



## Research Article

### Evaluation and analysis of resilience of 29 neighborhoods in Tehran's district 5 against environmental crises based on ecosystem approach

Vafa Ghaem Maghami<sup>1</sup>, Mohammad Javad Amiri<sup>2\*</sup> , Ahmad Nohegar<sup>2</sup>

1-Department of Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

2-Department of Disaster Engineering, Education and Environmental Systems, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 27 Apr 2024 Accepted: 21 Feb 2025

## Extended Abstract

### Introduction

The metropolitan city of Tehran, as the political capital of Iran, has a population exceeding 8 million and a population density of 12,200 individuals per square kilometer. Spanning an area of approximately 751 square kilometers, Tehran is situated at an elevation ranging from 900 to 1800 meters in the southern foothills of the Alborz Mountains. This high population density, coupled with exposure to various environmental hazards, has rendered crisis management in this city a complex and multifaceted challenge. Environmental crises such as earthquakes, floods, fires, water and air pollution, and land subsidence have exacerbated Tehran's environmental vulnerability, posing substantial risks to urban security and public welfare, particularly in highly susceptible areas such as District 5. A comprehensive understanding of the dimensions of vulnerability in District 5 against environmental crises is imperative for devising effective management strategies aimed at mitigating vulnerability and risk while enhancing urban resilience. Accordingly, the primary objective of this study is to assess the level of urban resilience in District 5 of Tehran concerning environmental crises. Additionally, this research seeks to identify structurally and functionally deficient neighborhoods in order to propose evidence-based and practical strategies for addressing these weaknesses and enhancing resilience. The findings of this study contribute to a deeper understanding of the challenges ahead and facilitate targeted planning and optimal resource allocation.

### Materials and Methods

The study area comprises District 5 of Tehran Municipality, selected as a representative case due to its distinct characteristics, including its exposure to multiple environmental hazards. A mixed-method approach was employed to assess urban resilience against environmental crises, encompassing earthquakes, floods, subsidence, and fires. Data were obtained through expert interviews with urban planners and environmental specialists, literature reviews, examination of relevant documents and records, and field observations. In this study, urban resilience indicators were employed to evaluate the resilience of neighborhoods in District 5 of Tehran against environmental crises. The assessment was conducted based on four main criteria: socio-economic, physical-structural, accessibility, and environmental, incorporating 37 sub-criteria. Each sub-criterion was mapped as a distinct data layer using ArcGIS software. Subsequently, fuzzy logic operators were applied to standardize (fuzzify) the data by converting values into a range between zero and one. The Analytical Network Process (ANP) was employed to determine the relative weight and significance of each criterion and sub-criterion, enabling the consideration of interdependencies among them.

**Citation:** Ghaem Maghami, V. et al, 2025. Evaluation and analysis of resilience of 29 neighborhoods in Tehran's district 5 against environmental ..., *Res. Earth. Sci.*: 16(2), (72-89) DOI: 10.48308/esrj.2024.223388.1065

\* Corresponding author E-mail address: [mjamiri@ut.ac.ir](mailto:mjamiri@ut.ac.ir)



The spatial layers corresponding to each criterion were integrated and analyzed using fuzzy logic operators. Finally, the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) was utilized to rank the neighborhoods of District 5, and a classical clustering approach was applied to classify them based on their resilience levels.

### **Results and Discussion**


The results indicate that the socio-economic criterion, with a fuzzy membership degree of 0.45, is the most influential determinant of urban resilience in District 5 of Tehran. Factors such as the structural integrity of residential buildings, the presence or absence of informal settlements, accessibility to essential services (e.g., healthcare, educational institutions), exposure to flood-prone areas, and land-use classification significantly influence the resilience levels of this district. From a spatial perspective, neighborhoods such as Shahin, Northern Jannat Abad, and Al-Mahdi, located in the northern part of the district, demonstrate the highest levels of resilience. This resilience is attributed to factors such as robust building structures, the absence of informal settlements, sufficient distance from flood pathways and pollution sources, availability of open spaces, and optimal access to service centers. Conversely, neighborhoods such as Ekbatan, Bimeh, and Kan exhibit the lowest resilience levels, highlighting critical areas for intervention. The least squares regression indicated that the fuzzy algebraic sum operator (SUM) demonstrated the best performance in detecting neighborhood resilience against environmental crises.

### **Conclusion**

The southern neighborhoods of District 5, including Ekbatan, Bimeh, Kan, Apadana, and Eram, exhibit lower resilience due to high population and building densities, the presence of aging infrastructure and informal settlements, environmental pollution, and socio-economic and infrastructural deficiencies, along with limited access to essential services. These findings underscore the heightened vulnerability of these neighborhoods to environmental crises, indicating their potential to sustain substantial damage and loss in the event of a disaster. This study provides critical insights by systematically identifying weaknesses and vulnerabilities within District 5, thereby equipping urban policymakers and decision-makers with essential data for informed decision-making. The adoption of targeted interventions, such as infrastructure enhancement, urban renewal, public awareness campaigns, and the reinforcement of crisis management systems, can significantly bolster resilience levels. Future strategies should prioritize investment in upgrading infrastructure, retrofitting vulnerable urban fabrics, increasing public preparedness, and strengthening disaster management frameworks to enhance overall urban resilience.

**Keywords:** Urban resilience, Environmental crisis, Fuzzy network analysis, Ranking, Geographic Information System (GIS).

## ارزیابی و تحلیل تاب‌آوری محلات ۲۹ گانه‌ی منطقه پنج تهران در برابر بحران‌های محیط زیستی بر مبنای رویکرد اکوسیستمی

وفا قائم مقامی<sup>۱</sup>، محمدجواد امیری<sup>۲\*</sup> , احمد نوحه‌گر<sup>۲</sup>

۱- گروه برنامه‌ریزی، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- گروه مهندسی سوانح، آموزش و سیستم‌های محیط زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(پژوهشی) دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۰۸ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۰۲

### چکیده گسترده

#### مقدمه

کلان‌شهر تهران، پایتخت سیاسی ایران، با جمعیتی بالغ بر ۸ میلیون نفر و تراکم جمعیتی ۱۲،۲۰۰ نفر در هر کیلومتر مربع، در مساحتی حدود ۷۵۱ کیلومتر مربع و در دامنه‌ی ارتفاعی ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متر در کوهپایه‌ی جنوبی البرز واقع شده است. این تراکم بالای جمعیت، به همراه قرارگیری در معرض انواع بحران‌های محیط‌زیستی، مدیریت بحران در این شهر را به امری پیچیده و چالش‌برانگیز تبدیل کرده است. بحران‌هایی نظیر زمین‌لرزه، سیلاب، آتش‌سوزی، آلودگی آب و هوا و فرونشست زمین، آسیب‌پذیری محیطی شهر تهران را تشدید نموده و به تبع آن، تهدیدهای جدی را برای امنیت و آسایش شهروندان، به ویژه در مناطق آسیب‌پذیرتر مانند منطقه ۵، ایجاد کرده است. با درک و شناخت دقیق ابعاد آسیب‌پذیری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی، می‌توان راهکارهای مدیریتی موثرتری را برای کاهش آسیب‌پذیری و ریسک، و در مقابل، افزایش تاب‌آوری شهری تدوین نمود. بر همین اساس، هدف اصلی این مطالعه، ارزیابی سطح تاب‌آوری شهری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی است. هدف دیگر این پژوهش، شناسایی محلات ضعیف و ناکارآمد در برابر این بحران‌ها است تا در مراحل بعدی، بتوان راهکارهای عملی و مبتنی بر شواهد را برای رفع این نقاط ضعف و بهبود وضعیت تاب‌آوری محلات ارائه نمود. این بررسی به درک بهتر از چالش‌های پیش رو کمک کرده و امکان برنامه‌ریزی هدفمند و تخصیص منابع بهینه را فراهم می‌سازد.

#### مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، منطقه ۵ شهرداری تهران است که به دلیل ویژگی‌های خاص خود، از جمله قرارگیری در معرض مخاطرات گوناگون محیط‌زیستی، به عنوان نمونه‌ای مناسب برای ارزیابی تاب‌آوری شهری انتخاب شده است. برای ارزیابی سطح تاب‌آوری شهری در برابر بحران‌های محیط‌زیستی شامل زمین‌لرزه، سیل، فرونشست‌ها و آتش‌سوزی، از روشی ترکیبی استفاده شده است. در این راستا، اطلاعات مورد نیاز از طریق مصاحبه با کارشناسان شهری و برنامه‌ریزان محیط‌زیست، مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و مدارک موجود، و همچنین مشاهدات میدانی جمع‌آوری و تهیه گردید. در این پژوهش، پارامترهایی که نشان‌دهنده سطح تاب‌آوری شهری هستند، به‌منظور ارزیابی تاب‌آوری محلات در منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی، از معیارهای اجتماعی-اقتصادی، معیار کالبدی-ساختاری، معیار دسترسی‌ها و معیار فیزیکی و با ۳۷ زیرمعیار استفاده گردید.

استناد: قائم مقامی، و. و همکاران، ۱۴۰۴. ارزیابی و تحلیل تاب‌آوری محلات ۲۹ گانه‌ی منطقه پنج تهران در برابر بحران‌های محیط

زیستی، پژوهش‌های دانش زمین: ۱۶(۲)، (۸۹-۷۲)، DOI: 10.48308/esrj.2024.223388.1065

E-mail: [mjamiri@ut.ac.ir](mailto:mjamiri@ut.ac.ir)

\* نویسنده مسئول:



برای هر یک از زیرمعیارها، یک لایه اطلاعاتی مجزا در محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد. سپس، برای فازی کردن (تبدیل مقادیر به بازه بین صفر و یک) هر نقشه (زیرمعیار)، از عملگرهای فازی مناسب استفاده گردید. برای تعیین وزن و اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها، از روش تحلیل شبکه (ANP) استفاده شد که امکان در نظر گرفتن روابط متقابل بین معیارها را فراهم می‌سازد. لایه‌های هر معیار (زیرمعیارها) با استفاده از عملگرهای فازی بر روی هم قرار گرفته و تحلیل شدند. در نهایت، با استفاده از تکنیک تاپسیس (TOPSIS)، محلات منطقه ۵ رتبه‌بندی شده و با استفاده از روش خوشه‌بندی کلاسیک، به گروه‌های مختلف از نظر سطح تاب‌آوری طبقه‌بندی شدند.

### نتایج و بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که معیار اجتماعی-اقتصادی با درجه عضویت فازی ۰/۴۵، مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در سطح تاب‌آوری شهری منطقه ۵ تهران است. عواملی نظیر استحکام منازل مسکونی و وجود یا عدم وجود سکونتگاه‌های غیررسمی (زاغه‌نشینی)، دسترسی به مراکز خدماتی ضروری (مانند مراکز بهداشتی، درمانی و آموزشی)، قرارگیری محلات در معرض خطر آب‌گرفتگی و نوع کاربری اراضی، بیشترین تاثیر را بر سطح تاب‌آوری شهری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی دارند. از منظر توزیع فضایی و جغرافیایی، محله‌های شاهین، جنت‌آباد شمالی و المهدی که در نیمه شمالی منطقه واقع شده‌اند، به دلیل استحکام بالای منازل، عدم وجود سکونتگاه‌های غیررسمی، فاصله مناسب از مسیل‌ها و منابع آلودگی، وجود فضای باز کافی و دسترسی بهینه به مراکز خدمات‌رسانی، بیشترین سطح تاب‌آوری شهری را دارا هستند. در مقابل، محله‌های اکباتان، بیمه و کن، کمترین سطح تاب‌آوری شهری را نشان می‌دهند. همچنین رگرسیون حداقل مربعات نشان داد که عملگر جمع جبری فازی SUM، بهترین عملکرد را در آشکارسازی تاب‌آوری محلات در برابر بحران‌های محیط‌زیستی دارد.

### نتیجه‌گیری

محلات جنوبی منطقه ۵ تهران شامل اکباتان، بیمه، کن، آپادانا و ارم، به دلیل عواملی نظیر تراکم بالای جمعیت و ساختمان‌ها، قدمت بالای ساختمان‌ها و وجود سکونتگاه‌های غیررسمی، آلودگی محیط‌زیستی و سایر عوامل اجتماعی-اقتصادی، فیزیکی، زیرساختی و دسترسی محدود به مراکز خدمات‌رسانی، از سطح تاب‌آوری پایین‌تری برخوردار هستند. این امر بدان معناست که در مواقع بروز بحران‌های محیط‌زیستی، این محلات بیشترین آسیب و خسارت را متحمل خواهند شد. بنابراین، این مطالعه با شناسایی دقیق نقاط ضعف و آسیب‌پذیری‌های محلات مختلف منطقه ۵، اطلاعات ارزشمندی را در اختیار مدیران شهری و تصمیم‌گیرندگان قرار می‌دهد. با اتخاذ تدابیر مناسب و رفع این نواقص شهری، می‌توان به طور قابل توجهی سطح تاب‌آوری محلات را افزایش داده و آمادگی شهر را برای مقابله با بحران‌های محیط‌زیستی بهبود بخشید. این امر مستلزم سرمایه‌گذاری در بهسازی زیرساخت‌ها، نوسازی بافت‌های فرسوده، ارتقای سطح آگاهی و آمادگی شهروندان، و تقویت سیستم‌های مدیریت بحران است.

**واژگان کلیدی:** بحران محیط‌زیستی، تاب‌آوری شهری، تحلیل شبکه فازی، رتبه‌بندی، سامانه اطلاعات جغرافیایی.

### مقدمه

مقابله با بحران‌های محیط‌زیستی<sup>۱</sup> یکی از چالش‌های اصلی برای جهان امروز است که نه تنها باعث مرگ‌ومیر و درد و رنج عاطفی بشر می‌شود، بلکه به اقتصاد محلی نیز آسیب‌هایی می‌زند (Cutter et al, 2016). در موارد بسیار انسان‌توانسته است که تهدیدهای طبیعی را به حداقل ممکن کاهش دهد؛ اما واقعیت انکارناپذیر این است که برخی بحران‌های محیط‌زیستی ناگهانی نه تنها قدرت تخریبی

خیلی زیادی دارند، بلکه امکان پیش‌بینی را نیز سلب کرده‌اند (Faraji et al, 2019). در این خصوص آن‌چه بیش از هر چیزی مهم جلوه می‌کند، قدرت تطبیق‌پذیری و احیای سیستم‌های شهری و منطقه‌ای و بازگشت به حالت عادی پس از وقوع سانحه است که ایده تاب‌آوری را پیشنهاد می‌دهد (Bazrafshan et al, 2019). ایده تاب‌آوری جهت‌گیری‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی، کالبدی، مدیریتی و غیره را به مطالعات شهری و منطقه‌ای در سطح گسترده‌ای

پژوهشگران با استفاده از روش‌های کمی و پرسش‌نامه‌ای ابتدا به شناسایی و آسیب‌پذیری مناطق مختلف شهری در برابر این بحران‌ها پرداخته و با استفاده از روش‌های وزن دهی و تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) ظرفیت شهرها را بررسی نموده‌اند. در کلان‌شهر تهران، محله‌های قیطریه، ستارخان، نارمک و قلعه‌مرغی به ترتیب بیشترین تاب‌آوری اقتصادی و نهادی را در برابر بحران دارند (Rezaei, 2014). در شهر قزوین، در معیار کالبد فضایی نسبت تخت بیمارستان به جمعیت، در معیار اجتماعی، سرمایه اجتماعی؛ در معیار اقتصادی، مساحت مراکز کسب‌وکار بزرگ‌مقیاس و در معیار تاب‌آوری نهادی نیز شاخص عملکرد در وضعیت نامناسب تاب‌آوری قرار دارند (Dadashpour and adeli, 2016). سنجش و تدوین راهبردی تاب‌آوری در برابر بحران‌های محیط‌زیستی در بافت قدیم شهری محله فیض‌آباد کرمانشاه به‌گونه‌ای است که موقعیت این محله در حالت تدافعی و در وضعیت متوسطی قرار دارد و مهم‌ترین راهبرد در این زمینه، تدوین سند راهبردی و مشارکت نیروهای اجتماعی موثر در قوانین به‌منظور سامان‌دهی بافت قدیم شهری است (Moazami et al, 2017). از لحاظ تاب‌آوری اجتماعی، منطقه سه اصفهان به دلیل تعداد مطلوب مراکز مختلف خدماتی خیلی بالاست و به‌عنوان بهترین نقطه تاب‌آور محسوب می‌شود و مناطق پنج و یک در رتبه‌های بعد قرار دارند. مناطق سه و شش به دلیل بیکاری، جرائم و رفتارهای اجتماعی نامناسب دارای تاب‌آوری ضعیفی هستند (Delakeh et al, 2018). بررسی تاب‌آوری محلات شهر سنندج با مدل ANP بیان‌گر این است که میزان تاب‌آوری محله‌های حاجی‌آباد، شالمان و سرتپوله در سطح مناسبی قرار دارد (Bahrami et al, 2019). تاب‌آوری شهر بابل با مدل رتبه‌بندی ویکور نشان داد که حدود ۵۰ درصد مناطق مورد بررسی در شهر بابل دارای عدم تاب‌آوری و تاب‌آوری پایین می‌باشند و تنها ۲۵ درصد از مناطق از لحاظ شاخص‌ها کاملاً تاب‌آور هستند (Shokri firouzjah, 2018). از لحاظ تاب‌آوری اجتماعی در برابر بحران‌های طبیعی، مناطق ۱، ۲، ۳ و ۴ کرمان بیشترین تاب‌آوری را دارند (Abdollahi et al, 2019). از میان ۲۰ شهرستان استان آذربایجان شرقی، شهرستان‌های مرند، جلفا، شبستر و تبریز دارای تاب‌آوری بالایی در برابر مخاطرات طبیعی دارند، اما شهرستان‌های ملکان، بناب،

وارد کرده است (Pizzo, 2015). سیستمی تاب‌آور است که بتواند بحران‌های موقت یا دائم را جذب کرده و خود را با شرایط به سرعت در حال تغییر انطباق دهد، بدون این‌که کارکرد خود را از دست بدهد (Ghiasvand and Abdolshah, 2017). در این میان تبیین را به تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی، در واقع نحوه‌ی اثرگذاری ظرفیت‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی، سیاسی و اجرایی جوامع در افزایش تاب‌آوری و شناخت ابعاد تاب‌آوری در اجتماع است (Rezaei, 2014). بحران‌های محیطی همچون خشکسالی، آلودگی هوا، کمبود آب، زلزله، سیلاب، ریزگردها و توفان‌های تندری در دنیا همواره چالشی اساسی در دستیابی به توسعه‌ی پایدار در جوامع انسانی است (Govindarajulu, 2020). لذا، شناخت شیوه‌های دستیابی به پایداری، به‌وسیله‌ی الگوهای مختلف کاهش آسیب‌پذیری در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و مدیریت سوانح وارد شده و جایگاه مناسبی در سیاست‌گذاری‌های ملی هر کشور باز کرده است تا شرایط مطلوبی را جهت تقلیل بحران‌ها در سطوح مختلف مدیریت سوانح<sup>۲</sup> به وجود آورد (Davis and Izadkhan, 2015; Caschili et al, 2006). مفهوم اصلی تاب‌آوری این است که به‌عنوان توانایی یک منطقه برای ثبت موفقیت اقتصادی همراه با انسجام اجتماعی برای حفاظت از محیط‌زیست و غلبه بر بحران شناخته می‌شود (Jordan et al, 2018; Borsekova et al, 2015). لذا تاب‌آوری هم در جهت پایداری و هم در تغییر برای آینده مهم است و سیستم‌ها نیاز به ظرفیت‌هایی دارند تا بتوانند در سه بُعد مقاومت، سازگاری و تغییرپذیری مشارکت داشته باشند (Piran et al, 2018). مفهوم‌سازی مسائل از طریق تاب‌آوری برای مقابله با مسائل منجر می‌شود که یک جمعیت در مقابل آسیب‌پذیری از خود محافظت کند (Methmann et al, 2015; Reggiani, 2015) و در شرایطی که ریسک و عدم قطعیت‌ها در حال رشد باشد، در مواجهه با اختلالات، غافل‌گیری‌ها و تغییرات مقاوم باشند (Ramezanzadeh lesboei, 2018; Mohammadi and Pashazadeh, 2015; Badri, 2015). مایانگا به پنج نوع سرمایه اجتماعی، اقتصادی، فیزیکی، انسانی و طبیعی به‌عنوان معیارهای ارزیابی تاب‌آوری در برابر بحران‌های محیط‌زیستی اشاره دارد (Shokri, 2017; Fanni and Masoumi, 2018; Firouzjah, 2018). به منظور پاسخ‌گویی و مقابله با بحران‌های طبیعی،

گرمایش جهانی بیان‌گر این است که این کشور شدیداً در برابر بحران‌های طبیعی ناشی از گرمایش جهانی آسیب‌پذیر است (Fakhruddin et al, 2019). در کلان شهر تهران، تاب‌آوری در برابر سیلاب‌های ناشی از سر ریز رودخانه‌ها و آب‌های سطحی خیابان در مناطق ۶ و ۲۲ بالا بوده، اما منطقه یک کم‌ترین تاب‌آوری را دارد (Moghadas et al, 2019). در کشور تایوان، بیش‌ترین خسارت شهری ناشی از بحران‌های طبیعی، در لحظات ابتدایی بحران اتفاق می‌افتد و سریعاً زیرساخت‌ها آسیب می‌بینند. بنابراین برای مقابله با آن و افزایش تاب‌آوری شهری<sup>۳</sup> می‌بایست برنامه‌ای طراحی نمود تا خسارت‌هایی که در لحظات ابتدایی اتفاق می‌افتد، به حداقل برسد و توانایی مقابله با آن را در این لحظه داشت. با این راهکار می‌توان تاب‌آوری شهری را در برابر بحران‌های طبیعی افزایش داد (Chen et al, 2020). کلان‌شهر تهران با جمعیتی بالغ بر ۸ میلیون جمعیت، تراکم ۱۲ هزار و ۲۰۰ نفر در هر کیلومترمربع، مساحت ۷۵۱ کیلومترمربع، در دامنه‌ی ارتفاعی ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متر در کوهپایه‌ی جنوبی البرز، پایتخت سیاسی ایران بوده که تراکم جمعیت در این شهر، مدیریت بحران را سخت نموده است. بحران‌های محیط‌زیستی همچون زمین‌لرزه، سیلاب، آتش‌سوزی، آلودگی آب و هوا باعث آسیب‌پذیری محیطی<sup>۴</sup> شهر و به‌تبع آن، تهدیدهایی را برای امنیت شهر تهران به ویژه منطقه ۵ ایجاد نموده است. با شناخت ابعاد آسیب‌پذیری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی، راهکارهای مدیریتی برای کاهش آسیب‌پذیری و ریسک و افزایش تاب‌آوری قابل‌تدوین است. به همین دلیل، هدف اصلی این مطالعه، ارزیابی تاب‌آوری محلات موجود در منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی می‌باشد که برای دستیابی به این هدف، از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی و روش‌های طبقه‌بندی استفاده گردید. تقسیمات خردتر به ۷ ناحیه و ۲۹ محله تقسیم می‌شود. جمع کاربری خالص شهری، ۷۴/۴ درصد و جمع کاربری ناخالص شهری ۲۵/۶ درصد از منطقه ۵ می‌باشد. کاربری های مسکونی با ۲۷/۳ درصد و شبکه‌ی جاده‌های شهری با ۲۴/۳ درصد، بیشترین مقدار در کاربری خالص شهری به خود اختصاص داده‌اند. رودخانه کن و فرحزاد به ترتیب در بدنه‌ی غربی و شرقی منطقه هستند. در محله‌ی کن، باغات یکپارچه و در حصارک، مرادآباد و باغ فیض، باغات پراکنده

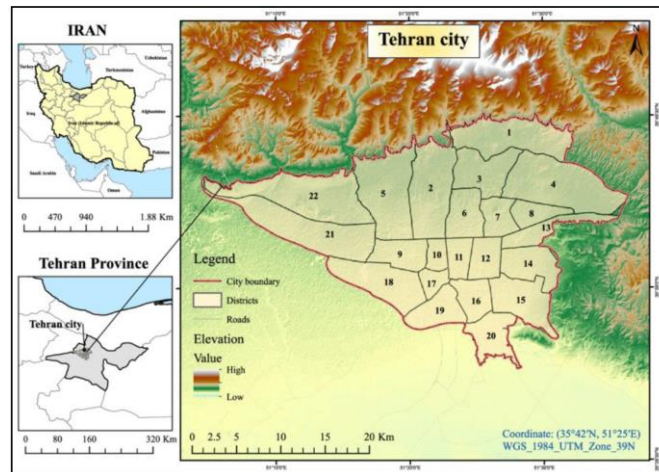
عجب‌شیر، آذرشهر و اهر به لحاظ تاب‌آوری در شرایط نامناسبی قرار دارند (Valizadeh et al, 2020). در منطقه چهار شهر تبریز، ۳۹/۴ هکتار از وضعیت تاب‌آوری نامناسبی برخوردار می‌باشد و در مقابل، ۱۱۶۷ هکتار در وضعیت مناسبی قرار دارد (pourmohammadi et al, 2019). خالدی و همکاران (Khaledi et al, 2020) میزان تاب‌آوری مناطق شهری ارومیه در برابر سیلاب‌های شهری را بررسی نموده و به این نتیجه رسیدند که منطقه ۳ شهر ارومیه مطلوب‌ترین منطقه در برابر سیلاب‌های شهری و منطقه ۴ ضعیف‌ترین تاب‌آوری را در برابر سیلاب دارد. در تهران مناطق ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۱ و ۱۸ بیش‌ترین تاب‌آوری و مناطق ۱۲ و ۱۶ کم‌ترین مقاومت و تاب‌آوری را در برابر بحران‌های طبیعی دارند (Asadzadeh et al, 2015). در اسپانیا، بیشتر شهرها از لحاظ تاب‌آوری در وضعیت مطلوبی نیستند و برای رسیدن به تاب‌آوری باید اقداماتی مانند کاهش مصرف منابع، ترویج تجارت محلی، ایجاد فضای مشارکت و تنوع بخشیدن به اقتصاد محلی را افزایش داد (Suarez et al, 2016). در هر منطقه‌ای از داکای شمالی در بنگلادش، میزان ابعاد تاب‌آوری در مقیاس محله متفاوت است و توجه به زیرساخت‌های شهری و بهبود آن پاسخ‌گوی مقابله با بحران‌های طبیعی نیست و رویکرد مداوم تغییر در برنامه‌ریزی برای مقابله با بحران‌ها ضروری است (Kabir et al, 2018). تاب‌آوری شهر شژن چین در برابر زمین‌لغزش های ناشی از بارندگی شدید و توپوگرافی با استفاده از مدل ماشین بردار پشتیبان و تکنیک سلسله مراتبی دلفی بررسی شد و نتایج نشان داد که مناطق جدید داپنگ و گوانگ مینگ با خاک‌های شیل‌دار و توپوگرافی پیچیده و بارندگی زیاد مناطقی با تاب‌آوری اجتماعی ضعیف هستند (Zhang et al, 2019). مطالعات مربوط به تاب‌آوری کشور تونگا در برابر سیلاب‌ها و توفان‌های دریایی ناشی از تغییر اقلیم و

### منطقه مورد مطالعه

محدوده‌ی منطقه ۵ تهران، یکی از مناطق ۲۲ گانه‌ی شهر تهران است که درواقع پهنه‌ای از اراضی شمال‌غربی تهران است. این منطقه از جنوب به جاده مخصوص کرج، از شمال به کوهپایه‌های البرز و از غرب به رودخانه کن محدود می‌شود (شکل ۱). منطقه ۵ مساحتی معادل ۵۲۸۷/۳۵ هکتار، جمعیتی حدود ۸۵۶ هزار و ۵۶۵ نفر دارد که در

منطقه ۵ تهران به شمار می‌آیند؛ مهاجرپذیرترین منطقه ی شهر تهران می‌باشد؛ جوان‌ترین منطقه‌ی تهران است؛ میزان باسوادی آن نیز بیشتر از متوسط تهران است.

وجود دارد. پارک سوار آزادی و ترمینال غرب در جوار هم در محدوده‌ی میدان آزادی و استقرار شهر سنگ در شرق رودخانه‌ی کن، کانون‌های اصلی آلوده‌کننده‌ی محیطی در

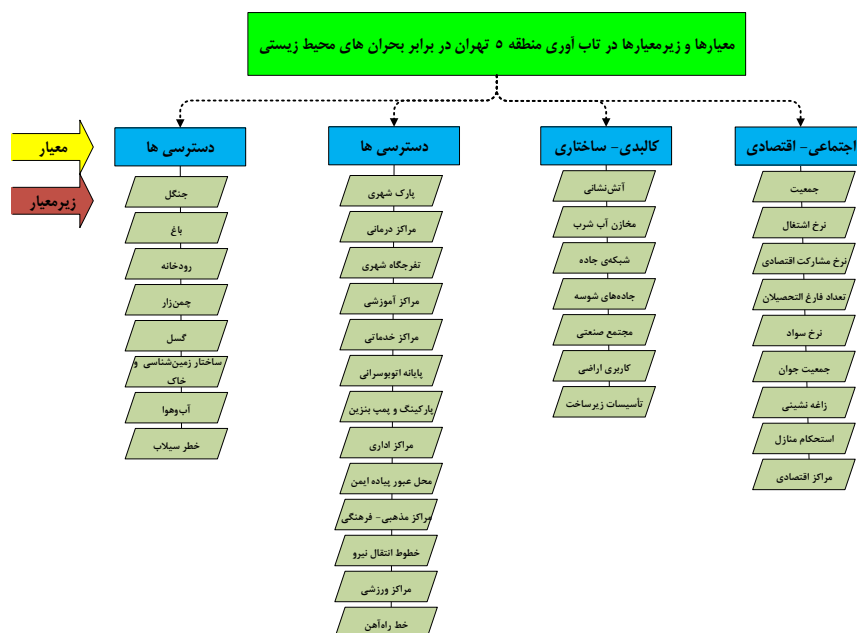


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه پنج تهران  
Fig. 1: Geographical location of District 5 of Tehran

۴ معیار و ۳۷ زیرمعیار تهیه شد (شکل ۲). معیارهای این پژوهش شامل (۱) معیار اجتماعی-اقتصادی، (۲) معیار کالبدی-ساختاری، (۳) معیار دسترسی‌ها و (۴) معیار فیزیکی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

به‌منظور شناسایی و بررسی تاب‌آوری منطقه ۵ شهر تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی که مبتنی بر آن پایگاه اطلاعاتی ایجاد شد، اطلاعات مکانی و فضایی این پایگاه در



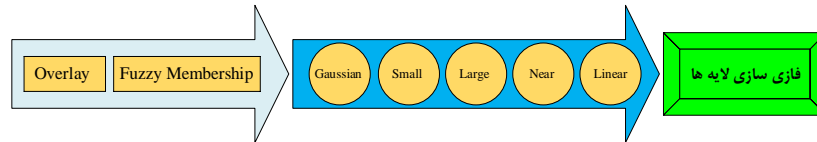
شکل ۲: معیارها و زیرمعیارهای موثر در ارزیابی تاب‌آوری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی  
Fig. 2: Effective criteria and sub-criteria in assessing the resilience of Tehran's Region 5 against environmental crises

مدیریت یکپارچگی تاب‌آوری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی، برای هر یک از زیرمعیارها یک

پس از ایجاد پایگاه اطلاعات مکانی و فضایی منطقه ۵ تهران و تدوین ۴ معیار و ۳۷ زیرمعیار، به‌منظور سنجش و

عملگرهای فازی در شکل ۳، استفاده شد و نقشه‌ی فازی برای هر یک از نقشه‌های اقلیدسی تهیه گردید.

لایه‌ی اطلاعاتی در نرم‌افزار ArcGIS تهیه و نقشه‌ی فاصله برای آنها با تابع اقلیدسی ترسیم شد. سپس برای فازی کردن (ارزش بین صفر و یک) هر نقشه (زیرمعیار)، از



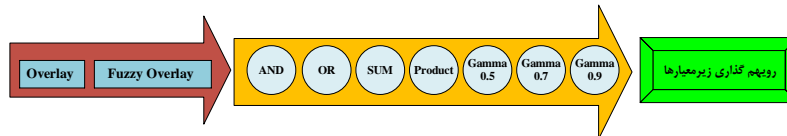
شکل ۳: دیاگرام فازی کردن نقشه‌های فاصله‌ی اقلیدسی با عملگرهای فازی در ArcGIS

Fig. 3: Diagram of fuzzing Euclidean distance maps with fuzzy operators in ArcGIS

نمود. نوع عملگر (آپراتور) مورد استفاده نیز به نحوه‌ی اثرپذیری فاکتورها از یکدیگر و یا اثر نهایی (افزایشی یا کاهششی) عملگر روی مجموعه پارامترها بستگی دارد. با استفاده از عملگر فازی OR در هر موقعیت، حداکثر مقدار عضویت پیکسل در تمام نقشه‌های ترکیب شده، به‌عنوان مقدار عضویت در نقشه‌ی نهایی وارد می‌شود. در نتیجه، به دلیل صرف‌نظر نمودن از وزن‌های پایین، پیکسل‌های یک خروجی بسیار خوش‌بینانه خواهد بود. عملگر اشتراک فازی AND در یک موقعیت مشخص، حداقل درجه‌ی عضویت پیکسل‌ها در نقشه‌ی ترکیبی را برای نقشه‌های نهایی در نظر می‌گیرد که منجر به یک نتیجه‌ی محافظه‌کارانه شده و از وزن‌های بالای پیکسل‌ها چشم‌پوشی می‌کند. ضرب فازی Product درجه عضویت‌های یک موقعیت در نقشه‌های مختلف را در هم ضرب می‌کند. این عملگر باعث کاهش عضویت نهایی شده و نتیجه‌ی آن تعلق وزن بسیار کوچکی به هر موقعیت است که در صورت زیاد بودن نقشه‌های ورودی، این عدد به صفر میل می‌کند. با اعمال عملگر جمع جبری فازی SUM، مقدار عضویت نهایی پیکسل‌ها در نقشه‌ی خروجی بزرگ شده، در صورت زیاد بودن ورودی‌ها، به یک میل می‌کند. به دلیل بزرگ بودن اوزان موقعیت‌های نهایی اثر این عملگر افزایشی است و در مواردی که پارامترهای مسئله همدیگر را تقویت می‌کنند، برای حل آن مناسب است. رابطه‌ی عملگر فازی حالت کلی عملگرهای ضرب و جمع است و می‌توان با انتخاب صحیح مقدار گاما (۰/۹، ۰/۷، ۰/۵) پارامترهای کاهششی و افزایشی را همزمان تلفیق نموده، به مقادیری در خروجی‌ها دست یافت که حاصل سازگاری قابل انعطاف میان گرایش‌های افزایشی و کاهششی دو عملگر ضرب و جمع فازی می‌باشند (Mullick et al, 2019).

در گام بعد، به منظور وزن‌دهی و ارزش‌گذاری معیارها و زیرمعیارهای پژوهش در تاب‌آوری منطقه ۵ تهران، از روش تحلیل شبکه (ANP) استفاده گردید (Parkouhi and Ghadikolaei, 2017). در این مدل، ابتدا ۵۰ پرسشنامه به روش دلفی تهیه شد و در بین کارشناسان و خبرگان در محیط‌زیستی و مدیریت بحران توزیع گردید. پس از جمع‌آوری پرسشنامه، به‌منظور محاسبه‌ی وزن و ارزش هر یک از معیارها و زیرمعیارها، از روش تحلیل شبکه فازی در نرم‌افزار Super decision استفاده گردید و خروجی مدل، وزن فازی‌شده‌ی هر معیار و زیرمعیار بود. در ادامه، نقشه‌ای که برای هر معیار و زیرمعیار از تلفیق فاصله اقلیدسی و عملگرهای فازی به دست آمده بود، در وزن فازی شده‌ی خود حاصل از مدل ANP در نرم‌افزار ArcGIS ضرب شد و نقشه‌ی نهایی برای هر معیار و زیرمعیار تهیه گردید که هر یک میزان ارزش آن را در تاب‌آوری در برابر بحران‌های محیط‌زیستی را نشان می‌دهد. پس از آن، به‌منظور رویهم‌گذاری نقشه‌های وزن‌داری فازی، از عملگرهای رویهم‌گذاری فازی در شکل ۴ استفاده گردید و برای هر عملگر فازی، یک نقشه‌ی حاصل از رویهم‌گذاری ۳۷ زیرمعیار (۴ معیار) در بررسی میزان تاب‌آوری در برابر بحران‌های محیط‌زیستی به‌دست آمد. پارامترهای موجود در مکان‌یابی، اغلب ماهیت فازی دارند. فاکتورها عمدتاً مربوط به فاصله مناسب از برخی عوارض و معیارهای موجود می‌باشند. برای این فاکتورها، مجموعه‌های فازی تعریف می‌شود که در آن هر پیکسل به عنوان عضوی از این مجموعه، با توجه به فاصله‌ای که از عارضه دارد، درجه عضویت متفاوتی به خود می‌گیرد. اگر همه‌ی پارامترهای مسئله به‌صورت مجموعه‌های فازی با مقادیر عضویت صحیح تعریف شوند، می‌توان برای تلفیق پارامترها از آپراتورهای مناسب فازی استفاده





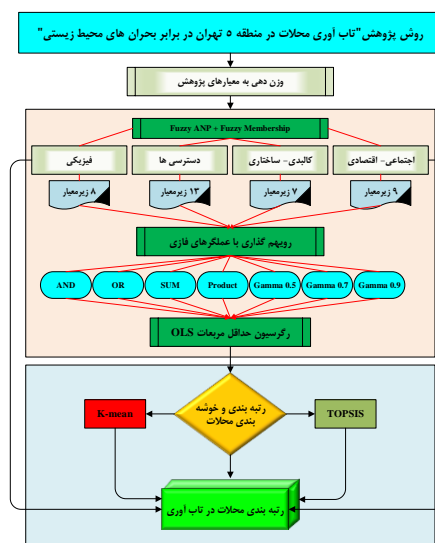
شکل ۴: دیاگرام رویهم‌گذاری ۳۷ زیرمعیار با عملگرهای فازی در ArcGIS  
 Fig. 4: Overlay diagram of 37 sub-criteria with fuzzy operators in ArcGIS

منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی نشان داد که معیار اجتماعی-اقتصادی<sup>۷</sup> با وزن ۰/۴۵۱۳ بیشترین تأثیر را در تاب‌آوری دارد؛ پس از آن نیز معیار دسترسی‌ها، معیار فیزیکی و معیار کالبدی-ساختاری در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نتایج ارزیابی زیرمعیارها نشان داد که در بین زیرمعیارهای اجتماعی-اقتصادی، زاغه‌نشینی و جنس مصالح ساختمانی به کار رفته در ساخت و ساز و ایمنی ساختمان‌ها به ترتیب با ۰/۲۳۹۵ و ۰/۲۰۹۱ بیشترین وزن و تأثیر را در تاب‌آوری منطقه ۵ تهران دارند (جدول ۱). در بین زیرمعیارهای کالبدی-ساختاری، نوع کاربری اراضی و شبکه‌ی جاده‌های شهری به ترتیب با ۰/۳۴۶۵ و ۰/۲۲۵۰ بیشترین وزن و تأثیر را در تاب‌آوری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی دارند (جدول ۲). در زیرمعیارهای فیزیکی، خطر سیلاب و غسل به ترتیب با ۰/۱۷۶۰ و ۰/۲۸۱۶ بیشترین تأثیر و وزن را در تاب‌آوری دارند (جدول ۳). در نهایت در بین زیرمعیارهای دسترسی‌ها، مراکز خدماتی و دسترسی به پارکینگ و جایگاه سوخت به ترتیب با ۰/۲۴۵۶ و ۰/۱۷۵۸ بیشترین وزن را دارند (جدول ۴).

برای شناسایی بهترین عملگر فازی در رویهم‌گذاری زیرمعیارهای پژوهش و ارزیابی آن تاب‌آوری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی، از تجزیه و تحلیل روابط مکانی و فضایی بین متغیرهای مستقل (۴ معیار اصلی) و متغیر وابسته (نقشه‌های رویهم‌گذاری شده با عملگرهای فازی) به روش رگرسیون حداقل مربعات (OLS) استفاده گردید. برای رتبه‌بندی تاب‌آوری محلات در منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی از تکنیک تاپسیس<sup>۶</sup> (TOPSIS) استفاده شد (Liu et al, 2019). در نهایت برای طبقه‌بندی محلات از دیدگاه تاب‌آوری در برابر بحران‌های محیط‌زیستی، از روش خوشه‌بندی کلاسیک K-mean استفاده گردید (Zhang et al, 2020). مراحل روش کار برای دستیابی به هدف اصلی پژوهش حاضر که ارزیابی تاب‌آوری محلات ۲۹گانه‌ی منطقه پنج تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی می‌باشد، در شکل ۵ به صورت دیاگرام ارائه شده است.

## نتایج

نتایج حاصل از وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارهای پژوهش حاصل از مدل تحلیل شبکه فازی و تأثیر آنها در تاب‌آوری



شکل ۵: دیاگرام مراحل روش کار در پژوهش حاضر  
 Fig. 5: Diagram of the steps of the method in the present study

جدول ۱: وزن معیار و زیرمعیارهای اجتماعی- اقتصادی به‌دست آمده از مدل ANP

Table 1: Weight of socio-economic criteria and sub-criteria obtained from the ANP model

Criterion	Fuzzy operator	Sub criterion	Sub criterion weight	Final weight of criterion
Socio-economic criteria	Gaussian	Population	0.0464	0.4513
	Linear	Employment rate	0.0648	
	Small	Economic participation rate	0.1161	
	Small	Number of graduates	0.1112	
	Small	Literacy rate	0.1135	
	Small	Youth population	0.0540	
	Large	Slum dwelling	0.2395	
	Small	Strength of houses	0.2091	
	Small	Economic centers	0.0454	

جدول ۲: وزن معیار و زیرمعیارهای کالبدی- ساختاری به‌دست آمده از مدل ANP

Table 2: Weight of criteria and physical-structural sub-criteria obtained from the ANP model

Criterion	Fuzzy operator	Sub criterion	Sub criterion weight	Final weight of criterion
Physical-structural criteria	Small	Firefighting	0.0618	0.118
	Small	Drinking water tanks	0.0948	
	Small	Road network	0.2250	
	Small	Highways	0.0664	
	Large	Industrial complex	0.0698	
	Gaussian	Land use	0.3465	
	Small	Infrastructure facilities	0.1357	

جدول ۳: وزن معیار و زیرمعیارهای فیزیکی به‌دست آمده از مدل ANP

Table 3: Weight of physical criteria and sub-criteria obtained from the ANP model

Criterion	Fuzzy operator	Sub criterion	Sub criterion weight	Final weight of criterion
Physical criteria	Small	Forest	0.1535	0.168
	Small	Garden	0.1023	
	Large	River	0.0998	
	Small	Grassland	0.0551	
	Large	Fault	0.1760	
	Gaussian	Geological structure and soil	0.0439	
	Linear	Weather	0.878	
	Large	Flood risk	0.2816	

جدول ۴: وزن معیار و زیرمعیارهای دسترسی‌ها به‌دست آمده از مدل ANP

Table 4: Weight of criteria and sub-criteria of access obtained from the ANP model

Criterion	Fuzzy operator	Sub criterion	Sub criterion weight	Final weight of criterion
Accessibility criteria	Small	Urban park	0.0323	0.260
	Small	Medical centers	0.0796	
	Linear	Urban recreation	0.0126	
	Small	Educational centers	0.0499	
	Small	Service centers	0.2456	
	Gaussian	Bus terminals	0.1035	
	Gaussian	Parking lots and gas stations	0.1758	
	Small	Office centers	0.0238	
	Small	Safe pedestrian crossings	0.1423	
	Small	Religious-cultural centers	0.0526	
	Gaussian	Power transmission lines	0.0248	
	Small	Sports centers	0.0160	
	Gaussian	Railway lines	0.0432	

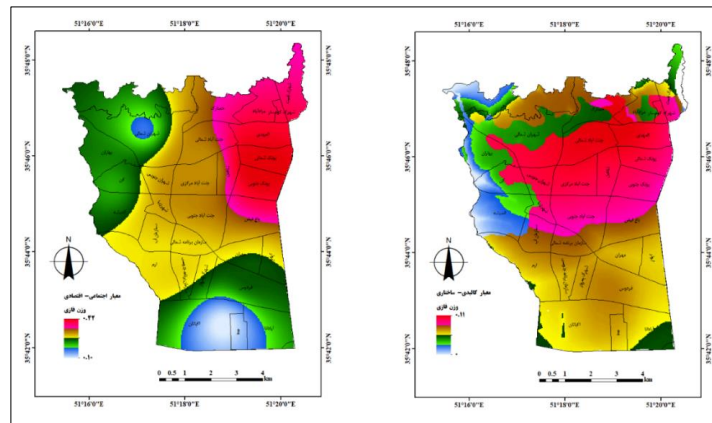
## معیارهای پژوهش

۰/۱۰ تا ۰/۴۲ می‌باشد که بیشنیه‌ی وزن آن در نواحی شمال شرقی شامل محلات پونک شمالی و جنوبی، المهدی، شاهین، شهرک کوهسار، شهرک نفت و مرادآباد و کمینه‌ی آن در نواحی جنوبی شامل محلات آپادانا، بیمه و اکباتان می‌باشد. نتایج به این معنی است که محلات واقع در شمال شرقی منطقه ۵ تهران، از لحاظ شرایط اجتماعی- اقتصادی

در پژوهش حاضر، نقشه‌ی معیارهای موثر در تاب‌آوری ارائه شده است که هر یک از این نقشه‌ها، از تلفیق لایه‌ی فاصله اقلیدسی، عملگرهای فازی و وزن حاصل از مدل تحلیل شبکه به دست آمد که میزان اثر معیارها در تاب‌آوری را بازگو می‌نماید. معیار اجتماعی- اقتصادی دارای وزنی بین

شمالی و مرکزی، شاهین و المهدی است. همچنین کمینه وزن‌ها نیز در محلات غربی و شمال غربی منطقه ۵ شامل اندیشه، بهاران، کن و بخش‌هایی از شهران شمالی قرار دارد؛ به این معنی که از لحاظ شرایط کالبدی-ساختاری، محلات مرکزی به دلیل داشتن شبکه‌ی جاده‌ی شهری، مخازن آب و زیرساخت‌های اصلی دارای تاب‌آوری مطلوبی در برابر بحران‌های محیط‌زیستی می‌باشند (شکل ۶).

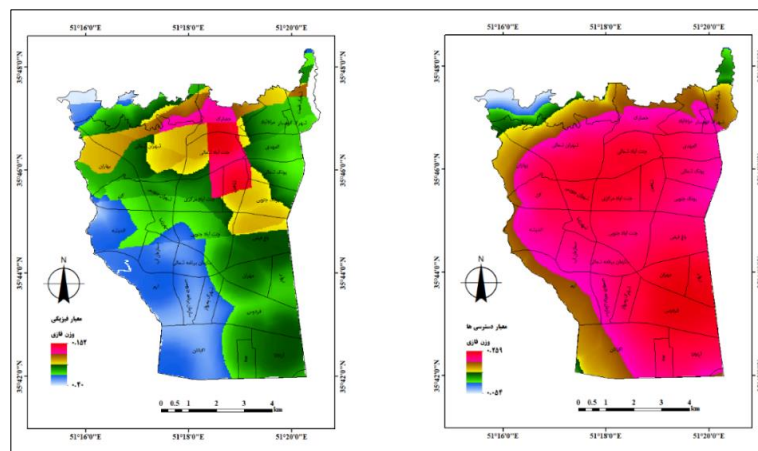
بیشترین تاب‌آوری در برابر بحران‌های محیطی دارند، چون از لحاظ نرخ سواد، مصالح ساختمانی، زاغه‌نشینی، جمعیت جوان و نرخ مشارکت اقتصادی، محلات شمال شرقی وضعیت بهتری نسبت به دیگر محلات دارند (شکل ۶). معیار کالبدی-ساختاری دارای وزنی بین صفر تا ۰/۱۱ می‌باشد که بیشینه‌ی وزن آن در محلات موجود در بخش مرکزی و شمال شرقی منطقه ۵ شامل محلات جنت‌آباد



شکل ۶: وزن معیارهای اجتماعی-اقتصادی و کالبدی-ساختاری در تاب‌آوری  
Fig. 6: Weight of socio-economic and physical-structural criteria in resilience

فیزیکی در محلات جنت‌آباد شمالی، شاهین و حصارک و کمینه‌ی آن در محلات غربی و جنوبی شامل اندیشه، اکباتان، سازمان برنامه شمالی و جنوبی می‌باشد (شکل ۷). به این معنی که محلات شاهین، جنت‌آباد شمالی و حصارک به دلیل دوری از خطر سیلاب، گسل و داشتن باغات یکپارچه و جنگل دارای بیشترین تاب‌آوری در برابر بحران‌های محیط‌زیستی می‌باشند.

معیار دسترسی‌ها که حاصل از ۱۳ زیرمعیار می‌باشد، در تاب‌آوری دارای وزنی بین ۰/۰۵۴ تا ۰/۲۵۹ می‌باشد که تنها بخش‌های کوچکی در شمال غربی دارای وزن کمی هستند، اما اغلب محلات موجود در منطقه ۵ تهران، از لحاظ معیار دسترسی‌ها در حد مطلوبی قرار دارند. معیار فیزیکی حاصل از ۸ زیرمعیار می‌باشد و دارای وزنی بین ۰/۰۴۲ تا ۰/۱۵۲ است. بیشینه‌ی وزن از لحاظ معیار

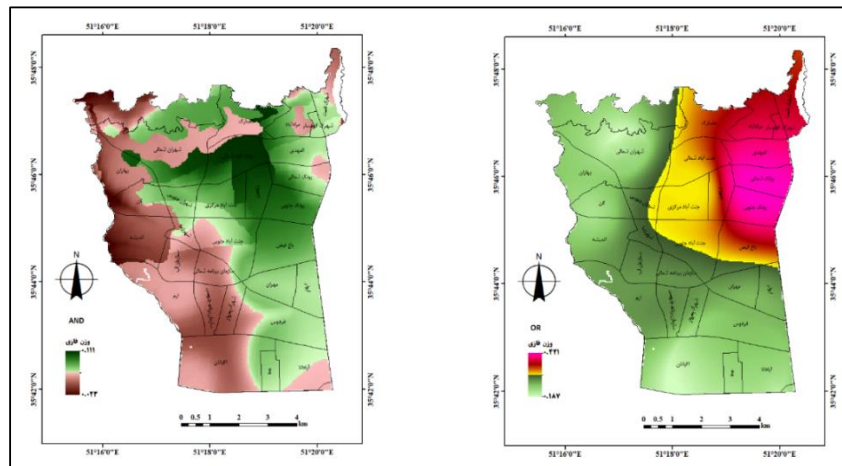


شکل ۷: وزن معیارهای فیزیکی و دسترسی‌ها در تاب‌آوری منطقه پنج تهران  
Fig. 7: Weight of physical criteria and access in the resilience of Tehran's fifth district

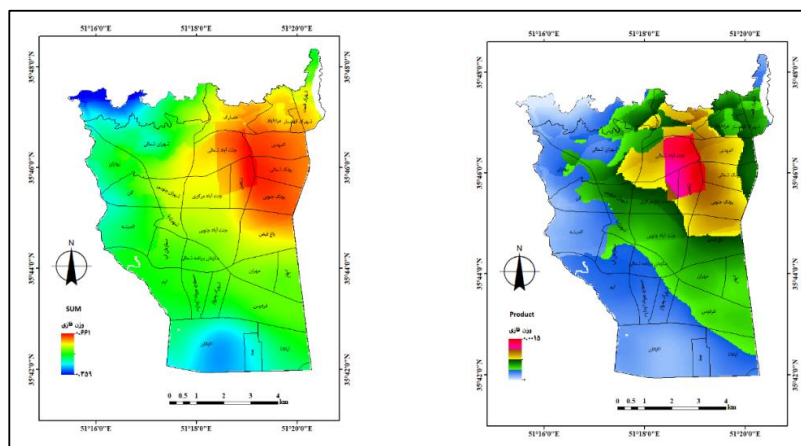
**رویه‌م‌گذاری معیارها**

نقشه‌های نهایی از رویه‌م‌گذاری معیارهای اطلاعاتی و موثر در تاب‌آوری با عملگرهای فازی ترکیبی به دست آمد؛ به گونه‌ای که برای هر عملگر فازی یک نقشه‌ی ترکیبی حاصل از همه‌ی معیارها و زیرمعیارها به دست آمد. در میان عملگرهای فازی، عملگر جمع جبر فازی SUM، بیشترین وزن را دارد و کمترین آن نیز در ضرب فازی Product مشاهده گردید. نقشه‌ی حاصل از اشتراک فازی AND و

اجتماع فازی OR (شکل ۸) و همچنین عملگرهای Product و جمع جبری SUM، بیان‌گر این است که محلات واقع در بخش شمال‌شرقی منطقه ۵ تهران شامل پونک شمالی و جنوبی، المهدی، شاهین و جنت‌آباد شمالی دارای بیشترین وزن می‌باشد؛ به این معنی که این محلات بیشترین تاب‌آوری را در برابر بحران‌های محیط‌زیستی دارند (شکل ۹).



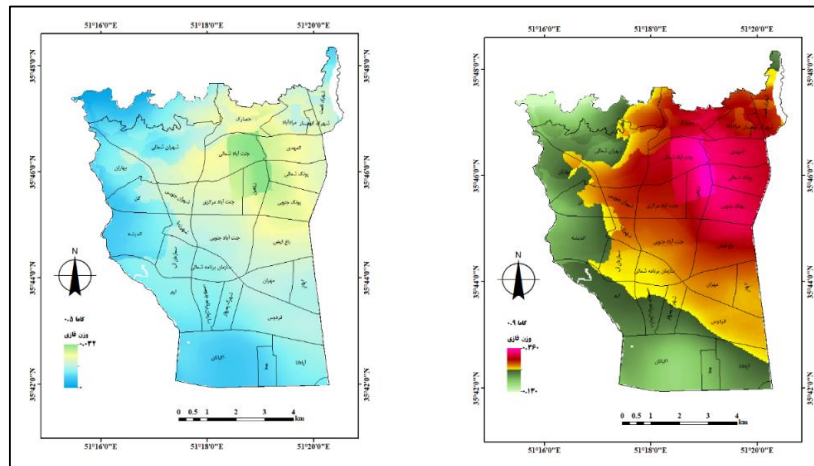
شکل ۸: نقشه‌ی رویه‌م‌گذاری معیارها با عملگرهای فازی AND و OR  
Fig. 8: Criteria overlap map with fuzzy AND and OR operators



شکل ۹: نقشه‌ی رویه‌م‌گذاری معیارها با عملگرهای فازی SUM و Product  
Fig. 9: Criteria overlap map with fuzzy operators Product and SUM

بهاران، کن، اندیشه و اکباتان کمترین وزن و تاب‌آوری را دارند (شکل ۱۰).

در نهایت، نقشه‌ی حاصل از گامای ۰/۵ و ۰/۹ نیز نشان داد که محلات جنت‌آباد شمالی و شاهین بیشترین وزن و تاب‌آوری را در برابر بحران‌های محیط‌زیستی دارند؛ اما محلات



شکل ۱۰: نقشه‌ی رویهم‌گذاری معیارها با عملگرهای فازی گامای ۰/۵ و ۰/۹

Fig. 10: Criteria overlap map with fuzzy gamma operators of 0.5 and 0.9

حاضر دارد (جدول ۵). بنابراین نقشه‌ی حاصل از رویهم‌گذاری همه‌ی معیارها و زیرمعیارهای پژوهش با عملگر فازی SUM، بهترین نقشه بوده که در آن میزان تاب‌آوری محلات در برابر بحران‌های محیط‌زیستی نشان داده شده است.

به منظور انتخاب بهترین عملگر فازی به منظور ارزیابی تاب‌آوری محلات در برابر بحران‌های محیط‌زیستی در منطقه ۵ تهران، از رگرسیون حداقل مربعات (OLS) استفاده شد. نتایج نشان داد که از میان نقشه‌ی رویهم‌گذاری شده حاصل از عملگرهای فازی، عملگر جمع جبری SUM بیشترین همبستگی و ارتباط را با معیارهای پژوهش

جدول ۵: ضریب همبستگی بین عملگرهای رویهم‌گذاری فازی با معیارهای پژوهش با تحلیل رگرسیون OLS

Table 5: Correlation coefficient between fuzzy summation operators and research criteria using OLS regression analysis

Fuzzy operator	Physical criterion	Access criterion	Physical-structural criterion	Socio-economic criterion
Gamma 0.9	0.9175	0.7789	0.8731	0.7793
Gamma 0.5	0.9174	0.7788	0.8729	0.7792
SUM	0.9178	0.7789	0.8734	0.7798
Product	0.9174	0.7788	0.8729	0.7792
AND	0.9174	0.7787	0.8730	0.7792
OR	0.9174	0.7791	0.8730	0.7795

رتبه‌های یک تا پنج قرار گرفته و بیشترین تاب‌آوری را در برابر بحران‌های محیط‌زیستی دارند؛ اما محلات اکباتان، بیمه، کن، آپادانا و ارم به ترتیب کمترین میزان تاب‌آوری را دارند (جدول ۶).

پس از انتخاب عملگر بهینه در شناسایی تاب‌آوری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی، به منظور رتبه‌بندی محلات در بیشترین تاب‌آوری، از تکنیک تاپسیس استفاده شد. نتایج نشان داد که محلات شاهین، جنت‌آباد شمالی، المهدی، پونک جنوبی و پونک شمالی به ترتیب در

جدول ۶: رتبه‌بندی تاب‌آوری محلات ۲۹ گانه‌ی منطقه پنج تهران با تکنیک تاپسیس

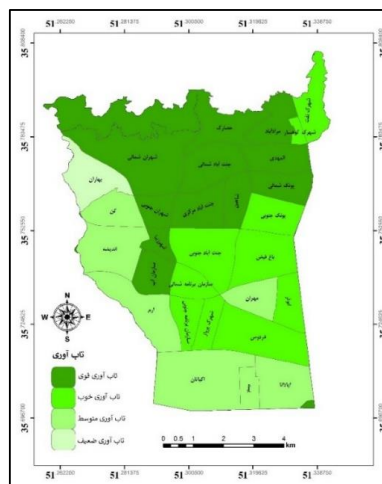
Table 6: Resilience ranking of 29 neighborhoods in Tehran's District 5 using the TOPSIS technique

Neighborhood	Distance from Positive Ideal	Distance from Negative Ideal	Relative Closeness to Positive Ideal	Resilience Rank
Shahin	0.0932	0.0340	0.2672	1
Jannatabad Shomali	0.1065	0.0223	0.1745	2
Almahdi	0.1249	0.0049	0.0376	3
Ponak Jonobi	0.0796	0.0588	0.4245	4
Ponak Shomali	0.0860	0.0470	0.3532	5
Jannatabad Markazi	0.0860	0.0470	0.3532	6
Shahrak Naft	0.0879	0.0410	0.3181	7
Bagh feyz	0.0848	0.0520	0.3800	8
Moradabad	0.0716	0.0628	0.4676	9

Shahrak Kohsar	0.0771	0.0560	0.4205	10
Jannatabad Jonobi	0.0771	0.0560	0.4205	11
Hesarak	0.0665	0.0794	0.5440	12
Shahr Ziba	0.0468	0.0954	0.6707	13
Andisheh	0.0561	0.0821	0.5939	14
Mehran	0.0602	0.0809	0.5733	15
Shahrak Jonobi	0.1006	0.0291	0.2244	16
Ferdows	0.0725	0.0566	0.4380	17
Sazman Barnameh Shomali	0.0372	0.0987	0.7623	18
Sazman Ab	0.0298	0.1146	0.7933	19
Abouzar	0.0372	0.1126	0.7515	20
Baharan	0.0398	0.1110	0.7359	21
Shahrak Shomali	0.0359	0.1152	0.7622	22
Shahrak Parvaz	0.0288	0.1074	0.7883	23
Sazman Barnameh Jonobi	0.0879	0.0494	0.3596	24
Eram	0.0860	0.0505	0.3699	25
Apadana	0.0890	0.0850	0.5904	26
Kan	0.0574	0.1080	0.6528	27
Bimeh	0.0580	0.1062	0.6467	28
Ekbatan	0.0486	0.1074	0.6882	29

محلات مرکزی و شرقی منطقه ۵ تهران قرار دارد که دارای تاب‌آوری خوب بوده که شامل محلات پونک جنوبی، باغ فیض، شهرک نفت، جنت‌آباد جنوبی، سازمان برنامه شمالی و جنوبی، شهرک پرواز، فردوس و ابوذر قرار دارند. در طبقه سوم و چهارم، محلات جنوبی و غربی منطقه ۵ قرار دارند که تاب‌آوری متوسط و ضعیفی در برابر بحران دارند (شکل ۱۱).

در گام نهایی پژوهش حاضر، به منظور خوشه‌بندی محلات موجود در منطقه ۵ تهران بر مبنای میزان تاب‌آوری آنها در برابر بحران‌های محیط‌زیستی، از روش میانگین کلاسیک K-mean استفاده شد. نتایج آن نشان داد که نیمه‌ی شمالی منطقه ۵ تهران شامل محلات شهران شمالی و جنوبی، جنت‌آباد شمالی و مرکزی، حصارک، مرادآباد، المهدی، پونک شمالی، شهر زیبا و سازمان آب دارای تاب‌آوری قوی در برابر بحران‌های محیط‌زیستی می‌باشند. در طبقه‌ی دوم،



شکل ۱۱: الگوبندی تاب‌آوری محلات ۲۹ گانه‌ی منطقه پنج تهران

Fig. 11: Resilience modeling of the 29 neighborhoods of District 5 of Tehran

با عملگرهای رویهم‌گذاری فازی استفاده گردید. در نهایت برای رتبه‌بندی محلات از مدل تاپسیس و روش خوشه‌بندی کلاسیک K-mean استفاده گردید. نتایج پژوهش حاضر بیان‌گر این بود که معیار اجتماعی-اقتصادی بیشترین تأثیر را در تاب‌آوری منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط زیستی دارد که با نتایج داداش‌پور و عادل ( Dadashpour )

در پژوهش حاضر به منظور ارزیابی تاب‌آوری محلات در منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی، از معیارهای اجتماعی-اقتصادی، معیار کالبدی-ساختاری، معیار دسترسی‌ها و معیار فیزیکی و با ۳۷ زیرمعیار استفاده گردید. برای وزن‌دهی معیارها و تأثیر هر یک از زیرمعیارها و معیارها در میزان تاب‌آوری، از ترکیب تحلیل شبکه فازی

فر و پاشازاده (Nazmfar and Pashazadeh, 2019) همسو می‌باشد. در میان زیرمعیارهای دسترسی‌ها، دسترسی به مراکز خدماتی و همچنین زیرمعیار دسترسی به پارکینگ و جایگاه سوخت بیشترین تأثیر را در تاب‌آوری دارند. مراکز خدماتی حاصل از دسترسی به فروشگاه، تعمیرگاه، بوستان، کتابخانه، استخر، مراکز فرهنگی و... می‌باشد که با ترکیب آنها، زیرمعیار دسترسی به مراکز خدماتی ایجاد شد و بیشترین تأثیر را در تاب‌آوری دارند که با نتایج ولی‌زاده و همکاران (Valizadeh et al, 2020) مطابقت دارد. پارکینگ خودرو و دسترسی به جایگاه سوخت نیز از پارامترهای مهم در تاب‌آوری است، چون دسترسی به این مکان‌ها و جایگاه موجب واکنش سریع در برابر سوانح می‌گردد. مراکز آموزشی، درمانی و اداری نیز نقش مهمی در تاب‌آوری دارند، چون هر چه هر محله‌ای به این مراکز نزدیک بوده و دسترسی آسان داشته باشند، توانایی بالایی در برابر بحران داشته و آسیب‌پذیری آنها کمتر از مناطق دور می‌باشد. محل ایمن برای عابر پیاده شامل پُل جاده‌ای، پُل هوایی، پیاده‌روی عریض تأثیر زیادی در تاب‌آوری دارند و مناطقی که به این محل‌ها دسترسی دارند، واکنش‌پذیری بالایی در برابر بحران دارند. معیار فیزیکی در رتبه‌ی سوم تاب‌آوری قرار دارد که در بین آنها، خطر سیلاب و فاصله از غسل بیشترین تأثیر را در تاب‌آوری دارند که با نتایج خالدی و همکاران (Khaleidi et al, 2020) مطابقت داشت. مسیل‌های سیلابی منجر به وقوع پدیده‌ی سیلاب در اراضی مجاور خود می‌شود که هر چه محلات از مسیل به دور باشند، توانایی بیشتری در پاسخ به بحران دارند. تشکیلات زمین‌شناسی و غسل موجب وقوع زمین‌لرزه می‌شوند. در اراضی نزدیک به غسل، احتمال وقوع زمین‌لرزه زیاد است و موجب کاهش توانایی این اراضی در برابر بحران می‌گردد (Zhang et al, 2019). دسترسی به شبکه‌ی جاده‌ای و جاده‌های شوسه، دسترسی به مراکز خدماتی، دسترسی به پارکینگ و جایگاه سوخت، موجب افزایش توانایی محلات در برابر زمین‌لرزه و درنهایت افزایش تاب‌آوری آنها می‌گردد. باغات یکپارچه و پراکنده و اراضی جنگلی نیز یکی دیگر از پارامترهای اثرگذار در افزایش تاب‌آوری منطقه در برابر بحران شناخته می‌شوند که پژوهشگران به آن توجه نموده‌اند. معیار کالبدی- ساختاری در رتبه‌ی آخر از تاب‌آوری قرار دارد که در آن، زیرمعیار کاربری اراضی و دسترسی به

Abdollahi et al, 2016)، عبدالهی و همکاران (Landry et al, 2020) و لاندری و همکاران (al, 2019) مطابقت دارد. در بین زیرمعیارهای اجتماعی- اقتصادی، حاشیه‌نشینی در محلات مختلف به همراه مصالح به کار رفته در ساخت‌وسازهای شهری و ایمنی ساختمان بیشترین اهمیت را در تاب‌آوری دارد؛ همان‌گونه که دلاکه و همکاران (Delakeh et al, 2018) در اصفهان نشان دادند، حاشیه‌نشینی ارتباط معنی‌دار و معکوسی با تاب‌آوری اجتماعی دارد، چون هرچه میزان حاشیه‌نشینی و زاغه‌نشینی در یک محله بیشتر باشد، واکنش در برابر سوانح و تاب‌آوری آن کمتر است (Bacud, 2018). یکی از دلایل اصلی که در پژوهش حاضر از روش تحلیل شبکه (ANP) به جای تحلیل سلسله‌مراتبی AHP استفاده شد، این است که روابط متقابل در تحلیل سلسله‌مراتبی یک‌سویه بوده، اما در تحلیل شبکه‌ای ارتباط چندسویه بین زیرمعیارها وجود دارد. یکی از نمونه‌های آن، تأثیر دیگر پارامترهای اجتماعی- اقتصادی بر میزان زاغه‌نشینی است که تأثیر مستقیمی در تاب‌آوری دارد؛ به‌گونه‌ای که میزان سواد، نرخ مشارکت اقتصادی، جمعیت کار و اشتغال نقش مستقیمی در حاشیه‌نشینی دارند (Harpin, 2019)؛ حاشیه‌نشینی موجب کاهش استحکام منازل، افزایش بیکاری و بزهکاری اجتماعی شده که درنهایت بر تاب‌آوری محله در برابر بحران اثر منفی می‌گذارد. نرخ سواد و تعداد فارغ‌التحصیلان دانشگاهی از پارامترهای موثر در تاب‌آوری است، چون تحصیلات بالا باعث کاهش بزهکاری و ناهنجاری اجتماعی، کاهش زاغه‌نشینی و بیکاری می‌شود که درنهایت تأثیر مستقیمی بر تاب‌آوری محله می‌گذارد (Wills and Hofmeyr, 2019). مصالح ساختمانی یکی دیگر از پارامترهای موثر تاب‌آوری در برابر بحران است که افزایش ایمنی و استحکام منازل، موجب بالا رفتن مقاومت و کاهش آسیب‌پذیری در برابر سوانح می‌شود. پارامترهای نرخ مشارکت اقتصادی، جمعیت جوان، نرخ سواد و فارغ‌التحصیلان دانشگاهی نقش مهمی در استحکام منازل دارند و مدل تحلیل شبکه‌ای فازی این ارتباط‌ها را بررسی نموده و وزن نهایی آنها را نمایان می‌سازد. در پژوهش حاضر، معیار دسترسی‌ها در رتبه‌ی دوم اثرگذاری در تاب‌آوری محلات منطقه ۵ تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی قرار دارد که بیان‌گر اهمیت زیاد آن در تاب‌آوری بوده و با نتایج نظم

تهران در برابر بحران‌های محیط‌زیستی با معیارهای اجتماعی- اقتصادی، کالبدی- ساختاری، دسترسی‌ها و فیزیکی مورد ارزیابی قرار گرفت که تجزیه و تحلیل این رهیافت با استفاده از روش‌های وزن‌دهی فازی، تحلیل شبکه فازی، آپراتورهای رویهم‌گذاری فازی و رگرسیون حداقل مربعات انجام شد و در نهایت از مدل تاپسیس برای رتبه‌بندی محلات استفاده گردید. همسان با نتایج دیگر پژوهشگران، معیار اجتماعی- اقتصادی بیشترین تأثیر را در ارزیابی میزان تاب‌آوری محلات در منطقه ۵ تهران دارد. رگرسیون حداقل مربعات نشان داد که عملکرد جمع‌گیری فازی SUM، بهترین عملکرد را در آشکارسازی تاب‌آوری محلات در برابر بحران‌های محیط‌زیستی دارد. از میان محلات ۲۹ گانه در منطقه ۵ تهران، محلات شاهین، جنت آباد شمالی، المهدی، پونک جنوبی و پونک شمالی به ترتیب بیشترین تاب‌آوری را در برابر بحران‌های محیط‌زیستی دارند؛ همچنین محلات اکباتان، بیمه، کن، آپادانا و ارم به ترتیب در رده‌های آخر قرار دارند.

### سپاسگزاری

نویسنده این مقاله از هیچ سازمان یا ارگانی کمک مالی دریافت نکرده است.

شبکه‌ی جاده‌ای بیشترین اثر را در تاب‌آوری دارند. شبکه‌ی جاده‌ای شهری موجب دسترسی آسان به خودرو و فرار از بحران زمین‌لرزه و سیلاب می‌شود (Ran et al, 2019) و این شرایط باعث شده تا دسترسی به جاده یکی از مهمترین پارامترها در تاب‌آوری شناخته شود.

### نتیجه‌گیری

بحران‌های محیط‌زیستی از قبیل زمین‌لرزه، سیلاب، خشکسالی، آلودگی هوا، آلودگی منابع آب و آتش‌سوزی، پتانسیل این را دارند که در مناطقی که مدیریت بحران و تقلیل مخاطرات وجود ندارد، به سوانح خسارت‌زا تبدیل شوند. در قرن بیست‌ویکم، جهان درگیر بحران‌های محیط‌زیستی همچون سونامی‌های آسیایی، گردبادهای کاترینا، زمین‌لرزه‌های پی‌درپی، سیلاب‌های ناگهانی، ریزگردهای بیابانی و آتش‌سوزی‌های فراگیر بوده است. اگرچه ابزارهای پیشگو قادر به پیش‌بینی بعضی از سوانح هستند، اما نمی‌توان بحران‌های آتی را بر اساس شواهد تجربی پیش‌بینی کرد. بنابراین افزایش توانایی سیستم در پاسخ به بحران‌ها که به عنوان تاب‌آوری شناخته می‌شود، بسیار حائز اهمیت است که البته ابتدا باید میزان تاب‌آوری سیستم را سنجید. در پژوهش حاضر تاب‌آوری محلات ۲۹ گانه‌ی منطقه ۵

### پانویس

1-Environmental Crisis

2-Vulnerability Assessment

3-Urban Resilience

4-Risk Management

5-Network Analysis (ANP)

6-TOPSIS Method

7-Socio-Economic Factors

### References

- Abdollahi, A., Sharafi, H. and Sabahi-Graghani, Y., 2019. Institutional and physical-environmental resilience of urban communities in order to reduce natural disasters, earthquakes (Case study: Kerman city). *Environmental Planning*, v. 11(42), p. 165-186 (In Persian).
- Asadzadeh, A., Kötter, T. and Zebardast, E., 2015. An augmented approach for measurement of disaster resilience using connective factor analysis and analytic network process (F'ANP) model. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 14, p. 504-518.
- Bacud, S.T., 2018. Integration of Indigenous and Scientific Knowledge in Disaster Risk Reduction: Resilience Building of a Marginalized Sampaguita Growing Community in the Philippines. *Procedia engineering*, v. 212,

- p. 511-518.
- Bahrami, S., Sarwar, R. and Asadian, F., 2018. Evaluation and analysis of institutional and physical resilience of urban neighborhoods in Sanandaj (case study: Sartapouleh, Shalman and Haji Abad neighborhoods). *Geography of the Land*, v. 15(59), p. 15-38 (In Persian).
- Bazrafshan, J., Talabinejad, M. and Tolabinejad, M., 2019. Spatial analysis of differences in resilience in urban and rural areas against natural hazards (case study: Pol-e Dokhtar County). *Rural Research*, v. 9(1), p. 119-135 (In Persian).
- Borsekova, K., Nijkamp, P. and Guevara, P., 2018. Urban resilience patterns after an external shock: An exploratory study. *International journal of disaster risk reduction*, v. 31, p. 381-392.
- Caschili, S., Reggiani, A. and Medda, F., 2015. Resilience and vulnerability of spatial economic



- networks. *Networks and Spatial Economics*, v. 15(2), p. 205-210.
- Chen, C., Xu, L., Zhao, D., Xu, T. and Lei, P., 2020. A new model for describing the urban resilience considering adaptability, resistance and recovery. *Safety science*, v. 128, 104756.
- Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E. and Webb, J., 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global environmental change*, v. 18(4), p. 598-606.
- Dadashpour, H. and Adeli, Z., 2016. Assessing resilience capacities in the urban complex of Qazvin. *Crisis Management*, v. 4(8), p. 73-84 (In Persian).
- Davis, I. and Izadkhan, Y.O., 2006. Building resilient urban communities. *Open House International*, v. 31(1), p. 11-21.
- Delakeh, H., Samareh Mohsen Beigi, H. and Shahivandi, A., 2018. Measuring the level of social resilience in urban areas of Isfahan. *Sociology of Social Institutions*, v. 4(9), p. 227-252 (In Persian).
- Fakhrudin, B.S., Reinen-Hamill, R. and Robertson, R., 2019. Extent and evaluation of vulnerability for disaster risk reduction of urban Nuku'alofa, Tonga. *Progress in Disaster Science*, v. 2, 100017.
- Fani, Z. and Masoumi, L., 2017. Measuring and evaluating the impact of lifestyle on urban resilience (Comparative study: Qeytariyeh and Shokoufeh Shomali neighborhoods in districts 1 and 19 of Tehran). *Urban Sociological Studies (Urban Studies)*, v. 6(19), p. 61-84 (In Persian).
- Faraji, A., Arvin, M. and Atash Afrooz, N., 2019. Investigating regional resilience using spatial analysis and the WASPAS hybrid model (case study: counties of Khuzestan province). *Land Planning*, v. 10(1), p. 1-29 (In Persian).
- Ghiasvand, A. and Abdolshah, F., 2017. The concept and assessment of Iran's economic resilience. *Economic Journal*, v. 15(59), p. 161-187 (In Persian).
- Govindarajulu, D., 2020. Strengthening institutional and financial mechanisms for building urban resilience in India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 101549.
- Harpin, S.B., 2019. Adverse childhood experiences and resilience: implications for marginalized and vulnerable young people. *Journal of Adolescent Health*, v. 64(1), p. 3-4.
- Iordan, M., Chilian, M.N. and Grigorescu, A., 2015. Regional Resilience in Romania—Between Realism and Aspirations. *Procedia Economics and Finance*, v. 22, p. 627-635.
- Kabir, M.H., Sato, M., Habbiba, U. and Yousuf, T.B., 2018. Assessment of Urban Disaster Resilience in Dhaka North City Corporation (DNCC), Bangladesh. *Procedia engineering*, v. 212, p. 1107-1114.
- Khaledi, Sh., Ghahrudi Tali, M. and Farahmand, Q., 2020. Measuring and evaluating the resilience of urban areas against urban floods (case study: Urmia city), *Sustainable Development of Geographic Environment*, v. 1(2), p. 1-15 (in Persian).
- Landry, F., Dupras, J. and Messier, C., 2020. Convergence of urban forest and socio-economic indicators of resilience: A study of environmental inequality in four major cities in eastern Canada. *Landscape and Urban Planning*, v. 202, 103856.
- Liu, D., Qi, X., Li, M., Zhu, W., Zhang, L., Faiz, M.A. and Cui, S., 2019. A resilience evaluation method for a combined regional agricultural water and soil resource system based on Weighted Mahalanobis distance and a Gray-TOPSIS model. *Journal of Cleaner Production*, v. 229, p. 667-679.
- Methmann, C. and Oels, A., 2015. From 'fearing' to 'empowering' climate refugees: Governing climate-induced migration in the name of resilience. *Security Dialogue*, v. 46(1), p. 51-68.
- Moazami, B. and Rahimi, M., 2017. Assessing and developing resilience strategies against crisis in the old urban context (Case study: Feyz-Abad neighborhood of Kermanshah), *Journal of Geography and Environmental Studies*, v. 5(18), p. 23-34 (In Persian).
- Moghadas, M., Asadzadeh, A., Vafeidis, A., Fekete, A. and Kötter, T., 2019. A multi-criteria approach for assessing urban flood resilience in Tehran, Iran. *International journal of disaster risk reduction*, v. 35, 101069.
- Mohammadi, A. and Pashazadeh, A., 2018. Measuring urban resilience against earthquake risk: Case study: Ardabil city. *Earth Knowledge Research*, v. 8(2), p. 112-126 (In Persian).
- Mullick, M.R.A., Tanim, A.H. and Islam, S.S., 2019. Coastal vulnerability analysis of Bangladesh coast using fuzzy logic based geospatial techniques. *Ocean & Coastal Management*, v. 174, p. 154-169.
- Nazmfar, H. and Pashazadeh, A., 2018. Assessing urban resilience against natural hazards (case study: Ardabil city). *Geographical Spatial Planning*, v. 8(27), p. 101-116 (In Persian).
- Parkouhi, S.V. and Ghadikolaie, A.S., 2017. A resilience approach for supplier selection: Using Fuzzy Analytic Network Process and grey VIKOR techniques. *Journal of Cleaner Production*, v. 161, p. 431-451.
- Pizzo, B., 2015. Problematizing resilience: Implications for planning theory and practice. *Cities*, v. 43, p. 133-140.
- Pourmohammadi, M.R., Hadi, A. and Hadi, A., 2019. Explaining the socio-economic dimensions of urban resilience to earthquakes (Case study: District 4 of Tabriz city), *Quarterly Journal of Disaster Prevention and Management*

- Knowledge, v. 9(1), p. 78-89 (In Persian).
- Ramezanzadeh Lesboei, M. and Badri, S., 2015. Explaining the socio-economic structures of local communities' resilience to natural disasters with emphasis on floods. Case study: Cheshmeh-e-Kileh-e-Tonkabon and Sardabrood-e-Kalardasht tourist basins. *Geography*, v. 12(40), p. 109-131 (In Persian).
- Ran, J., MacGillivray, B.H., Gong, Y. and Hales, T.C., 2019. The application of frameworks for measuring social vulnerability and resilience to geophysical hazards within developing countries: A systematic review and narrative synthesis. *Science of the total environment*, 134486.
- Reggiani, A., Nijkamp, P. and Lanzi, D., 2015. Transport resilience and vulnerability: The role of connectivity. *Transportation research part A: policy and practice*, v. 81, p. 4-15.
- Rezaei, M., 2014. Assessing the economic and institutional resilience of urban communities against natural disasters: A case study: Earthquake in Tehran neighborhoods. *Crisis Management*, v. 2(3), p. 25-36 (In Persian).
- Shokri Firouzjah, P., 2018. Spatial analysis of the resilience of Babol city areas against environmental hazards. *Physical Planning and Development*, v. 2(2(6th issue)), p. 27-44 (In Persian).
- Suárez, M., Gómez-Baggethun, E., Benayas, J. and Tilbury, D., 2016. Towards an urban resilience Index: a case study in 50 Spanish cities. *Sustainability*, v. 8(8), <https://doi.org/10.3390/su8080774>.
- Valizadeh, R., Amini, S. and Rajabi, S., 2020. Spatial analysis of regional resilience to natural disasters (Case study: East Azerbaijan Province), *Haft Hesar Environmental Studies Journal*, v. 27, p. 17-28 (In Persian).
- Wills, G. and Hofmeyr, H., 2019. Academic resilience in challenging contexts: Evidence from township and rural primary schools in South Africa. *International Journal of Educational Research*, v. 98, p. 192-205.
- Zhang, W., Su, S., Wang, B., Hong, Q. and Sun, L., 2020. Local k-NNs pattern in Omni-Direction graph convolution neural network for 3D point clouds. *Neurocomputing*, v. 413, p. 487-498.
- Zhang, X., Song, J., Peng, J. and Wu, J., 2019. Landslides-oriented urban disaster resilience assessment- a case study in ShenZhen, China. *Science of the Total Environment*, v. 661, p. 95-106.