 2676-556X

Journal Homepage: www.ispdrc.ir



مقاله پژوهشی

سنجش تاب آوری شبکه‌های دسترسی نواحی شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه سه شهر تهران)

اسماعیل نصیری هنده خاله* - دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

پریسا حسین زاده - دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

یسرین محمدپور - استادیار گروه شهرسازی، دانشکده هنر تهران، تهران، ایران.

<https://doi.org/10.22034/ispdrc.2024.2023729.1090>

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>واژگان کلیدی: مناطق شهری، تاب‌آوری، شبکه دسترسی، نواحی شهری، منطقه ۳ تهران</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۷</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۰۷</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۹</p> <p>صص. ۶۸-۵۵</p>	<p>زلزله یکی از مهم‌ترین بلایایی است که شهرها و سکونتگاه‌های شهری را تحت تاثیر قرار داده و خسارات جبران ناپذیری را به نقاط مختلف مناطق شهری به ویژه شبکه‌های دسترسی وارد می‌کند. هدف اصلی این پژوهش تعیین مولفه‌های تاب‌آوری فیزیکی با تاکید بر شبکه دسترسی در منطقه ۳ شهر تهران می‌باشد. روش پژوهش کتابخانه‌ای و میدانی است به طوری که شاخص‌ها با توجه به مطالعات میدانی و اطلاعات حاصل از بررسی وضعیت شبکه دسترسی منطقه در طرح‌های توسعه راهبردی و طرح جامع آن، انتخاب شدند. وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش <i>AHP</i> با تکمیل پرسشنامه به وسیله ۲۰ نفر از متخصصان شهری و مقایسه دو دویی هر کدام انجام پذیرفت و اهمیت پارامترها طبق روش تحلیل سلسله مراتبی با نرم‌افزار <i>EXPERT CHOICE E</i> تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهد که سطح تاب‌آوری شبکه دسترسی در نیمه شرقی و نیمه جنوب غربی منطقه نسبتاً پایین است که نیازمند توجه و بهبود شرایط در این مناطق است.</p>

* نویسنده مسئول

مقدمه

استراتژی‌های تاب‌آوری به عنوان ترکیبی از رویکردهای جذب، تطبیقی و تبدیلی در نظر گرفته می‌شود (Paszkowski & et al, 2024:1). تاب‌آوری توانایی آماده‌سازی و برنامه‌ریزی، جذب، بازیابی یا سازگاری موفقیت‌آمیزتر با رویدادهای نامطلوب واقعی یا بالقوه است. برنامه‌ریزی در زیرساخت‌های کاهش خطر و تاب‌آوری در بلایا یعنی اقدامات و ابتکارانی که توانایی زیرساخت را برای مقاومت و بازیابی سریع از همه مخاطرات و اختلالات را افزایش می‌دهد (Motlagh & et al, 2024:22). دفتر کاهش خطر بلایا (UNDRR) آسیب‌پذیری را اینگونه تعریف می‌کند: «شرایط تعیین‌شده توسط عوامل یا فرآیندهای فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی، که حساسیت جامعه را نسبت به تأثیر مخاطرات افزایش می‌دهد» (Jafari & et al, 2024:88).

شهرهای سراسر جهان به طور فزاینده‌ای در معرض خطرات بلایای طبیعی قرار دارند در نتیجه عوامل محیطی، اجتماعی-اقتصادی و سیاسی تغییرات و تأثیرات آنها با افزایش نرخ شهرنشینی تشدید می‌شود (De Fin et al, 2023: 2). مناطق شهری در برابر سوانح آسیب‌پذیرتر هستند. و شهرها به عنوان پیچیده‌ترین ساخته دست بشر، همواره با خطرهای زیادی مواجه‌اند (حکمت‌نیا و همکاران، ۱۴۰۰، ۱۷۳-۱۵۱). (Adger, 2000: 347-364) تاب‌آوری مفهومی است که به ظرفیت افراد یا جامعه در مقابله با تنش، فشار و غلبه بر سختی‌ها و انطباق با تغییرات به شیوه‌ای انعطاف‌پذیر اشاره دارد. (Bruneau et al, 2003: 733) در واقع، توانایی جوامع برای انطباق با تنش‌ها و آشفتگی‌هاست.

(Davis & Izadkhan, 2006) تاب‌آوری شهری به توانایی یک سیستم شهری و تمامی شبکه‌های اجتماعی- محیطی و اجتماعی- فنی آن در مقیاس زمانی و فضایی اشاره می‌کند. (Yung-Lung et al, 2007) سوانح طبیعی که جزئی از فرایند زندگی بشر به شمار می‌روند (Lorenz, 2010) و هر روز بر تعداد و تنوع آنها افزوده می‌شود، به عنوان چالشی اساسی در جهت میل به توسعه پایدار و تاب‌آوری جوامع انسانی مطرح شده است (Adger, 2000: 78-90) زلزله گاه می‌تواند خسارت‌های عظیمی در زندگی بشر به بار آورد، بعد از وقوع زلزله کارایی شبکه‌ی دسترسی به علت فرو ریختن ساختمان‌ها و احتمالاً بسته شدن مسیرها به شدت کاهش می‌یابد (شیعه و همکاران، ۱۳۸۹) این در حالی است که بعد از وقوع یک فاجعه با وضعیت اضطراری، شبکه دسترسی نقش حیاتی در نجات انسان‌ها و شدت بخشیدن به عملیات بازسازی و بازگشت حالت عادی به شهر را بر عهده دارد. با توجه به اهمیت حفظ عملکرد شبکه‌های دسترسی در چنین شرایطی در یک سطح مطلوب باید یک مدل

ارزیابی عملکرد شبکه‌های دسترسی در شرایط وقوع زلزله ارائه شود (Liu & et al, 2003: 526-539). چرا که، مسئله حائز اهمیت این است که برنامه‌ریزی برای پیش‌گیری و کاهش خسارات و تلفات ناشی از زلزله بدون ارزیابی آسیب‌پذیری برای مناطق امری بی‌فایده است (نصیری و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۶۹-۱۴۹). هدف این پژوهش بررسی تاب‌آوری شبکه‌های دسترسی در برابر زلزله است. منطقه ۳ شهر تهران جز مناطقی می‌باشد که تمایل به تفکیک قطعات و افزایش ساخت و ساز، افزایش تراکم ساختمانی و جمعیتی در آن رو به افزایش است. علاوه بر این با افزایش ایجاد کاربری‌ها با طول عمر بالا، قرارگیری ایستگاه‌های آتش‌نشانی در مسیر بزرگراه‌ها، نزدیکی به گسل‌های مؤثر در آسیب‌پذیری شهر تهران و دارا بودن درصد بالایی از شبکه خطوط دسترسی همسطح و غیر همسطح، از تاب‌آوری پایینی در برابر زلزله برخوردار است.

مبانی نظری

ادبیات تاب‌آوری شهری به طور کلی دو مکتب فکری تاب‌آوری را شناسایی می‌کند: مهندسی و تاب‌آوری اجتماعی-اکولوژیکی، که به طور استعاری به عنوان «بازگشت به عقب» یا «جهش به جلو» در نظر گرفته می‌شود. انعطاف‌پذیری مهندسی به تداوم و توانایی یک سیستم برای جذب تغییر و اختلال و حفظ پویایی سیستم فعلی اشاره دارد. این دیدگاه انعطاف‌پذیری عملکرد سیستم، کارایی، استحکام و مقاومت و حفظ وضعیت موجود شهرها و زیرساخت‌ها و خدمات شهری را شامل می‌شود (Lie & et al, 2023: 88). دیدگاه "بازگشت به عقب" نیز در مطالعات توسعه "تاب‌آوری عملکردی" نامیده می‌شود. این مفهوم تاب‌آوری ممکن است برای عناصر زیرساختی فیزیکی شهرها مناسب باشد که نیاز به پایداری دارند. ادبیات موجود نشان‌دهنده ارتباط اساسی بین تجزیه و تحلیل تاب‌آوری شهری و ارزیابی تهدیدها و خطرات ناشی از بلایای طبیعی مانند زلزله است (Fallahi & et al 2024: 3). بنابراین پرداختن به علل ریشه مخاطرات در به کارگیری راهبردهای برنامه‌ریزی ضروری است (Kontokosta & Awais 2018: 1). در این چارچوب، اهداف توسعه پایدار، تصویب شده توسط سازمان ملل متحد در سال ۲۰۱۵ به طور خاص «ساخت شهرها و سکونتگاه‌های انسانی فراگیر، ایمن، تاب آور و پایدار» را به عنوان یک کلید برای هدف گذاری تعیین کرده است (Casali & et al, 2022: 23) مفهوم تاب‌آوری شهری در برابر زلزله و سازگاری و کاهش خطر بلایا به یک نگرانی اصلی تبدیل شده است. جامعه علمی، که بر روی این موضوع متمرکز شده است روش‌ها و استراتژی‌های خاصی را برای کاهش آسیب‌پذیری برای فضاهای شهری، ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها ارائه کرده است (Deprimento & et al, 2023: 16).

به طوری که استراتژی‌های پیشگیری متناظر را برای کاهش بلایا و ارتقای تاب‌آوری ارائه می‌دهد (Feili & et al, 2023: 118) کلیدی برای برنامه‌ریزی تاب‌آوری شهری این است که ایده‌های تاب‌آوری شهری، فرصت‌ها را برای مشارکت چندجانبه، همکاری و تحول شهری فراهم می‌آورد. (Babington et al, 2024:1) به همین دلیل اندیشمندان و برنامه‌ریزان شهری تلاش می‌کنند با مبنا قرار دادن رویکردهای تاب‌آوری، بتوانند گام‌های موثری برای کاهش خطرات بلایای طبیعی بردارند. (Mannucci & et al, 2023: 19) تاب‌آوری شهری یک مفهوم محوری است که شهرها را در برابر رویدادهای غیر منتظره آماده می‌سازد (Büyükközkkan, 2022: 56). مقاومت در برابر چالش‌های پیش رو در شهرها اغلب نیازمند یافتن راه‌حلی برای تهدیدهایی است که به صورت روزانه با آنها مواجه است. (Boyon & Bush, 2019) این امر به ویژه به دلیل تغییر از برنامه‌ریزی بر اساس پیشرفت علمی به برنامه‌ریزی برای رویکرد تاب‌آوری است. (Coaffee & et al, 2019) تاب‌آوری شهری به معنای توانایی سیستم‌های شهری برای پایدار ماندن در هنگام مواجهه با اختلالات، و همچنین سازگاری با تغییرات است (Thornton & Nop, 2019). در سال‌های اخیر این مفهوم وارد ادبیات مدیریت بحران شده است (Cadarsa et al, 2013: 15) واژه تاب‌آوری از واژه لاتین "Resilio" به معنای به طور ناگهانی عقب نشینی کردن "to jump back" استخراج شده است (Carpenter et al, 2001: 765) اگرچه درباره ریشه این کلمه هنوز اختلاف نظر وجود دارد (Batabyal, 1998: 373-378) این واژه ابتدا توسط هالوئینگ به نام تاب‌آوری و پایداری (McEntire, 2014) سامانه‌های اکولوژیکی در سال ۱۹۷۳ رواج پیدا کرد (Berke & Campanella, 2006: 192-207). می‌توان گفت که نخستین بار به صورت عملی، توسط تیم مرمن وارد حوزه مخاطرات شد (زیاری و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۷-۱۱۲). به نقل از تعریفی که وی ارائه کرده است، به صورت فوق می‌باشد: تاب‌آوری بعدی از سیستم و یا بخشی از ظرفیت جامعه در راستای جذب و بازتوانی پس از سانحه است (Solecki et al, 2011: 135-141) و برخی دیگر آن را هم ردیف سایر اصطلاحات مدیریت بحران نظیر کاهش آسیب‌پذیری تعریف می‌نمایند (Klein et al, 2003: 35-45) منظر شهری یک شهر و سیستم حمل و نقل آن به طور طبیعی در طول زمان بر اساس تصمیمات ساکنان شهر برای جایی که در آن زندگی و کار می‌کنند و تصمیم‌گیری‌هایشان برای توسعه شهری و سرمایه‌گذاری‌های حمل و نقل، تکامل یافته است (Walker et al, 2002). به این ترتیب سیستم حمل و نقل و کاربری زمین ارتباط تنگاتنگی با هم دارند (UNISDR, 2005). تاب‌آوری یک مفهوم دائماً در حال تغییر است

(Nasirinhendekhaleh, et al, 2023: 619636). تاب‌آوری شهری را می‌توان به عنوان "توانایی یک شهر در برابر تغییرات قبل از سازماندهی مجدد در اطراف مجموعه جدیدی از ساختارها و فرآیندها دانست (UNISDR 2005) که تاب‌آوری شهر، نه تنها یک سیستم بازگشت به حالت قبلی و یا تعادل بلکه امکان انطباق با تغییرات و زنده ماندن بیشتر شهر را در آینده تضمین می‌کند (Folk & et al, 2006: 437-440). زمانی یک شهر به طور کامل تاب‌آور محسوب خواهد شد که تمامی شاخص‌ها، مؤلفه‌ها و ابعاد تاب‌آوری در آن شهر در وضعیت بهتر و در حالت رشد و ارتقا قرار گیرند و چه بسا که ارتقای ناموزون ابعاد مختلف در مسیر تاب‌آوری شهری خیلی به تاب‌آور شدن کلیت یک شهر و مردمان آن منجر نخواهد شد (حیدری سورسجانی و همکاران، ۱۳۹۶) با توجه به حوادث رخ داده در زمینه تاب‌آوری و دیدگاه‌های مختلفی که محققان در این زمینه دارند، بنابراین برای تاب‌آوری ابعاد مختلفی را بیان کرده‌اند، اما در حالت کلی می‌توان بیان کرد که تاب‌آوری دارای چهار بعد: اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی می‌باشد (بختیاری و همکاران ۱۳۹۳) مهم‌ترین شکل محیطی به طور حتم بلایای طبیعی و در راس آن زلزله است. شهر شامل ساختار چند لایه شامل توزیع فعالیت‌های انسانی، امکانات و زیرساخت‌هاست. این امر باعث ایجاد تضاد در شهر می‌شود. حل این تضاد به عهده شبکه دسترسی است. مردم ممکن است از یک بخش فاقد امکانات در شهر به یک بخش دارای تسهیلات و امکانات زندگی حرکت کنند. ولی در مواقع بروز بحران‌های طبیعی به خصوص زلزله، شبکه دسترسی به چند تکه تقسیم می‌شود. (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۵۳-۱۷۴) اهمیت کارایی شبکه معابر به ویژه پس از زلزله کوبه در ژاپن در سال ۱۹۹۵ و حملات تروریستی به مراکز تجارت جهانی در نیویورک در سال ۲۰۰۱ مشخص شد. مطالعات نشان داد ارتباط مطلوب فیزیکی و فضایی مناطق آسیب دیده با دسترسی‌ها و فضاهای شهری می‌توانست در تخلیه سریع مناطق حادثه دیده و انتقال مردم به نقاط امن تاثیرگذار باشد به طور کلی میزان آسیب‌پذیری شبکه‌های دسترسی به ساختار فضایی آنها مرتبط است و اثر مستقیمی بر سایر زیرساخت‌ها می‌گذارد (Husdal, 2006: 1-9) آسیب‌پذیری ساختار به خود شبکه دسترسی و عوامل مرتبط با آن مانند تیپولوژی و شکل هندسی آن مربوط است (Miriam, Holly. Shulmuan, Lea, 2008).

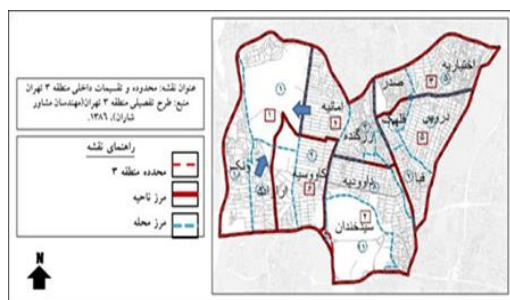
پیشینه تحقیق

نتایج پژوهش لونگ بین و همکاران (۲۰۲۴) در زمینه تاب‌آوری منطقه‌ای بر اساس روش مخاطرات شبکه شهری نشان داد که شبکه شهری در چین تحت تاثیر مخاطرات محیطی قرار دارند و ظرفیت هر شهر با توجه به شاخص‌های همچون کیفیت، مقاومت و استحکام و نیز زمان بازیابی با همدیگر متفاوت هستند.

در مورد خیابان آزادی کرج اذعان می‌دارد، تاب‌آوری شهروندان در برابر جرم و جنایت بیشترین امتیاز و مدیریت کارآمد حمل و نقل و ایمنی عابران پیاده و دوچرخه سواران کم‌ترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند کازمینی‌نیا و غنی‌زاده در سال (۱۳۹۷)، در پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه حمل و نقل با تاکید بر معیارهای مقاومت زمین"، بر اساس معیارهای مقاومت زمین و با استفاده از روش سیستم اطلاعات مکانی به تحلیل سلسله مراتبی پهنه‌های حادثه‌خیز در مناطق یک و سه شهر کرمان، پرداخته است، تا با این روش به بررسی طراحی هندسی حمل و نقل شهری منطقه پرداخته و در نهایت مناسب‌ترین مسیر را با توجه به آسیب‌پذیری هر مسیر در هنگام و بعد از بحران به جهت نجات و تخلیه مصدومین، مشخص نماید. قنبری و همکاران در سال (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با عنوان "ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شبکه معابر شهری در برابر زمین لرزه (نمونه موردی: شبکه باغمیشه تبریز)"، با تلفیق مدل فازی-تاپسیس و توابع همپوشانی نرم‌افزار *ARC GIS* نقشه نهایی که نشان می‌دهد که از کل مساحت خیابان‌ها، ۶ درصد از آسیب‌پذیری بسیار بالا، ۲۲ درصد آسیب‌پذیری بالا، ۳۴ درصد از میزان آسیب‌پذیری متوسط، ۲۸ درصد از آسیب‌پذیری کم و ۱۰ درصد از آسیب‌پذیری بسیار کمی برخوردارند. زلزله نیسکولای در ۲۸ فوریه در شهر سیتل (*Seattle*) اتفاق افتاد. این زلزله ۶/۸ ریشتر بوده و تقریباً ۴۵ ثانیه طول کشید. خسارت انسانی ناشی از این زلزله کم بوده چون هیچ کشته‌ای نداشته و ۴۰۰ نفر زخمی شدند. خسارت این زلزله بسته به خاک نواحی در شهر متغیر بوده است. در حالت کلی بیشتر پل‌ها آسیب جزئی دیدند؛ علت آن بوده است که در شهر قبلاً برنامه مقاوم‌سازی پل‌ها اجرا شده بود و این باعث کاهش خسارت‌های ناشی از این زلزله شد (*Wilkinson & Beilin, 2015:9-2*).

محدوده مورد مطالعه

منطقه ۳ در شمال شرقی تهران قرار دارد و از جنوب به اتوبان همت و بزرگراه رسالت از غرب به اتوبان چمران از شرق به پاسداران و از شمال به بزرگراه مدرس و صدر منتهی می‌شود. مساحت این منطقه از تهران ۳۲ کیلومتر مربع می‌باشد و دارای ۱۲ محله است.



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

مطالعات بیکرو و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که راه حل‌های مبنی بر مسایل طبیعی و کالبدی سهم قابل توجهی در تاب‌آوری شهری دارد. پژوهش زنگ و همکاران (۲۰۲۲) در زمینه مفاهیم تاب‌آوری نیز نشان داد که ایعاد تاب‌آوری با تغییرات محیطی و کالبدی ارتباط نزدیکی دارند.

ویلکینسون (۲۰۱۵)، به منظور بررسی حکم روانی برای تاب‌آوری شهری با هدف جریان انداختن قطع ارتباط میان وقایع زیست‌محیطی و اجتماعی و با روش توصیفی تحلیلی در استرالیا پرداخته است. ناگایی و همکارانش در سال (۲۰۱۲)، در تحقیقی "راهبرد تقویت ضد لرزه‌ای برای شبکه جاده‌ای شهری" با ارائه روشی محاسباتی و منطق فازی تلاش نموده است تا با افزایش دقت نتایج بدست آمده برای تعیین میزان آسیب‌پذیری شبکه حمل و نقل بررسی کنند تا با استفاده از امکانات شبکه معابر شهری از آسیب‌پذیری شبکه حمل و نقل شهری در ژاپن جلوگیری نماید. لامبورت و همکارانش در سال (۲۰۱۳) در تحقیقی با عنوان "درک و مدیریت بلایای طبیعی در شبکه حمل و نقل" با تخمین تعداد سفرهایی که بعد از وقوع حادثه، به تخلیه منطقه منجر می‌شود، در این زمینه به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی، سه سناریو ارائه می‌دهد که تا با بررسی آنها، به تقاضای افزایش عملکرد سیستم حمل و نقل برای مدیریت اضطراری اشاره می‌نماید.

مطالعات محمدی و همکاران (۱۴۰۳) در ارتباط با تحلیل فضایی تاب‌آوری مناطق شهری تاب‌آوری مناطق شهری در برابر زلزله شهر کرمانشاه نشان داد که تحلیل فضایی تاب‌آوری در شهر کرمانشاه در حد متوسط و در بین مناطق تفاوت وجود دارد. نتایج مطالعات رهنما و همکار (۱۴۰۲) در شهرهای استان مازندران که با استفاده از شاخصهای زیرساختی، کالبدی و اجتماعی انجام شده است نشان داد که شهرها جایگاه متفاوتی در ابعاد تاب‌آوری دارند و تنها شهر نوشهر با دارا بودن بالاترین میانگین بیشترین تاب‌آوری کالبدی را در برابر مخاطرات محیطی داراست. پژوهش‌های قاسمی و همکاران (۱۴۰۱) در ارتباط با مؤلفه‌های تاب‌آوری شهری با تأکید بر سوانح طبیعی (سیل) در شهر تبریز با استفاده از شاخص‌های محیطی و جغرافیایی انجام شده است نشان داد که پیشرفت در تاب‌آوری در شهر تبریز زمانی حاصل می‌شود که تمام چهار مرحله فرایند سوانح در برنامه‌ریزی مدیریت سوانح در نظر گرفته شوند.

حکمت‌نیا و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای با عنوان "بررسی و سنجش تاب‌آوری شبکه ارتباطی شهر کرج (مطالعه موردی: خیابان‌های شهید بهشتی و آزادی)" تعدادی از معابر شهر به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای انتخاب و در ادامه، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی برای تحلیل وضعیت معابر و نرم‌افزار *Expert Choice* برای تجزیه و تحلیل استفاده نموده و

روش پژوهش

این پژوهش از حیث هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی-تحلیلی به شمار می‌رود. جمع‌آوری داده‌های نظری به صورت اسنادی-کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی به روش پیمایشی با ابزار پرسشنامه (نخبگان دارای تجربه و پژوهش در این زمینه) و مشاهده انجام گرفته است. علاوه بر این این معیارها با توجه به مطالعات میدانی و اطلاعات حاصل از بررسی وضعیت شبکه دسترسی منطقه در طرح‌های توسعه راهبردی و طرح جامع آن، انتخاب شدند. وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش AHP با تکمیل پرسشنامه به وسیله ۲۰ نفر از متخصصان شهری و مقایسه دو دویی هر کدام انجام پذیرفت و اهمیت پارامترها طبق روش تحلیل سلسله مراتبی با نرم‌افزار EXPERT CHOICE تعیین گردید و ملاک سنجش میزان تاب‌آوری شبکه دسترسی در سطح نواحی شهری قرار گرفت. نوآوری پژوهش در این است که محلات مورد مطالعه براساس معیارهای کالبدی و

معیار مقاومت در برابر زلزله و نیز بر اساس اثرگذاری بر روی تاب‌آوری شبکه دسترسی، مورد تحلیل قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

وزن‌دهی شاخص‌های موثر

بعد از بررسی منابع متعدد و طرح‌های وضع موجود به منظور بررسی و تحلیل بهتر شاخص‌های زیر تدوین شده است: دسترسی (Adger, 2000)، ترافیک حمل و نقل (Alexander, 2017)، وضعیت کالبدی (کیفیت-ابنیه) (Bruneau & et al, 2003)، مدیریت بحران (Davis & et al, 2006)، مقاومت (Folk & et al, 2006)، زلزله (Judith & et al, 2015)، بعد از تعیین معیارها و زیرمعیارها به کمک پرسشنامه‌هایی که نخبگان به آنها امتیاز دادند و به کمک نرم‌افزار Expert Choice به مقایسه دو دویی و امتیازدهی و رتبه‌بندی آنها پرداخته شده؛ که در تصویر زیر امتیازدهی معیارها در شکل زیر نشان شده است.



شکل ۲. وزن‌دهی معیارهای تاب‌آوری کالبدی در منطقه ۳

شبکه دسترسی منطقه سه استخراج شود. تا از همپوشانی لایه‌های نقشه‌های مربوطه، نقاط با درجات تاب‌آوری مختلف مشخص شود که در جدول شماره ۱ به آنها اشاره شده است.

علاوه بر این بعد از بررسی و تحلیل معیارهای مطرح شده لازم است به کمک نرم‌افزار GIS نقشه‌های مرتبط با هر معیار تولید و اطلاعات لازم برای برنامه‌ریزی در زمینه ارتقا تاب‌آوری کالبدی

جدول ۱. وزن معیارها و زیرمعیارها

وزن زیرمعیار	زیرمعیار	وزن معیار	معیار
۰/۴۲۶	عرض معبر	۰/۲۷۳	دسترسی
۰/۲۴۰	دسترسی به شبکه معابر اصلی		
۰/۱۹۵	دسترسی به مراکز آتش نشانی		
۰/۱۳۹	دسترسی به مراکز امداد و نجات	۰/۲۰۶	ترافیک
۰/۳۰۳	معیار دارای پل		
۰/۲۵۰	عرض معبر		
۰/۲۰۹	همجواری کاربری‌ها		
۰/۱۶۶	گره‌ها و تقاطع‌ها		
۰/۰۷۳	تراکم جمعیتی		
۰/۳۳۴	جنس مصالح	۰/۱۹۲	کالبدی (کیفیت ابنیه)
۰/۲۱۵	تعداد طبقات		
۰/۱۷۴	قدمت ساختمان		
۰/۱۷۱	تراکم ساختمانی		
۰/۱۰۵	کیفیت ساختمان	۰/۱۲۷	مدیریت بحران
۰/۶۶۷	دسترسی به فضای باز		

سنجش تاب‌آوری شبکه‌های دسترسی نواحی شهری در برابر زلزله

۰/۳۳۳	دسترسی به مراکز مدیریت بحران		
۰/۶۶۷	درجه محصورى	۰/۱۰۸	مقاومت
۰/۳۳۳	مقاومت تأسیسات زیرساختی		
۰/۴۹۳	مسدود شدن معابر	۰/۰۵۴	زلزله
۰/۳۱۱	فاصله از گسل		
۰/۱۹۶	شیب		

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

محدوده صورت می‌گیرد. همچنین، قطعه‌بندی اراضی مسکونی این منطقه درشت‌دانه محسوب می‌شود. که ۳۹/۲ درصد اراضی را به خود اختصاص داده‌اند. سطح هر یک از انواع معابر منطقه در مقایسه با سطح کل معابر به شرح زیر می‌باشد که در جدول شماره ۲ ذکر شده است.

بعد از کاربری‌های فرامنطقه‌ای موجود در این منطقه موضوعی که جلب توجه می‌کند این است که در این منطقه ۲۳/۲ درصد از اراضی به شبکه راه‌ها اختصاص یافته است که نقش بسزایی در ایجاد ارتباط با سایر مناطق را ایفا می‌کند. همچنین سهم حمل و نقل این منطقه به نسبت سایر مناطق شهر تهران بیشتر است. چرا که بخش قابل توجهی از فعالیت‌های فرامنطقه‌ای در این

جدول ۲. وضعیت معابر وضع موجود

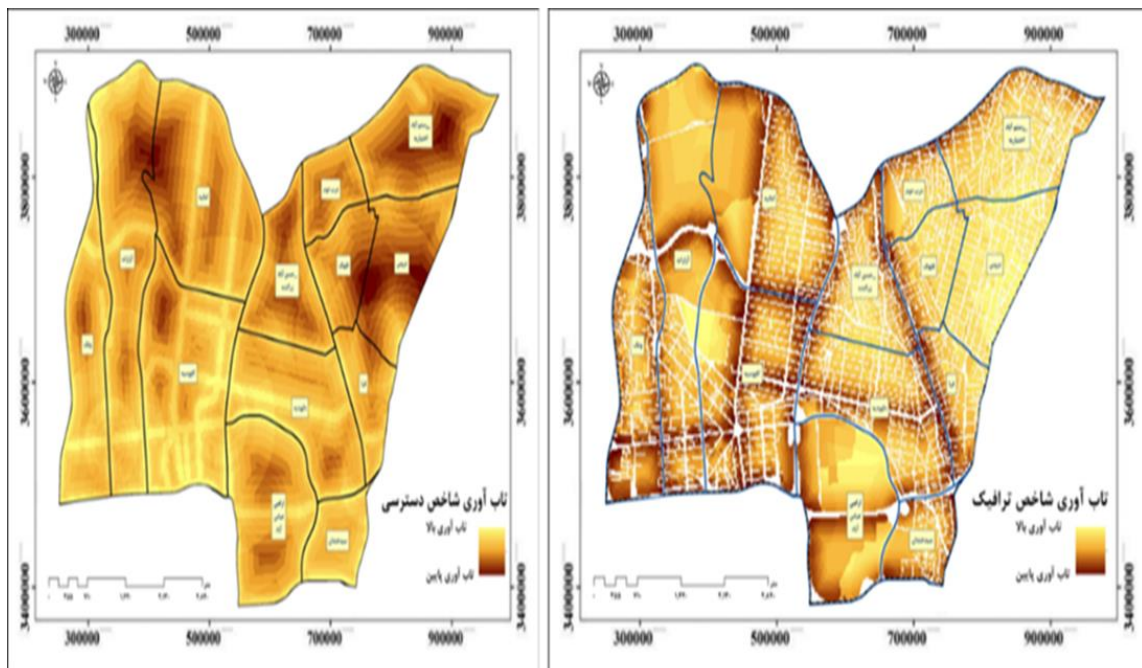
معیار	سهم معبر از سهم کل معابر (درصد)
بزرگراه‌ها با عملکرد فرامنطقه‌ای	۱۶/۲
معابر رده شریانی	۱۶
شبکه معابر محلی و دسترسی‌ها	۶۷/۸

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

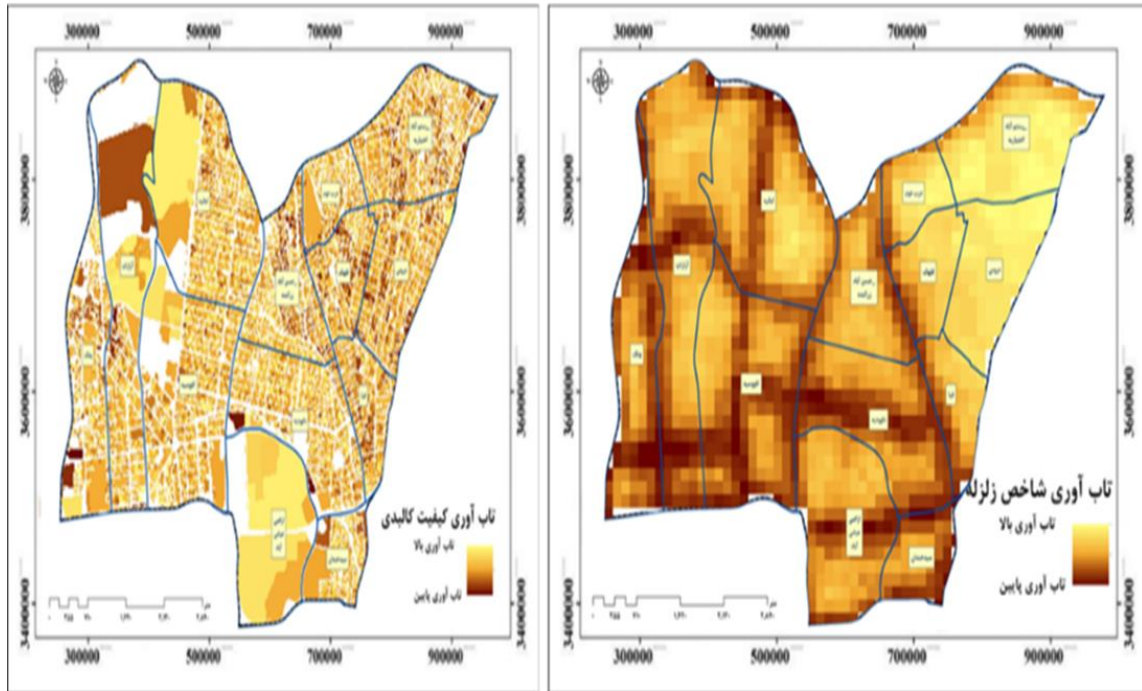
وزن دهی نقشه‌ها در محیط نرم‌افزار GIS

با استفاده از رتبه‌بندی معیارها و زیرمعیارها به کمک روش *AHP* و با کمک نرم‌افزار *GIS* نقشه‌های زیر تولید شد.

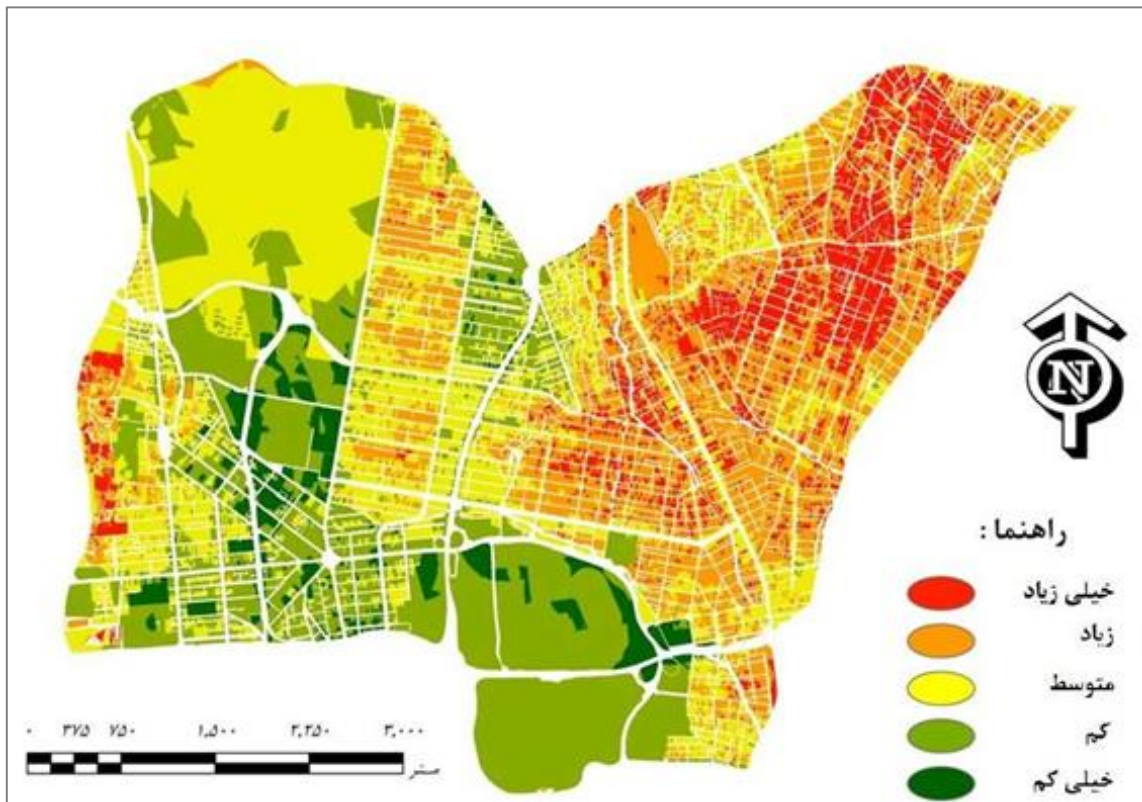
با توجه به موارد ذکر شده و معیارهای تاب‌آوری کلیدی، به تحلیل آنها در سطح منطقه پرداخته شده است و در انتهای هر معیار نقشه نهایی تاب‌آوری آن قرار داده شده تا نقاط تاب‌آور در زمینه هر معیار بررسی گردد.



شکل ۳. تاب‌آوری شاخص‌های مورد بررسی (شاخص ترافیک و دسترسی)



شکل ۴. تاب آوری شاخص‌های مورد بررسی (شاخص زلزله و کیفیت کالبدی)



شکل ۵. تاب آوری نهایی

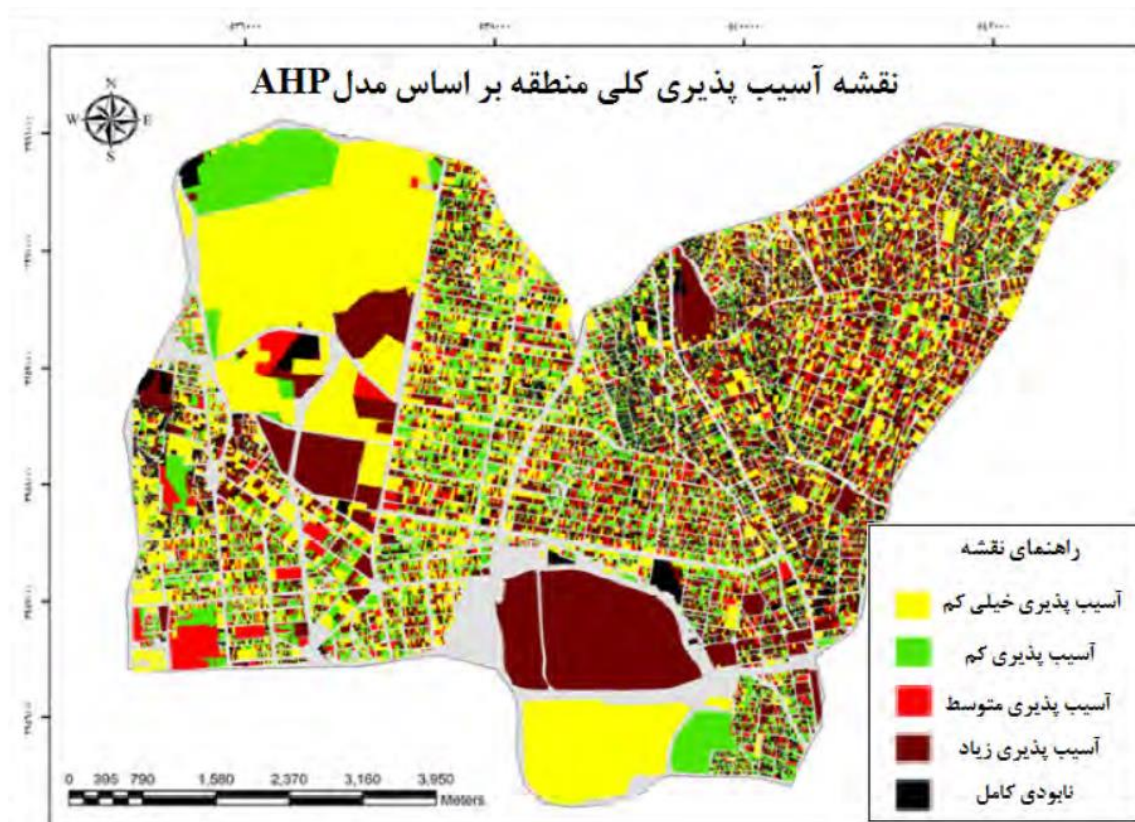
از جمله شاخص‌هایی است که بیشترین تاثیر را در تاب آوری دارد. بنابراین با افزایش شدت، میزان آسیب پذیری در محدوده مدنظر افزایش می‌یابد و دامنه آسیب‌پذیری بالا می‌رود. بیشترین تعداد این ساختمان‌ها در نواحی قسمت شرقی محله زرگنده، محله اختیاریه و محله احتشامیه قرار دارند. بیشترین

محدوده مورد مطالعه جزو مناطق مرتفع و کوهستانی شهر تهران است و به دلیل وجود خاک سست در منطقه، میزان زمین لغزش نیز در منطقه بسیار بالا است. و از طرفی احتمال وقوع زلزله ناشی از گسل جنوب تهران نیز در منطقه وجود دارد. مقایسه شاخص‌ها حاکی از آن است که مصالح ساختمانی در محدوده مورد مطالعه

سنجش تاب‌آوری شبکه‌های دسترسی نواحی شهری در برابر زلزله

بالغ بر ۶۰ درصد از ساختمان‌های شهری در گروه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار دارند، و ۳۰ درصد در گروه آسیب‌پذیری متوسط قرار دارند. ۱۰ درصد نیز در معرض آسیب‌پذیری کم قرار دارند. و ۱۰ درصد در معرض آسیب‌پذیری خیلی کم قرار دارد.

آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در قسمت محله زرگنده است، این محله دارای بافتی است که برخی از مصالح آن از خشت و گل یا آجر و سیمان تشکیل شده است. نتایج نظرات کارشناسان بیانگر آن است که از مساحت ۲۲۹۶ هکتار در محدوده مورد مطالعه



شکل ۶. نقشه آسیب‌پذیری کلی

آنچه بعد از بررسی میزان تاب‌آوری کالبدی در سطح محلات منطقه (با تاکید بر شبکه دسترسی) با در نظر گرفتن اطلاعات استخراج شده از اسناد وضع موجود و همچنین داده‌های آماری لایه‌های GIS و همچنین با کمک جدول امتیازدهی به زیرمعیارها که توسط نخبگان تکمیل شده، در ذیل بیان گردیده میزان تاب‌آوری منطقه می‌باشد. بر همین اساس نتایج بدست آمده وزن‌دهی و بررسی معیارها به شرح زیر است:

نتیجه با همپوشانی لایه‌های زیرمعیارهای هر معیار، نقشه نهایی GIS هر معیار تولید شده و میزان تاب‌آوری منطقه در آن معیار مشخص گردیده است. با این روش می‌توان معیارهای موثر بر کاهش تاب‌آوری شبکه دسترسی در سطح منطقه را مشخص کرد، همچنین می‌توان معیارها و زیرمعیارهایی که لازم است در سطح منطقه تقویت شوند، تا از کاهش تاب‌آوری کالبدی (با تاکید بر شبکه دسترسی) جلوگیری گردد را نیز، شناسایی کرد.

جدول ۳. امتیازدهی به زیرمعیارها

بخش‌های جنوبی محلات کاووسیه، آرات و ونک	خیلی زیاد	معیار دسترسی
بخش‌های مرکزی ونک و شمال غرب کاووسیه، بخش‌های مرکزی نیمه‌های شرقی و غربی اراضی عباس آباد معابر قسمت‌های مرکزی محلات رستم آباد-اختیاریه، دروس، شرق قلهک، غرب و جنوب غربی امانیه، بخش‌های شرقی آرات	پایین خیلی پایین	
اراضی عباس آباد، نیمه مرکزی آرات، نیمه غربی امانیه، نیمه شمالی کاووسیه و آرات	خیلی زیاد	معیار کالبدی (کیفیت ابنیه)
نیمه مرکزی منطقه و بخش‌هایی از جنوب آن	زیاد	
نیمه شرقی و مرکزی منطقه	متوسط	پایین
بخش مرکزی قلهک، حسن آباد-زرگنده، نیمه شمالی ونک، غرب آرات و دروس، قسمت اعظمی از رستم آباد-اختیاریه و قبا	پایین	

بخشی از جنوب غربی ونک و داوودیه، نیمه مرکزی آرات، شمال غربی و شرقی سید خندان	خیلی پایین		
نیمه غربی، مرکزی و جنوبی منطقه	خیلی زیاد	معیار	
نیمه شرقی منطقه	متوسط	مدیریت	
جنوب غربی منطقه (ونک)، شرق منطقه (جنوب محله دروس و شمال و محله قبا)، شمال محلات رستم آباد و درب دوم	خیلی پایین	بحران	
بخشی از نیمه جنوبی منطقه (اراضی عباس آباد) و نیمه شمال غربی منطقه	خیلی زیاد		
نیمه جنوب غربی منطقه	زیاد	معیار	
نیمه مرکزی منطقه	متوسط	مقاومت	
نیمه مرکزی منطقه	خیلی پایین		
دروس، نیمه جنوبی رستم آباد -اختیاریه، نیمه شرقی درب دوم، قلعهک و قبا	زیاد		
شمال و جنوب شرقی آرات، نیمه شرقی و غربی امانیه و عباس آباد، نیمه جنوبی حسن آباد-زرگنده	پایین		
نیمه جنوبی محلات ونک، آرات و کاووسیه، نیمه‌های مرکزی و جنوب شرقی داوودیه، نیمه شرقی ونک و نیمه غربی و مرکزی آرات، نیمه شرقی محلات داوودیه و حسن آباد-زرگنده، نیم شرقی محلات قبا، قلعهک و درب دوم، سیدخندان	خیلی پایین	معیار زلزله	

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر مولفه‌هایی همچون کیفیت ابنیه، قسمت از پژوهش با یافته‌های لونگ بین و همکاران (۲۰۲۴) دسترسی، مقاومت، مدیریت بحران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که کیفیت ابنیه در محدوده مورد مطالعه از جنبه تاب‌آوری با همدیگر متفاوت است. این مطالعات محمدی و همکاران (۱۴۰۳) همسویی دارد. شبکه دسترسی نیز از عوامل موثر بر میزان تاب‌آوری در محدوده مورد مطالعه است، به طوری که بخش‌های جنوبی محلات کاووسیه، آرات و ونک دارای دسترسی خیلی زیاد در هنگام بروز زلزله هستند و این موضوع بر میزان تاب‌آوری محلات مذکور تاثیر دارد.

نتایج بررسی معیار مدیریت بحران و تاثیر آن بر تاب‌آوری نیز نشان می‌دهد که: جنوب غربی منطقه (ونک)، شرق منطقه (جنوب محله دروس و شمال و محله قبا)، شمال محلات رستم آباد در گروه تاب‌آوری پایین قرار دارد.

نتایج نشان داد که توجه به مسائل جغرافیایی و محیطی نقش بسزایی در میزان افزایش تاب‌آوری در محدوده مورد مطالعه دارد این قسمت با پژوهش‌های قاسمی و همکاران (۱۴۰۱) همسویی دارد. بعد از بررسی نتایج حاصله و همپوشانی لایه‌های هر یک از معیارها، لایه نهایی تاب‌آوری کالبدی (با تاکید بر شبکه دسترسی) منطقه ۳ شهر تهران به شرح زیر می‌باشد:

- تاب‌آوری پایین: بخش‌های مرکزی و جنوبی دروس، ونک، حسن آباد، زرگنده، بخش مرکزی رستم آباد،

- اختیاریه، جنوب غربی داوودیه، جنوب شرقی قلعهک
- تاب‌آوری نسبتاً متوسط: نیمه شرقی امانیه، سیدخندان، نیمه شمالی دروس و کاووسیه و رستم آباد، اختیاریه، داوودیه، قبا
- تاب‌آوری بالا: اراضی عباس آباد، نیمه شرقی کاووسیه، نیمه مرکزی و جنوبی، نیمه شمال غربی آرات

پیشنهادات

- افزایش پایگاه مدیریت بحران و ایستگاه‌های آتش نشانی در نیمه شرقی منطقه
- اعمال ضوابط و مقررات در جهت تفکیک قطعات درشت‌دانه
- افزایش نظارت بر مقاوم‌سازی و ترمیم سازه‌های غیر همسطح در سطح منطقه
- کنترل افزایش ساخت و ساز و جلوگیری از تفکیک قطعات
- نظارت و کنترل شهرداری‌ها بر روی مقاوم‌سازی ساخت و سازهای جدید در سطح منطقه
- تقویت و بازسازی و نوسازی در بافت‌های فرسوده و مساله‌دار در سطح محلات (حسن آباد-زرگنده، قلعهک، ده ونک، رستم آباد-اختیاریه، قبا)
- بررسی معابر مسدود در محلات (سیدخندان، قبا، قلعهک و سیدخندان) و در صورت امکان انتقال آنها به شبکه سلسله مراتبی

References

- [1] Adger, N. (2000). Social and Ecological Resilience are They Related?, *Progress in human geography*. 24(3), pp. 347-364.

- [2] Adger, W. N. (2007). Ecological and social resilience. In G. Atkinson, S. Dietz, & E. Neumayer (Eds.), *Handbook of Sustainable Development* (pp. 78-90). Edward Elgar.
- [3] AKUT(2008), [ilerisim](#), (accessed 20 may 2008).
- [4] Alexander, A. Ganin, Maksim Kitsak, Dayton Marchese, Jeffrey M. Keisler, Thomas Seager, Igor Linkov. (2017). [Resilience and efficiency in transportation networks, SCIENCE ADVANCES RESEARCH ARTICLE. strategies in 20 North American city governments.](#) *Urban Studies*, 58(6), 1262-1285.
- [5] Babington, George, Amegavi, Melissa Nursey-Bray, Jungho Suh. (2024). [Exploring the realities of urban resilience: Practitioners' perspectives](#), *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 103 (2024) 104313: pp.1-12.
- [6] Bakhtiari. Saeed, Rahmdel. Laden. (2013). City plans and programs. *Azarakhsh*, Tehran. [In Persian]
- [7] Batabyal, A. A. (1998). [On some aspect of ecological resilience and the conservation of species](#), *Journal of Environmental Management*, 52(4), 373- 378.
- [8] Begiro, M., Meerow, S., & Miller, T. R. (2021). Governing urban resilience: Organisational structures and coordination
- [9] Berke, P. R. and T. J. Campanella. (2006). [Planning for past disaster resiliency](#), *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 604(1): 192-207.
- [10] Bruneau, M. S. Chang, R. Eguchi, G. Lee, T. O'Rourke, A. Reinhorn, M. Shinozuka, K. Tierney, W. Wallace and D. von Winterfeldt (2003). [A Framework to Quantitatively Assess and Enhance Seismic Resilience of Communities](#), *Earthquake Spectra*, Vol. 19, PP. 733-52.
- [11] Büyüközkan, G., Ilıcak, Ö., & Feyzioglu, O. (2022). [A REVIEW OF URBAN RESILIENCE LITERATURE](#). *Sustainable Cities and Society*, 103579
- [12] Cadarso, L., Marin, A., and Maroti, G. (2013). [Recovery of disruptions in rapid transit networks.](#) *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 53(1), 15-33.
- [13] Casali, Y., Aydin, N. Y., & Comes, T. (2022). [Machine learning for spatial analyses in urban areas: A scoping review](#). *Sustainable Cities and Society*, 85, Article 104050.
- [14] Coaffee, J., Therrien, M. C., Chelleri, L., Henstra, D., Aldrich, D. P., Mitchell, C. L., & Rigaud, Davis, Ian and Yasamin O. Izadkhah." Building resilient urban communities." *Open House International*. 31.1(2006),11-21.
- [15] Davis, I., & Izadkhah, Y. O. (2006). [Building resilient urban communities](#). *Open House International*.
- [16] De Fino, Mariella , Riccardo TavolareFabio (2023) [Boosting urban community resilience to multi-hazard scenarios in open spaces: A virtual reality – serious game training prototype for heat waveprotection and earthquake response](#) :*JOURNAL OF Sustainable Cities and Society*:V12:PP1-12
- [17] Dipartimento della Protezione Civile. [In caso di terremoto](#), (2023).
- [18] Doyon, A. (2019). [Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute?](#) *Cities*, 95, 102483.
- [19] EVANS, J. P. (2011). [Resilience, ecology and adaptation in the experimental city](#), *Transactions of the Institute of British Geographers*, 36, 223-237.
- [20] Fallahi, Mahsa ,Aminzadeh, Behnaz, Esfandiar Zebardast, Esfandiar, Farshad (2024)[Analytical framework for institutional power orientation towards earthquake resilience: A case study on urban development policies in Karaj, Iran.](#) *Journal of Sustainable Cities and Society*, Volume 102, March 2024, 105212.
- [21] Farinaz Motlagh a, Sara Hamideh a, Megan Gallagher a, Guirong Yan b, John W. van de Lindt (2024), [Bonds for disaster resilience: A review of literature and practice](#)*International, Journal of Disaster Risk Reduction*. Volume 104, 1 April 2024, 104318. Pp. 18-28.
- [22] Fei Li, F. D., Yigitcanlar, Tan, Nepal, Madhav, & Nguyen, Kien (2023). [Machine learning and remote sensing integration for leveraging urban sustainability: A review and framework](#). *Sustainable Cities Society*, 96, Article 104653.
- [23] Folk, C., Carpenter, S. Elmqvist, T. Gunderson, L. Holling, C. S. & Walker, B. (2006). [Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformation.](#)*AMBIO: A journal of the human environment*, 31(5),437-440.
- [24] Ghanbari, Abolfazl, Saleki Maleki, Mohammad Ali and Ghasemi, Masoumeh. (2015). [Assessing the vulnerability of the urban road network against earthquakes \(Case study: Tabriz Bagh Misheh network\).](#) *Journal of Geography and Environmental Hazards*, Volume 5, Number 18. [In Persian]
- [25] Ghasemi Ganjehlou, Reza and Ezzatpanah, Bakhtiyar (2022). Investigating the components of urban resilience with an emphasis on natural disasters (floods) in Tabriz city (Case study: areas 2, 3, 4 and 7 of Tabriz city). *Urban and regional policy-making*, (3), 1-1. [In Persian]
- [26] Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (Eds.). (2002). "Sustainability and panarchies" Panarchy: understanding transformations in human and natural systems. *Island press*.
- [27] Handmer, J. W., & Dovers, S. R. (1996). [A topological of resilience : rethinking institutions for sustainable development](#). *Organization & Environment*, 9(4). 482-511.

- [28] Hekmatnia, Hassan, Nasiri Hendeh Khaleh, Ismail, Ismaili, Fazlollah, Nezafat Takle, Behrouz, Fatahi, Dawood and Moghadam Dawood. (2022). [Investigating and measuring the resilience of Shahr Karaj communication network, case study: Shahid Beheshti and Azadi streets](#). *Journal of geography and environmental hazards*, 10th year, No. 40, winter 2022, pp. 151-173. [In Persian]
- [29] Heydari Sureshjani, Rasool, Gholami, Yunus and Salimi, Zahra. (2016). [Measuring and evaluating the physical resilience of urban tissues against earthquakes](#). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, No. 24, Winter. [In Persian]
- [30] Hosseinzadeh Dalir. Karim, Khodabakhsh Charkharlo, Mohammad Hossein. (2011). Investigating the effectiveness of communication networks of cities against earthquakes, (Case study: areas 1 and 5 of the detailed plan of Tabriz). *Scientific Research Journal of Geography and Planning*, No. 50, pp. 153-174, Winter. [In Persian]
- [31] Husdal, J. (2006). [Transport Network Vulnerability: Which Terminology and Metrics Should We Use](#), Paper presented at the NECTAR Cluster Seminar, Norway: 1-9.
- [32] Jaafari. abolfazl, Mafi. dawood, (2024), [A spatiotemporal analysis using expert-weighted indicators for assessing social resilience to natural hazard](#), *Journal of Sustainable Cities and Society*, Vol.100, pp. 15-23.
- [33] Jenelius, E.; Petersen, T. and Mattsson, L. (2006). [Importance and exposure in road network vulnerability analysis](#), *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 40(7):537-560.
- [34] Judith, Y.T.Wang. (2015). Resilience thinking in transport planning, *Civil Engineering and Environmental Systems*, pp 180-191.
- [35] Kazeminia, Reza, Ghanizadeh, Alireza. (2017). Assessing the vulnerability of transportation network earthquakes with emphasis on ground resistance criteria and designing rescue routes using GIS. *Geospatial Information Technology Engineering Journal*. Khwaja Nasiruddin Toosi University of Technology, Tehran. [In Persian]
- [36] Klein, R.J. Nicholls, R. J. & Thomalla, F.(2003). [Resilience to natural hazards: How useful is this concept?](#), *Global Environmental Change Part B: Environmental hazards*,5(1),35-45.
- [37] Kontokosta, C.E.; Awais, M. (2018), [The Resilience to Emergencies and Disasters Index: Applying Big Data to Benchmark and Validate Neighborhood Resilience Capacity](#). *Sustainable Cities and Society*. 36, 272–285.
- [38] Lambert JH, Parlak AI, Zhou Q, Miller JS, Fontaine MD, Guterbock TM, Clements JL, Thekdi SA. [Understanding and managing disaster evacuation on a transportation network](#). *Accid AnalPrev*. (2013);50:645-58.
- [39] Li, Y., Osei, F. B., Hu, T., & Stein, A. (2023). [Urban flood susceptibility mapping based on social media data in Chengdu city, China](#), *Sustainable Cities Society*, 88, Article 104307.
- [40] Liu, Bin. & ET ai. (2003, October). The Restoration Planning of Road Network in Earthquake Disasters, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.4, 526 – 539.
- [41] Longbin, kou Hanping , Zhao (2024) [Regional resilience assessment based on city network risk propagation and cooperative recovery](#), *Cities*, Volume 147, April 2024, 104856.
- [42] Lorenz, D.F. (2010). 'The diversity of resilience: contributions from a social science perspective', *Natural Hazards*, 67(1):1-18.
- [43] Mannucci, S., Rosso, F., D'amico, A., Bernardini, G., & Morganti, M. (2022). [Flood resilience and adaptation in the built environment: How far along are we?](#) *Sustain*, , 4096.
- [44] McEntire, D. A. (2014). Disaster response and recovery: strategies and tactics for resilience, *John Wiley & Son*.
- [45] Miriam, Holly. Shulmuan, Lea. (2008). Estimating Evaluation Vulnerability Of Urban Transportation System Using GIS, A. thesis submitted to the Department of Geography In conformity with the requirements for the degree of Master of Arts, Queen ' s University Kingstone, Ontario,Canada.
- [46] Mohammadi, Chenour, Nazm Sin, Asghari, Sayad. (2024) [Spatial analysis of resilience of urban areas against earthquakes \(Case study: Kermanshah city\)](#). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, No. 1. [In Persian]
- [47] Nagae, Takeshi & Fujihara, Tomo & Asakura, Yasuo, (2012). "Anti-seismic reinforcement strategy for an urban road network," *Transportation Research Part A: Policy and Practice, Elsevier*, vol. 46(5), pages 813-827.
- [48] Nasiri Hendeh Khaleh, esmaeil sahabash,omid jamshid, mohachehpour, seyedeh yasaman. (2023). [The Effects of Good Urban Governance in Achieving Resilience of Informal Settlements in Zanjan City, Iran](#). *Journal of local self-government*. Vol. 21, No. 3, pp. 619-636.
- [49] Nasiri Hendeh Khaleh, Ismail, Eftekhari, Ilham and Nezafat Takleh Hasan. (2021). [Evaluation of environmental physical resilience components of dysfunctional urban tissues to reduce earthquake crisis: A case study on Mallard](#). *Scientific quarterly of urban structure and performance studies*, 8th period, number 29, winter 1400, pp. 149-169. [In Persian]

- [50] Paszkowski, Amelie., & Finn Laurien (2024). [Quantifying community resilience to riverine hazards in Bangladesh](#). *Global Environmental Chang*; pp1-12.
- [51] Rahnama, Mohammad Rahim, Elahi, Mohammad Ali. (2023). [Investigation and evaluation of dimensions and components of urban resilience against floods in western cities of Mazandaran province](#), *Environmental Hazards Magazine*, No. 38, pp. 1-22. [In Persian]
- [52] Shieh, Ismail, Habibi, Kiyomars, Torabi, Kamal. (2010). Investigating the vulnerability of communication networks of cities against earthquakes using IHWP and GIS method. *IHWP Bagh Nazar*. No. 7. Bahar. [In Persian]
- [53] Solecki, W., et al. (2011). "[Climate change adaptation strategies and disaster risk reduction in cities: connections, contentions, and synergies](#)." *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(3): 135-141.
- [54] Timmerman, P. (1981). "Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climatic Applications", *Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Canada*.
- [55] UNIDR, (2011). How To Make Cities More Resilient - A Handbook for Local Government Leaders UNITED NATIONS.A contribution to the global campaign 2010-2015.
- [56] UNISDR, (2005). Hyogo framework for action 2005–2015: building the resilience of nations and communities to disasters, UNISDR Geneva, Switzerland .
- [57] Van, Westen, C. (2006). Geoinformation Sciene Earth Observation for municipal risk management; The SLARLM project. *International Institute for Geoinformation Science and Earth Obsevation*, ITC, P.O. Box 6, 7500 AA Ensched, The Netherlands.
- [58] Walker, B., Anderies, J. M.,& Abel, N.(2001). [From metaphor to measurement: resilience of what to what?](#). *Ecosystems*,4(8),765-781.
- [59] Walker, B., S. Carpenter, J. Anderies, N. Abel, G. Cumming, M. Janssen, L. Lebel, J. Norberg, G.D. Peterson, and R. Pritchard. (2002). Resilience managment in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology* 6(1):14.
- [60] Walker, W. E., Rahman, S. A., van Grol, R., and Klautzer, L. (2006). [Commentary: Operationalizing the concept of sustainable transport and mobility](#). *Environmental Practice*, 8(1), 24–48.
- [61] Wilkinson, C. & Beilin, R. (2015). [Introduction: governing for urban resilience](#), *Urban Studies Journal Limited*. 9 2.
- [62] World Bank Good Practice Notes (2008), Transport & Life Systems, Restablishment of Transport Systems after an Earthquake and Establishment of Lifeline Systems, Transport & Lifeline Systems.
- [63] Yung Lung L., Ming Chin Ho., Tsung Cheng H., and Cheng An T., 2007, Urban Disaster Prevention Shelter Vulnerability Evaluation Considering Road Network Characteristics, 2nd International Conference on Urban Disaster Reduction.
- [64] Zeng X, Yu Y, Yang S, Lv Y, Sarker MNI. (2022). [Urban Resilience for Urban Sustainability:Concepts, imensions, and Perspectives](#). *Sustainability*. 14(5):2481.
- [65] Ziari, Karmatullah, Darab Khani, Rasul. (2011). An Investigation About Urban Textures Vulnerability Against Earthquake (Case Study: Reagion 11 Municipality Of Tehran). *Journal of Geographical Research*, Volume 25, Number 4, Winter. [In Persian]
- [66] Ziari, Yusuf Ali, Abdaleh Zadeh Maleki, Behnaz, Behzadpour, Elnaz. (2016). Evaluating the level of physical resilience against hazards with the approach of achieving sustainable management. The study: Zone 1 of Tehran. *Scientific Research Quarterly of New Attitudes in Human Geography*, No. 2. 97-112. [In Persian]
- [67] Zobel, C. W., & Khansa, L. (2014). [Characterizing multi-event disaster resilience](#). *Computers & Operations Research*, 42, 83-94.