

## ارزیابی تاب‌آوری و توان اکولوژیکی شهر در برابر زلزله با تأکید بر مؤلفه‌های محیطی، مطالعه موردی: منطقه ۳ شهر تهران

\*موسی عابدینی<sup>۱</sup>، علی عشقی چهاربوج<sup>۲</sup>، سعیده علوی<sup>۳</sup>

۱. استاد گروه جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲. دکتری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳. دانشجوی دکتری، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۰

### Assessing the Resilience and Ecological Potential of the City against Earthquakes with Emphasis on Environmental Components, Case Study: Region 3 of Tehran

\*Mousa Abedini<sup>1</sup>, Ali Eshghei Chaharborj<sup>2</sup>, Saideh Alavi<sup>3</sup>

1. Professor, Department of Physical Geography (Geomorphology), Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.
2. Ph.D. Department of Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. Ph.D. Candidate, Department of Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Received: 2020/06/24 Accepted: 2021/02/28

نوع مقاله: پژوهشی

#### Abstract

The purpose of the current research was to evaluate the resilience and ecological power of the 3rd district of Tehran city against earthquake with modern approaches and using natural components. The research method was descriptive-analytical and the effective criteria in evaluating the level of resilience were determined using library studies and experts' opinions. In order to evaluate the level of resilience and ecological power from eight main criteria (slope, slope direction, geological formations, fault type, distance from river beds, distance from aqueducts, land use and distance from unstable lands in terms of urban development) and 38 sub-criteria, was used The criteria were analyzed using the ANP model in an integrated approach with GIS. Evaluation of resilience against threat and estimation of ecological power based on environmental components and using ANP model in an integrated approach with GIS to evaluate the level of resilience and ecological power is the innovation of this study. The findings of the research showed that 41.72% of the zone 3 area of Tehran has very high resilience and ecological power (mostly in Kavosiyeh, Amaniye, Davodieh and Chalhez), 12.36% of high ecological resilience and power (mostly in Amaniye, Davoudieh and Ehtashamieh neighborhoods), 80.13% of medium ecological resilience and power (which is more in Amaniye neighborhood), 8.11% of low ecological resilience and power (which is more in De Vanak and Davoudieh neighborhoods) and 23.98% The percentage of resilience and ecological strength is very low (which is mostly in the areas of Deh Vanak, Hasanabad Zargandeh, Darb Dum, Qalhak and Rostamabad) against earthquakes.

#### Keywords

Resilience, Ecological Power, Earthquake, Region 3 of Tehran.

#### چکیده

هدف پژوهش حاضر ارزیابی میزان تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله با رویکردهای نوین و با استفاده از مؤلفه‌های طبیعی بوده است. روش انجام پژوهش توصیفی-تحلیلی بوده و معیارهای مؤثر در ارزیابی میزان تاب‌آوری با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسان تعیین شدند. به منظور ارزیابی میزان تاب‌آوری و توان اکولوژیکی از هشت معیار اصلی (شیب، جهات شیب، سازندهای زمین‌شناسی، نوع گسل، فاصله از بستر رودخانه‌ها، فاصله از مسیر قنات‌ها، کاربری اراضی و فاصله از اراضی ناپایدار به لحاظ شهرسازی) و ۳۸ زیرمعیار استفاده گردید. معیارها با استفاده از مدل ANP در رویکردی تلفیقی با GIS مورد تحلیل قرار گرفتند. ارزیابی تاب‌آوری در مقابل تهدید و برآورد توان اکولوژیکی با تکیه بر مؤلفه‌های محیطی و استفاده از مدل ANP در رویکردی تلفیقی با GIS جهت ارزیابی میزان تاب‌آوری و توان اکولوژیکی نوآوری این مطالعه می‌باشد. یافته‌های پژوهش نشان داد که ۴۱/۷۲ درصد از پهنه منطقه ۳ شهر تهران از تاب‌آوری و توان اکولوژیکی خیلی زیاد (که بیش‌تر در محلات کاووسیه، امانیه، داوودیه و چال‌هز)، ۱۲/۳۶ درصد از تاب‌آوری و توان اکولوژیکی زیاد (که بیش‌تر در محلات امانیه، داوودیه و احتشامیه)، ۸۰/۱۳ درصد از تاب‌آوری و توان اکولوژیکی متوسط (که بیش‌تر در محله امانیه)، ۸/۱۱ درصد از تاب‌آوری و توان اکولوژیکی کم (که بیش‌تر در محلات ده ونک و داوودیه) و ۲۳/۹۸ درصد از تاب‌آوری و توان اکولوژیکی خیلی کم (که بیش‌تر در سطح محلات ده ونک، حسن‌آباد زرگنده، درب دوم، قل‌هک و رستم‌آباد) در برابر زلزله برخوردار است.

#### واژگان کلیدی

تاب‌آوری، توان اکولوژیکی، زلزله، منطقه سه تهران.

## مقدمه

نخستین گام برنامه‌ریزی اصولی و آگاهانه در ایجاد جوامع تاب‌آور، سنجش میزان تاب‌آوری سازه‌های شهری در برابر زلزله‌های احتمالی است (Abedini et al., 193:1401). زمین‌لرزه یکی از مخاطرات طبیعی بزرگ است که هر سال در سرتاسر جهان موجب خسارات مختلف فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی می‌شود (Sadrykia et al, 2017: 1). ناآگاهی و نداشتن آمادگی برای وقوع آن، صدمات جبران‌ناپذیری را به زندگی انسان‌ها وارد می‌کند (Alizadeh, 2015: 29) و همیشه خطری جدی برای توسعه به ویژه در کشورهای در حال توسعه به شمار می‌رود (Badri et al, 2013: 38). در حالی که کثرت و تکرر بلایا تسریع می‌شود، مناطق شهری که نیمی از جمعیت جهان در آن زندگی می‌کنند در معرض بلایای متعدد قرار می‌گیرند (Shaw et el, 2016: 19). به این معنا که مناطق شهری به مکان اصلی بسیاری از بلایای احتمالی بدل خواهند شد (León & March, 2014: 251).

احتمال خطر در مراکز شهری جهان سوم به دلیل شهرنشینی بدون برنامه، توسعه شهر در مناطق مخاطره‌آمیز با درجه احتمال خطر بالا، اقدامات مدیریتی نارسا و ساخت و سازهای نامناسب در شهر، افزایش چشمگیری داشته است (Lewis & Mioch, 2005: 52)؛ 25: Kreimer et al, 2003). در این میان، ارزیابی ساختار محیط زیست شهری از نظر تاب‌آوری در برابر مخاطرات و علی‌الخصوص خطر زمین‌لرزه اهمیت بسیار زیادی دارد (Olazbal et al, 2012: 38). درک قابلیت تاب‌آوری شهری، ابزار جامع سنجش این قابلیت در مورد توانایی پاسخگویی جوامع و نهادها، برای ایجاد شهرهای تاب‌آور در برابر مخاطرات شهری را ضروری می‌نماید (Kabir et al, 2018: 1109).

یک الگوی ساده برای ارزیابی خطر زمین‌لرزه، محاسبه خطر لرزه‌ای برای مکان‌های مورد نظر و ارتباط دادن آن با آسیب‌پذیری ابنیه، زیرساخت‌ها، جوامع در معرض خطر و امکانات است (Banica et al, 2017: 13). در شرایطی که ریسک و عدم قطعیت‌ها در مواجهه با بلایای طبیعی، شوک‌های اقتصادی و... در حال رشد می‌باشند، تاب‌آوری به‌عنوان مفهوم مواجهه با اختلالات، غافلگیری‌ها و تغییرات معرفی می‌شود (Mitchell & Harris, 2012: 2; Cimellaro et al, 2015: 154; Renschler et al, 2010: 253; Pisano, 2012: 49; Chelleri, 2012: 291; Lewis & Kelman, 2010: 210).

تاب‌آوری به دلیل پویا بودن واکنش جامعه در برابر مخاطرات، نوعی آینده‌نگری است که به رویارویی با عدم قطعیت و تغییر هم کمک می‌کند (Godschalk, 2003: 5; Tompkins & Adger, 2004: 10; Berkes, 2007: 282; Mayung, 2007: 436). لذا ضروری است که تاب‌آوری و توان اکولوژیکی برای مقابله با پیامدهای ناشی از زلزله، رسیدن به توسعه پایدار و داشتن برنامه‌ریزی با تکیه بر ارزیابی محیط طبیعی مورد توجه قرار گیرد.

مکان‌گزینی و استقرار مناسب شهرها جهت پیشگیری از بحران‌های محیط زیست و همچنین استفاده شایسته و پایدار از امکانات یک منطقه از اهمیت بسزایی برخوردار است (جوکار سرهنگی، ۱۳۹۱: ۹۷). لذا لازم است هرگونه برنامه‌ریزی در خصوص توسعه و عمران ملی و منطقه‌ای با نگرش به قابلیت‌های سرزمین و در چارچوب توان و گنجایش محیط و با اجرای دیدگاه و تفکر آماش‌ی و اصول پایداری توسعه صورت گیرد (میردادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۲۴۳). از این‌رو، ارزیابی تاب‌آوری و توان اکولوژیکی به‌عنوان هسته مطالعات زیست‌محیطی با پیشگیری بحران‌های موجود، بستر مناسبی را برای برنامه‌ریزی زیست‌محیطی فراهم می‌آورد (عزیزیان و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۱۳).

کشور ایران نیز به لحاظ شرایط جغرافیایی و زمین‌شناختی در زمره کشورهایی است که آسیب‌پذیری بسیار زیادی در برابر سوانح طبیعی دارد، به طوری که ۳۷/۷ درصد از کل مساحت آن در مناطق در معرض خطر سوانح طبیعی قرار دارند، به طوری که اسکاپ در گزارش سوانح مرتبط با مخاطرات تکتونیکی، ایران را جزو ده کشور اول دنیا و از حیث مرگ‌ومیر ناشی از این مخاطرات جایگاه ایران را بین رتبه اول تا سوم جهان ذکر می‌کند (فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۴). در این میان شهر تهران به‌عنوان بزرگ‌ترین کلان‌شهر ایران طبق تقسیمات پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله در منطقه‌ای با خطر لرزه‌ای بسیار زیاد قرار دارد (قائدرحمتی و قانع‌بافقی، ۱۳۹۱: ۱۶۹؛ آئین‌نامه ۲۸۰۰، ۱۳۸۴). در بین مناطق ۲۲گانه شهر تهران، منطقه ۳، به دلیل تأثیر گسل‌های مشاء، گسل شمال تهران و جنوب ری و همچنین نزدیکی به گسل‌هایی همچون گسل محمودیه، گسل داوودیه، گسل تلوزیون و گسل عباس‌آباد از این قاعده مستثناء نمی‌باشد. از این‌رو شناخت تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه در برابر زلزله و برنامه‌ریزی صحیح و مناسب جهت پیشگیری یا کاهش آثار خطر احتمالی بسیار حیاتی و مهم است. بر این اساس هدف پژوهش حاضر ارزیابی میزان تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله می‌باشد. سؤال اصلی در این تحقیق این است که کدامیک از مؤلفه‌ها سهم بیش‌تری در کاهش تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله دارند؟ نوآوری مطالعه حاضر، ارزیابی تاب‌آوری در مقابل تهدید و برآورد توان اکولوژیکی با تکیه بر مؤلفه‌های محیطی با استفاده از مدل ANP در رویکردی تلفیقی با GIS جهت ارزیابی میزان تاب‌آوری و توان اکولوژیکی در منطقه مورد بررسی است.

## چارچوب نظری

### نظریه های تاب‌آوری

امروزه برنامه‌ریزی صحیح و استفاده همه‌جانبه از محیط زیست بر پایه شناخت استعدادها و ارزیابی توان تولیدی سرزمین استوار است. ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین، مرحله میانی فرآیند آمایش سرزمین یا برنامه‌ریزی محیط زیست است. ارزیابی سرزمین، اطلاعات اساسی مرحله دوم آمایش سرزمین شامل انتخاب مناسب‌ترین استفاده از سرزمین و نظام مدیریت را فراهم می‌نماید (اسمعیلی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱). در واقع ارزیابی توان اکولوژیک فرآیندی است که تلاش دارد از طریق تنظیم رابطه انسان با طبیعت، توسعه‌ای درخور و هماهنگ با طبیعت را فراهم سازد. این ارزیابی گامی مؤثر به منظور به‌دست آوردن برنامه‌ای برای توسعه پایدار اطلاق می‌شود؛ زیرا با شناسایی و ارزیابی خصوصیات اکولوژیک در هر منطقه، برنامه‌های توسعه‌ای می‌توانند همگام با طبیعت تدوین شوند. زیرا طبیعت خود استعدادهای سرزمین را برای توسعه مشخص می‌کند. بنابراین ارزیابی توان اکولوژیک به‌منزله پایه و اساس آمایش، یا طرح‌ریزی محیط زیستی برای کشورهایی که درصدد دستیابی به توسعه پایدار همراه با حفظ منافع نسل‌های آتی هستند، اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (اسدیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۳۶).

شناسایی منابع اکولوژیکی به عنوان گام اول ارزیابی و برنامه‌ریزی سرزمین به شمار می‌رود. برای ارزیابی توان محیط زیست هر منطقه نیاز به شناسایی تعداد زیادی از پارامترهای منابع طبیعی است. این منابع از جمله کاربری اراضی، خاک‌شناسی، شیب اراضی، جهات دامنه‌ها، اقلیم و هیدرولوژی منطقه برای این که برای ارزیابی آماده شوند، باید به‌صورت شناسنامه سرزمین یعنی نقشه منابع در آیند (رضاپور اندیلی و علیخواه اصل، ۱۳۹۶: ۲۰۷). همان‌طور که اهداف توسعه پایدار نشان می‌دهد؛ پایداری و تاب‌آوری شهری در عرصه‌های علمی و سیاست اهمیت دارد (Delgado-Ramos & Guibrinet, 2017: 152).

مفهوم تاب‌آوری در ادبیات پایداری شهری به‌سرعت در حال افزایش است. فراوانی حوادث اخیر از جمله بلایای طبیعی مانند زمین‌لرزه‌ها، سونامی‌ها و طوفان‌ها و همچنین مشکلات ناشی از رکود اقتصادی، آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های انسانی را برجسته کرده است و توجه به تاب‌آوری در برنامه‌ریزی برای آینده مناطق شهری را ضروری جلوه می‌دهد (Ernstson et al, 2010; Sharifi & Yamagata, 2014: 1491).

توبین<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) سعی کرد تا سیاست مطلوب شهر را برای دستیابی به جوامع شهری پایدار و تاب‌آور را به‌کار گیرد. رویکرد پیشنهادی او شامل استفاده از سه مدل مختلف می‌باشد:

- **مدل‌های تعدیل:** اجرای سیستم‌های پشتیبانی تصمیم برای اجرای اقدامات خاص که ریسک را کاهش می‌دهند.
  - **مدل‌های بازیابی:** سیستم‌هایی که امکان بازیابی از فاجعه را فراهم می‌کنند و حلقه فاجعه‌بار-آسیب-تعمیر را متوقف می‌کنند؛ ولی سیستم عملیاتی بهبودی نباید نابرابری‌های اجتماعی را افزایش دهد و باید پیچیدگی جوامع تحت تأثیر بلایا را در نظر گرفت.
  - **مدل‌های ساختاری و شناختی:** یعنی سیستم‌هایی که جوامع را از خطراتی که آن‌ها را تهدید می‌کند، با اجرای اقدامات - حتی اقدامات عادی - برای کاهش اثرات بلایا، آگاه نمایند. از رویکرد توبین، می‌توان استدلال کرد که تاب‌آوری بخشی از پایداری است (Asprone & Manfredi, 2015: 103)
- با توجه به اهمیت ارزیابی میزان تاب‌آوری شهری در کاهش خطرات ناشی از زلزله، چارچوب‌های نظری مختلفی مطرح می‌باشد که در زیر به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌گردد:

- **چارچوب توبین:** این اولین دیدگاه در زمینه ارزیابی تاب‌آوری است. توبین برای تحلیل تاب‌آوری و نشان دادن نحو پایداری جوامع واقع در مناطق پر مخاطره از سه مدل سازگاری الگوی تقلیل خطر، الگوی بازیابی و الگوی ساختاری-جمعیتی استفاده می‌کند.
- **چارچوب معیشت پایدار:** چارچوب معیشت پایدار رویکردی است که توسط راهبرد بین‌المللی برای کاهش فقر بعد از بحران‌هایی مثل سوانح طبیعی اتخاذ و به‌عنوان چارچوبی یکپارچه برای فهم منابع متعدد فقر و راه‌حل‌هایی برای آن، شکل گرفته است.
- **چارچوب سرمایه محور:** توسط مایانگ<sup>۲</sup> در سال ۲۰۰۷ مطرح شد. طرفداران این دیدگاه معتقدند که سرمایه شامل عناصری است که برای توسعه اقتصادی جامعه لازم بوده و هرچه فرصت‌های اقتصادی جامعه بیش‌تر باشد، توانایی بالقوه جامعه برای کاهش اثرات سوانح بیش‌تر می‌شود که در نهایت با این شرایط جامعه تاب‌آوری بیش‌تری را به دست می‌آورد.
- **چارچوب مکانی-فضایی:** کارتر مدل مکان محور را برای سنجش تاب‌آوری مخاطرات ارائه کرد. در این دیدگاه تاب‌آوری مقیاسی است که انعطاف‌پذیری فضای جغرافیایی را در برابر مخاطرات بالقوه بیان می‌کند و مکان‌های مختلف با توجه به موقعیت

<sup>۱</sup>. Tobin  
2. Mayung

قرارگیری خود دارای تاب‌آوری متفاوتی در برابر بلایا می‌باشند که مدل مکان محور بودن برای درک تاب‌آوری در میان جغرافیدانان بسیار حائز اهمیت است (عشقی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۵). در واقع تاب‌آوری یک مفهوم کلیدی به منظور عملی نمودن پایداری است و بیان می‌کند که چگونه یک سیستم در برابر اختلالات و شوک‌های وارده ایستادگی می‌کند و به تعادل می‌رسد و یا خود را با شرایط جدید سازگار می‌نماید.

### رویکردهای مفهومی تاب‌آوری در حوزه سوانح طبیعی

رویکردهای مفهومی تاب‌آوری برای درک چگونگی انطباق جوامع با مخاطرات طبیعی و درک تصمیمات و تغییرات مدیریتی به کار برده می‌شود. رویکردهای مفهومی تاب‌آوری را می‌توان به سه دسته اصلی جمع‌بندی و خلاصه کرد که عبارتند از:

۱. رویکرد پایداری

۲. رویکرد بازیابی

۳. رویکرد دگرگونی

### تاب‌آوری به‌عنوان پایداری

رویکرد پایداری نسبت به تاب‌آوری، از مطالعات اکولوژیکی که تاب‌آوری را به‌عنوان توانایی بازگشت به حالت قبل تعریف می‌کند، بسط یافته است. در این رویکرد، تاب‌آوری به‌صورت مقدار اختلالی که یک سیستم قبل از این که به حالت دیگری منتقل شود می‌تواند تحمل یا جذب کند، تعریف می‌شود (Beatley & Newman, 2013: 5). برخی محققان آستانه‌ای را فراتر از آن چه جامعه سانحه‌زده قادر به بازگشت به حالت عملکردی خود نیست را در نظر می‌گیرند، چون یک جامعه تاب‌آور دارای آستانه بالایی بوده و قادر به جذب فشار زیادی قبل از این که از حد آستانه‌اش بگذرد، است (Windle, 2011: 154).

### تاب‌آوری به‌عنوان بازیابی

رویکرد بازیابی از تاب‌آوری در ارتباط با توانایی جامعه برای «بازگشت به گذشته» از تغییر یا عامل فشار و برگشت به حالت اولیه آن می‌باشد. تاب‌آوری در این جا معیاری است که به‌عنوان زمان صرف شده یک جامعه برای بازیابی از تغییر اندازه‌گیری می‌شود. جامعه تاب‌آور قادر به برگشت نسبتاً سریع به وضعیت قبلی است؛ در حالی که جامعه‌ای که تاب‌آوری کم‌تری دارد، ممکن است زمان بیش‌تری را صرف بازیابی خود کند یا اصولاً قادر به بازیابی نباشد (Madhuri et al, 2014: 2).

### تاب‌آوری به‌عنوان دگرگونی

این رویکرد بیش‌تر در ارتباط با تاب‌آوری اجتماعی و به‌عنوان ظرفیت جامعه برای واکنش به تغییر و به‌شکل سازگارانه بیان می‌کند که به‌جای بازگشت ساده به حالت قبل می‌تواند به معنای تغییر به حالت جدید که در محیط موجود پایدارتر است، باشد (Matyas & Pelling, 2015: 8).

رویکرد دگرگونی به تاب‌آوری برای درک چگونگی واکنشی که یک جامعه می‌تواند به شکلی مثبت به تغییر نشان دهد، مفید است و می‌پذیرد که تغییر غیر قابل اجتناب است و به‌جای این که تغییر را یک عامل فشار بداند، آن را چیزی در نظر می‌گیرد که جامعه به آن برای احیاء به حالت اصلی‌اش نیاز دارد. رویکرد تاب‌آوری به‌عنوان دگرگونی ویژگی دینامیک جوامع و تعاملات انسان - اکوسیستم را می‌پذیرد و مسیرهای پتانسیل چندگانه درون آن‌ها را قبول می‌کند (Brown, 2014: 109). با توجه به رویکردهای مفهومی که در ارتباط با تاب‌آوری ارائه شد، می‌توان گفت که جنبه مشترک در همه این رویکردها توانایی ایستادگی، مقاومت و واکنش مثبت به فشار یا تغییر است. از میان رویکردهای مفهومی، دو رویکرد پایداری و بازیابی دارای درکی قطعی از تاب‌آوری هستند. به‌طوری که آن‌ها تاب‌آوری یک جامعه (فرد یا سیستم اکولوژیکی) را به‌صورت مشخصه ذاتی که قادر است با یک عامل فشار انطباق پیدا کند یا نه، در نظر می‌گیرند. این دو رویکرد بر این نکته تأکید دارند که یک جامعه به‌عنوان یک کل، یا تاب‌آور است یا نه. اما در رویکرد سوم تاب‌آوری به‌عنوان گذار، تفاوت بین تاب‌آوری اجتماعی و اکولوژیکی روشن می‌شود. با این رویکرد، جامعه می‌تواند از تجارب تغییرات به وجود آمده برای رسیدن به توسعه پایدار و عملکرد بهتر استفاده کند، که به‌جای بقا و حفظ خود در برابر عامل فشار یا تغییر، می‌تواند به روش‌های خلاقانه و نوآورانه‌ای به تغییرات واکنش نشان دهد. در این رویکرد ویژگی‌های جوامعی که احتمال بازگشت به حالت قبلی آن‌ها کم

است شناسایی می‌شوند تا بتوانند با یک روش سازگارانه همراه با تغییر خارجی دگرگون شوند. همچنین این رویکرد برای درک چگونگی واکنشی که یک جامعه می‌تواند به شکلی مثبت به تغییر نشان دهد، مفید می‌باشد. بنابراین از آنجایی که تغییر در هر جامعه‌ای غیر قابل اجتناب است، آن را به‌عنوان چیزی در نظر می‌گیرد که جامعه برای رسیدن به حالت اصلی‌اش به آن نیاز دارد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۰).

### پیشینه پژوهش

حاتمی و ذاکر حقیقی (۱۳۹۹)، به ارزیابی مؤلفه‌های تاب‌آوری شهری در مفهوم و رویکرد گذار در منطقه یک شهر همدان پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود به این نتایج دست یافتند که منطقه یک شهر همدان از نظر تاب‌آوری اجتماعی با رویکرد گذار در شرایط مناسبی نیست و این منطقه از نظر توانایی تغییر و انطباق و بازگشت به عقب پس از سانحه بسیار ضعیف می‌باشد.

افشار و اکبری (۱۳۹۸)، به تبیین و تحلیل معیارهای کاربری برنامه‌ریزی زمین در کاهش خطر زلزله جهت افزایش تاب‌آوری شهری سندج پرداختند و به این نتایج دست یافتند که معیار فضایی - کالبدی دارای بیش‌ترین اهمیت می‌باشد. همچنین نتایج زیر معیارها در مجموعه معیار فضایی - کالبدی نشان می‌دهد؛ که خصوصیات ساختمانی، خصوصیات ژئوتکنیک و کاربری زمین دارای بیش‌ترین اهمیت از نظر کاهش خطر زلزله جهت افزایش تاب‌آوری شهری شهرک آسوله سندج را دارا بوده است.

عشقی و نظم‌فر (۱۳۹۸)، تاب‌آوری منطقه یک شهر تهران را با استفاده از مدل پرومته ارزیابی کردند. نتایج پژوهش نشان داد که نواحی که در غرب منطقه یک شهر تهران قرار گرفته‌اند، از تاب‌آوری بالا و نواحی که در قسمت مرکزی و به‌ویژه در شرق منطقه یک واقع شده‌اند از تاب‌آوری کم در برابر زلزله برخوردار می‌باشند.

پوراحمد و همکاران (۱۳۹۸)، معیارهای تاب‌آوری در بافت فرسوده شهری در برابر زلزله با تأکید بر تاب‌آوری کالبدی را تحلیل کردند و دریافتند که بعد کالبدی، اقتصادی، اجتماعی و اقتصادی به ترتیب در رتبه‌های اول تا چهارم اهمیت قرار دارند. به‌طور کلی مطلوبیت تاب‌آوری شهری در منطقه ۱۰ شهر تهران در برابر مخاطرات طبیعی با توجه به کلیه ابعاد و مؤلفه‌ها خیلی ضعیف است. بنابراین این منطقه در برابر مخاطرات طبیعی از تاب‌آوری و پایداری پایین برخوردار است.

قهرودی و همکاران (۱۳۹۴)، چالش‌های توسعه کالبدی شهر سنقر در اثر انباشت نهشته‌های یخچالی و ناپایداری دامنه‌ای را با استفاده از تحلیل رگرسیونی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که نیمی از وسعت منطقه در محدوده با پتانسیل زیاد نسبت به ناپایداری دامنه‌ای قرار دارد و با توجه به توسعه کالبدی شهر سنقر به سمت دامنه‌های مرتفع، شناسایی محدوده‌های مستعد ناپایداری دامنه‌ای ضروری است.

یو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۹)، چارچوبی برای ارزیابی مقاومت لرزه‌ای بیمارستان‌های شهر انجام دادند. در این پژوهش با استفاده از تجزیه و تحلیل (FTA) به بررسی وابستگی متقابل بین آسیب‌های اجزای غیر ساختاری و عملکرد تجهیزات پزشکی پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که بیمارستان‌ها از تاب‌آوری کمی در برابر زلزله برخوردارند و بلافاصله بعد از وقوع زلزله قادر به ارائه خدمات نیستند و می‌بایست تاب‌آوری بیمارستان‌ها در برابر زلزله افزایش یابد.

خو و لو<sup>۴</sup> (۲۰۱۸)، پژوهشی باعنوان به‌سوی جهانی مقاوم در برابر زلزله: از بازسازی پس از فاجعه گرفته تا جلوگیری قبل از فاجعه انجام دادند. آن‌ها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که برای کاهش بلایای ناشی از زلزله، یک رویکرد تحقیقاتی میان رشته‌ای و تفکر سیستم‌ها لازم است.

بسطامی‌نیا و همکاران (۲۰۱۶)، به ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله در شهر دهدشت پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که بالاترین رتبه در تاب‌آوری اجتماعی مربوط به مؤلفه سرمایه اجتماعی، در تاب‌آوری اقتصادی مربوط به مؤلفه بهبود ظرفیت و در تاب‌آوری نهادی مربوط به مؤلفه دسترسی سازمانی و دسترسی در تاب‌آوری تکنولوژیکی بوده است.

سوراز و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۶)، در پژوهشی با عنوان «تحقق شاخص‌های تاب‌آوری شهری، نمونه موردی ۵۰ شهر اسپانیا» به ارائه چارچوبی برای اندازه‌گیری تاب‌آوری شهری پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که اغلب شهرها از تاب‌آوری شهری فاصله دارند. بنابراین، برای رسیدن به تاب‌آوری شهری باید اقداماتی مانند کاهش مصرف منابع، ترویج تجارت محلی، ایجاد فضای مشارکت شهروندان و تنوع بخشیدن به اقتصاد محلی را در مکان‌های مورد مطالعه افزایش داد.

3. Yu

4. Xu & Lu

5. Suarez et al

پرواگ<sup>۶</sup> (۲۰۱۴)، به ارزیابی و اندازه‌گیری تاب‌آوری پرداخت و دو مفهوم تاب‌آوری سخت و تاب‌آوری نرم را مطرح نمود. وی معتقد است سیستم‌ها در زمان اختلال سه واکنش متفاوت از خود نشان می‌دهند: ۱. مقاومت و تعمیر و نگهداری، ۲. تغییر در حاشیه، ۳. باز بودن و سازگاری. در این پژوهش ضمن استفاده از روش‌های کمی و کیفی جهت سنجش میزان تاب‌آوری، پیشنهادهای جهت آمادگی و حفظ تعادل سیستم‌ها ارائه کردند.

با مطالعه تحقیقات انجام شده مشخص شد که در ارتباط با سنجش تاب‌آوری اکولوژی شهری در برابر زلزله با تأکید بر مؤلفه‌های محیطی تاکنون پژوهش‌های بسیار کمی صورت است. مروری بر برنامه‌ریزی برای مقابله با زلزله در ایران هم نشان می‌دهد که گفتمان غالب بر این فرآیند، توجه به رویکردهای مبتنی بر کاهش آسیب‌پذیری است و توجهی به افزایش تاب‌آوری شهرها، محلات شهری و فضاهای شهری نمی‌شود. خروجی این رویکرد نادیده گرفتن ویژگی‌های بوم‌شناسی، اجتماعی و کارکردی در بافت‌های شهری و توجه صرف به افزایش مقاومت کالبدی در برابر زلزله است (زرآبادی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۰۲). از این‌رو، پژوهش حاضر درصدد است با تأکید بر مؤلفه‌های محیطی و با استفاده از مدل ANP در رویکردی تلفیقی با GIS، میزان تاب‌آوری و توان اکولوژی منطقه سه شهر تهران در برابر زلزله را مورد ارزیابی قرار دهد و خلاء موجود در این زمینه را پر نماید.

### روش انجام پژوهش

روش پژوهش حاضر با توجه به ماهیت موضوع و مؤلفه‌های مورد بررسی از نوع توصیفی-تحلیلی با هدف کاربردی است، داده‌های مورد استفاده در پژوهش از نوع اسنادی و میدانی می‌باشد.

در این پژوهش پس از بررسی ادبیات مربوط به موضوع در منابع داخلی و خارجی، مؤلفه‌های مؤثر بر تاب‌آوری و توان اکولوژی شهری در برابر زلزله در قالب ۸ معیار اصلی (شیب زمین، جهت شیب زمین، فاصله از رودخانه، کاربری اراضی، فاصله از قنات‌های موجود در منطقه، اراضی ناپایدار به لحاظ شهرسازی، فاصله از گسل‌های مؤثر و جنس سازندهای زمین‌شناسی) و ۳۸ زیرمعیار شناسایی و انتخاب شدند. با توجه به این‌که معیارهای مورد بررسی از اهمیت یکسانی برخوردار نبودند، پرسشنامه‌ای جهت تعیین اهمیت نسبی هریک از شاخص‌ها تنظیم گردید و بین ۶۰ نفر از کارشناسان خبره توزیع گردید. در نهایت وزن هریک از معیارها و زیرمعیارها توسط کارشناسان خبره تعیین گردید. وزن‌های اعمال شده به هریک از معیارها توسط کارشناسان با استفاده از مدل تحلیل شبکه (ANP) در محیط نرم‌افزار Super Decisions مورد تحلیل قرار گرفتند. در مرحله بعد، لایه‌های مورد استفاده در تحقیق در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی فراخوانی شد و نقشه‌های موضوعی معیارهای اصلی براساس نتایج مدل ANP ترسیم گردید. سپس نقشه‌های وکتوری به رستری تبدیل گردید و بعد از طبقه‌بندی مجدد هریک از نقشه‌های ایجاد شده، لایه‌های نهایی در Raster Calculator بر وزن‌های به‌دست آمده از فرآیند تحلیل شبکه (ANP) ضرب شدند. در نهایت لایه تمامی معیارهای مؤثر با استفاده از دستور Weighted Overlay باهم تلفیق و نقشه تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله استخراج گردید. شاخص‌های مورد استفاده جهت ارزیابی میزان تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله به شرح جدول (۱) استفاده شده است.

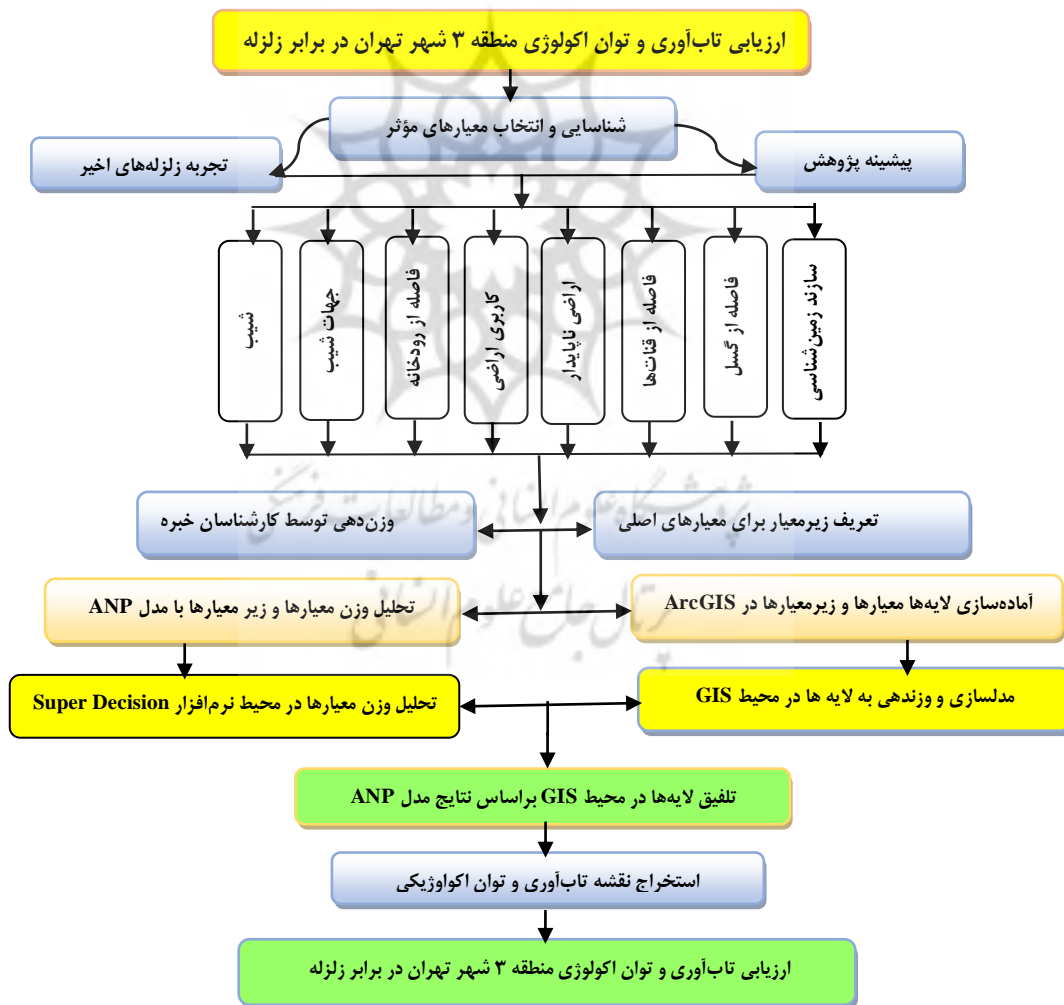
جدول ۱- الف. شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش

عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها
	کمتر از ۵ درصد	زیر معیارها	کمتر از ۱۰ متر
	۶ تا ۱۰ درصد		بین ۱۱ تا ۲۰ متر
شیب زمین	۱۱ تا ۱۵ درصد	فاصله از قنات‌ها	بین ۲۱ تا ۳۰ متر
	۱۶ تا ۲۰ درصد		بین ۳۱ تا ۴۰ متر
	بیش‌تر از ۲۰ درصد		بیش از ۴۰ متر

جدول ۱- ب. شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش

شاخص	مقیاس	جهت شیب
سازند هزار دره A <td>شمالی</td> <td></td>	شمالی	
سازند C <td>شرقی</td> <td></td>	شرقی	
سازند Bn <td>غربی</td> <td></td>	غربی	
سازند D2 <td>جنوبی</td> <td></td>	جنوبی	
کمتر از ۵۰۰ متر	فاصله از رودخانه	کمتر از ۲۰ متر
۵۰۱ تا ۱۵۰۰ متر		بین ۲۱ تا ۴۰ متر
۱۵۰۱ تا ۳۰۰۰ متر		بین ۴۱ تا ۶۰ متر
۳۰۰۱ تا ۵۰۰۰ متر		بین ۶۱ تا ۸۰ متر
بیش‌تر از ۵۰۰۰ متر		بیش از ۸۱ متر
خطرپذیری خیلی کم	کاربری اراضی	کمتر از ۱۰ متر
خطرپذیری کم		بین ۱۱ تا ۲۰ متر
خطرپذیری متوسط		بین ۲۱ تا ۳۰ متر
خطرپذیری زیاد		بین ۳۱ تا ۴۰ متر
خطرپذیری خیلی زیاد		بیش از ۴۰ متر

شکل ۱، فرایند اجرای پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱. الگوریتم فرایند پژوهش

**محدوده مورد مطالعه**

شهر تهران به عنوان پایتخت کشور با وسعتی حدود ۷۳۰ کیلومترمربع بین ۳۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این شهر از شمال به سلسله جبال البرز، از شرق به لواسانات، از غرب به کرج و از جنوب به ورامین محدود شده است. شهر تهران از نظر تقسیمات اداری به ۲۲ منطقه، ۱۲۳ ناحیه، ۳۵۴ محله تقسیم شده است (آمارنامه شهر تهران، ۱۳۹۴).

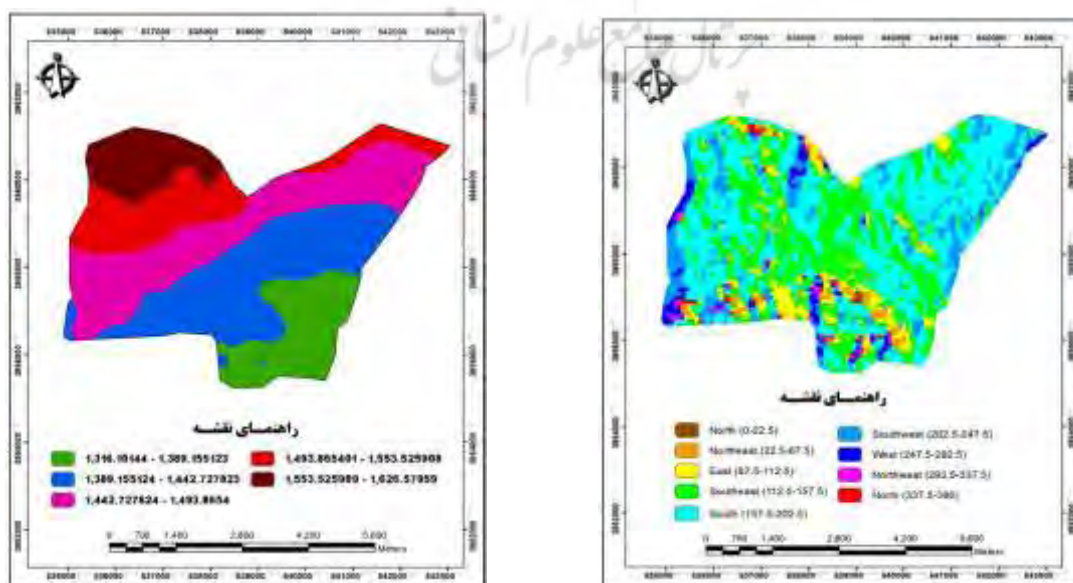
منطقه ۳ شهر تهران یکی از مناطق ۲۲ گانه شهر تهران است که در پهنه شمال شرقی شهر تهران واقع شده است. این منطقه از شمال با منطقه ۱، از شرق با منطقه ۴، از جنوب با منطقه ۶ و ۷ و از غرب با منطقه ۲ هم مرز و همجوار است. این منطقه از شمال به بزرگراه شهید چمران، بزرگراه شهید مدرس و بزرگراه آیت‌الله صدر و از شرق به خیابان پاسداران و بخشی از خیابان شریعتی و از جنوب به بزرگراه رسالت و بزرگراه همت و از غرب به بزرگراه شهید چمران محدود می‌شود (مهندسین مشاوران، ۱۳۸۴:۱) پهنه منطقه ۳ شهرداری تهران دارای ۶ ناحیه و ۱۱ محله است که به ترتیب مبنای عملکرد واحدهای ارائه خدمات شهری و ممیزی املاک هستند (شکل ۲).



شکل ۲. موقعیت محدوده مورد مطالعه در شهر تهران و کشور

**یافته‌ها**

داده‌های مؤثر در تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای آنالیز هر کدام از معیارهای اصلی به همراه زیرمعیارهای لایه‌ای در محیط نرم‌افزاری ArcGIS تهیه گردید (شکل ۳).



شکل ۳- ب. جهات شیب زمین

شکل ۳- الف. شیب زمین

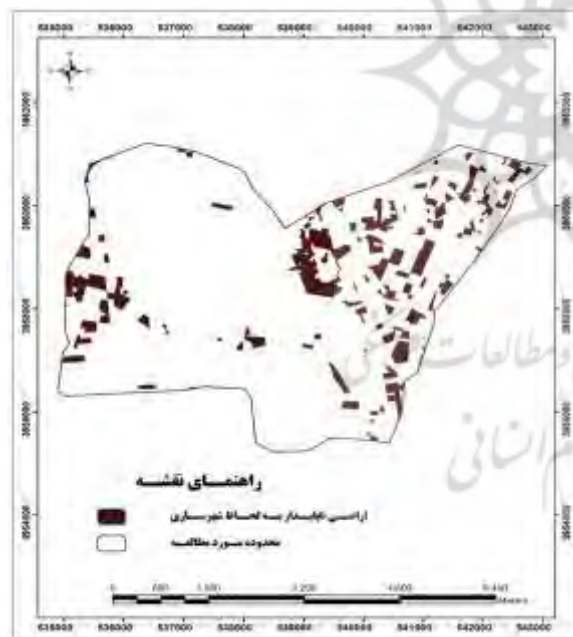




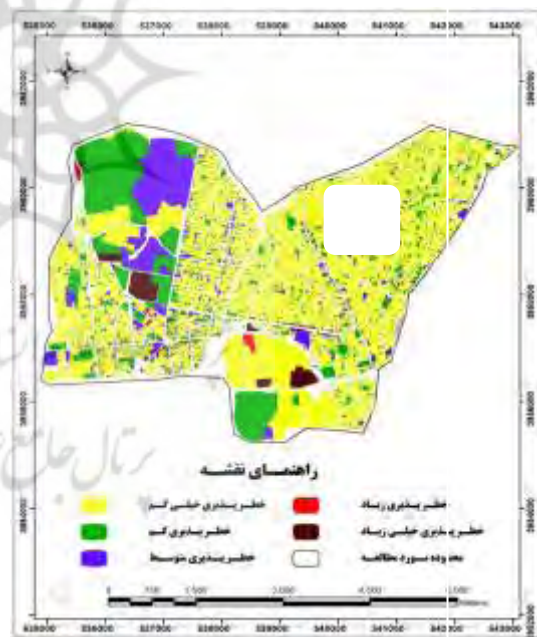
شکل ۳-ت. فاصله از قنات‌های موجود در منطقه



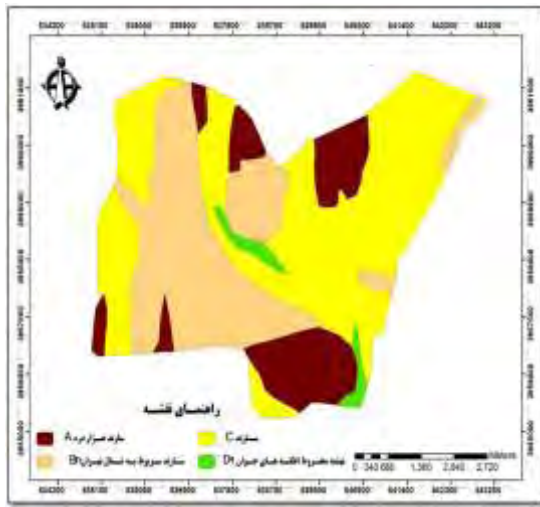
شکل ۳-پ. فاصله از رودخانه



شکل ۳-ج. اراضی ناپایدار به لحاظ شهرسازی



شکل ۳-د. کاربری اراضی



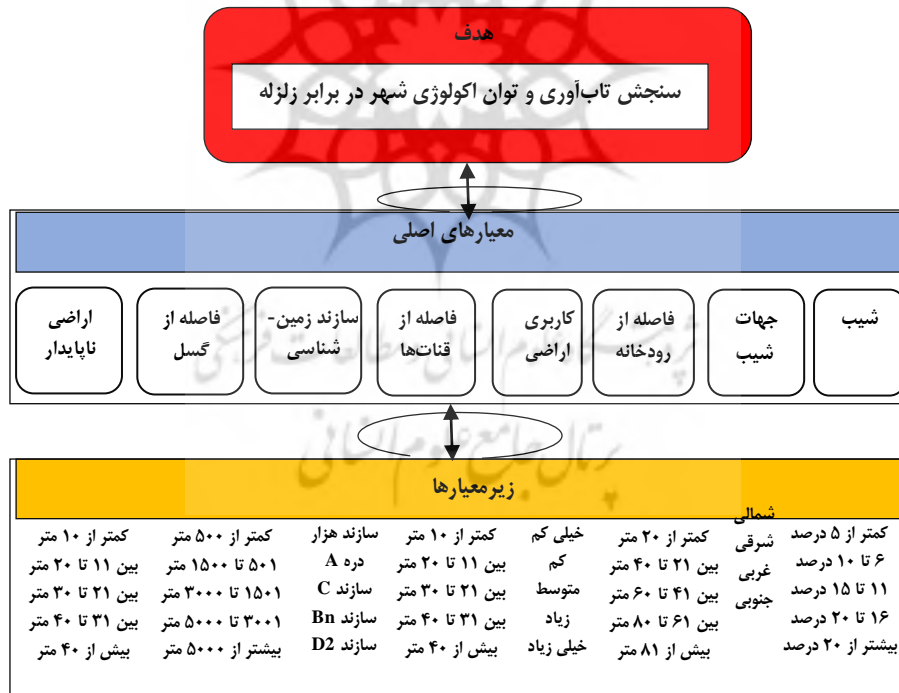
شکل ۳-۵. جنس سازندهای زمین‌شناسی



شکل ۳-۶. فاصله از گسل‌های مؤثر

### وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها

برای تعیین دقیق‌تر وزن مؤلفه‌ها و زیرمؤلفه‌های مؤثر در تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله که توسط کارشناسان خبره وزن‌دهی شده بودند از نرم‌افزار Super Decisions استفاده شد (شکل ۴ و جدول ۲).



شکل ۴. نمودار خوشه‌ای مؤلفه‌های مؤثر در تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ در برابر زلزله در محیط Super Decisions

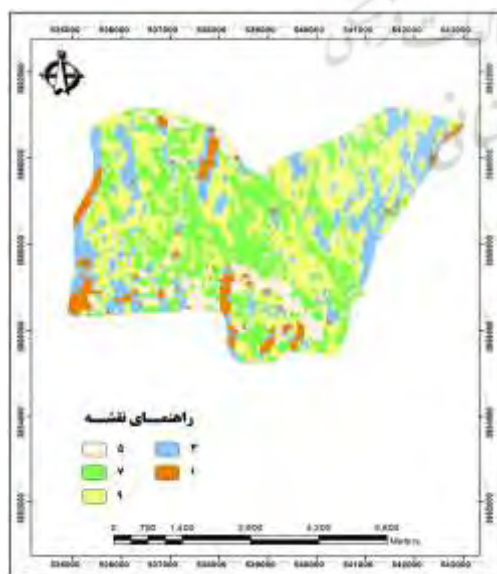
بعد از تجزیه و تحلیل خوشه معیارها و زیرمعیارهای مؤثر در تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله در محیط Super Decisions، اهمیت نسبی هر کدام از معیارها و زیرمعیارها تعیین گردید. جدول ۲، امتیاز هر یک از معیارهای مؤثر مورد پژوهش را نشان می‌دهد.

## جدول ۲. محاسبه وزن معیارهای مؤثر با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions

عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	وزن تاب‌آوری و اکولوژیکی	عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	وزن تاب‌آوری و اکولوژیکی
شیب زمین	کمتر از ۵ درصد	۰/۰۴۴۰	فاصله از قنات‌ها	کمتر از ۱۰ متر	۰/۰۴۸۶
	۶ تا ۱۰ درصد	۰/۰۸۱۲		بین ۱۱ تا ۲۰ متر	۰/۰۹۲۹
	۱۱ تا ۱۵ درصد	۰/۱۳۴۵		بین ۲۱ تا ۳۰ متر	۰/۱۵۱۲
	۱۶ تا ۲۰ درصد	۰/۲۳۴۲		بین ۳۱ تا ۴۰ متر	۰/۲۸۸۲
جهت شیب	بیش‌تر از ۲۰ درصد	۰/۴۱۵۸	سازند زمین‌شناسی	بیش از ۴۰ متر	۰/۴۱۸۹
	شمالی	۰/۴۰۱۲		سازند هزار دره A	۰/۵۴۷۸۴
	شرقی	۰/۰۶۳۳۱		سازند C	۰/۲۷۳۳۴
فاصله از رودخانه	غربی	۰/۱۵۸۴۸	فاصله از گل	سازند Bn	۰/۱۳۲۰۵
	جنوبی	۰/۲۳۵۹۱		سازند D2	۰/۰۴۶۷۷
	کمتر از ۲۰ متر	۰/۰۴۲۱۹		کمتر از ۵۰۰ متر	۰/۰۳۶۶۲
	بین ۲۱ تا ۴۰ متر	۰/۰۶۷۴۴		۵۰۱ تا ۱۵۰۰ متر	۰/۰۷۵۱۹
فاصله اراضی ناپایدار	بین ۴۱ تا ۶۰ متر	۰/۱۴۹۶۶	کاربری اراضی	۱۵۰۱ تا ۳۰۰۰ متر	۰/۱۴۲۱۸
	بین ۶۱ تا ۸۰ متر	۰/۲۴۰۱۷		۳۰۰۱ تا ۵۰۰۰ متر	۰/۲۸۵۸۸
	بیش از ۸۱ متر	۰/۵۰۰۵۴		بیش‌تر از ۵۰۰۰ متر	۰/۴۵۷۱۴
	کمتر از ۱۰ متر	۰/۰۵۵۸		خطرپذیری خیلی کم	۰/۴۳۲۰
	بین ۱۱ تا ۲۰ متر	۰/۰۶۵۱		خطرپذیری کم	۰/۲۹۶۲
	بین ۲۱ تا ۳۰ متر	۰/۱۵۱۹		خطرپذیری متوسط	۰/۱۲۱۲
	بین ۳۱ تا ۴۰ متر	۰/۱۹۹۰		خطرپذیری زیاد	۰/۱۰۴۵
	بیش از ۴۰ متر	۰/۵۲۸۰		خطرپذیری خیلی زیاد	۰/۰۴۵۸

بعد از مرحله تجزیه و تحلیل وزن مؤلفه‌های اصلی و زیرمؤلفه‌ها مؤثر در تاب‌آوری و توان اکولوژیکی محدوده مورد مطالعه، وزن هر یک از مؤلفه‌های مؤثر در تحلیل شبکه‌ای (ANP) مشخص شد.

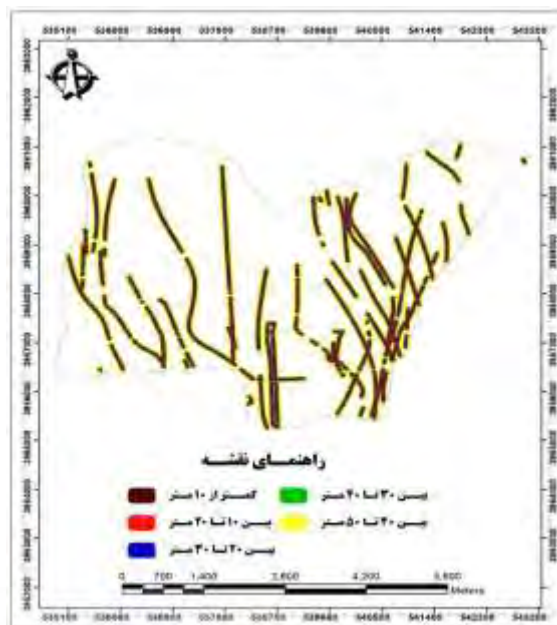
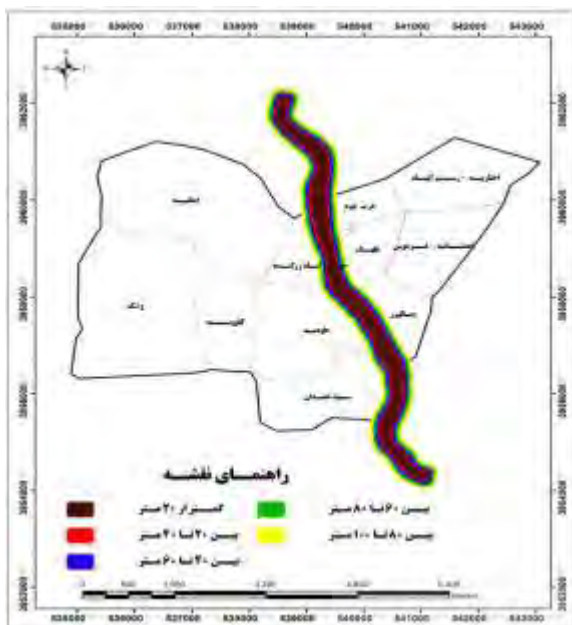
در مرحله بعدی، وزن مؤلفه‌های تعیین شده در (ANP) بر روی لایه اصلی خود در محیط GIS اعمال شدند. سپس لایه‌های اصلی با استفاده از وزن زیرمعیارها که حاصل تحلیل (ANP) بود تهیه گردید. در نهایت وزن‌های معیارهای اصلی در ANP تحلیل شد. با تبدیل لایه‌ها از ویکتوری به رستر و اعمال وزن‌های حاصل از ANP و تلفیق لایه‌های معیارهای اصلی با استفاده از Weighted Overlay نقشه تاب‌آوری و توان اکولوژیکی کلی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله استخراج گردد (شکل ۵ الف تا ی).



شکل ۵ - ب. وزن دهی نقشه جهت شیب

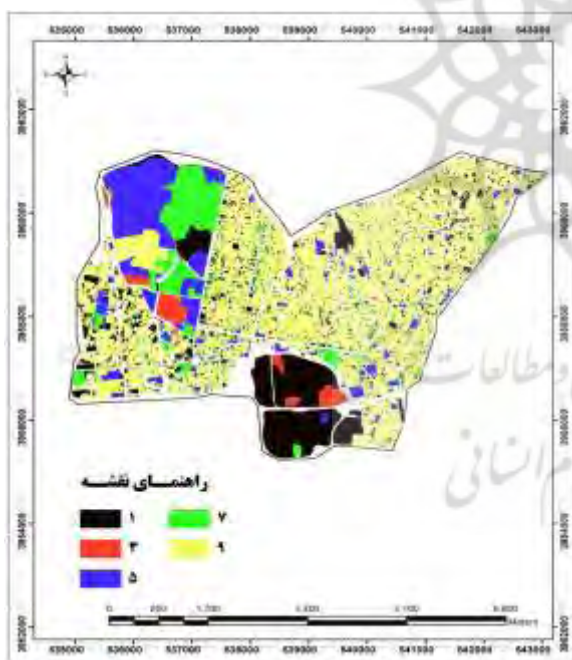


شکل ۵ - الف. وزن دهی ارتفاعی منطقه ۳ شهر تهران

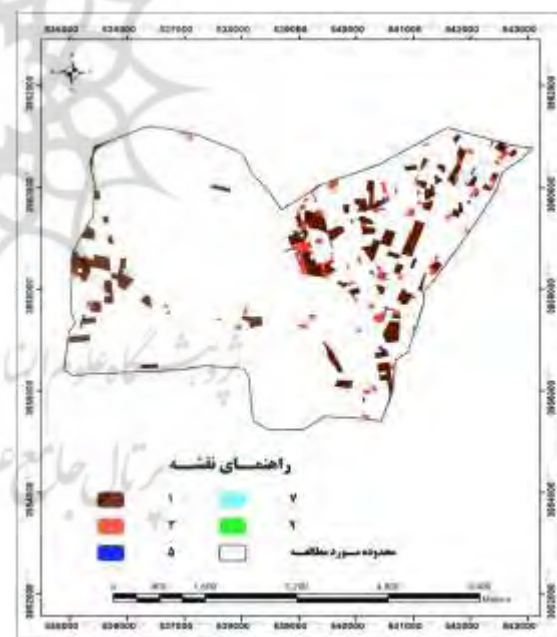


شکل ۵-ت. وزن دهی فاصله از رودخانه

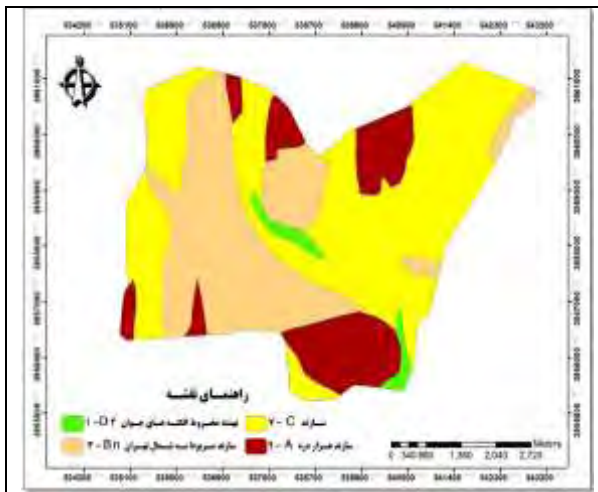
شکل ۵-پ. وزن دهی فاصله از قنات‌های منطقه



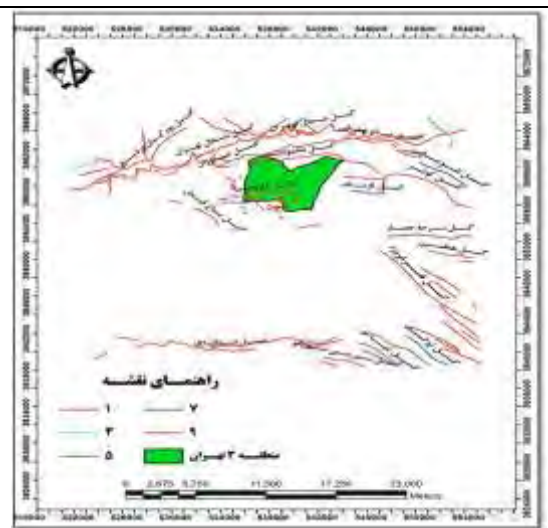
شکل ۵-ج. وزن دهی کاربری اراضی



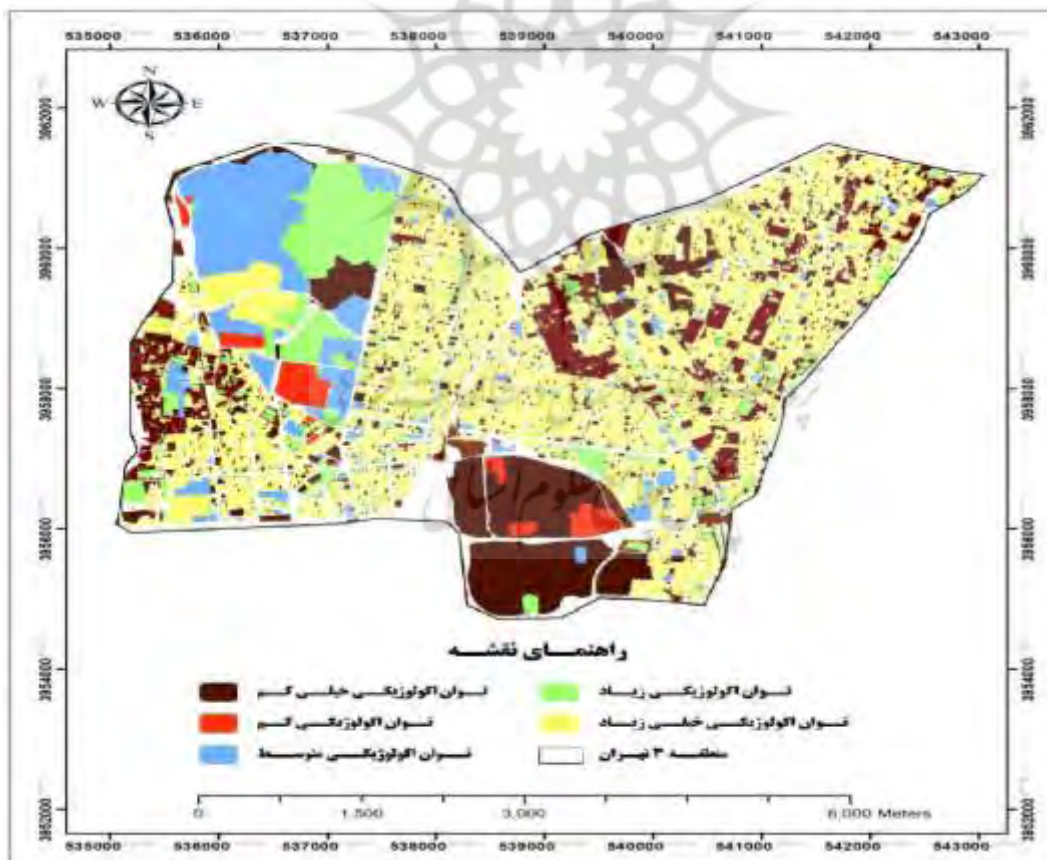
شکل ۵-ح. وزن دهی اراضی ناپایدار به لحاظ شهرسازی



شکل ۵-۵. وزن دهی سازندهای زمین شناسی



شکل ۵-۶. وزن دهی گسل‌های تاثیرگذار منطقه



شکل ۵-۷. تاب‌آوری و توان اکولوژی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله براساس نتایج ANP

نقشه تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله با تأکید بر مؤلفه‌های محیطی حاکی از آن دارد که ۴۱/۷۲ درصد از پهنه منطقه ۳ شهر تهران یعنی ۱۳/۳۶ کیلومترمربع از تاب‌آوری و توان اکولوژیکی خیلی زیاد برخوردار است بیش‌ترین این پهنه‌ها با توان اکولوژیکی بالا در محلات کاووسییه، امانیه، داوودیه و چالهرز منطقه ۳ شهر تهران قرار دارد. دامنه دوم یعنی توان اکولوژیکی زیاد، ۱۲/۳۶ درصد از پهنه محدوده مورد مطالعه را در بر گرفته است که بیش‌تر در محلات امانیه، داوودیه و احتشامیه منطقه ۳ واقع شده‌اند.

دامنه تاب‌آوری و توان اکولوژیکی متوسط که بیش‌ترین بخش محله امانیه را در بر گرفته است بالغ بر ۴/۴۲ کیلومترمربع و ۱۳/۸۰ درصد از سطح منطقه مورد مطالعه است. دامنه تاب‌آوری و توان اکولوژیکی کم که بیش‌ترین فراوانی را در سطح محلات ده ونک و داوودیه دارد ۸/۱۱ درصد از پهنه منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص می‌دهد. دامنه تاب‌آوری و توان اکولوژیکی خیلی کم، پهنه‌ای به مساحت ۸/۶۸ کیلومترمربع را در بر گرفته است. این پهنه ۲۳/۹۸ درصد اراضی منطقه ۳ شهر تهران را شامل می‌شود که بیش‌تر در سطح محلات ده ونک، حسن‌آباد زرگنده، درب دوم، قلهک، داوودیه و رستم‌آباد منطقه قرار دارند (جدول ۳).

**جدول ۳. تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ تهران با استفاده از تلفیق لایه‌ها بر اساس نتایج تحلیل شبکه (ANP)**

توان اکولوژیکی خیلی زیاد		توان اکولوژیکی زیاد		توان اکولوژیکی متوسط		توان اکولوژیکی کم		کل منطقه ۳	
درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع
۴۱/۷۲	۱۳/۳۶	۱۲/۳۶	۳/۹۶	۴/۴۲	۱۳/۸۰	۲/۶۰	۸/۱۱	۲۳/۹۸	۳۲/۰۲
۱۰۰									

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به هدف پژوهش در ارزیابی میزان تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران را در برابر زلزله، به منظور ارزیابی میزان تاب‌آوری و توان اکولوژیکی از هشت معیار اصلی (شیب، جهت شیب، سازندهای زمین‌شناسی، نوع گسل، فاصله از بستر رودخانه‌ها، فاصله از مسیر قنات‌ها، کاربری اراضی و فاصله از اراضی ناپایدار به لحاظ شهرسازی) و ۳۸ زیرمعیار استفاده شد و در نهایت معیارها با استفاده از مدل ANP در رویکردی تلفیقی با GIS مورد تحلیل قرار گرفتند.

از آن جایی که از الزامات رشد متوازن و همه‌جانبه در مقیاس شهری و منطقه‌ای، هماهنگی میان بخش‌های مختلف از جمله شرایط زیست‌محیطی منطقه است. توسعه و حفظ توان اکولوژیک زمانی محقق خواهد شد که از سرزمین به تناسب قابلیت‌ها و توانمندی‌های آن استفاده گردد. ارزیابی تاب‌آوری و توان اکولوژیک سرزمین که در پی سنجش موجودی و توان نهفته سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و یکی از ابزارهای حرکت در راستای توسعه پایدار می‌باشد، امری ضروری است. اقدام جدیدتر در زمینه آمایش سرزمین در ارزیابی توان اکولوژیکی و تعیین اولویت بین کاربری‌های ممکن شامل برنامه‌ریزی‌های خطی و بکارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری و انتخاب گزینه برتر با در نظر داشتن معیارهای بسیار است. در مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری، نمایش صریحی از ابعاد جغرافیایی مورد نیاز است که چارچوبی برای تحلیل تصمیم چندمعیاری بر پایه GIS را ضروری می‌سازد تا از توانایی‌های GIS در فراهم‌آوری، ذخیره‌سازی، بازیابی، پردازش و تحلیل داده‌ها با هم و یکپارچه با قابلیت‌های فنی مبتنی بر مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری استفاده شود.

در مطالعه حاضر از توانمندی و قابلیت‌های GIS و مدل تحلیل شبکه ANP جهت ارزیابی تاب‌آوری و توان اکولوژیکی منطقه ۳ شهر تهران در برابر زلزله بهره گرفته شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های محیطی نشان داد که ۵۴/۰۸ درصد از اراضی منطقه ۳ شهر تهران دارای تاب‌آوری و توان اکولوژیکی خوبی در برابر زلزله برخوردارند که بیش‌ترین پهنه محلات کاووسییه، امانیه، داوودیه، چالهرز و قسمت شرقی محله سیدخندان را در بر می‌گیرد. ۱۳/۸۰ درصد از اراضی محدوده مورد مطالعه از وضعیت تاب‌آوری و توان اکولوژیکی متوسطی برخوردار می‌باشد. آن چه را که در این پژوهش حائز اهمیت است پهنه ۱۰/۲۸ کیلومترمربعی منطقه ۳ شهر تهران است که از تاب‌آوری و توان اکولوژیکی کمی در برابر زلزله برخوردار می‌باشد. این پهنه ۳۲/۰۹ درصد از سطح اراضی محدوده مورد مطالعه را شامل می‌شود این پهنه تقریباً یک‌سوم مساحت منطقه را در بر می‌گیرد. در واقع در زمان وقوع زلزله یک‌سوم از اراضی منطقه ۳ شهر تهران به دلیل وجود مؤلفه‌های اکولوژیکی و محیطی با آسیب‌های و خسارت‌های جدی مواجه خواهد شد که بیش‌ترین این اراضی در محدوده مورد مطالعه در محلات ده‌ونک، حسن‌آباد زرگنده، قلهک، درب دوم، رستم‌آباد، قسمت غربی محله سیدخندان و

قسمت جنوبی محله داوودیه واقع شده‌اند. تأثیر شاخص‌هایی همچون اراضی ناپایدار به لحاظ شهرسازی، عبور رشته قنات‌های متعدد، وجود گسل‌های شناور در داخل محلات منطقه و عبور رودخانه و نفوذپذیری خاک و لغزش ارتفاعات در پی آن، موجب گردید این پهنه‌ها از تاب‌آوری و توان اکولوژیکی کمی در برابر زلزله برخوردار باشند.

## راهکارها

با توجه یافته‌های تحقیق راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

- ✓ جلوگیری از ساخت‌وسازهای غیر اصولی با سازه‌های حجیم و بزرگ در محلات حسن‌آباد زرگنده، قلهک، درب دوم، قسمت غربی محله ده ونک، قسمت جنوبی محله داوودیه و قسمت غربی محله سیدخندان؛
- ✓ زیرسازی اصولی و مهندسی شده در ساخت‌وسازهای محلات ده ونک، سیدخندان، چالهرز، حسن‌آباد زرگنده، درب دوم، قلهک و احتشامیه به دلیل وجود رشته قنات‌های متعدد؛
- ✓ ملزم کردن طرح‌های بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده و با آفرینی بافت‌های ناکارآمد شهری به انجام فرآیند کارآمد و مورد تأیید کارشناسان برای سنجش تاب‌آوری و توان اکولوژی منطقه در چارچوب کاهش اثرات مخرب زلزله‌های آتی؛
- ✓ در نظر گرفتن وزن مولفه‌های اکولوژیک در توسعه شهری.

## References

- Abedini, M., Eshghi Chaharbarj, A., & Saeeda, A. (1401). Evaluation of the physical resilience of the city in different earthquake scenarios (case study of Tehran's Sixth District. *Journal of Geographical Space Quarterly*, 22(78), 193-213.
- Alizadeh, M. (2015). Vulnerability Assessment of Kouhdasht Urban Infrastructure with Passive Defense Approach. *M. Sc., Assistant Professor Saeed Amanpour, Department of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz.*
- Asadian, F., Asadi, M., & Javadian Nemini, M. (2014). Evaluation of ecological potential in order to determine suitable areas for development in the Rhine district of Kerman city based on ecotourism zoning with GIS and AHP technique. *Geographical Land*. 4(44), 35-44. (In Persian)
- Asprone, D., & Manfredi, G. (2015). Linking disaster resilience and urban sustainability: A global approach for future cities. *Disasters*, 39(s1), s96-s111.
- Azizian, M. S., Naqdi, F., & Mollazadeh, M. (2013). Ecological capability evaluation outskirts of Tabriz To sustainable urban development MCE approach. *Journal of Urban Research and Planning*, 4(13), 113-128. (In Persian)
- Badri, S. A., Ramezanzadeh Lasboei, M., Asgary, A., Ghadirimasom, M., & Salmani, M. (2013). The role of local management in improving resilience to natural disasters with emphasis on floods. *Journal of Emergency Management*, 2(1), 39-50.
- Banica, A., Rosu, L., Muntele, I., & Grozavu, A. (2017). Towards urban resilience: A multi-criteria analysis of seismic vulnerability in Iasi City (Romania). *Sustainability*, 9(2), 270.
- Bastaminia, A., Rezaie, M. R., Tazesh, Y., & Dastoorpoor, M. (2016). Evaluation of urban resilience to earthquake a case study: Dehdasht city. *International Journal of Ecology & Development*, 31(4), 46-56.
- Beatley, T., & Newman, P. (2013). Biophilic cities are sustainable, resilient cities. *Sustainability*, 5(8), 3328-3345.
- Behzad Afshar, K., & Akbari, P. (2019). Explain and analyze land use land use criteria to reduce earthquake risk to increase urban resilience (Case study: Sanandaj). *Journal of New Attitudes in Human Geography*, 11(2), 341-357. (In Persian)
- Berkes, F. (2007). Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from resilience thinking. *Natural hazards*, 41(2), 283-295.
- Brown, K. (2014). Global environmental change I: A social turn for resilience?. *Progress in human geography*, 38(1), 107-117.
- By-law 2800 (2005). *Design of buildings against earthquakes - Rules of Procedure*, Iranian Institute of Standards and Industrial Research, Third revision. (In Persian)

- Chelleri, L. (2012). From the «Resilient City» to Urban Resilience. A review essay on understanding and integrating the resilience perspective for urban systems. *Documents d'analisi geogràfica*, 58(2), 287-306.
- Cimellaro, G. P., Nagarajaiah, S., & Kunnath, S. K. (Eds.). (2014). *Computational methods, seismic protection, hybrid testing and resilience in earthquake engineering: A Tribute to the research contributions of Prof. Andrei Reinhorn* (Vol. 33). Springer.
- Delgado-Ramos, G. C., & Guibrunet, L. (2017). Assessing the ecological dimension of urban resilience and sustainability. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 9(2), 151-169.
- Ernstson, H., Van der Leeuw, S. E., Redman, C. L., Meffert, D. J., Davis, G., Alfsen, C., & Elmqvist, T. (2010). Urban transitions: on urban resilience and human-dominated ecosystems. *Ambio*, 39(8), 531-545.
- Eshghei, A., & Nazmfar, H. (2019). Assessment of Urban Resilience against Earthquake by Using Promethee Model, Case Study: district 1 of Tehran Municipality. *Journal of Urban Ecology Researches*, 10(20), 127-140. (In Persian)
- Eshgi, A., Nazmfar, H., & Gafari, A. (2018). Assessing the physical resilience of a city against possible earthquakes (Case Study: region one of Tehran). *Physical Social Planning*, 4(4), 11-26. (In Persian)
- Farzad Behtash, M., Keynejhad, M., Taghi Pirbabaei, M., Asgary, A. (2013), *Evaluation and Analysis of Dimensions and Components of Tabriz Metropolis Resiliency. Honar-Ha-Ye-Ziba: Memory Va Shahrsazi*, 18(3), 33-42. (In Persian)
- Ghaeder Hamati, S., & Ghani Bafghi, R. (2012). Analysis of the effect of spatial expansion in Tehran on the increase of earthquake vulnerability (time period: physical expansion of the last 200 years). *Geographical Research*, 27(2), 18240-18218. (In Persian)
- Ghahroudi Tali, M., Nosrati, K., & Abdoli, E. (2016). Challenges of physical Development of Songhor affected by Glacial Deposits accumulation and Slope Instability. *Journal of Urban Ecology Researches*, 6(12), 9-16. (In Persian)
- Godschalk, D. R. (2003). Urban hazard mitigation: Creating resilient cities. *Natural hazards review*, 4(3), 136-143.
- gokarsarhangei, E. (2013). A Comparative Evaluation of the Location and Development of Urban Centers in Mazandaran Province through Ecological Approach. *Geography and Development*, 11(33), 97-112. (In Persian)
- hatami, Y., & zakerhaghighi, K. (2020). Evaluation of Urban Resiliency Components in Concept and Transition Approach Case study (one district of Hamedan). *Geography and Development*, 18(58), 155-174. (In Persian)
- Ilanlu, M., Ardakani, A., Paknezhad, H., Ebrahimi, M., & Gelsefid, Y. A. (2013). Identifying the urban vulnerable areas against the earthquake with GIS case study radio darya st. chalous. *Int J Adv Stud Humanit Soc Sci*, 1(4), 264-273.
- Ismaili, F., Mirzaei, M. & Khodadad, M. (2017). Determining the most suitable environmental areas of Tarom watershed in Zanzan province by evaluating the ecological potential for development uses. *Geographical Sciences (Applied Geography)*, 12 (25), 1-14. (In Persian)
- Kabir, M. H., Sato, M., Habbiba, U., & Yousuf, T. B. (2018). Assessment of urban disaster resilience in Dhaka North City Corporation (DNCC), Bangladesh. *Procedia engineering*, 212, 1107-1114.
- Kreimer, A., Arnold, M., & Carlin, A. (2003). *Building safer cities: the future of disaster risk* (No. 3). World Bank Publications.
- León, J., & March, A. (2014). Urban morphology as a tool for supporting tsunami rapid resilience: A case study of Talcahuano, Chile. *Habitat international*, 43, 250-262.
- Lewis, D., & Mioch, J. (2005). Urban Vulnerability and Good Governance 1. *Journal of contingencies and crisis management*, 13(2), 50-53.
- Lewis, J., & Kelman, I. (2010). Places, people and perpetuity: Community capacities in ecologies of catastrophe. *ACME: An International Journal for Critical Geographies*, 9(2), 191-220.
- Matyas, D., & Pelling, M. (2015). Positioning resilience for 2015: the role of resistance, incremental adjustment and transformation in disaster risk management policy. *Disasters*, 39(s1), s1-s18.
- Mayunga, J. S. (2007). Understanding and applying the concept of community disaster resilience: a capital-based approach. *Summer academy for social vulnerability and resilience building*, 1(1), 1-16.



- Mir davoodi, H., Zahedi poor, H., Moradi, H., & Godarzi, G. (2008). Determination of agricultural and rangeland ecological capability of Markazi using GIS. *Iranian journal of Range and Desert Research*, 15(2), 242-255. (In Persian)
- Mitchell, T., Harris, K. (2012). *Resilience: a risk management approach*, background note, ODI, 1-7.
- Noruzi, A., Sarvar, R., & Mahdavihajilouie, M. (2018). Evaluation of Effective Social Components in Resilience of District 12 of Tehran. *Geographical Researches*, 32(4), 86-104.
- Olazabal, M., Chelleri, L., Waters, J. J., & Kunath, A. (2012, May). Urban resilience: towards an integrated approach. In *1st International Conference on Urban Sustainability & Resilience, London*.
- Pisano, U. (2012). Resilience and Sustainable Development: Theory of resilience, systems thinking. *European Sustainable Development Network (ESDN)*, 26, 50.
- PourAhmad, A., ziari, K., Abdali, Y., Sadeghi, A. (2019), *Analysis of resiliency criteria in urban worn out texture of Tehran 10 municipality against earthquake with emphasis on physical resilience*, *Journal of Urban Planning*, 10(36), 1-21. (In Persian)
- Proag, Virendra. "Assessing and measuring resilience." *Procedia Economics and Finance* 18 (2014): 222-229.
- Rezaei, M., Sarai, M. H., & Bastaminia, A. (2016). Explanation and analysis of the concept of resilience and its indicators and frameworks in natural disasters. *Quarterly Journal of Crisis Prevention and Management*, 6(1), 46-32. (In Persian)
- Rezapour Andabili, N., & Alikhah Asl, M. (2017). Evaluation of ecological potential of AqDagh Protected Area for forestry uses. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 26(102), 205-216. (In Persian)
- Sadrykia, M., Delavar, M. R., & Zare, M. (2017). A GIS-based fuzzy decision making model for seismic vulnerability assessment in areas with incomplete data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(4), 119.
- Sharan Consulting Engineers (2005). *Development Model Studies of Region 3*, Tehran City Studies and Planning Center (Joint Institution Responsible for Preparing Comprehensive and Detailed Plans of Tehran). (In Persian)
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2014). Resilient urban planning: Major principles and criteria. *Energy Procedia*, 61, 1491-1495.
- Shaw, R., Surjan, A., & Parvin, G. A. (2016). Urban disasters and approaches to resilience. In *Urban Disasters and Resilience in Asia* (pp. 1-19). Butterworth-Heinemann.
- Statistics of Tehran (2016). *Information and Communication Technology Organization of Tehran Municipality*, First Edition, Tehran. (In Persian)
- Suárez, M., Gómez-Baggethun, E., Benayas, J., & Tilbury, D. (2016). Towards an urban resilience index: a case study in 50 Spanish cities. *Sustainability*, 8(8), 774.
- Tewari, H. R., & Bhowmick, P. K. (2014). Livelihood vulnerability index analysis: An approach to study vulnerability in the context of Bihar.
- Tompkins, E. L., & Adger, W. N. (2004). Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change?. *Ecology and society*, 9(2), 10.
- Windle, G. (2011). What is resilience? A review and concept analysis. *Reviews in clinical gerontology*, 21(2), 152-169.
- Xu, J., & Lu, Y. (2018). Towards an earthquake-resilient world: from post-disaster reconstruction to pre-disaster prevention. *Environmental Hazards*, 17(4), 269-275.
- Yu, P., Wen, W., Ji, D., Zhai, C., & Xie, L. (2019). A framework to assess the seismic resilience of urban hospitals. *Advances in Civil Engineering*, 2019.
- Zarabadi, Z.S.S., Ebadolazadehmaleki, B., Piri, S., & Farzad Behtash, M.R. (2022). Interpretive Structural Model of the Resilience Threshold of Urban Spaces against Earthquakes with a Socio-Ecological Approach, Case Study: Zanzan City. *Biannual Journal of Urban Ecology Researches*, 12(2), 101-118. (In Persian)

اسدیان، فریده؛ اسدی، مجید؛ جوادیان نمینی و مرجان (۱۳۹۳). ارزیابی توان اکولوژیکی به منظور تعیین عرصه‌های مناسب توسعه در محدوده بخش راین شهرستان کرمان بر مبنای پهنه‌بندی اکتوریسم با تکنیک GIS و AHP. *جغرافیایی سرزمین*، ۴(۴۴)، ۳۵-۴۴.

- اسمعیلی، فضل‌الله؛ میرزایی، مژگان و خداداد، مهدی (۱۳۹۵)، تعیین مناسب‌ترین عرصه‌های محیط زیستی حوضه آبخیز طارم استان زنجان با ارزیابی توان اکولوژیکی برای کاربری‌های توسعه‌ای. *علوم جغرافیایی*، ۱۲(۲۵)، ۱-۱۴.
- آمارنامه شهر تهران (۱۳۹۴). *سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری*. تهران: چاپ اول، تهران.
- آئین‌نامه ۲۸۰۰ (۱۳۸۴). *طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله- آئین کار*. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تجدیدنظر سوم.
- بهزاد افشار، کتابون و اکبری، پرویز (۱۳۹۸). تبیین و تحلیل معیارهای کاربری برنامه‌ریزی زمین در کاهش خطر زلزله جهت افزایش تاب‌آوری شهری (نمونه موردی: شهر سنندج). *نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۱۱(۲)، ۳۴۱-۳۵۷.
- پوراحمد، احمد؛ زیاری، کرام‌تاله؛ ابدالی، یعقوب و الله‌قلی‌پور، سارا (۱۳۹۸). تحلیل معیارهای تاب‌آوری در بافت فرسوده شهری در برابر زلزله با تأکید بر تاب‌آوری کالبدی (مورد: منطقه ۱۰ شهرداری تهران). *برنامه‌ریزی شهری*، ۱۰(۳۶)، ۱-۲۰.
- جوکار سرهنگی، عیسی (۱۳۹۱). ارزیابی تطبیقی از مکان‌گزینی و توسعه مراکز شهری استان مازندران با رویکرد اکولوژیکی. *جغرافیا و توسعه*، ۳۳، ۱۱۲-۹۷.
- حاتمی، یاسر و ذاکر حقیقی، کیانوش (۱۳۹۹). ارزیابی مؤلفه‌های تاب‌آوری شهری در مفهوم و رویکرد گذار مطالعه موردی: منطقه یک شهر همدان. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ۱۸(۵۸)، ۱۵۵-۱۷۴.
- رضاپور اندیلی، نفیسه و علی‌خواه اصل، مرضیه (۱۳۹۶). ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه حفاظت شده آق داغ برای کاربری جنگلداری. *اطلاعات جغرافیایی «سپهر»*، ۲۶(۱۰۲)، ۲۰۵-۲۱۶.
- رضایی، محمدرضا؛ سزایی، محمدحسین و بسطامی‌نیا، امیر (۱۳۹۵). تبیین و تحلیل مفهوم تاب‌آوری و شاخص‌ها و چارچوب‌های آن در سوانح طبیعی. *دانش‌پیشگیری و مدیریت بحران*، ۱(۱)، ۳۲-۴۶.
- زرآبادی، زهراسادات سعیده؛ عبادزاده ملکی، بهناز؛ پیری، سعید و فرزاد بهتاش و محمدرضا (۱۴۰۰)، تحلیل ساختاری تفسیری آستانه تاب‌آوری فضاهای شهری در برابر زلزله با رویکرد اجتماعی- بوم‌شناسی، مطالعه موردی: شهر زنجان. *فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۱۱۲(۲)، ۱۱۸-۱۰۱.
- عابدینی، موسی، عشقی چهاربرج، علی و علوی، سعیده (۱۴۰۱). ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شهر در سناریوهای مختلف زلزله (مطالعه موردی منطقه شش تهران). *نشریه فضای جغرافیایی*، ۲۲(۷۸)، ۲۱۳-۱۹۳.
- عزیزیان، محمدصادق؛ نقدی، فریده و ملازاده، مهدی (۱۳۹۲). ارزیابی توان اکولوژیکی حاشیه شهر تبریز به‌منظور توسعه پایدار شهری با رویکرد MCE. *مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۴(۱۳)، ۱۱۳-۱۲۸.
- عشقی، علی؛ نظم‌فر، حسین و غفاری، عطا (۱۳۹۶). ارزیابی تاب‌آوری کالبدی شهر در برابر زلزله‌های احتمالی نمونه موردی: منطقه یک شهرداری تهران. *برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۲(۴)، ۱۱-۲۶.
- عشقی، علی و نظم‌فر، حسین (۱۳۹۸). سنجش تاب‌آوری شهر در برابر زلزله با مدل پرومته، نمونه موردی: منطقه یک شهرداری تهران، دو فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۱۰(۲۰)، ۱۲۷-۱۴۰.
- فرزاد بهتاش، محمدرضا؛ کینژاد، محمدعلی؛ پیربابایی، محمدتقی و عسگری، علی (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلانشهر تبریز. *نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی*، ۱۸(۳)، ۳۳-۴۲.
- قاندرحمتی، صفدر و قانع بافقی، روح‌اله (۱۳۹۱). تحلیل تأثیر گسترش فضایی شهر تهران در افزایش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله (دوره زمانی: گسترش فیزیکی ۲۰۰ سال اخیر). *تحقیقات جغرافیایی*، ۲۷(۲)، ۱۸۲۴۰-۱۸۲۱۸.
- قهرودی، منیژه؛ نصرتی، کاظم و عبدلی، اسماعیل (۱۳۹۴). چالش‌های توسعه کالبدی شهر سنقر در اثر انباشت نهشته‌های یخچالی و ناپایداری دامنه‌ای، دو فصلنامه علمی- پژوهشی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۶(۱۲)، ۹-۱۶.
- مهندسین مشاور شاران (۱۳۸۴). *مطالعات الگوی توسعه منطقه ۳، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران (نهاد مشترک مسئول تهیه طرح‌های جامع و تفصیلی شهر تهران)*.
- میردادودی، حمیدرضا؛ زاهدی‌پور، حجت‌اله؛ مرادی، حمیدرضا و گودرزی، غلام‌رضا (۱۳۸۷). بررسی و تعیین توان اکولوژیکی استان مرکزی از نظر کشاورزی و مرتعداری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). *تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، ۱۵(۲)، ۲۴۲-۲۵۵.