

## تحلیل و بررسی وضعیت تاب‌آوری زیست‌محیطی در شهر زابل

غلامعلی خمر<sup>۱\*</sup>، پروین بدیع‌بلادری<sup>۲</sup>، علیرضا شهبازی

۱. دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲. کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۳. استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

DOI: 10.22034/mpsh.2025.240821

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۰

### چکیده

تاب‌آوری شهری بر آمادگی در برابر بلایایی شدید، کاهش آسیب‌پذیری و افزایش ظرفیت انطباقی تأکید می‌کند. ارزیابی اولیه از تاب‌آوری سیستم‌های شهری به منظور کشف عوامل ناتاب‌آوری شهرها اهمیت دارد. این مطالعه با هدف ارزیابی تاب‌آوری زیست‌محیطی شهر زابل و اولویت‌بندی راهبردهای بهبود آن با رویکردی تحلیلی و مبتنی بر مشارکت کارشناسی انجام شده است. این پژوهش، بر پایه ترکیبی از روش‌های توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای، اسنادی و پیمایشی می‌باشد و تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک نرم‌افزارهای ArcGIS، SPSS و با استفاده از مدل OPTIMOM و آزمون تی تک نمونه‌ای انجام گردیده است. یافته‌ها حاکی از آن است که ناحیه سه در مطلوب‌ترین وضعیت و ناحیه چهار به عنوان بحرانی‌ترین منطقه از نظر تاب‌آوری در برابر مخاطرات زیست‌محیطی قرار دارد. اولویت‌بندی راهبردها با استفاده از تکنیک‌های وزن‌دهی نشان داد که «ساماندهی و توسعه فضاهای سبز و حفاظت از اراضی باغی» و «نهادینه‌سازی واحدهای مدیریت محیط زیست در شهرداری و تهیه بانک اطلاعات محیط زیست» مهم‌ترین راهکارهای ارتقاء تاب‌آوری در منطقه هستند. بر اساس یافته‌ها، تاب‌آوری زیست‌محیطی شهر زابل در سطح پایینی قرار داشته و پیشنهادها اجرایی از جمله بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر (باد و خورشید)، استفاده از گونه‌های گیاهی مقاوم به طوفان، بازنگری در مصالح روسازی معابر متناسب با اقلیم گرم و خشک، و تقویت ساختار نهادی محیط زیست ارائه شده است. این نتایج بر ضرورت بومی‌سازی شاخص‌های تاب‌آوری و حرکت برنامه‌محور به سمت توسعه پایدار شهری در مناطق مشابه تأکید دارد.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری، زیست‌محیطی، ناحیه، شهر زابل.

Ah.khammar@uoz.ac.ir

\* نویسنده مسئول: غلامعلی خمر

### مقدمه

تاب‌آوری یکی از موضوعات مهم برای رسیدن به پایداری است. بر اساس تعاریف، تاب‌آوری تنها نتیجه سازگاری در برابر ناملایمات نیست، بلکه فرایندی است که در هنگام مواجه شدن با یک تهدید مستمر یا بعد از تجربه اتفاقی پر از استرس روی می‌دهد (سواری و همکاران، ۱۴۰۲: ۹۶). تاب‌آوری توانایی و مهارت‌های جوامع انسانی در مقابله با بلایا تأکید دارد. همچنین امروزه دولت‌ها تلاش می‌کنند به جای مدیریت سازه‌ای، ترکیبی از روش‌های غیر سازه‌ای و سازه‌ای را به کار ببرند و در واقع تلاش می‌کنند که سکونتگاه‌ها را تاب‌آور سازند و هدف از این رویکرد کاهش آسیب‌پذیری شهرها و روستاها و تقویت توانایی‌های شهروندان و روستاییان برای مقابله با خطرات ناشی از تهدیدات نظیر وقوع سوانح طبیعی است (پیرانی و همکاران، ۱۴۰۲: ۸۵).

شهر از نظر جغرافیدانان فضای پویایی، رفت و آمد و حرکت انسان‌ها است و این فضا بایستی خود را با تکنیک دوران معاصر سازگار کند (خمر، ۱۴۰۲: ۴۰) در مقیاس شهری، تاب‌آوری به میزان توانایی سیستم برای حفاظت از دارایی‌ها و همچنین تضمین ادامه دسترسی به خدمات، به میزان شکنندگی سیستم شهری و همچنان به ظرفیت نهادهای اجتماعی در راستای انطباق با تغییرات و جذب شوک‌ها بستگی دارد. شهر تاب‌آور شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های فیزیکی و اجتماعات انسانی است (رضائیان کله بستی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۷). در واقع شهر تاب‌آور، شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های کالبدی و جوامع انسانی است. سیستم‌های کالبدی، مؤلفه‌های ساخته شده و طبیعی شهرند که شامل جاده‌ها، ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، ارتباطات و تأسیسات تأمین انرژی و همچنین مسیرهای آب، خاک، توپوگرافی، جغرافیا و سیستم‌های طبیعی هستند. در مجموع، سیستم‌های کالبدی به مثابه بدن شهر است، (استخوان‌ها، سرخرگ‌ها و ماهیچه‌هایش). در حین حوادث، سیستم‌های کالبدی باید باقی بمانند و در فشارهای شدید نیز به عملکرد خود ادامه دهند. شناخت چهارچوب تاب‌آوری شهری به شناخت پیچیدگی‌های شهری کمک کرده و عوامل متعددی را که در آن دخیل هستند را در اختیار برنامه‌ریزان شهری قرار داده تا کنترل و اداره بهتری بر شهرها در زمان‌های شوک و تنش داشته باشند. لازمه ساخت شهرهای تاب‌آور، ترویج مشارکت گروه‌های مختلف فعالان محلی (ذینفعان) و شبکه‌های اجتماعی (سازمان‌های مردم‌نهاد و غیردولتی و NGOها) و مقامات ملی در فرآیند تصمیم‌گیری و اجرا، است که در نتیجه این مشارکت عواقب و پیامدهای ناشی از تنش‌ها و شوک‌ها به حداقل ممکن رسانده و در سایه آن به توسعه پایدار شهری دست خواهیم یافت (Lorenzo Chelleri, 2011: 144-148). با توجه به اینکه هر شهری ویژگی‌های منحصر به فرد را دارا می‌باشد، بنابراین نوع تاب‌آوری با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی، اقتصادی و فرهنگی زیست‌محیطی آن با سایر شهرها متفاوت خواهد بود. هنگامی که حوادث اقلیمی (بلاایای طبیعی) رخ می‌دهد. اثرات آن‌ها ممکن است بسته به زیرساخت‌های کلیدی منطقه، سرمایه‌ی اجتماعی، ویژگی‌های جغرافیایی و جمعیت‌شناسی خاص متفاوت باشد (Koh, 2011: 412). مسائل زیست‌محیطی یکی از اساسی‌ترین مسائل شهر امروزی و حاصل تعارض و تقابل آن‌ها با محیط طبیعی است چرا که توسعه‌ی شهری ناگذیر با تسلط ساختمان‌ها، صنایع و حمل و نقل و فعالیت‌های اقتصادی بر فضاهای طبیعی همراه است و این تسلط به مرور زمان به شکل چیرگی شهر بر طبیعت تغییر یافته است و زمینه ساز آلودگی‌های گسترده شهری می‌شود. نتیجه‌ی این روند عدم تعادل و ناسازگاری میان انسان و طبیعت و به هم خوردن روابط اکوسیستم خواهد بود. با گسترش شهرها، مظاهر و ارزش‌های محیط طبیعی در معرض نابودی و فرسایش بیشتر قرار گرفته است و شهرنشینان از جاذبه‌های طبیعی محروم شده‌اند. شهر زابل بنا به موقعیت مکانی خاص خویش یعنی قرار گرفتن در همسایگی کشورهای بحران زده و نیز استعدادهای نظیر انرژی‌های پاک و معایب طبیعی خود نظیر اقلیم گرم و خشک وجود طوفان‌های ۱۲۰ روزه و سیلاب‌ها زیاد به علت زهکشی پایین خاک منطقه و پیامدهای ملموس این عوامل روبرو است. پژوهش حاضر با هدف تحلیل و بررسی وضعیت تاب‌آوری زیست-محیطی شهر زابل می‌باشد.

### پیشینه پژوهش

رضائیان کله بستی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی تحت عنوان تبیین چارچوب مفهومی برای ارزیابی تاب‌آوری مکانی-فضایی در برابر سیلاب‌های شهری و کاربری آن در ادبیات شهرسازی به این نتیجه رسیدند که شهر بابلر به لحاظ تاب‌آوری در وضعیت نسبتاً مناسبی قرار دارد و لازم است که از پتانسیل‌ها و فرصت‌ها و منابع موجود در شهر در راستای بهبود تاب‌آوری مکانی-فضایی در برابر سیلاب به درستی استفاده کند.

شهبازی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی تحت عنوان شناسایی و اولویت‌بندی مناطق و محلات آسیب‌پذیر ناشی از مخاطرات زیست‌محیطی آب و فاضلاب شهر زابل به این نتیجه رسیدند که محل تصفیه‌خانه فعلی در وضع نامناسب قرار دارد و

باعث آسیب و مشکلات زیادی برای قسمت جنوب غرب شهر زابل شده است. بخش غربی (محدوده میدان امام حسین تا ترمینال) بیشترین آسیب را از دفع نامناسب فاضلاب شهر زابل دیده است.

درمانی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهشی تحت عنوان بررسی تاب‌آوری شهر بندرعباس در ابعاد و مؤلفه‌های زیست محیطی به این نتیجه رسیدند که وضعیت تاب‌آوری شهری بندرعباس با مقدار محاسبه شده ۳/۲۹ مطلوب و در وضعیت مناسبی در مقابل بحران‌های زیست محیطی قرار دارد. در نهایت از آزمون فریدمن جهت رتبه‌بندی شاخص‌ها و مؤلفه‌های زیست‌محیطی شهر بندرعباس استفاده شده است و راهبردهای مدیریت شهری با استفاده از نظر خبرگان جهت بهبود تاب‌آوری شهر بندرعباس ارائه گردیده است.

داوری زرنقی و کلانتری (۱۴۰۳) در پژوهشی تحت عنوان فراتحلیل پژوهش‌های تغییر اقلیم و تاب‌آوری شهری در ایران به این نتیجه رسیدند که بعد اکولوژیکی و زیست محیطی و شناسایی و بحث در مورد ابعاد و شاخص‌های تاب‌آوری در اکثر مطالعات مشهود است. مطالعات موردی در پژوهش به طور کلی بر شهرهای بزرگ ایران متمرکز شده است. نتایج حاکی از آن است که شهرها از نظر تاب‌آوری به ویژه در بعد اجتماعی و کالبدی دارای نقاط ضعف مشهودی هستند. این ضعف‌ها در شهرهای بزرگتر که رشد جمعیت را تجربه می‌کنند، آشکارتر است.

پورحسن زاده و شاهبندی (۱۴۰۴) در پژوهشی تحت عنوان علم‌سنجی و تحلیل شبکه مفهومی ساختار دانش تاب‌آوری شهری در ایران به این نتیجه رسیدند که به ترتیب کلیدواژه‌های تاب‌آوری، زلزله، تاب‌آوری شهری، آسیب‌پذیری، تاب‌آوری اجتماعی، تاب‌آوری کالبدی و مخاطرات طبیعی با بالاترین مجموع قدرت پیوند و تعداد دفعات هم‌رخدادی، پرتکرارترین مفاهیم در مطالعات حوزه تاب‌آوری شهری هستند. همچنین نتایج نشان داده است کلیدواژه‌های کووید-۱۹، سیلاب شهری، گردشگری شهری و فرم شهری اخیراً در مطالعات تاب‌آوری شهری مورد توجه بوده‌اند و از مفاهیم جدید در این حوزه می‌باشند. دب و سلطانا (۲۰۲۴) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که تاب‌آوری در برابر تغییرات آب و هوایی یک موضوع نوظهور است. برای کاهش اثرات و سازگاری با تغییرات آب و هوایی، شهرها در درجه اول بر طرح‌های زیرساخت سبز، مانند پارک‌های سبز و ساختمانها تمرکز می‌کنند

## مبانی نظری

مفهوم تاب‌آوری توسط هالینگ در سال ۱۹۷۳ در زمینه اکولوژی ارائه شد. طبق تعریف هولینگ، تاب‌آوری معیاری است از توانایی سیستم برای جذب تغییرات، درحالی‌که هنوز مقاومت قبلی را دارد (برقی و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۶). مفهوم‌سازی واژه تاب‌آوری در بین رشته‌ها، حوزه‌ها و موضوع‌های مختلف متنوع است. با پیدایش آن در فیزیک و مهندسی و سپس استفاده گسترده آن در علوم زیست‌محیطی، هم‌اکنون نیز این مفهوم در علوم اجتماعی، اهمیت چشمگیری یافته است. این امر به دلیل لزوم درک استراتژی‌های مقابله جوامع با اختلالات محیطی و سایر اختلالات و فشارها، مانند تغییرات آب و هوایی، کاهش منابع طبیعی، سیل، خشکسالی، بیماری، بازار و شرایط جهانی، تورم و نیاز به مدیریت منابع کمیاب در راستای ارتقای سطح کیفیت زندگی روستایی است (محمدی، ۱۴۰۳: ۵۶). تاب‌آوری توانایی یک فرد، جامعه یا اجتماع برای پاسخگویی و بهبودیافتن از حوادث غیرمترقبه است. این انعطاف‌پذیری شامل شرایط ذاتی سیستم است که اجازه می‌دهد سیستم به جذب اثرات و مقابله با یک رویداد بپردازد و همچنین سازگاری پس از رویداد است که به سیستم کمک می‌کند دست به تغییر بزند و در نتیجه به سطح قابل قبولی از عملکرد برسد (دماوندی و همکاران، ۱۴۰۳: ۱۲۰).

شهر مانند موجود زنده‌ای است که مردم شهر و فعالیت‌هایشان به مثابه روح آن و کالبد شهر به مثابه جسمش است. شهرنشینی و پیری دو روند جهانی در مناطق شهری به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه است. شهر طی حیات خود بر اثر عوامل مختلف تغییر شکل و گسترش می‌یابد (Hafez Reza zadeh et al, 2024: 2).

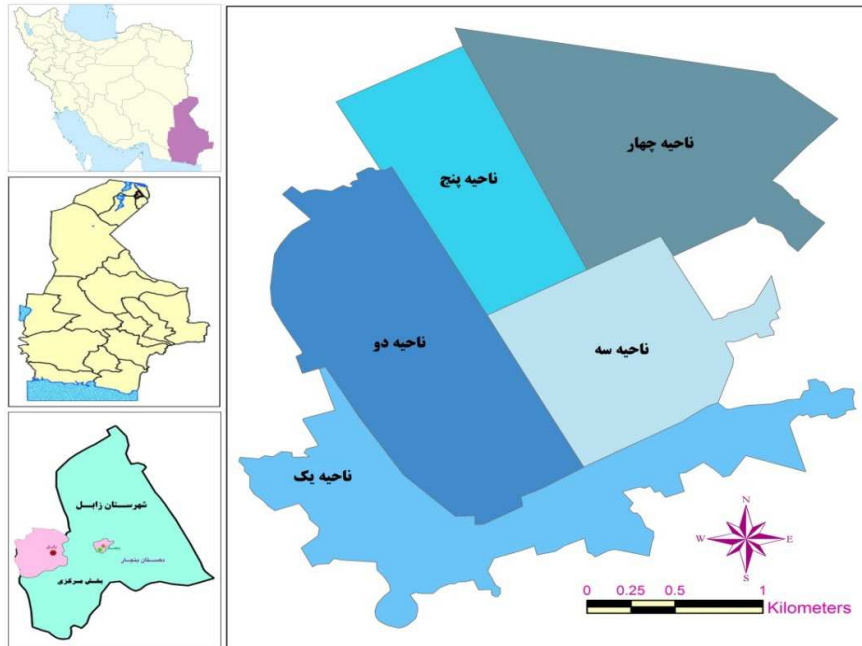
شناخت اصول طراحی شهری تاب‌آور، بدون شناخت مفهوم و ابعاد طراحی شهری، امکان‌پذیر نیست. بنابراین در ابتدا به تعریف طراحی شهری و ابعاد آن، که پیش‌زمینه تعریف «طراحی شهری تاب‌آور» است، پرداخته می‌شود (لک، ۱۳۹۲: ۹۳). تاب‌آوری شهری را اصطلاحی می‌داند که برای اندازه‌گیری توانایی یک شهر برای بهبود از یک بلا به کار می‌رود؛ در حقیقت شهرهای تاب‌آور از پیش برای پیش‌بینی، پشت سر گذاشتن و بهبود از تأثیرات خطرات طبیعی یا فنی طراحی شده‌اند و سیستم‌های فیزیکی و اجتماعی در چنین شهری قادر به بقا و عملکرد تحت شرایط فشار و بحرانی هستند (سلمان‌ی مقدم و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۳). تاب‌آوری زیست محیطی تحت تأثیر عواملی مانند تنوع زیستی، افزونگی است و عوامل پایداری زیست-محیطی در قالب عوامل زیر تاب‌آوری زیست محیطی را محقق می‌کند:

- همسازی با طبیعت: شناسای مسیرهای ویژگی‌های جغرافیای (خصوصیات ژئوتکنیک، شیب)، شناسایی گسل‌ها، شناسایی مناطق آسیب‌پذیر و نواحی مخاطره‌آمیز، و توجه به کاهش میزان آسیب‌رسانی به منابع طبیعی؛
- انرژی‌کارایی در جامعه محلی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و ناوابستگی به انرژی‌های فسیلی.
- پاکیزگی و کاهش آلودگی‌های محیطی (لک، ۱۳۹۲: ۹۶).

بعد زیست محیطی یکی از ابعاد مهم در مبحث تاب‌آوری است. محیط زیست بستر توسعه بوده و افزایش تاب‌آوری آن از ضرورت‌های لازم برای پایداری توسعه می‌باشد. روند فزاینده شهرنشینی و مهاجرت به شهرها از دلایل اصلی نزول کیفیت محیط زیست شهرها و کاهش شدید بنیان‌های اکولوژیک شهری می‌باشد. از جمله عوامل مؤثر بر کیفیت یک شهر، شاخص‌های زیست محیطی آن منطقه بوده که با توجه به بحران‌های اکولوژیک کنونی مانند آلودگی‌های شهری، مصرف بی‌اندازه منابع در شهرها، آلودگی هوا و خاک در شهرها، از اهمیت بسزایی برخوردار شده است. زیرا اکولوژی مناسب شهری از جمله زیرساخت‌هایی است که شهرها بتوانند محیطی متناسب برای زندگی جوامع خود ایجاد نمایند و پیشرفت تکنولوژی فقط متناسب با اکولوژی می‌تواند خدماتی مفید و مؤثر به شهروندان داشته باشد (مهرانپور و ابراهیمی قوام آبادی، ۱۳۹۵: ۲). تاب‌آوری به ظرفیت سیستم‌های اکولوژیک برای جذب اختلالات و نیز برای حفظ بازخوردها، فرایندها و ساختارهای لازم و ذاتی سیستم اطلاق می‌شود یا به تعریفی دیگر شدت اختلالی که سیستم می‌تواند آن را جذب کند قبل از این که ساختار سیستم از طریق تغییر متغیرها و فرایندهایی که رفتار آن را کنترل می‌کنند، به ساختار متفاوتی تبدیل شود (پریور، ۱۳۹۲: ۱۲۵).

### محدوده مورد مطالعه

شهر زابل، یکی از شهرهای شهرستان زابل و مرکز این شهرستان، که در مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاع متوسط این شهر از سطح آب‌های آزاد ۴۷۵ متر بوده و موقعیت قرارگیری این شهر در جنوب شرقی فلات مرکزی ایران در دشت سیستان می‌باشد (خمر و همکاران، ۱۴۰۲: ۶۲). زابل در فاصله ۲۱۰ کیلومتری زاهدان، ۱۵۳۸ کیلومتری تهران، ۳۳۶ کیلومتری بیرجند و ۸۳۴ کیلومتری مشهد قرار دارد و بدین طریق، با مراکز استان‌های همجوار و سایر نقاط ارتباط می‌یابد. وسعت این شهر در حال حاضر معادل ۲۰۸۴ هکتار است که ۰/۱۳ درصد وسعت شهرستان را دربر می‌گیرد.



شکل ۱. موقعیت شهر زابل، ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۴

### روش پژوهش

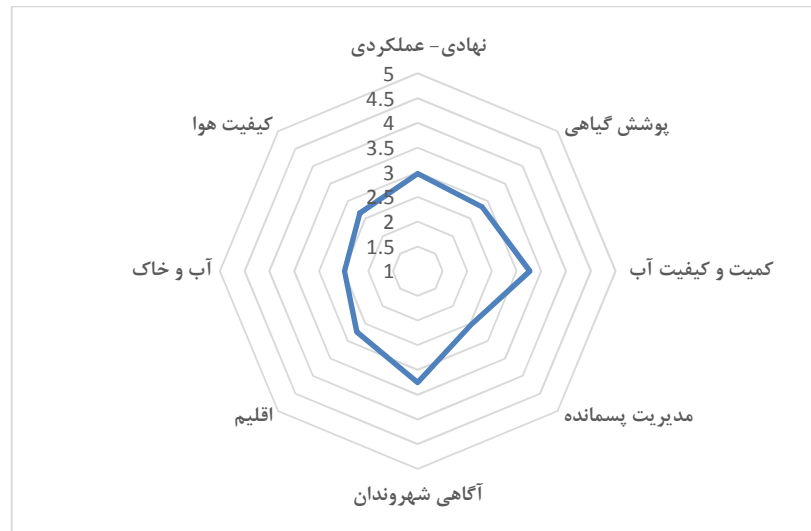
روش تحقیق توصیفی - تحلیلی با هدف کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین برای گردآوری اطلاعات از روش اسنادی و میدانی استفاده شده است: الف) روش اسنادی: در روش اسنادی تکنیک کار شامل فیش‌برداری، دیدگاه‌ها و نظریات مختلف، مراجعه به طرح جامع شهری و... مربوط به پژوهش بوده که با مراجعه به کتابخانه‌ها و سایت‌های اطلاعاتی مختلف به دست آمده است. ب) روش میدانی: در روش میدانی بنا به ماهیت موضوع از فنون مختلفی مثل پرسشگری، مصاحبه، مراجعه حضوری به ادارات مربوطه استفاده شده است. برای ترسیم نقشه‌ها و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای EXCEL, ARCGIS استفاده شده است؛ و برای تجزیه و تحلیل از مدل optimom و برای وزندهی به راهبردها نیز از روش وزندهی عکس‌پذیری استفاده شده است. در ابعاد و شاخص‌های انتخاب شده در این پژوهش سعی شده سنجه‌های موردنظر که (شامل یک بعد ۸ شاخص و ۷۱ زیر شاخص) می‌باشند که در آن مبنای سنجش میزان تاب‌آوری بر اساس بعد زیست‌محیطی بوده و شاخص‌های آن در ۸ طبقه: اقلیم، آب و خاک، پوشش گیاهی، مدیریت پسماند، فاضلاب و زباله، نهادی - عملکردی، کیفیت هوا، فرهنگ و آگاهی شهروندان، کیفیت و کمیت آب تقسیم شده‌اند.

جدول ۱: ابعاد و شاخص‌های به‌کاررفته در پژوهش حاضر

شاخص	بعد
اقلیم در شهر	زیست‌محیطی
آب و خاک در محیط شهر	
پوشش گیاهی در شهر	
مدیریت پسماند، فاضلاب و زباله	
نهادی - عملکردی در شهر	
کیفیت هوا	
فرهنگ و آگاهی شهروندان	
کیفیت و کمیت آب	

## یافته های پژوهش

وضعیت هر یک از مؤلفه‌های شاخص‌ها مورد مطالعه، از دیدگاه کارشناسان و شهروندان در شهر زابل با نگرش تاب آوری با روی با استفاده از آزمون‌های پارامتریک تی استیودنت تک نمونه‌ای (با ارزش آزمون ۳) مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای هر مؤلفه میانگین آن مؤلفه با ارزش آزمون (میانگین مورد انتظار) یعنی مقدار ۳ در سطح خطای ۵ درصد کوچکتر باشد ( $P < 0.05$ ) مقایسه می‌شود. مطابق مطالعات، تحلیل و محاسبات آماری انجام یافته، مقدار میانگین تاب آوری زیست محیطی با آزمون تی تک نمونه ای برای شاخص اقلیم ۲.۷۴، آب و خاک ۲.۴۸، پوشش گیاهی ۲.۸۴، نهادی - عملکردی ۲.۹۷، کیفیت و کمیت آب ۳.۲۷، کیفیت هوا ۲.۶۶، فرهنگ و آگاهی شهروندان ۳.۲۵ و مدیریت پسماندها، زباله‌ها و فاضلاب‌ها ۲.۵۳ می‌باشد. میزان میانگین تاب آوری زیست محیطی کل شهر زابل نیز برابر ۲.۸۵ است (پایین تر از حد مبنا ۳) که نشان می‌دهد در مجموع پاسخگویان بر این اعتقادند که شهر زابل از لحاظ تاب آوری در وضعیت کاملاً مطلوبی نیست. در فرهنگ و آگاهی شهروندان و کیفیت و کمیت آب با دار بودن بیشترین میانگین می‌توان گفت بیشترین تاب آوری زیست محیطی شهر زابل در این شاخص‌ها می‌باشد.



شکل ۲: میانگین شاخص‌های تاب آوری زیست محیطی در شهر زابل

## مدل میزان انحراف از اپتیمم

مدل میزان انحراف از اپتیمم یکی از مدل‌هایی است که برای مقایسه و رتبه‌بندی گزینه‌هایی که بر اساس شاخص‌های کمی به دنبال رتبه‌بندی آنها هستیم، بکار می‌رود. در این روش می‌توان از شاخص‌های خام که به صورت کمی می‌باشند استفاده نمود. اما نکته لازم این است که داده‌های خام را بایستی در ابتدا استاندارد سازی نماییم.

جدول ۲: داده‌های خام

مدیریت پسماندها	فرهنگ و آگاهی عمومی	کیفیت هوا	کیفیت و کمیت آب	نهادی - عملکردی	پوشش گیاهی	آب و خاک	اقلیم	شاخص ناحیه
۲.۴۸۶	۲.۵۱۰	۳.۱۲۵	۳.۳۳۲	۳.۰۰۳	۲.۵۲۹	۲.۲۵۶	۲.۷۴۰	ناحیه ۱
۲.۷۴۸	۲.۷۴۵	۳.۴۳۵	۳.۴۰۱	۳.۱۶۳	۳.۱۰۶	۲.۷۲۳	۲.۷۹۵	ناحیه ۲
۲.۶۶۷	۲.۹۸۰	۳.۴۵۴	۳.۲۵۱	۳.۱۲۰	۳.۲۲۰	۲.۷۳۱	۲.۸۳۹	ناحیه ۳
۲.۱۱۹	۲.۲۷۰	۲.۷۲۷	۲.۸۰۵	۲.۲۳۹	۲.۰۶۸	۱.۸۰۲	۲.۵۲۸	ناحیه ۴

۲.۱۵۹	۲.۳۷۵	۲.۹۴۸	۳.۱۱۳	۲.۵۶۶	۲.۴۷۴	۲.۲۲۲	۲.۵۹۲	ناحیه ۵
۲.۴۳۶۱	۲.۵۷۶۲	۳.۱۳۸۰	۳.۱۸۰۶	۲.۸۱۸۳	۲.۶۷۹۴	۲.۳۴۶۹	۲.۶۹۸۸	میانگین
۰.۲۸۷۵	۰.۲۸۷۶	۰.۳۱۳۷	۰.۲۳۵۵	۰.۴۰۱۱	۰.۴۷۷۸	۰.۳۹۰۳	۰.۱۳۳۵	انحراف معیار

مراحل اجرای مدل انحراف از اپتیمم به شرح زیر می‌باشد:  
گام اول استاندارد سازی ماتریس وضع موجود بر اساس تابع زیر:

$$Z = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j}$$

$X_{ij}$  معادل گزینه  $i$  ام از شاخص  $j$  ام می‌باشد،

$\bar{X}_j$  معادل میانگین شاخص  $j$  ام می‌باشد،

$S_j$  انحراف معیار شاخص  $j$  ام می‌باشد که با استفاده از تابع زیر به دست می‌آید:

$$S_j = \frac{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2}}{n}$$

$$X_{ij} = 53$$

$$\bar{X}_j = 213$$

$$S_j = 7.90$$

$$z = \frac{2.740 - 2.6988}{0.1335} = 0.3135$$

جدول ۳: ماتریس استاندارد شده شاخص‌های رتبه‌بندی نواحی ۵ گانه شهر زابل بر اساس تاب‌آوری

$X_8$	$X_7$	$X_6$	$X_5$	$X_4$	$X_3$	$X_2$	$X_1$	شاخص ناحیه
۰.۱۷۵۵	-۰.۲۲۸۸	-۰.۰۴۱۴	۰.۶۴۲۹	۰.۴۶۰۹	-۰.۳۱۵۴	-۰.۲۳۳۵	۰.۳۱۳۵	ناحیه ۱
۱.۰۸۴۹	۰.۵۸۸۹	۰.۹۴۸۰	۰.۹۳۷۲	۰.۸۶۰۰	۰.۸۹۳۴	۰.۹۶۴۰	۰.۷۱۸۸	ناحیه ۲
۰.۸۰۵۳	۰.۱۴۰۵۵	۱.۰۰۸۹	۰.۳۰۰۳	۰.۷۵۲۳	۱.۱۳۱۳	۰.۹۸۴۰	۱.۰۴۹۹	ناحیه ۳
-۱.۱۰۳۰	-۱.۰۶۵۲	-۱.۳۰۹۲	-۱.۵۹۲۲	-۱.۴۴۴۵	-۱.۲۷۹۹	-۱.۳۹۴۹	-۱.۲۸۰۸	ناحیه ۴
-۰.۹۶۲۸	-۰.۷۰۰۵	-۰.۶۰۶۳	-۰.۲۸۸۲	-۰.۶۲۸۷	-۰.۴۲۹۵	-۰.۳۱۹۶	-۰.۸۰۱۳	ناحیه ۵

اگر این نسبت را در عدد ۱۰۰ ضرب کنیم، درصد انحراف از اپتیمم را خواهیم داشت. درصد انحراف از اپتیمم بیانگر درصد انحراف هر شاخص از گروه شاخص‌های اول از مقدار بهینه این گروه ( $b_j^*$ ) است. هر چه این انحراف کمتر باشد وضعیت آن گزینه از نظر شاخص مورد نظر مطلوب‌تر بوده و هر چه این انحراف بیشتر باشد وضعیت آن گزینه از نظر شاخص مورد نظر بدتر می‌باشد.

$$OP = \frac{1.0499 - (}{1.04}$$

جدول ۴: محاسبه مقدار انحراف از اپتیمم شاخص‌های رتبه‌بندی نواحی ۵ گانه

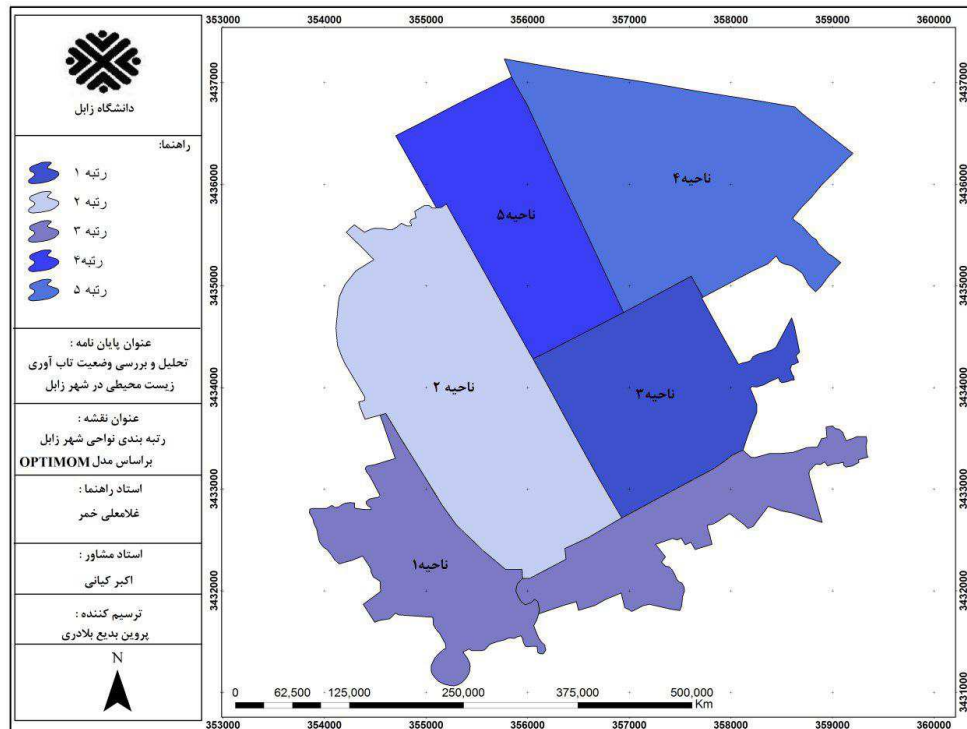
شاخص ناحیه	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
ناحیه ۱	۰.۷۰۱۴	۱.۲۳۷۳	۱.۲۷۸۸	۰.۴۶۴۱	۰.۳۱۴۰	۱.۰۴۱۱	۱.۱۶۲۸	۰.۸۳۸۲
ناحیه ۲	۰.۳۱۵۴	۰.۰۲۰۳	۰.۲۱۰۴	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۶۰۳	۰.۵۸۱۰	۰.۰۰۰۰
ناحیه ۳	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۱۲۵۲	۰.۶۷۹۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۲۵۷۷
ناحیه ۴	۰.۲۱۹۹	۲.۴۱۷۶	۲.۱۳۱۳	۲.۶۷۹۶	۲.۶۹۸۹	۲.۲۹۷۶	۱.۷۵۷۹	۲.۰۱۶۶
ناحیه ۵	۱.۷۶۳۲	±۱.۳۲۴۸	۱.۳۷۹۶	۱.۷۳۹۶	۱.۳۰۷۵	۱.۶۰۰۹	۱.۴۹۸۴	۱.۸۸۷۴

گام سوم محاسبه مجموع انحراف از اپتیمم همه شاخص‌ها برای هر گزینه. به عبارتی پس از محاسبه انحراف اپتیمم برای هر شاخص آنها را به صورت افقی با هم جمع می‌کنیم مجموع آنها نمره انحراف از اپتیمم برای هر گزینه می‌شود.

جدول ۵: محاسبه مجموع انحراف از اپتیمم و رتبه‌بندی نواحی ۵ گانه بر این اساس تاب آوری زیست محیطی

رتبه	مقدار انحراف از اپتیمم	شهر
۳	۷.۰۳۷۷	ناحیه ۱
۲	۱.۱۸۷۴	ناحیه ۲
۱	۱.۰۶۲۶	ناحیه ۳
۵	۱۸.۲۱۹۴	ناحیه ۴
۴	۱۲.۴۹۳۰	ناحیه ۵

هرچه قدر مقدار اپتیمم محاسبه شده برای هر گزینه کمتر باشد یعنی آن گزینه انحراف کمتری از مقدار اپتیمم داشته و در نتیجه وضعیت مناسب‌تری دارد. بنابراین همانگونه که مشاهده می‌شود در این مثال ناحیه سه در بالاترین وضعیت تاب آوری و ناحیه چهار پایین‌ترین وضعیت تاب آوری زیست محیطی قرار دارند.



شکل ۳: رتبه بندی نواحی شهر زابل بر اساس مدل OPTIPOM

### ارزیابی راهبردهای موثر در تاب‌آوری زیست‌محیطی شهر زابل

روش وزن‌دهی عکس‌پذیری رتبه‌ای به منظور تعیین وزن شاخص‌ها؛ از مقیاس رتبه‌ای استفاده می‌کند. ابتدا کارشناسان برحسب نظر خود؛ رتبه یکم تا N ام را به شاخص‌ها اختصاص می‌دهند، سپس محقق فرآیند وزن‌دهی را با معکوس‌سازی رتبه‌ها و استانداردسازی مقادیر وزنی اولیه ادامه می‌دهد. لذا گام‌هایی که باید در فرآیند وزن‌دهی به روش عکس‌پذیری رتبه‌ای انجام شوند عبارتند از:

#### گام ۱: تعیین هدف، تهیه لیست شاخص‌ها و تبیین مفهوم و ماهیت آن

شاخص‌های ارزیابی: پس از مرور ادبیات مسئله، پیشینه مطالعاتی موضوع، و بررسی اولیه منطقه مورد مطالعه؛ لیست شاخص‌هایی که برای تحقق هدف فوق تهیه شده است شامل ۸ راهبرد در ابعاد محیط زیست می‌باشد.

#### گام ۲: اختصاص رتبه مستقیم به شاخص‌ها

در این گام، کارشناسان برحسب اهمیت هر یک از راهبردهای هشت‌گانه نسبت به یکدیگر، رتبه اهمیت آن‌ها را تعیین می‌کنند.

#### گام ۳: محاسبه معکوس رتبه اولیه از طریق تابع:

$$W_i = \frac{1}{r_i}$$

در این گام که توسط خود محقق انجام می‌شود معکوس رتبه اولیه محاسبه می‌شود. به عنوان مثال مقدار معکوس رتبه اولیه برای راهبرد اصلاح و تکمیل سیستم زهکشی، شبکه جمع‌آوری فاضلاب اینگونه محاسبه می‌شود:

$$W_1 = \frac{1}{4} = 0.25$$

#### گام ۴: محاسبه مقادیر استاندارد وزنی

در اینجا از روش استانداردسازی معمولی استفاده شده است که به کمک تابع زیر انجام می‌شود.

$$R_i = \frac{W_i}{\sum W_i}$$

که مطابق نتایج حاصل راهبرد ساماندهی و توسعه فضاهای سبز و حفاظت از اراضی باغی و کشاورزی و نهادینه‌سازی واحدهای مدیریت محیط زیست در شهرداری و تهیه بانک اطلاعات محیط زیست شهر زابل در راولویت اول برنامه ریزی جهت تاب‌آور سازی شهر زابل قرار گرفته‌اند.

جدول ۶- مقادیر مرتبط با رتبه مستقیم، و مقادیر استاندارد شده وزنی طبق روش عکس‌پذیری رتبه‌ای

مقدار استاندارد شده	$\frac{1}{r_j}$	رتبه مستقیم ( $r_j$ )	شاخص
۰.۰۹۲	۰.۲۵	۴	اصلاح و تکمیل سیستم زهکشی، شبکه جمع‌آوری فاضلاب
۰.۰۵۳	۰.۱۴۳	۷	پیشگیری از آلودگی منابع آبها زیرزمینی و اعمال سیاست جلوگیری از مصرف فاضلاب خام جهت کشاورزی
۰.۳۶۹	۱	۱	ساماندهی و توسعه فضاهای سبز و حفاظت از اراضی باغی و کشاورزی
۰.۰۷۴	۰.۲	۵	گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک و کاهش آلاینده‌های شهری

۰.۱۲۲	۰.۳۳	۳	توسعه سیاست‌های مشارکت مردمی
۰.۰۴۶	۰.۱۲۵	۸	جایگزینی وسائط نقلیه عمومی و کاهش وابستگی به وسایل نقلیه شخصی
۰.۱۸۵	۰.۵	۲	نهادینه سازی واحدهای مدیریت محیط زیست در شهرداری و تهیه بانک اطلاعات محیط زیست شهر زابل
۰.۰۵۹	۰.۱۶	۶	جلوگیری از رشد فیزیکی شهر و ساخت‌سازها در حریم آب‌های سطحی، اراضی باغی و کشاورزی
$\sum w_i = 1$	۲.۷۰۸	۳۶	مجموع

از طرف دیگر نتایج آزمون t یک نمونه‌ای نشان می‌دهد که میانگین شاخص تاب آوری زیست محیطی، با توجه به سطح معنی‌داری داده شده در جدول و مقایسه آن با خطای ۰/۰۵ (p>۰/۰۵) همچنین مقادیر کسب شده تاب آوری به لحاظ زیست که کمتر از مقدار بحرانی ۳ می‌باشند؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که شهر زابل در وضعیت زیست محیطی مطلوبی به سر نمی‌برد به طوری که متمایل به طیف آسیب پذیر در مقابل تاب آوری می‌باشد.

جدول ۷: آزمون t یک نمونه ای شاخص تاب آوری زیست محیطی

Test Value = 3						شاخص	
میزان اختلاف در سطح اطمینان ۹۵ درصد		اختلاف از میانگین	سطح معناداری (Sig)	مقدار آماره t	انحراف معیار		میانگین
حد بالا	حد پایین						
-۰.۹۹	-۰.۱۸۷	-۰.۱۴۳	.۰۰۰	-۶.۴۶۵	.۴۳۳	۲.۸۵	
تاب آوری زیست محیطی							

### نتیجه گیری و پیشنهادها

در تمام جهان، یافتن و حتی ساختن شهری که به طور کلی دارای مؤلفه‌ها و شاخص‌های تاب آوری باشد، به ندرت امکان پذیر است، اما آن چه که مهم است اراده و خیزش این شهرها و مدیریت شهری آنها و حرکت گام به گام شان به سمت شهرهای آماده و نزدیک تر شدن به شهرهای تاب آور است. در راستای تحقق این مهم، کمپین ساخت شهرهای تاب آور در حال ارائه رهنمود و کمک به مدیران شهری برای ارزیابی وضع موجود شهرها بر اساس استانداردهای مصوب شهرهای آماده و تاب آور می‌باشد و درصدد کمک به موازی سازی رشد و توسعه شهرهای با حرکت شهرها در مسیر شهرهای تاب آور است که می‌توان با افزودن شاخص‌های مختص و بومی تاب آوری شهرهای ایرانی به آن فاکتورها، امید به بهره‌مندی هر چه بیشتر شهرهای ایران از رهنمودهای مذکور داشت.

نتایج نشان می‌دهد که بر اساس مدل تصمیم گیری درجه اهمیت نواحی را از لحاظ شاخص‌های تاب آوری زیست محیطی تخمین زده شده است. طبق محاسبات انجام شده توسط مدل مورد مطالعه ناحیه سه رتبه ۱، ناحیه دو رتبه ۲، ناحیه یک رتبه ۳، ناحیه پنج رتبه چهار و ناحیه ۴ رتبه پنج به خود اختصاص داده‌اند. نتیجه چنین حاصل می‌شود بر اساس هشت شاخص ارزیابی؛ ناحیه سه شهری دارای وضعیت مناسبتری نسبت به سایر مناطق است و چهار بدترین وضعیت را به لحاظ تاب آوری در مقابل بحران‌ها و آسیب‌های زیست محیطی دارد. در انتها، با استفاده از این دو روش روش وزن دهی عکس پذیری کارشناسان برحسب اهمیت هر یک از ۸ راهبرد ارائه شده نسبت به یکدیگر رتبه مستقیم و سپس وزن نهایی محاسبه می‌شود که مطابق نتایج حاصل - راهبرد ساماندهی و توسعه فضاهای سبز و حفاظت از اراضی باغی و کشاورزی و نهادینه سازی واحدهای مدیریت محیط زیست در شهرداری و تهیه بانک اطلاعات محیط زیست شهر زابل از نظر کارشناسان و متخصصین در رتبه اول و دوم قرار گرفته‌اند با

توجه به نتایج ارایه شده تاب‌آوری شهر زابل در بعد زیست‌محیطی به شکل قابل توجه سطح پایینی را نشان می‌دهند. بدین منظور و برای بهبود سطح تاب‌آوری زیست‌محیطی این شهر گزینه‌های در قالب شاخص‌های ۸ گانه مذکور و نواحی ۵ گانه به شکل ذیل پیشنهاد می‌شود:

- نتایج از حاصل از بررسی شاخص اقلیم نشان می‌دهد شهر زابل به لحاظ شرایط اقلیمی و نبود بارندگی و عدم توجه به اقلیم گرم منطقه به لحاظ زیست‌محیطی در وضعیت آسیب‌پذیری قرار دارد. لذا با توجه به نتایج حاصل استفاده از توربین‌های کوچک بادی (انرژی بادی) به عنوان پتانسیل موجود در منطقه و از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان استفاده شود، و از آنجایی که اقلیم منطقه گرم است به جای آسفالت کردن معابر از آجر فرش استفاده شود. همچنین در ساخت و سازهای ساختمان شرایط اقلیمی مدنظر قرار گیرد.
- با توجه به نتایج حاصل از مطالعات میدانی می‌توان در شاخص پوشش گیاهی؛ افزایش اهمیت به کاشت درختان و بوته‌ها، انطباق گیاهانی که جهت توسعه فضای سبز انتخاب می‌شوند با شرایط اکولوژیکی به طوری این گونه‌های درختی با تنش‌های مثل طوفان‌های ۱۲۰ روزه مقاوم باشند.
- یکی از مهمترین و تاثیرگذارترین شاخص‌ها در ارتقاء تاب‌آوری هر منطقه می‌توان شاخص نهادی- عملکردی باشد از این رو با توجه به ویژگی‌های خاص شهر زابل افزایش سرانه فضای سبز زابل، استفاده از برنامه‌های برای جلوگیری از کنترل ساخت و سازهای که در معرض خطر پذیری (چون سیل، طوفان و زلزله) هستند و استفاده از مدیران و نیروهای متخصص محیط‌زیست پیشنهاد می‌گردد.

## منابع

- برقی، حمید؛ هاشمی، صدیقه؛ جعفری، نسرین. (۱۳۹۶). سنجش تاب‌آوری محیطی روستاهای در معرض خطر زلزله (مطالعه موردی: دهستان معجزات در شهرستان زنجان)، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، ۶(۱)، ۸۱-۹۷.
- بریور، پرستو؛ فریادی، شهرزاد؛ یآوری، احمدرضا؛ صالحی، اسماعیل؛ هراتی، پگاه. (۱۳۹۲)، بسط راهبردهای پایداری اکولوژیک برای افزایش تاب‌آوری محیط زیست شهری (نمونه موردی: مناطق ۱ و ۳ شهرداری تهران)، مجله محیط‌شناسی، سال سی و نهم، شماره یک.
- پورحسن زاده، محمدحسین؛ شاهوندی، احمد. (۱۴۰۴). علم‌سنجی و تحلیل شبکه مفهومی ساختار دانش تاب‌آوری شهری در ایران. مجله شهر پایدار، ۲۸(۲)، ۹۹-۱۲۰.
- پیرانی، محمد؛ شیخ، فاطمه؛ بدیع‌بلادری، پروین؛ صاحب‌زاده، بهزاد. (۱۴۰۲). تاب‌آوری روستایی با تأکید بر جنبه‌های اقلیمی در شهرستان نيمروز. مطالعات پایداری و توسعه سکونتگاه‌های همساز با اقلیم، ۲(۲)، ۸۵-۹۸.
- خمر، غلامعلی. (۱۴۰۲). موضوع‌شناسی جغرافیای شهری. انتشارات دانشگاه زابل
- خمر، غلامعلی؛ آذریان، سحر؛ راهدار پودینه، سمیه. (۱۴۰۲). تحلیل تاثیر کاربری اراضی در پایداری محله‌های شهری مطالعه موردی شهر زابل. نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۷(۸۵): ۵۷-۶۷.
- داوری زرنقی، رقیه؛ کلاتری، محسن. (۱۴۰۳). فراتحلیل پژوهش‌های تغییر اقلیم و تاب‌آوری شهری در ایران. فضای شهری و حیات اجتماعی، ۳(۱۰)، ۳۲-۵۱.
- درمانی، نرجس؛ پرورش، حسین؛ دهقانی، محسن؛ علی‌پور، ولی. (۱۴۰۳). بررسی تاب‌آوری شهر بندرعباس در ابعاد و مؤلفه‌های زیست‌محیطی و ارائه راهبردهای مدیریت شهری. آمایش محیط. ۶۴، ۴۵-۷۲.
- دماوندی، عاطفه؛ سعدی، حشمت‌اله؛ نادری مهدی، کریم. (۱۴۰۳). سنجش و تحلیل تاب‌آوری خانوارهای روستایی استان همدان در برابر فقر آب کشاورزی، مجله جغرافیا و توسعه، ۲۲(۷۴)، ۱۱۱-۱۳۸.
- رضانیان کله‌بستی، الهام؛ کلاتری خلیل‌آباد، حسین؛ رزقی، مریم. (۱۴۰۱). تبیین چارچوب مفهومی برای ارزیابی تاب‌آوری مکانی-فضایی در برابر سیلاب‌های شهری و کاربست آن در ادبیات شهرسازی؛ مطالعه موردی: شهر بابلسر. مطالعات شهر ایرانی اسلامی، ۱۲(۴۸)، ۱۵-۲۸.
- سلمانی مقدم، محمد؛ امیراحمدی، ابوالقاسم؛ کاویان، فرزانه. (۱۳۹۳). بررسی نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی در بهبود تاب‌آوری شهری در برابر زمین‌لرزه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه‌ی موردی: شهر سبزوار)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال پنجم، شماره هفدهم.

سواری، مسلم؛ برفی‌زاده، لیلیا؛ رزم‌آور، فرشاد. (۱۴۰۲). واکاوی نقش حس تعلق مکانی در تاب‌آوری خانوارهای روستایی در شرایط خشکسالی در شهرستان دورود، روستا و توسعه، ۲۶(۴)، ۹۱-۱۲۲.

شهبازی، علیرضا؛ خمر، غلامعلی؛ پیری‌جور، عباسعلی؛ صاحب‌زاده، بهزاد. (۱۴۰۱). شناسایی و اولویت‌بندی مناطق و محلات آسیب‌پذیر ناشی از مخاطرات زیست‌محیطی آب و فاضلاب (مطالعه موردی: شهر زابل). نشریه مطالعات پایداری و توسعه سکونتگاه‌های همساز با اقلیم، ۱(۱)، ۳۹-۵۴.

لک، آزاده. (۱۳۹۲). طراحی شهر تاب‌آور، فصلنامه علمی-پژوهشی صفا، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده معماری و شهرسازی شماره ۲۳. محمدی، سعدی. (۱۴۰۳). شناسایی و تحلیل عوامل بازدارنده تأمین محیط جغرافیایی تاب‌آور در نواحی روستایی مرزی مطالعه موردی: روستاهای شهرستان مریوان. مجله جغرافیا و توسعه، ۲۲(۷۴)، ۴۷-۸۱.

مهرانپور، هانیه؛ ابراهیمی‌قوام‌آبادی، لیلیا. (۱۳۹۵). ارزیابی میزان تأثیرات شاخص‌های زیست‌محیطی، بر تاب‌آوری شهری بر طبق چارچوب اجرایی هیوگو (مورد مطالعه: کلان‌شهر اهواز)، اولین همایش بین‌المللی مخاطرات طبیعی و بحرانهای زیست‌محیطی ایران، راهکارها و چالشها، صص ۱۶-۱.

Deb, A., & Sultana, H. (2024). Urban resilience: Assessment of performance and science mapping from a climate change perspective. *Sustainable Environment*, 10(1).

Hafez Reza zadeh, M. , Anvari, M. R. and Asad Pour, S. (2024). Fuzzy inference system application for qualitative assessing of urban furniture (A case study of regions 1 and 2 of Tabriz). *Geography and Urban Space Development*, 11(1), 1-24. doi: 10.22067/jgusd.2022.74646.1156