



جغرافیا و روابط انسانی، تابستان ۱۴۰۵، دوره ۹ شماره ۲، صص ۷۷۵-۷۹۷

نقش زیرساخت‌های سبز در افزایش تاب‌آوری اقلیمی (مورد مطالعه: محلات منطقه ۴ شهر ارومیه)

نگین حبیب پور^۱، اصغر عابدینی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت شهری، گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۲

چکیده

به دنبال افزایش جمعیت و شهرنشینی، تغییرات آب‌وهوایی در طول دهه‌های گذشته، چالش‌های زیست‌محیطی بی‌سابقه‌ای را در شهرها ایجاد کرده است. سیستم‌های زیرساخت سبز به‌عنوان ابزاری برای افزایش تاب‌آوری و مقابله با تغییرات اقلیمی در شهرها مطرح شده است. شهر ارومیه نیز همانند سایر شهرها با اثرات تغییرات اقلیمی مواجه است. بنابراین؛ این پژوهش به بررسی تاثیر زیرساخت سبز بر تاب‌آوری اقلیمی در محلات منطقه ۴ شهر ارومیه می‌پردازد. اهداف پژوهش حاضر عبارتند از: استخراج و اندازه‌گیری معیارها و شاخص‌های اثرات زیرساخت‌های سبز شهری بر تاب‌آوری اقلیمی و ارائه الگوی بهینه با توجه به شاخص‌های استخراج شده به منظور افزایش تاب‌آوری اقلیمی با استفاده از زیرساخت‌های سبز شهری. برای جمع‌آوری داده‌ها از مرکز آمار، طرح تفصیلی شهر ارومیه، داده‌های موجود در سیستم اطلاعات مکانی، تصاویر گوگل ارث، تصاویر ماهواره‌ای لندست و داده‌های مستخرج از پرسشنامه استفاده شده است. به منظور تحلیل داده‌ها، از روش ترکیبی تحلیل عاملی و تحلیل شبکه‌ای (F'ANP) با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Super Decision بهره‌برداری شد سپس محلات با استفاده از نرم‌افزار GIS طبق فرمول شاخص مرکب سطح‌بندی شدند. نتایج نشان می‌دهد که ۲۵ درصد از محلات به‌عنوان محلات با تاب‌آوری اقلیمی خیلی زیاد، ۱۶,۶۶ درصد در دسته تاب‌آوری اقلیمی زیاد، ۲۵ درصد در دسته تاب‌آوری اقلیمی متوسط، ۸,۳۳ درصد در دسته تاب‌آوری اقلیمی کم و ۲۵ درصد نیز در دسته تاب‌آوری اقلیمی خیلی کم شناسایی شدند. با نگاه کلی به وضع موجود منطقه، مشاهده شد که وضعیت کلی منطقه از لحاظ زیرساخت‌های سبز و تاب‌آوری اقلیمی چندان رضایت‌بخش نیست بنابراین در مرحله بعدی، جهت ارائه الگوی بهینه به منظور افزایش تاب‌آوری اقلیمی محلات با استفاده از زیرساخت‌های سبز شهری، اقدام به ارائه راهبرها، سیاست‌ها و برنامه‌های اقدام به تفکیک محلات، شده است.

واژگان کلیدی: زیرساخت سبز، تاب‌آوری اقلیمی، تغییرات اقلیمی، مدل F'ANP، محلات منطقه ۴ شهر ارومیه

تغییرات در رویدادهای شدید آب‌وهوایی از دهه ۱۹۵۰ مشاهده و در طول دهه‌های گذشته بیشتر شده است. اگرچه تأثیرات تغییر اقلیم به دلیل تمرکز سرمایه بر شهرها تأثیر نامطلوبی دارد، مناطق شهری نیز می‌توانند در دستیابی به تغییرات اقلیمی نقش داشته باشند (Junqueira et al, 2021: 379-380). باتوجه به اینکه احتمالاً ۷۰ درصد از جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ در مناطق شهری زندگی می‌کنند و با تغییرات آب‌وهوایی که آب‌وهوا و توزیع منابع طبیعی را بی‌ثبات‌تر می‌کند، کاهش خطرات و افزایش انعطاف‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی در محیط‌های شهری پرجمعیت بسیار مهم است (Staddon et al, 2018: 330). در نتیجه فرآیندهای شهرنشینی و تأثیرات تغییر اقلیم، چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی بی‌سابقه‌ای در شهرها پدید آمده است که عملکرد زیرساخت‌های حیاتی را تهدید کرده و بر نهادهای محلی فشار وارد می‌کند. سیستم‌های زیرساخت سبز چند منظوره و متصل (GI) به عنوان یک رویکرد امیدوارکننده برای افزایش تاب‌آوری در شهرها شناسایی شده‌اند (Zuniga-Teran et al., 2020: 1). تاب‌آوری به یک هدف مهم برای شهرها به‌ویژه در مواجهه با تغییرات اقلیمی تبدیل شده است. مناطق شهری اکثریت جمعیت جهان را در خود جای داده‌اند و علاوه بر این که به‌عنوان گره‌های مصرف منابع و مکان‌هایی برای نوآوری عمل می‌کنند، هم در تئوری و هم در عمل به آزمایشگاه‌هایی برای تاب‌آوری تبدیل شده است (Meerow et al, 2016:38). بحران آب‌وهوایی در حال حاضر، اهمیت زیرساخت‌های سبز را در شهرها برجسته کرده است و باعث درخواست فوری برنامه‌ریزی کاربردی‌تر و پایدارتر شده است. برخی از مطالعات اخیر بیانگر این است که زیرساخت سبز طیف گسترده‌ای از عملکردها و خدمات اکوسیستم را ارائه می‌دهد که برای رفاه انسان و پایداری شهری ضروری است که در بحران‌های اقلیمی اهمیت ویژه‌ای دارند (Albers et al, 2021: 665). زیرساخت‌های سبز شهری می‌تواند به شهرها کمک کند تا با تغییرات آب‌وهوایی سازگار شوند و استراتژی گسترش سبز شدن در برنامه‌ریزی شهری می‌تواند نقش مهمی در افزایش پایداری و تاب‌آوری شهرها و جوامع داشته باشد (Sturiale & Scuderi, 2019: 1). یکی از اولین پیشنهادها برای ارائه مفهوم زیرساخت سبز توسط دو برنامه‌ریز پایدار، مارک بندیکت و ادوارد مک‌ماهون ارائه شد که بر اهمیت تمایز زیرساخت‌های سبز از زیرساخت‌های مصنوع و تفاوت در روش‌های برنامه‌ریزی و توسعه آنها تأکید داشتند. آنها زیرساخت سبز را در برابر با اصطلاحات زیرساخت خاکستری و زیرساخت اجتماعی، که معمولاً به زیرساخت‌های مصنوع اشاره می‌کنند، ارائه می‌دهند (آل هاشمی و همکاران، ۱۳۹۵: ۹). زیرساخت سبز شهری، سیستمی اجتماعی-اکولوژیکی است که از تعامل انسان و فضاهای طبیعی شکل می‌گیرد و به بهبود کیفیت آب، کاهش خطر سیل و افزایش تاب‌آوری و توسعه پایدار در شهرها کمک می‌کند (Fu et al, 2021: 4; Demuzere et al., 2014: 108).

در سال‌های اخیر، مدل سازی زیرساخت‌های سبز شهری به عنوان یک استراتژی سازگاری برای افزایش تاب‌آوری شهرها در برابر خطرات زیست محیطی به طور فزاینده ظاهر شده است (Rayan et al, 2021: 1). شهر ارومیه با چالش‌هایی مانند افزایش دما، آلودگی هوا و تهدید سیلاب‌ها روبرو است. زیرساخت‌های سبز به عنوان راهکاری موثر برای بهبود کیفیت هوا، کاهش گرمایش جهانی و سیلاب‌ها، و همچنین افزایش تعامل اجتماعی و رونق اقتصادی معرفی شده‌اند. از این رو، انجام تحقیقات گسترده برای ارزیابی تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم زیرساخت‌های سبز بر تاب‌آوری شهری امری ضروری به نظر می‌رسد.

تاکنون مطالعات بسیاری در رابطه با موضوع تاثیر زیرساخت‌های سبز بر تاب‌آوری اقلیمی در جهان انجام شده است که در شش دسته مرور سیستماتیک، رویکرد اکولوژیک، رویکرد سلامت و بهداشت، رویکرد اقتصادی، رویکرد اجتماعی و فرهنگی و رویکرد استراتژیک دسته‌بندی می‌شوند. گروه اول که رویکرد سیستماتیک است به بررسی جامع از تحقیقات انجام‌شده در ارتباط با موضوع می‌پردازد (Ramyar et al., 2021; Albers et al., 2021; Junqueira et al., 2014; Demuzere et al., 2014; Pitman et al., 2015; Staddon et al., 2018; Tuahid, 2018; et al., 2021). بعدی مربوط به رویکرد اکولوژیک است که به معنی مطالعاتی است که از مدل‌های اکولوژیکی برای ارزیابی اثرات زیرساخت سبز استفاده می‌کند (Abdulateef & Alwan, 2022; Gill et al., 2007). دسته سوم مربوط به رویکرد سلامت و بهداشت است که به بررسی استفاده از زیرساخت سبز برای کاهش اثرات تغییرات اقلیمی بر سلامت و بهداشت می‌پردازد (Albers et al., 2021). در رویکرد اقتصادی که به بررسی مطالعاتی که به ارزیابی هزینه-فایده، زیرساخت سبز و تاثیرات اقتصادی آن اشاره شده است (Foster et al., 2011). دسته پنجم به رویکرد اجتماعی و فرهنگی اشاره دارد و به معنی مقالاتی است که به بررسی نقش زیرساخت سبز در بهبود کیفیت زندگی و ایجاد تعاملات اجتماعی می‌پردازد (Czyza & Kowalczyk, 2024; Sanchez & Govindarajulu, 2023; Rayan et al., 2022; Sturiale & Scuderi, 2019; Derkzen et al., 2017; Zolch et al., 2016). و در نهایت رویکرد استراتژیک که به ارائه راهبردهایی در جهت ارائه تاب‌آوری در برابر تغییرات آب‌وهوایی با استفاده از زیرساخت سبز اشاره دارد (Liu & Russo, 2021; Shade et al., 2020; Shirgir et al., 2019). ولی تعداد محدودی از مطالعات به نحوی انجام شده‌اند که ابتدا به تحلیل و شناسایی محلات مختلف یک منطقه پرداخته و پس از تعیین محلاتی با تاب‌آوری پایین، راهکارها و الگوهای مناسب برای بهبود شرایط آن‌ها ارائه دهند. شهر ارومیه با توجه به موقعیت مکانی، ساختار طبیعی و تاریخی و بافت ناپایداری که دارد در معرض مخاطرات گوناگونی می‌باشد (آیریمی آواجیق، ۱۴۰۱: ۴۳۸). بنابراین در این پژوهش، با توجه به اینکه منطقه ۴ شهر ارومیه جزو بافت قدیمی بوده و بخشی از بافت قرسوده شهر را در خود جای می‌دهد، حفاظت از این منطقه و افزایش کیفیت زندگی در آن از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین مطالعات کافی در زمینه تاب‌آوری اقلیمی و زیرساخت‌های سبز در ایران وجود ندارد. بنابراین این پژوهش در صدد این است که به بررسی زیرساخت‌های سبز و تاب‌آوری اقلیمی در محلات ۱۲گانه منطقه ۴ شهر ارومیه پرداخته و الگویی بهینه جهت ارتقای تاب‌آوری و زیرساخت‌های سبز در این منطقه ارائه دهد. با توجه به موارد ذکر شده، از اهداف این پژوهش می‌توان به استخراج و اندازه‌گیری معیارها و شاخص‌های اثرات زیرساخت‌های سبز شهری بر تاب‌آوری اقلیمی و ارائه الگوی بهینه با توجه به شاخص‌های استخراج شده به منظور افزایش تاب‌آوری اقلیمی با استفاده از زیرساخت‌های سبز شهری اشاره کرد و با توجه به این اهداف سوالاتی که پیش می‌آید این است که به کمک کدام شاخص‌های عام می‌توان میزان تاثیر زیرساخت سبز بر تاب‌آوری اقلیمی و به طور خاص تاثیر زیرساخت سبز بر تاب‌آوری محلات منطقه ۴ شهر ارومیه را سنجید؟ و چه الگویی را می‌توان برای افزایش تاب‌آوری اقلیمی محلات منطقه ۴ شهر ارومیه با استفاده از زیرساخت‌های سبز پیشنهاد داد؟

پیشینه تحقیق

مشکلات ناشی از تغییرات اقلیمی، موضوعی بسیار مهم در سراسر جهان بوده؛ بنابراین مطالعاتی در زمینه استفاده از زیرساخت‌های سبز جهت ارتقای تاب‌آوری در برابر اثرات تغییرات اقلیمی، در برخی کشورهای جهان انجام شده است. در این پژوهش، تنها به برخی از مهم‌ترین و جدیدترین مقالات علمی که ارتباط بیشتری با موضوع مورد بررسی داشتند، اشاره شده است. با این حال، جهت استخراج شاخص‌های پژوهش و ارزیابی دقیق‌تر جنبه‌های مختلف موضوع، تعداد بیشتری از مقالات علمی مورد بررسی قرار گرفته‌اند که در جدول (۳) به آن‌ها پرداخته خواهد شد.

در ابتدا می‌توان به مقاله سیزا و کوالچیک (۲۰۲۴) با عنوان بکارگیری GIS در طراحی زیرساخت سبز آبی در مناطق شهری برای کیفیت زندگی بهتر و تاب‌آوری آب‌وهوا اشاره کرد. نتایج تحقیق بیانگر این است که استفاده از داده‌های مکانی خاص و روش‌های تحلیل مکانی برای بهبود فرایند بهینه‌سازی مکان‌یابی اجزای مختلف زیرساخت آبی - سبز معتبر است. این زیرساخت‌ها به‌عنوان یک استراتژی کلیدی برای تقویت تاب‌آوری اکوسیستم، بهبود زیست‌پذیری شهری و ارتقای سلامت و رفاه عمومی شناخته شدند (Czyża & Kowalczyk, 2024). در ادامه می‌توان به مقاله سانچز و گووین‌داراجولو (۲۰۲۳) با عنوان ادغام زیرساخت‌های سبز آبی در برنامه‌ریزی شهری برای سازگاری با آب‌وهوا: درس‌هایی از چنای و کوچی، هند اشاره کرد. نتایج حاکی از آن است که این دو شهر در سال‌های اخیر با سیل‌های شدید مواجه شده‌اند و به همین دلیل، اقدامات جدیدی برای افزایش تاب‌آوری خود از طریق زیرساخت‌های آبی-سبز انجام داده‌اند (Sanchez & Govindarajulu, 2023). عبدالعائف و الالوان (۲۰۲۲) مقاله‌ای تحت عنوان اثربخشی زیرساخت‌های سبز شهری در کاهش جزیره حرارتی شهری سطحی انجام داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که زیرساخت‌های سبز شهری نقش قابل توجهی در کاهش دمای سطح در هر دو مدل دارند و تأثیرات سرمایه‌گذاری این سناریوها در سطوح مشابه مدل‌ها نزدیک به هم است و زیرساخت سبز شهری می‌تواند نقش مهمی در کاهش دمای بالای سطح مرتبط با جزایر گرمایی شهری داشته باشد (Abdulateef & Al-Alwan, 2022). رایان و همکاران (۲۰۲۲) مطالعه‌ای با عنوان شاخص‌های چارچوب برای زیرساخت سبز شهری دیدگاه متخصص و جامعه نسبت به شهرهای سبز مقاوم در برابر آب‌وهوا در پاکستان انجام داده‌اند. نتایج حاکی از آن است که زیرساخت‌های سبز شهری می‌توانند نقش مهمی در کاهش خطرات ناشی از بلایای طبیعی مانند سیل‌ها داشته باشند و همچنین باعث بهبود سلامت روانی و جسمی ساکنان شهرها شوند (Rayan et al, 2022). همچنین می‌توان به مقاله لیو و روسو (۲۰۲۱) با عنوان ارزیابی سهم فضاهای سبز شهری در برنامه‌ریزی استراتژی زیرساخت سبز برای شرایط و خدمات اکوسیستم شهری پرداخت. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از اجزای فضای سبز شهری به‌عنوان واحدهای اساسی در برنامه‌ریزی استراتژی زیرساخت سبز می‌تواند به بهبود تاب‌آوری شهرها در مواجهه با تغییرات اقلیمی کمک کند (Liu & Russo, 2021).

رامیار و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان سازگاری شهرها با تغییرات اقلیمی از طریق برنامه‌ریزی زیرساخت سبز شهری، به این نتایج رسیده‌اند: عملیاتی کردن برنامه‌ریزی زیرساخت سبز شهری، چارچوبی برای برنامه‌ریزی تطبیقی زیرساخت سبز شهری و اهمیت برنامه‌ریزی یکپارچه (Ramyar et al, 2021). از دیگر مقالات در این زمینه می‌توان به مقاله شیرگیر و همکاران در سال ۲۰۱۹ با عنوان تدوین اصول راهبردی مداخله در زیرساخت‌های سبز شهری برای ایجاد و افزایش تاب‌آوری اقلیمی در شهرها، مطالعه موردی: یوسف‌آباد در تهران اشاره کرد. نتایج نشان می‌دهد که زیرساخت‌های سبز شهری در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی و افزایش تاب‌آوری آب‌وهوا در شهرها موثر است و مداخله استراتژیک در زیرساخت‌های سبز شهری می‌تواند منجر به توسعه اصولی شود که تاب‌آوری آب‌وهوای

شهری را به‌ویژه در زمان‌های خشکسالی، گرمای شدید، بارش کم سالانه و کمبود آب تضمین می‌کند (Shirgir et al., 2019). لازم به ذکر است که در متن پژوهش حاضر به ۷ مقاله منتشر شده در سال‌های اخیر اشاره شده است. به‌منظور تحلیل دقیق‌تر شاخص‌ها، جدولی تهیه شده که با استفاده از مقالات بیشتری، تنوع پژوهش‌ها را نمایش داده و تصویری جامع‌تر از شاخص‌های استخراج شده ارائه می‌دهد.

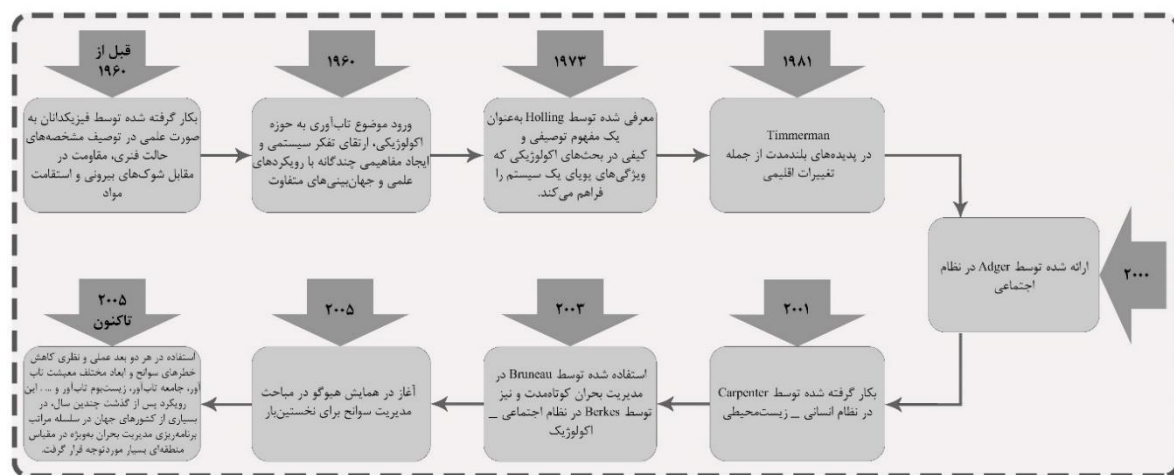
جدول (۱)، شاخص‌های عام مرتبط با ارتقای تاب‌آوری اقلیمی با استفاده از زیرساخت‌های سبز

ردیف	شاخص	نوع شاخص	جهت شاخص
۱	دسترسی به فضای سبز	کمی	مثبت
۲	سطح آلودگی هوا	کمی	منفی
۳	امکان گسترش محدوده	کیفی	مثبت
۴	مسیرهای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری	کمی	مثبت
۵	موقعیت درختان موجود	کیفی	مثبت
۶	تعداد و موقعیت قطعات بابر و مخروطه	کمی / کیفی	منفی
۷	تعداد باغ‌ها، پارک‌ها و فضاهای سبز	کمی	مثبت
۸	نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده	کمی	مثبت
۹	نزدیکی فضای سبز به محور اصلی	کمی	مثبت / منفی
۱۰	درک ساکنان از خطرات زیست‌محیطی	کیفی	مثبت
۱۱	میزان مشارکت مردم در کاشت درختان	کیفی	مثبت
۱۲	تعداد ایستگاه‌های اتوبوس	کمی	مثبت
۱۳	کیفیت خاک و فرسایش	کیفی	مثبت
۱۴	تنوع زیستی	کیفی	مثبت
۱۵	تغییرات دما	کمی	منفی
۱۶	عرض خیابان‌های اصلی و فرعی	کمی	مثبت
۱۷	پوشش گیاهی موجود	کیفی	مثبت
۱۸	شیب زمین (کمتر از ۵٪)	کمی	مثبت
۱۹	مساحت فضای سبز	کمی	مثبت
۲۰	تراکم ساختمانی	کمی	منفی
۲۱	حجم سیلاب	کمی	منفی
۲۲	زیستگاه‌های طبیعی و فضاهای تفریحی	کمی	مثبت
۲۳	حجم بارش	کمی	مثبت
۲۴	میزان سایه‌افکنی و خنک‌کنندگی طبیعی	کیفی	مثبت
۲۵	کنترل رواناب باران	کیفی	مثبت
۲۶	میزان رضایت از کیفیت آب	کیفی	مثبت
۲۷	بام‌های سبز	کمی	مثبت
۲۸	جذب و ذخیره‌سازی آب باران	کمی	مثبت
۲۹	جهت خیابان	کیفی	مثبت
۳۰	دیوارهای سبز	کمی	مثبت
۳۱	ارتفاع ساختمان‌ها	کمی	مثبت / منفی
۳۲	اطلاعات حرارتی محدوده	کیفی	مثبت
۳۳	میزان استفاده ساکنان از امکانات و فضاهای سبز	کیفی	مثبت

منبع: (Czyza & Kowalczyk, 2024; Sanchez & Govindarajulu, 2023; Abdulateef & Alalwan, 2022; Rayan et al, 2022; Lio & Russo, 2021; Ramyar et al, 2021; Albers et al, 2021; Junqueira et al, 2021; Shade et al, 2020; Shirgir et al, 2019; Sturiale & Scuderi, 2019; Tuahid, 2018; Staddon et al, 2018; Derksen et al, 2017; Zolch et al, 2016; Pitman et al, 2015; Demuzere et al, 2014; Foster et al, 2011; Gill et al, 2007)

مبانی نظری

از جمله چالش‌های اصلی در زندگی بشر، مواجهه با رویدادها و حوادث انسانی و طبیعی است. چنین حوادثی طی سال‌های اخیر شهرها را با خسارات بسیاری روبه‌رو کرده که مفهوم تاب‌آوری یکی از رویکردهای مطرح در مقابل این حوادث است. تاب‌آوری به معنی افزایش توانایی جوامع، برنامه‌ریزی و ایجاد آمادگی برای بهبود وضعیت مقابله با اثرات سوانح و ترمیم جوامع آسیب‌دیده است (کریمی و جلیلی صدرآباد، ۱۳۹۸: ۱ و ۲). مفهوم تاب‌آوری در دوران مدرن مربوط به نظریه سیستم‌ها بوده که نخستین بار توسط استنلی هولینگ بکار گرفته شد. از نظر هولینگ، تاب‌آوری به‌عنوان معیاری از تداوم سیستم‌ها و توانایی آن‌ها در جهت جذب تغییر و حفظ ارتباط بین گروه‌های جامعه در سیستم‌های مختلف اکولوژیکی می‌باشد (زلفی و ورزقانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۱). تاب‌آوری شهری رویکردی جدید، جهت پاسخگویی به انواع مخاطرات انسان‌ساخت و طبیعی می‌باشد (اسلاملو و همکاران، ۱۴۰۱: ۷۱). تاب‌آوری شهری، توانایی شهر را برای حفظ کارکردها، ساختار و هویت اصلی خود در مواجهه با شوک‌های خارجی محقق می‌سازد (Wang & Xu, 2024: 1).



شکل (۱)، تاریخچه و سیر تحول تاب‌آوری

منبع: (نگارنده، ۱۴۰۳)

در ادامه، به تعاریف و مفاهیم مرتبط با زیرساخت سبز پرداخته می‌شود.

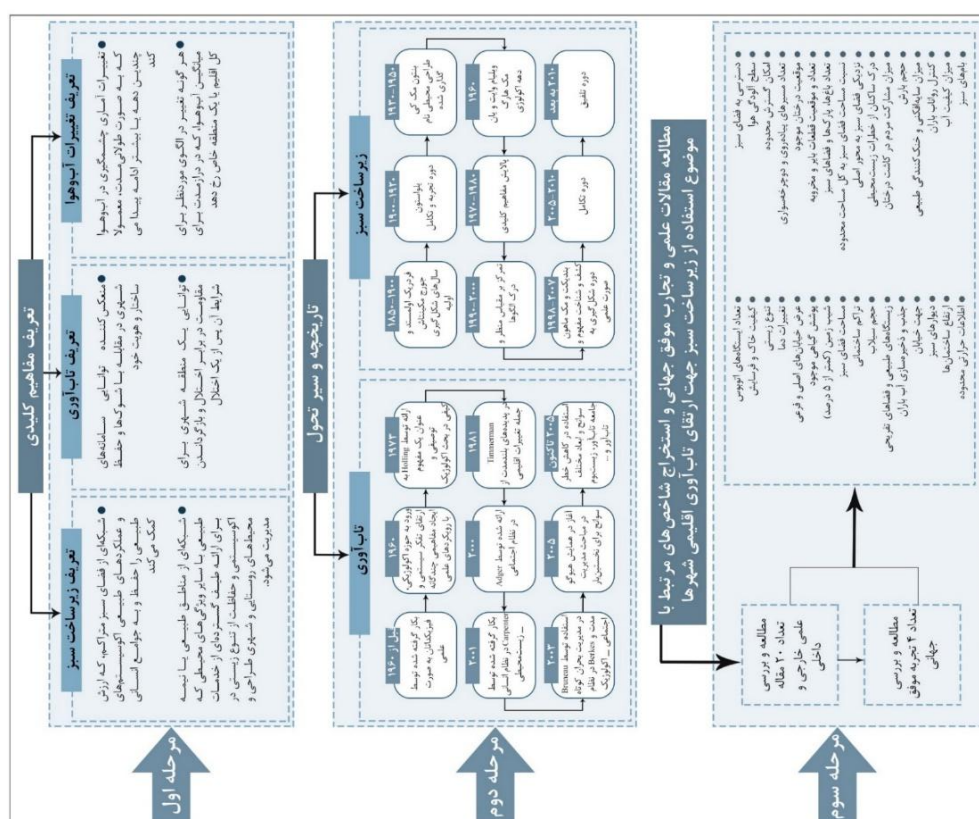
جدول (۱)، تعاریف زیرساخت سبز از دیدگاه صاحب‌نظران مختلف

صاحب‌نظران	سال	تعاریف	پارامتر مدنظر
Cook et al	2024	زیرساخت سبز به شبکه‌ای از مناطق طبیعی یا نیمه طبیعی با سایر ویژگی‌های محیطی اطلاق می‌شود که برای ارائه طیف گسترده‌ای از خدمات اکوسیستمی و حفاظت از تنوع زیستی در محیط‌های روستایی و شهری طراحی و مدیریت می‌شود.	شبکه‌ای از مناطق طبیعی و نیمه طبیعی
Morpurgo et al	2023	زیرساخت سبز را می‌توان به عنوان یک شبکه برنامه‌ریزی شده استراتژیک از مناطق طبیعی و نیمه‌طبیعی، مانند پارک‌ها، تالاب‌ها، درختان، و بام‌های سبز، و سایر عناصر طراحی و مدیریت شده برای ارائه طیف گسترده‌ای از خدمات اکوسیستمی تعریف کرد.	شبکه برنامه‌ریزی شده از مناطق طبیعی و نیمه طبیعی
Grabowski et al	2022	زیرساخت سبز به سیستمی از اکوسیستم‌های به هم پیوسته، ترکیب‌های زیست‌محیطی فناوری و زیرساخت‌های ساخته‌شده اشاره دارد که عملکردها و مزایای اجتماعی، زیست‌محیطی و فناوری را ارائه می‌کنند.	سیستمی از اکوسیستم‌های به هم پیوسته
Matsler et al	2021	زیرساخت سبز به شبکه‌ای از فضاهای سبز چندمنظوره از جمله پارک‌ها، باغ‌ها، خیابان‌های پردرخت، تالاب‌ها و بام‌های سبز اطلاق می‌شود که خدمات اکوسیستمی مانند حفاظت از تنوع زیستی، بهبود کیفیت آب، مدیریت آب طوفان، تنظیم آب و هوا و سلامت انسان را ارائه می‌دهد.	شبکه‌ای از فضاهای سبز چند منظوره
Roca & Escramera	2017	زیرساخت سبز شبکه‌ای از امکانات طبیعی و نیمه طبیعی است که مناطق روستایی و شهری را به هم متصل می‌کند.	شبکه‌ای از امکانات طبیعی و نیمه طبیعی

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

مفهوم تاب‌آوری شهری به‌عنوان راهکاری برای کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیمی مطرح شده است. طبق تعریف هیئت بین‌دولتی تغییر اقلیم^۱، تغییرات اقلیم به تغییرات طولانی‌مدت در الگوهای دما و بارش در یک منطقه یا در سطح جهان اشاره دارد. این تغییرات می‌توانند ناشی از عوامل طبیعی، مانند فعالیت‌های آتش‌فشانی و تغییرات در تابش خورشیدی، یا به دلیل فعالیت‌های انسانی، به ویژه انتشار گازهای گلخانه‌ای به دلیل سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی و سایر فعالیت‌ها باشند. تغییرات اقلیم می‌تواند تأثیرات عمیقی بر اکوسیستم‌ها، کشاورزی، منابع آب و سلامت بشر داشته باشد (IPCC, 2021). هر گونه تغییر در الگوی موردنظر برای میانگین آب‌وهوا، که در درازمدت برای کل اقلیم یا یک منطقه خاص رخ دهد، تغییرات اقلیمی نام دارد (جمعه‌پور، ۱۳۹۵: ۱۸۵). شواهد کافی وجود دارد مبنی بر اینکه تغییرات آب‌وهوایی یک

رویداد طبیعی است که توسط انسان تشدید می‌شود. فعالیت‌های انسانی منجر به تخریب محیط‌زیست و افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر ناشی از انتشار شده است، در نتیجه باعث گرم شدن کره زمین و متعاقباً تغییر آب‌وهوا می‌شود. چنین تأثیرات انسانی تأثیرات گسترده‌ای ایجاد می‌کند که بسیاری از جنبه‌های زندگی بر روی زمین را تهدید می‌کند (Umwigama et al, 2023).

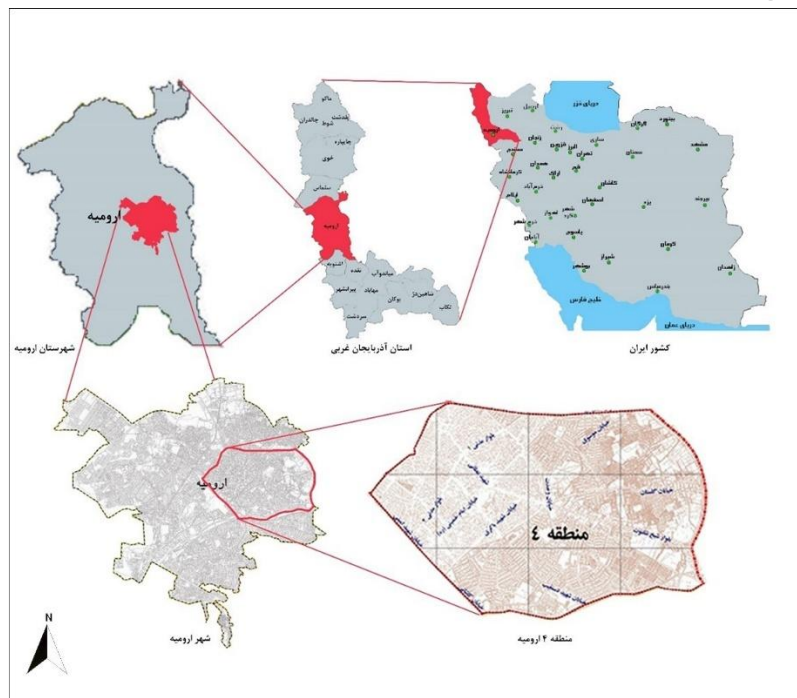


شکل (۳)، چارچوب مفهوم شناختی افزایش تاب‌آوری اقلیمی با استفاده از زیرساخت سبز
(منبع: نگارندگان، ۱۴۰۳)

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

مواد و روش

شهر ارومیه، مرکز شهرستان ارومیه و نیز مرکز استان آذربایجان غربی است. این شهر در فاصله ۱۸ کیلومتری از دریاچه ارومیه و در میان جلگه‌ای با طول ۷۰ کیلومتر و عرض ۳۰ کیلومتر واقع شده است (زین‌العابدین‌زاده و همکاران، ۱۴۰۲: ۲۵). طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر ارومیه برابر با ۷۵۰۸۰۵ نفر می‌باشد (سالنامه استان آذربایجان غربی، ۱۴۰۰). این شهر دارای مساحت ۱۱۲۱۷ هکتار و ۵ منطقه، ۱۶ ناحیه و ۷۰ محله است. منطقه ۴ شهر ارومیه با مساحتی بیش از ۱۲۲۱ هکتار، حدود ۱۰٫۹ درصد از کل مساحت شهر را به خود اختصاص داده است. بلوارهای ۷ تیر و ولیعصر و خیابان‌های امنی و کاشانی، مهم‌ترین محورهای دسترسی این منطقه به سایر نقاط شهر هستند. این منطقه از شمال به منطقه ۲، از غرب به منطقه ۵ و از جنوب به منطقه ۱ متصل می‌شود، در حالی که مرز شرقی آن به محدوده شهر ختم می‌گردد. این منطقه دارای ۱۳۷۱۴۰ نفر جمعیت و تعداد ۴۴۵۷۶ خانوار، ۴ ناحیه و ۱۲ محله می‌باشد (طرح تفصیلی شهر ارومیه، ۱۳۹۸).



شکل (۴)، موقعیت منطقه ۴ شهر ارومیه

در پژوهش حاضر، نقشه تنانی از محلات منطقه ۴ شهر ارومیه در شکل (۵) ارائه شده است که به‌طور دقیق محدوده‌های مختلف محلات را نمایش می‌دهد. در این نقشه، مرزهای محلات با رنگ قرمز مشخص شده‌اند تا قابلیت شناسایی و تفکیک هر محله به راحتی میسر گردد. همچنین، نواحی این منطقه با رنگ سبز متمایز شده‌اند تا تفکیک واضح‌تری بین نواحی مجاور ایجاد شود. وجود این نقشه می‌تواند به تسهیل مطالعات جمعیتی، اجتماعی و اقتصادی در سطح محلات مختلف نیز کمک کند.



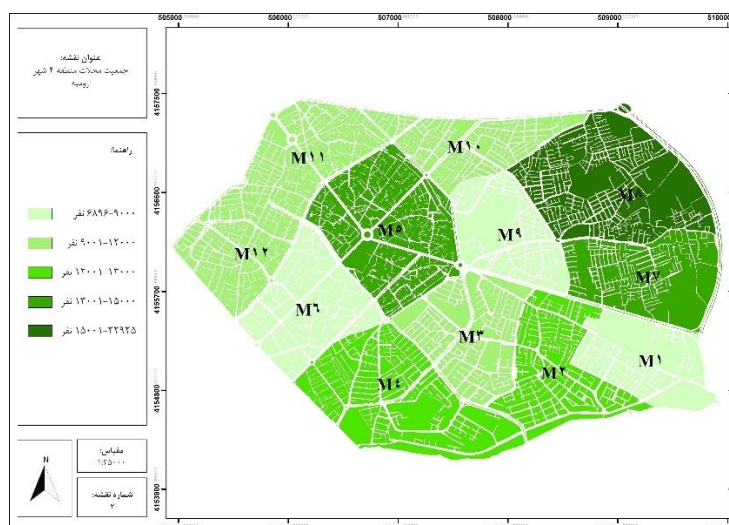
شکل (۵)، تقسیمات تئانی محلات منطقه ۴ شهر ارومیه

جدول (۲)، کدبندی محلات

کد	محله	کد	محله
M7	۴-۳-۱	M1	۴-۱-۱
M8	۴-۳-۲	M2	۴-۱-۲
M9	۴-۳-۳	M3	۴-۱-۳
M10	۴-۳-۴	M4	۴-۱-۴
M11	۴-۴-۱	M5	۴-۲-۱
M12	۴-۴-۲	M6	۴-۲-۲

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

در این پژوهش، نقشه‌ای با عنوان جمعیت محلات منطقه ۴ شهر ارومیه ارائه گردیده است (شکل ۶). در طراحی این نقشه، بعد مهمی که مدنظر قرار گرفته، مفهوم رنگ‌گذاری است که به صورت تدریجی و پیوسته از کمترین به بیشترین جمعیت تغییر می‌کند. بدین معنا که محلاتی که جمعیت کمتری دارند، با رنگ‌های روشن‌تر نمایش داده شده‌اند و در مقابل، محلاتی که جمعیت بیشتری دارند، از رنگ‌های تیره‌تر استفاده شده است.



شکل (۶)، جمعیت محلات منطقه ۴ شهر ارومیه

در پژوهش حاضر، داده‌ها به شیوه کتابخانه‌ای و روش میدانی گردآوری می‌شوند. برای جمع‌آوری داده‌های موردنیاز این پژوهش از منابع گوناگونی از جمله مرکز آمار، طرح تفصیلی شهر ارومیه، داده‌های موجود در سیستم اطلاعات مکانی، گوگل ارث، تصاویر ماهواره‌ای لندست و داده‌های مستخرج از پرسشنامه (۳۲ پرسشنامه برای هر محله - با محاسبه فرمول کوکران با ضریب خطای ۰,۰۵) مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش، با توجه به نوع سوالات و اهداف تحقیق، برای هر یک از آن‌ها یک روش تحلیل مناسب انتخاب شده است. در ابتدا، با استفاده از روش تحلیل محتوا (ماتریس گولر) به غربالگری شاخص‌های عام استخراج شده، براساس معیارهایی چون دسترسی آسان به داده‌ها، همبستگی با سایر شاخص‌ها، قابلیت تعمیم به اجرا، ظرفیت و کارایی اجرای شاخص در سطح شهری، فراوانی ذکر در مطالعات جهانی و قابلیت انطباق با مدل موردی پرداخته شده و تعداد ۱۴ شاخص خاص برای ارزیابی ارتباط

زیرساخت سبز و تاثیر آن بر افزایش تاب‌آوری اقلیمی استخراج گردید که در جدول (۳) به آن‌ها اشاره شده است. سپس، به منظور تحلیل و اندازه‌گیری این ارتباط، از روش ترکیبی تحلیل عاملی و تحلیل شبکه‌ای (F'ANP) با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Super Decision بهره‌برداری شد. در مرحله بعدی، جهت ارائه الگوی بهینه با توجه به شاخص‌های استخراج شده به منظور افزایش تاب‌آوری اقلیمی با استفاده از زیرساخت‌های سبز شهری، اقدام به ارائه راهبرها، سیاست‌ها و برنامه‌های اقدام به تفکیک محلات، شده است. به کمک این ابزار، تاثیر زیرساخت سبز بر افزایش تاب‌آوری در برابر تغییرات آب‌وهوایی را بررسی کرده و راهکارهای مناسب برای مدیریت شهری و بهینه‌سازی محلات منطقه ۴ شهر ارومیه ارائه می‌گردد.

جدول (۳)، شناسنامه شاخص‌های خاص افزایش تاب‌آوری اقلیمی با استفاده از زیرساخت سبز

ردیف	شاخص	جهت شاخص	نوع شاخص	تعریف شاخص
۱	دسترسی به فضای سبز	مثبت	کمی	میزان و کیفیت دسترسی افراد به فضاهای سبز عمومی مانند پارک‌ها، باغ‌ها و مناطق طبیعی
۲	دسترسی به مسیرهای پیاده	مثبت	کمی	میزان و کیفیت دسترسی افراد به مسیرهای امن و مناسب برای پیاده‌روی
۳	موقعیت درختان موجود	مثبت	کیفی	توزیع و پراکندگی درختان در یک منطقه خاص
۴	موقعیت قطعات بایر و مخروبه	منفی	کمی/کیفی	تعداد و توزیع زمین‌های خالی، بایر یا مخروبه در یک منطقه
۵	تعداد باغ‌ها، پارک‌ها و فضاهای سبز	مثبت	کمی	تعداد و توزیع فضاهای سبز عمومی مانند باغ‌ها، پارک‌ها و مناطق طبیعی در یک منطقه
۶	نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده	مثبت	کمی	نسبت فضای سبز موجود (مانند پارک‌ها، باغ‌ها و مناطق طبیعی) به کل مساحت یک منطقه
۷	نزدیکی فضای سبز به محور اصلی	مثبت/منفی	کمی	فاصله و دسترسی فضاهای سبز (مانند پارک‌ها و باغ‌ها) به محوره‌های اصلی ترافیکی یا خیابان‌های اصلی در یک منطقه
۸	درک ساکنان از خطرات زیست‌محیطی	مثبت	کیفی	سطح آگاهی و شناخت افراد در یک جامعه نسبت به تهدیدات زیست‌محیطی مانند آلودگی، تغییرات اقلیمی و خطرات طبیعی
۹	میزان مشارکت مردم در کاشت درختان	مثبت	کیفی	سطح فعالیت و همکاری ساکنان یک منطقه در برنامه‌های کاشت درخت و توسعه فضای سبز
۱۰	میزان استفاده ساکنان از فضاهای سبز	مثبت	کیفی	استفاده ساکنان یک محله از فضاهای سبز
۱۱	شیب زمین (کمتر از ۵٪)	منفی	کمی	زاویه یا نسبت تغییر ارتفاع زمین در یک منطقه
۱۲	میزان رضایت از کیفیت آب	مثبت	کیفی	میزان سالم بودن آب منطقه
۱۳	ارتفاع ساختمان‌ها	مثبت/منفی	کمی	میزان بلندی و طبقات یک ساختمان
۱۴	اطلاعات حرارتی محدوده	منفی	کمی	دما و الگوهای حرارتی یک منطقه

منبع: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

مراحل روش F'ANP به صورت زیر می‌باشد:

- روش تحلیل عاملی: ۱- انتخاب شاخص‌های تبیین‌کننده پدیده مورد بررسی ۲- انجام تحلیل عاملی و استخراج ابعاد نشانگر پدیده ۳- شناسایی شاخص‌های هریک از ابعاد استخراج شده
- روش تحلیل شبکه‌ای: ۱- ساخت مدل شبکه‌ای موضوع بر اساس نتایج تحلیل عاملی ۲- تبیین وابستگی‌های درونی و بیرونی عناصر تصمیم ۳- تشکیل سوپر ماتریس و محاسبه ماتریس‌های آن ۴- به حد رساندن سوپر ماتریس و محاسبه ضریب اهمیت نسبی شاخص‌ها (زبردست، ۱۳۹۳)

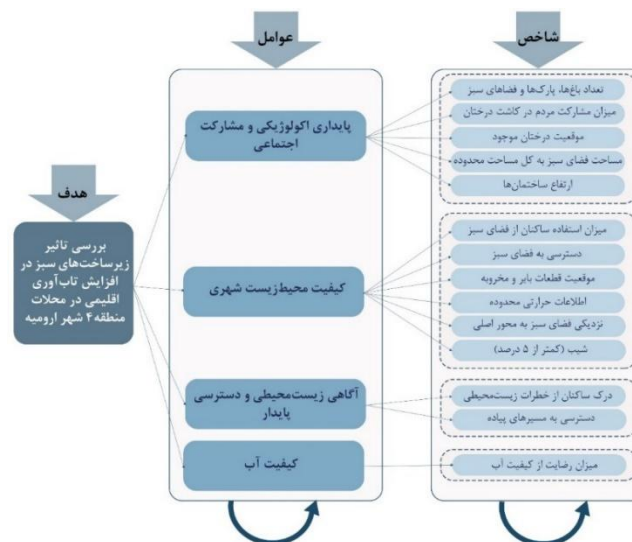
یافته‌ها

در پژوهش حاضر برای تحلیل و اندازه‌گیری داده‌ها از روش ترکیبی تحلیل عاملی و تحلیل شبکه‌ای با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Super Decision بهره‌برداری شد. بعد از ایجاد ماتریس اولیه اطلاعات و بررسی مقادیر اشتراکات مربوط به هر شاخص با سایر شاخص‌های مربوطه که بیان‌کننده میزان واریانس مشترک یک شاخص با سایر شاخص‌ها می‌باشد، به بررسی مقادیر کایزر میئر اولکین (KMO) پرداخته شد. میزان KMO برابر با ۰,۶۶۲ می‌باشد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که همبستگی موجود بین داده‌ها برای ادامه تحلیل، مناسب است. سپس به بررسی واریانس تبیین شده موضوع و تعیین تعداد عوامل پرداخته شده که چهار عامل به‌دست آمد. مجموع واریانس تجمعی چهار عامل مستخرج نهایی برابر با ۸۵,۴۰۷ درصد بوده و به این معناست که این عوامل تا حد زیادی به موضوع پژوهش حاضر مرتبط هستند. پس از مشخص شدن بارهای عاملی در هر عامل به نام‌گذاری هریک از عوامل پرداخته شد که در جدول (۴) بیان شده است.

جدول (۴)، نام‌گذاری عوامل تبیین‌کننده تاثیر زیرساخت سبز بر تاب‌آوری اقلیمی همراه با شاخص‌ها و بارهای عاملی

عوامل تبیین‌کننده تاثیر زیرساخت سبز بر تاب‌آوری اقلیمی	شاخص‌ها	اختصار	بارهای عاملی	درصد تبیین واریانس
پایداری اکولوژیکی و مشارکت اجتماعی	تعداد باغ‌ها، پارک‌ها و فضاهای سبز	NGPGS	0.957	32.827
	میزان مشارکت مردم در کاشت درختان	APPT	0.887	
	موقعیت درختان موجود	LET	0.830	
	نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده	RAGSTAR	0.737	
	ارتفاع ساختمان‌ها	HB	0.144	
کیفیت محیط‌زیست شهری	میزان استفاده ساکنان از فضای سبز	RUGS	0.878	24.913
	دسترسی به فضای سبز	AGS	0.818	
	موقعیت قطعات بایر و مخروبه	LBDP	0.772	
	اطلاعات حرارتی محدوده	RTI	0.662	
	نزدیکی فضای سبز به محور اصلی	PGSMA	0.542	
	شیب	SL	0.535	
آگاهی زیست‌محیطی و دسترسی پایدار	درک ساکنان از خطرات زیست‌محیطی	RPEH	0.741	15.235
	دسترسی به مسیرهای پیاده	AF	0.661	
کیفیت آب	میزان رضایت از کیفیت آب	LSWQ	0.968	12.432

پس از انجام تحلیل عاملی، اقدام به انجام مدل شبکه‌ای (ANP) می‌شود. مدل تحلیل شبکه‌ای، هر موضوع را به‌عنوان شبکه‌ای از معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها که در خوشه‌هایی گروه‌بندی شده‌اند، در نظر می‌گیرد. در شکل (۷)، خوشه اول هدف پژوهش (بررسی تاثیر زیرساخت‌های سبز در افزایش تاب‌آوری اقلیمی در محلات منطقه ۴ شهر ارومیه) و خوشه دوم عوامل چهارگانه شامل: پایداری اکولوژیکی و مشارکت اجتماعی، کیفیت محیط زیست شهری، آگاهی زیست‌محیطی و دسترسی پایدار و کیفیت آب را نشان می‌دهد. خوشه سوم نیز شاخص‌های مرتبط با هر یک از این عوامل که از تحلیل عاملی استخراج شده‌اند را نشان می‌دهد.



شکل (۷)، نمودار مدل شبکه‌ای

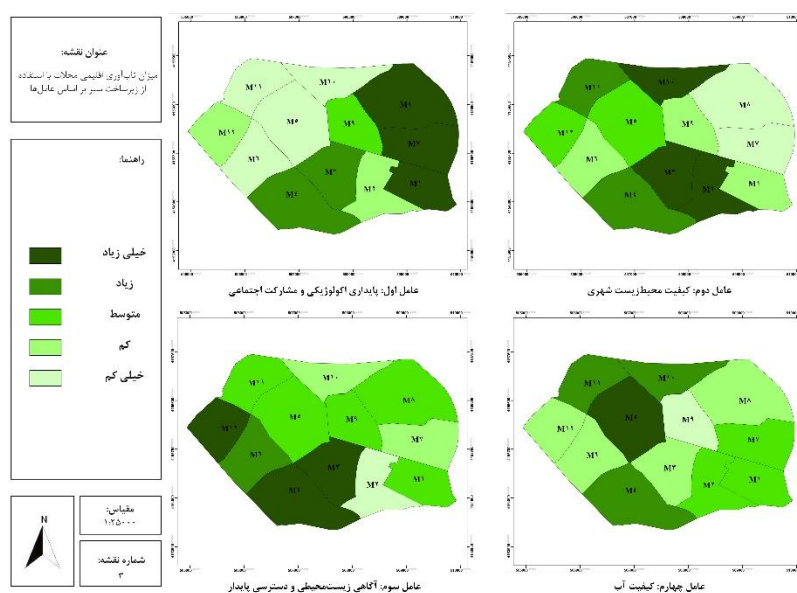
منبع: (نگارنده، ۱۴۰۳)

در مرحله بعدی اقدام به تعیین اهمیت نسبی شاخص‌های مستخرج از سوپر ماتریس حدی شد که در جدول (۵) ارائه شده است. باتوجه به این جدول مشاهده می‌شود که شاخص میزان مشارکت مردم در کاشت درختان دارای رتبه اول می‌باشد.

جدول (۵)، اهمیت نسبی شاخص‌های تاثیر زیرساخت سبز بر تاب‌آوری اقلیمی حاصل از مدل F'ANP

رتبه	اهمیت نسبی	شاخص
۴	۰,۰۸۸۳	دسترسی به فضای سبز
۹	۰,۰۶۴۴	دسترسی به مسیرهای پیاده
۸	۰,۰۶۹۵	موقعیت درختان موجود
۷	۰,۰۷۱۵	موقعیت قطعات بایر و مخروبه
۶	۰,۰۷۵۲	تعداد باغها، پارکها و فضاهای سبز
۲	۰,۰۹۳۰	نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده
۱۲	۰,۰۴۶۶	نزدیکی فضای سبز به محور اصلی
۱۱	۰,۰۴۹۸	درک ساکنان از خطرات زیست محیطی
۱	۰,۱۳۴۸	میزان مشارکت مردم در کاشت درختان
۱۳	۰,۰۴۵۵	میزان استفاده ساکنان از فضاهای سبز
۳	۰,۰۹۱۵	شیب زمین (کمتر از ۵٪)
۱۴	۰,۰۳۶۳	میزان رضایت از کیفیت آب
۱۰	۰,۰۵۳۱	ارتفاع ساختمانها
۵	۰,۰۸۰۵	اطلاعات حرارتی محدوده

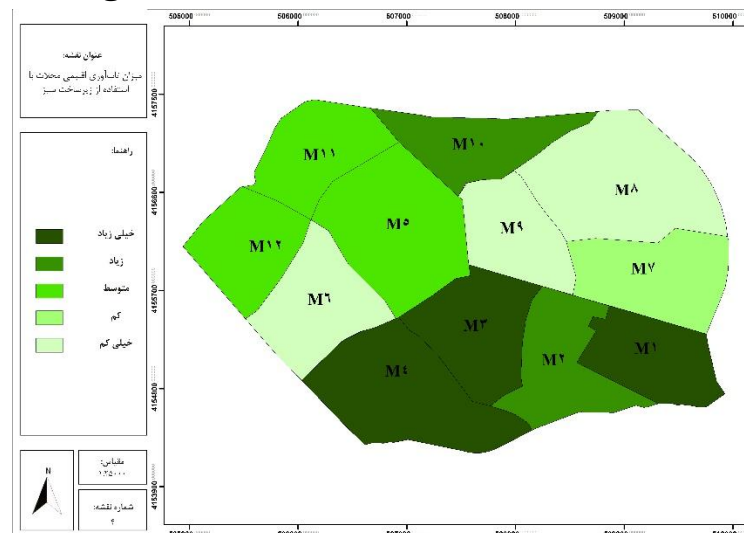
عوامل استخراج شده با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای، برای هر یک از محلات منطقه ۴ شهر ارومیه به‌طور جداگانه ارزیابی و امتیازدهی شدند. در این بخش، داده‌های به‌دست‌آمده با کمک نرم‌افزار GIS تحلیل و به نقشه تبدیل شده‌اند. هدف از این کار، بهبود درک از میزان تاب‌آوری اقلیمی محلات منطقه ۴ ارومیه و چگونگی تاثیرگذاری زیرساخت‌های سبز بر آنها است. شکل (۸)، پراکنش فضایی عامل‌های چهارگانه بوده که میزان تاب‌آوری اقلیمی محلات با استفاده از زیرساخت سبز را به تفکیک عامل‌های چهارگانه نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که با حرکت از سمت سبز تیره به سمت سبز کم‌رنگ‌تر، تاب‌آوری اقلیمی کاهش می‌یابد.



شکل (۸)، میزان تاب‌آوری اقلیمی محلات با استفاده از زیرساخت سبز بر اساس عامل‌ها

نتیجه نهایی این عامل‌ها در شکل (۹) قابل مشاهده است که از همپوشانی عوامل چهارگانه حاصل شده است. در این نقشه، رنگ سبز خیلی پررنگ نشان‌دهنده محلاتی است که بالاترین سطح تاب‌آوری اقلیمی را نسبت به سایر محلات دارند. رنگ سبز خیلی پررنگ در نقشه به این مناطق اختصاص یافته و نشان‌دهنده مطلوبیت بسیار بالای این محلات از نظر شرایط زیست‌محیطی و اقلیمی است. محلاتی که در این دسته قرار می‌گیرند، دارای پایداری اکولوژیکی قوی و مشارکت اجتماعی فعال هستند. کیفیت محیط زیست شهری در این مناطق بالاست و ساکنان آن‌ها از آگاهی زیست‌محیطی بالایی برخوردارند. علاوه بر این، دسترسی به منابع پایدار آب و کیفیت بالای آب از ویژگی‌های اصلی این محلات است. رنگ سبز پررنگ نشان‌دهنده محلاتی است که سطح تاب‌آوری اقلیمی بالایی دارند، اما در برخی از عوامل ممکن است به اندازه محلات با تاب‌آوری خیلی زیاد قوی نباشند. رنگ سبز پررنگ به این محلات اختصاص یافته و نشان‌دهنده شرایط نسبتاً مطلوب زیست‌محیطی و اقلیمی است. این محلات از پایداری اکولوژیکی خوب و مشارکت اجتماعی قابل توجهی برخوردارند. کیفیت محیط زیست شهری در این مناطق خوب است و ساکنان از سطح مناسبی از آگاهی زیست‌محیطی بهره‌مند هستند. دسترسی به منابع آب پایدار و کیفیت مناسب آب نیز در این محلات مشاهده می‌شود. این محلات در برابر چالش‌های اقلیمی و محیط‌زیستی مقاومت خوبی دارند و می‌توانند در آینده با تهدیدات احتمالی مقابله کنند. رنگ سبز معمولی نشان‌دهنده محلاتی است که سطح تاب‌آوری اقلیمی متوسطی دارند. این محلات دارای شرایطی هستند که از نظر پایداری اکولوژیکی، مشارکت اجتماعی، کیفیت محیط زیست شهری، آگاهی زیست‌محیطی و دسترسی به منابع آب متوسط هستند. هر چند این محلات از شرایط مطلوب زیست‌محیطی بهره‌مند هستند، اما ممکن است در برخی از این عوامل نقاط ضعفی داشته باشند که بر توانایی آن‌ها در مقابله با تغییرات اقلیمی تأثیر بگذارد. برای بهبود تاب‌آوری این محلات، نیاز به تقویت پایداری اکولوژیکی، ارتقای سطح آگاهی زیست‌محیطی و بهبود دسترسی به منابع آب با کیفیت است. با این حال، این محلات هنوز توانایی قابل قبولی در مقابله با تغییرات اقلیمی دارند و می‌توانند با برنامه‌ریزی مناسب بهبود یابند. محلاتی که با رنگ سبز کم‌رنگ نمایش داده شده‌اند، دارای تاب‌آوری اقلیمی پایینی هستند. این محلات ممکن است از نظر پایداری اکولوژیکی ضعیف باشند

و مشارکت اجتماعی کمی در آن‌ها دیده شود. کیفیت محیط زیست شهری در این مناطق نسبتاً پایین است و ساکنان از آگاهی زیست‌محیطی کمتری برخوردارند. همچنین، دسترسی به منابع آب پایدار و کیفیت آب در این محلات ممکن است مشکل‌ساز باشد. این محلات در برابر تغییرات اقلیمی و بحران‌های زیست‌محیطی آسیب‌پذیرتر هستند و نیازمند برنامه‌های فوری برای بهبود وضعیت محیط زیستی و ارتقا تاب‌آوری اقلیمی خود هستند. رنگ سبز خیلی کم‌رنگ نشان‌دهنده محلاتی است که پایین‌ترین سطح تاب‌آوری اقلیمی را دارند. این مناطق از نظر زیست‌محیطی و اقلیمی در وضعیت نامطلوبی قرار دارند. پایداری اکولوژیکی در این محلات بسیار ضعیف است و مشارکت اجتماعی به ندرت مشاهده می‌شود. کیفیت محیط زیست شهری در این مناطق به شدت پایین است و ساکنان آن‌ها از آگاهی زیست‌محیطی بسیار کمی برخوردارند. دسترسی به منابع آب پایدار نیز در این محلات با چالش‌های جدی مواجه است و کیفیت آب در سطح پایینی قرار دارد. این محلات به شدت در برابر تغییرات اقلیمی و بحران‌های زیست‌محیطی آسیب‌پذیر هستند و برای افزایش تاب‌آوری آن‌ها به اقدامات فوری و برنامه‌های جامع نیاز است.



شکل (۹). میزان تاب‌آوری اقلیمی محلات با استفاده از زیرساخت سبز

با توجه به جدول (۶)، مشاهده می‌شود که ۲۵ درصد از محلات به عنوان محلات با تاب‌آوری اقلیمی خیلی زیاد، ۱۶/۶۶ درصد در دسته تاب‌آوری اقلیمی زیاد، ۲۵ درصد در دسته تاب‌آوری اقلیمی متوسط، ۸/۳۳ درصد در دسته تاب‌آوری اقلیمی کم و ۲۵ درصد نیز در دسته تاب‌آوری اقلیمی خیلی کم شناسایی شدند. هرچند برخی از محلات در دسته‌های تاب‌آوری اقلیمی خیلی زیاد و زیاد قرار گرفته‌اند، اما این ارزیابی نسبی است و تنها نشان‌دهنده این است که این محلات نسبت به دیگر محلات منطقه در وضعیت بهتری قرار دارند. این به هیچ وجه به معنای آن نیست که این محلات از نظر تاب‌آوری اقلیمی یا زیرساخت‌های سبز در شرایط ایده‌آل یا مطلوبی قرار دارند. در واقع، با نگاه کلی به وضع موجود منطقه، می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت کلی منطقه از لحاظ زیرساخت‌های سبز و تاب‌آوری اقلیمی چندان رضایت‌بخش نیست. عدم توزیع متوازن زیرساخت‌های سبز و ضعف در تاب‌آوری اقلیمی در بخش‌های قابل توجهی از منطقه نشان‌دهنده این است که برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات بیشتری برای بهبود این وضعیت نیاز است.

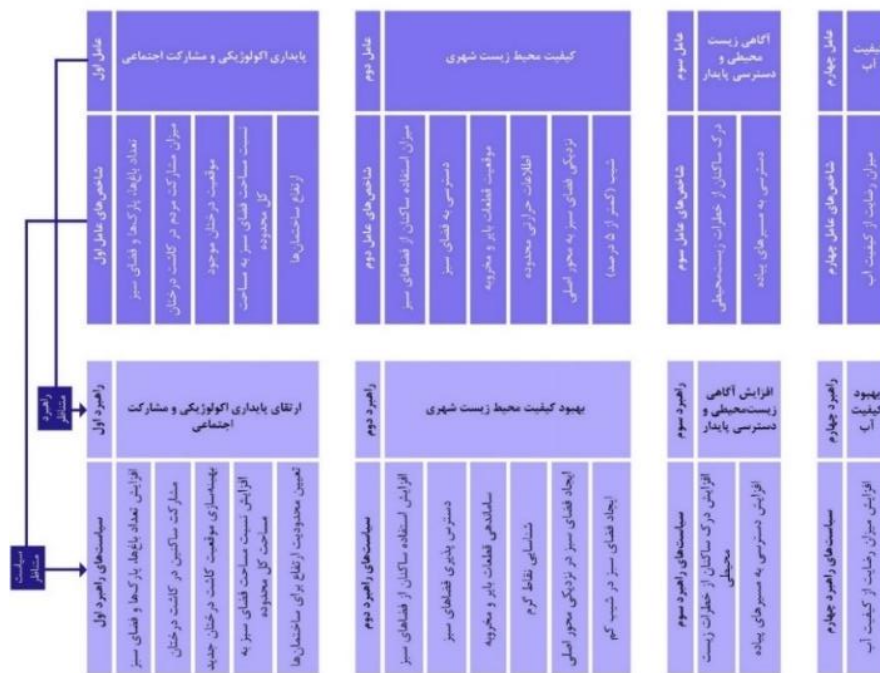
جدول (۶)، درصد محلات از لحاظ تاب‌آوری اقلیمی به تفکیک تقسیم‌بندی ۵ گانه

		۱				۲
درصد	عامل‌ها	عامل‌ها				نهایی
		عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	
	تاب‌آوری اقلیمی خیلی زیاد	۲۵	۲۵	۲۵	۸,۳۳	۲۵
	تاب‌آوری اقلیمی زیاد	۱۶,۶۶	۱۶,۶۶	۸,۳۳	۲۵	۱۶,۶۶
	تاب‌آوری اقلیمی متوسط	۸,۳۳	۱۶,۶۶	۴۱,۶۶	۲۵	۲۵
	تاب‌آوری اقلیمی کم	۱۶,۶۶	۲۵	۱۶,۶۶	۳۳,۳۳	۸,۳۳
	تاب‌آوری اقلیمی خیلی کم	۳۳,۳۳	۱۶,۶۶	۸,۳۳	۸,۳۳	۲۵
	مجموع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول (۷) میزان تاب‌آوری اقلیمی منطقه ۴ شهر ارومیه به تفکیک محلات

ردیف	میزان تاب‌آوری اقلیمی	نام محله	امتیاز نهایی
۱	تاب‌آوری اقلیمی خیلی کم (کاملاً نامطلوب)	۴-۲-۲	۴,۰۶۵
۲		۴-۳-۳	۳,۵۶۳
۳		۴-۳-۲	۳,۵۳۷
۴	تاب‌آوری اقلیمی کم (نامطلوب)	۴-۳-۱	۲,۷۰۶
۵	تاب‌آوری اقلیمی متوسط (متوسط)	۴-۲-۱	۰,۷۶۵
۶		۴-۴-۱	۰,۶۳۲
۷		۴-۴-۲	۰,۴۵۰
۸	تاب‌آوری اقلیمی زیاد (مطلوب)	۴-۱-۲	-۰,۴۲۲
۹		۴-۳-۴	-۱,۱۵۲
۱۰	تاب‌آوری اقلیمی خیلی زیاد (کاملاً مطلوب)	۴-۱-۱	-۳,۵۷۱
۱۱		۴-۱-۳	-۴,۷۶۷
۱۲		۴-۱-۴	-۵,۸۰۷

در جدول (۷) به تحلیل و بررسی میزان تاب‌آوری اقلیمی محلات پرداخته شده است. در این جدول، اسامی محلات بر اساس میزان تاب‌آوری اقلیمی آن‌ها، از کمترین به بیشترین تاب‌آوری اقلیمی مرتب شده است. همانطور که در جدول (۷)، مشاهده می‌شود، تعداد محلات با حداقل تاب‌آوری اقلیمی بر اساس مدل F^2ANP ، برابر با ۳ محله (محلات ۲-۲-۴، ۳-۳-۴ و ۲-۳-۴) و تعداد محلات با حداکثر تاب‌آوری اقلیمی نیز برابر با ۳ محله (محلات ۱-۴، ۱-۳ و ۴-۱-۴) بوده و تنها ۵ محله (کمتر از نصف محلات) در تاب‌آوری مطلوب و کاملاً مطلوب قرار دارند. باتوجه به اینکه تمامی محلات در شرایط قابل قبولی از لحاظ زیرساخت سبز و تاب‌آوری اقلیمی قرار ندارند، بنابراین الگوی بهینه جهت افزایش تاب‌آوری اقلیمی و زیرساخت‌های سبز برای کل محلات این منطقه ارائه می‌شود که این الگو شامل ارائه راهبردها، سیاست‌ها و برنامه‌های اقدام می‌باشد. در شکل (۱۰)، استراتژی‌ها و سیاست‌های مورد نظر بر اساس عوامل و شاخص‌های شناسایی شده که می‌توانند به‌طور موثری به بهبود وضعیت در محلات منطقه ۴ شهر ارومیه کمک کنند، ارائه شده است.



شکل (۱۰)، راهبرد و سیاستهای افزایش تاب‌آوری اقلیمی محلات منطقه ۴ شهر ارومیه با استفاده از زیرساخت سبز

در محله‌هایی که در جدول (۷) به عنوان محله‌های نامطلوب و نسبتاً نامطلوب از نظر تاب‌آوری اقلیمی شناسایی شده‌اند، ضرورت اجرای برنامه‌های مناسب بیشتر احساس می‌شود. اما همان‌طور که گفته شد، برنامه‌ها و راهبردها باید بر اساس شرایط خاص هر محله اولویت‌بندی شوند. محله‌هایی که در دسته‌های کاملاً نامطلوب، نامطلوب و متوسط از نظر تاب‌آوری اقلیمی و زیرساخت‌های سبز قرار دارند، نسبت به محله‌های با وضعیت مطلوب‌تر در اولویت بالاتری برای اجرای این راهبردها هستند. برای بهبود وضعیت این محله‌ها و استفاده موثر از زیرساخت‌های سبز در راستای تاب‌آوری اقلیمی، ضروری است که راهبردها و سیاست‌های متناسب با ویژگی‌ها و شرایط خاص هر یک از این ۱۲ محله تدوین شود. در جدول (۸) مشخص شده است که کدام اقدامات اجرایی برای هر محله، با توجه به ویژگی‌های خاص آن‌ها، مناسب است. این اقدامات به‌صورت جداگانه برای ۱۲ محله تدوین شده‌اند؛ محله‌هایی که برخی از آن‌ها از نظر زیرساخت‌های سبز ضعیف و برخی دیگر در وضعیت متوسط قرار دارند، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند. در این برنامه‌ها، شاخص‌های کلیدی مانند دسترسی به فضای سبز، مسیرهای پیاده، موقعیت درختان، وضعیت قطعات بایر و مخروبه، نسبت فضای سبز به کل مساحت محله، تعداد باغ‌ها، پارک‌ها و فضاهای سبز، نزدیکی فضاهای سبز به محورهای اصلی، درک ساکنان از خطرات زیست محیطی، میزان مشارکت مردم در کاشت درختان، استفاده ساکنان از فضاهای سبز، شیب زمین، رضایت از کیفیت آب، ارتفاع ساختمان‌ها و داده‌های حرارتی محله مورد بررسی قرار گرفته و برای هر محله اقدامات اجرایی متناسب تدوین شده است. لازم به ذکر است که برنامه‌های اقدام برای هر محله بر اساس اولویت‌بندی تاب‌آوری اقلیمی، از محلات با تاب‌آوری پایین به محلات با تاب‌آوری بالاتر، تنظیم شده است. به عبارتی محلات با تاب‌آوری پایین در اولویت هستند.

جدول (۴-۲۹)، ارائه برنامه‌های اقدام در ارتباط با محلات منطقه ۴ شهر ارومیه

اولویت	محلات	ویژگی محلات	برنامه‌های اقدام
۱	۲-۲-۴	* دسترسی پایین به فضای سبز * عدم توازن و تعداد پایین درختان موجود * تعداد بالای قطعات بایر و مخروبه * تعداد پایین پارک‌ها، باغ‌ها و فضای سبز * پایین بودن نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده * دور بودن فضای سبز از محور اصلی * درک پایین ساکنان از خطرات زیست‌محیطی * مشارکت پایین مردم در کاشت درختان * استفاده کمتر ساکنان از فضای سبز * عدم رضایت از کیفیت آب * ارتفاع بالای ساختمان‌ها	* ایجاد پارک‌های کوچک (Pocket Parks) در فواصل کم در تمام مناطق شهری، به‌ویژه در مناطق پرتراکم و کم‌درآمد * بهره‌گیری از فناوری‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی مناطق مناسب کاشت و بهینه‌سازی مکان‌ها براساس پارامترهای محیطی و اکولوژیکی * شناسایی قطعات بایر و مخروبه در مناطق مناسب و تبدیل آن‌ها به پروژه‌های مسکن ارزان قیمت با هدف تأمین نیازهای گروه‌های کم‌درآمد و کاهش معضل مسکن در شهر * استفاده از زمین‌های بایر به عنوان فضاهای سبز موقت تا زمان اجرای طرح‌های بلندمدت توسعه * توسعه شبکه‌ای از پارک‌ها و فضاهای سبز متصل که از طریق مسیرهای پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و راه‌های سبز به هم مرتبط باشند * الزام یا تشویق سازندگان به تخصیص بخشی از مساحت پروژه‌های ساختمانی جدید به فضای سبز و فضای باز عمومی * احداث پارک‌های کوچک و محلی در نزدیکی تقاطع‌ها و ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی در امتداد محورهای اصلی * ایجاد بیلبردهای شهری برای آگاه‌سازی ساکنان از خطرات زیست‌محیطی * ارائه نهال‌های رایگان یا یارانه‌ای به ساکنین به همراه آموزش‌های لازم در مورد نحوه کاشت و مراقبت از درختان * بهبود نورپردازی، نظارت و گشت‌های امنیتی در فضاهای سبز برای افزایش احساس امنیت شهروندان و تشویق آن‌ها به استفاده بیشتر از این فضاها * ارائه یارانه‌ها و مشوق‌های مالی برای خرید و نصب تجهیزات تصفیه آب خانگی مانند فیلترهای آب و دستگاه‌های تصفیه * ترویج طرح‌هایی که بیشتر به سمت گسترش افقی توسعه پیدا می‌کنند تا ارتفاعی، از طریق ارائه مشوق‌ها یا تسهیلات برای پروژه‌های کم‌ارتفاع و سازگار با محیط شهری
۲	۲-۳-۴	* دسترسی پایین به فضای سبز * دسترسی پایین به مسیرهای پیاده * تعداد بالای قطعات بایر و مخروبه * دور بودن فضای سبز از محور اصلی * استفاده کمتر ساکنان از فضای سبز * عدم رضایت از کیفیت آب * بالا بودن حرارت در محله	* احداث ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی نزدیک به فضاهای سبز بزرگ و ایجاد ایستگاه‌های اجاره دوچرخه در این مناطق * توسعه مسیرهای پیاده‌روی سبز در شهر، که با کاشت درختان، گل‌ها و ایجاد فضاهای سبز کوچک در کنار پیاده‌روها * ایجاد چارچوب‌های مشارکتی بین شهرداری و بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های ساماندهی و توسعه زمین‌های بایر و مخروبه * طراحی و ایجاد پارکینگ‌های عمومی سبز در نزدیکی محورهای اصلی و استفاده از سطوحی با پوشش گیاهی به جای سطوح آسفالت * نصب تجهیزات ورزشی، زمین‌های بازی کودکان، مسیرهای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی، و سایر امکانات تفریحی برای ترغیب ساکنان به استفاده از فضاهای سبز * ایجاد فضاهای سبز کوچک در محله‌ها * ارتقای سیستم‌های تصفیه و فیلتراسیون آب شهری * تشویق به استفاده از مواد با قابلیت بازتاب حرارت در بازسازی و نوسازی معابر، بام‌ها و نمای ساختمان‌ها در مناطق شناسایی‌شده به‌عنوان نقاط گرم
۳	۳-۳-۴	* دسترسی پایین به فضای سبز * دسترسی پایین به مسیرهای پیاده * عدم توازن و تعداد پایین درختان موجود * تعداد بالای قطعات بایر و مخروبه * تعداد پایین پارک‌ها، باغ‌ها و فضای سبز * درک پایین ساکنان از خطرات زیست‌محیطی * مشارکت پایین مردم در کاشت درختان * استفاده کمتر ساکنان از فضای سبز * عدم رضایت از کیفیت آب * بالا بودن حرارت در محله	* ایجاد پارک‌های کوچک (Pocket Parks) در فواصل کم در تمام مناطق شهری، به‌ویژه در مناطق پرتراکم و کم‌درآمد * توسعه مسیرهای پیاده‌روی سبز در شهر، که با کاشت درختان، گل‌ها و ایجاد فضاهای سبز کوچک در کنار پیاده‌روها * اولویت‌دهی به کاشت درختان در نزدیکی خیابان‌ها و معابر * کاشت درختان در اطراف مدارس، بیمارستان‌ها و دانشگاه‌ها برای ایجاد فضاهای سالم‌تر و افزایش آگاهی عمومی در مورد محیط‌زیست * استفاده از قطعات بایر بزرگ‌تر برای نصب زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر، نظیر صفحات خورشیدی * تشویق و حمایت از ایجاد بام‌ها و دیوارهای سبز در ساختمان‌های مسکونی و اداری جهت افزایش فضای سبز عمودی و بهبود کیفیت هوا * ایجاد برنامه‌های درسی محیط زیستی در مدارس برای درک بهتر دانش‌آموزان از خطرات زیست‌محیطی * ارائه مشوق‌هایی مانند تخفیف در قبوض شهری، پاداش‌های مالی یا خدمات عمومی رایگان به ساکنینی که در کاشت درختان شرکت می‌کنند * بهبود نورپردازی، نظارت و گشت‌های امنیتی در فضاهای سبز برای افزایش احساس امنیت شهروندان و تشویق آن‌ها به استفاده بیشتر از این فضاها * ارائه یارانه‌ها و مشوق‌های مالی برای خرید و نصب تجهیزات تصفیه آب خانگی مانند فیلترهای آب و دستگاه‌های تصفیه * شناسایی نقاط گرم و توسعه برنامه‌های سبزی‌سازی در این مناطق، از جمله کاشت درختان، ایجاد فضای سبز عمومی و استفاده از دیوارها و بام‌های سبز
۴	۱-۳-۴	* دسترسی پایین به فضای سبز * دسترسی پایین به مسیرهای پیاده * تعداد بالای قطعات بایر و مخروبه * دور بودن فضای سبز از محور اصلی * درک پایین ساکنان از خطرات زیست‌محیطی * استفاده کمتر ساکنان از فضای سبز * عدم رضایت از کیفیت آب * بالا بودن حرارت در محله	* احداث ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی نزدیک به فضاهای سبز بزرگ و ایجاد ایستگاه‌های اجاره دوچرخه در این مناطق * توسعه مسیرهای پیاده‌روی سبز در شهر، که با کاشت درختان، گل‌ها و ایجاد فضاهای سبز کوچک در کنار پیاده‌روها * بهبود نورپردازی، نظارت و گشت‌های امنیتی در فضاهای سبز برای افزایش احساس امنیت شهروندان و تشویق آن‌ها به استفاده بیشتر از این فضاها * ارائه یارانه‌ها و مشوق‌های مالی برای خرید و نصب تجهیزات تصفیه آب خانگی مانند فیلترهای آب و دستگاه‌های تصفیه * شناسایی نقاط گرم و توسعه برنامه‌های سبزی‌سازی در این مناطق، از جمله کاشت درختان، ایجاد فضای سبز عمومی و استفاده از دیوارها و بام‌های سبز * شناسایی قطعات بایر و مخروبه در مناطق مناسب و تبدیل آن‌ها به پروژه‌های مسکن ارزان قیمت با هدف تأمین نیازهای گروه‌های کم‌درآمد و کاهش معضل مسکن در شهر * طراحی و ایجاد پارکینگ‌های عمومی سبز در نزدیکی محورهای اصلی و استفاده از سطوحی با پوشش گیاهی به جای سطوح آسفالت * ایجاد بیلبردهای شهری برای آگاه‌سازی ساکنان از خطرات زیست‌محیطی

۵	۱-۲-۴	* دسترسی پایین به مسیرهای پیاده * تعداد بالای قطعات بابر و مخروطه * عدم توازن و تعداد پایین درختان موجود * تعداد پایین پارکها، باغها و فضای سبز * پایین بودن نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده	* توسعه مسیرهای پیاده روی سبز در شهر، که با کاشت درختان، گلها و ایجاد فضاهای سبز کوچک در کنار پیادهروها * بهره گیری از فناوریهای سنجش از دور و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی مناطق مناسب کاشت و بهینه سازی مکانها براساس پارامترهای محیطی و اکولوژیکی * استفاده از زمینهای بابر به عنوان فضاهای سبز موقت تا زمان اجرای طرحهای بلندمدت توسعه * کاشت درختان در اطراف مدارس، بیمارستانها و دانشگاهها برای ایجاد فضاهای سالم تر و افزایش آگاهی عمومی در مورد محیط زیست * ایجاد پارکهای جدید در نقاط مختلف شهر با استفاده از زمینهای بابر یا تغییر کاربری اراضی غیرضروری برای افزایش مساحت فضای سبز * ایجاد بیلوردهای شهری برای آگاه سازی ساکنان از خطرات زیست محیطی * ارائه نهالهای رایگان یا یارانه ای به ساکنین به همراه آموزشهای لازم در مورد نحوه کاشت و مراقبت از درختان * نصب تجهیزات ورزشی، زمینهای بازی کودکان، مسیرهای دوچرخه سواری و پیاده روی، و سایر امکانات تفریحی برای ترغیب ساکنان به استفاده از فضاهای سبز * تدوین قوانین مشخص برای تعیین حداکثر ارتفاع مجاز ساختمانها در مناطق مختلف شهر بر اساس اولویت های شهرسازی
۶	۱-۴-۴	* درک پایین ساکنان از خطرات زیست محیطی * مشارکت پایین مردم در کاشت درختان * استفاده کمتر ساکنان از فضای سبز * ارتفاع بالای ساختمانها	* استفاده از زمینهای بابر به عنوان فضاهای سبز موقت تا زمان اجرای طرحهای بلندمدت توسعه * شناسایی قطعات بابر و مخروطه در مناطق مناسب و تبدیل آنها به پروژه های مسکن ارزان قیمت با هدف تأمین نیازهای گروه های کم درآمد و کاهش معضل مسکن در شهر * شناسایی و اختصاص زمینهای بابر یا ساختمانهای تخریبی به منظور تبدیل آنها به پارکها و باغهای عمومی * تشویق و حمایت از ایجاد باهما و دیوارهای سبز در ساختمانهای مسکونی و اداری جهت افزایش فضای سبز عمودی و بهبود کیفیت هوا * ایجاد پارکهای جدید در نقاط مختلف شهر با استفاده از زمینهای بابر یا تغییر کاربری اراضی غیرضروری برای افزایش مساحت فضای سبز * الزام یا تشویق سازندگان به تخصیص بخشی از مساحت پروژه های ساختمانی جدید به فضای سبز و فضای باز عمومی * ارائه نهالهای رایگان یا یارانه ای به ساکنین به همراه آموزشهای لازم در مورد نحوه کاشت و مراقبت از درختان * ارائه مشوقهایی مانند تخفیف در قبوض شهری، پاداش های مالی یا خدمات عمومی رایگان به ساکنینی که در کاشت درختان شرکت می کنند * برنامه ریزی و اجرای رویدادهای فرهنگی، ورزشی و تفریحی مانند کنسرت ها، بازارهای محلی، و فستیوال ها در پارکها و فضاهای سبز برای جذب ساکنان به این مکانها * تدوین قوانین مشخص برای تعیین حداکثر ارتفاع مجاز ساختمانها در مناطق مختلف شهر بر اساس اولویت های شهرسازی * ارائه یارانه ها و مشوق های مالی برای خرید و نصب تجهیزات تصفیه آب خانگی مانند فیلترهای آب و دستگاه های تصفیه * شناسایی نقاط گرم و توسعه برنامه های سبز سازی در این مناطق، از جمله کاشت درختان، ایجاد فضای سبز عمومی و استفاده از دیوارها و باهما های سبز * ایجاد مراکز خنک در نقاط گرم، مانند ایستگاه های مجهز به تهویه مطبوع در نزدیکی ایستگاه های حمل و نقل عمومی
۸	۲-۱-۴	* دسترسی پایین به مسیرهای پیاده * عدم توازن و تعداد پایین درختان موجود * تعداد پایین پارکها، باغها و فضای سبز * پایین بودن نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده * دور بودن فضای سبز از محور اصلی * درک پایین ساکنان از خطرات زیست محیطی * مشارکت پایین مردم در کاشت درختان * عدم رضایت از کیفیت آب	* توسعه مسیرهای پیاده روی سبز در شهر، که با کاشت درختان، گلها و ایجاد فضاهای سبز کوچک در کنار پیادهروها * بهره گیری از فناوریهای سنجش از دور و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی مناطق مناسب کاشت و بهینه سازی مکانها براساس پارامترهای محیطی و اکولوژیکی * شناسایی و اختصاص زمینهای بابر یا ساختمانهای تخریبی به منظور تبدیل آنها به پارکها و باغهای عمومی * ایجاد پارکهای جدید در نقاط مختلف شهر با استفاده از زمینهای بابر یا تغییر کاربری اراضی غیرضروری برای افزایش مساحت فضای سبز * الزام یا تشویق سازندگان به تخصیص بخشی از مساحت پروژه های ساختمانی جدید به فضای سبز و فضای باز عمومی * احداث پارکهای کوچک و محلی در نزدیکی تقاطعها و ایستگاه های حمل و نقل عمومی در امتداد محورهای اصلی * ایجاد بیلوردهای شهری برای آگاه سازی ساکنان از خطرات زیست محیطی * ارائه نهالهای رایگان یا یارانه ای به ساکنین به همراه آموزشهای لازم در مورد نحوه کاشت و مراقبت از درختان * ارائه یارانه ها و مشوق های مالی برای خرید و نصب تجهیزات تصفیه آب خانگی مانند فیلترهای آب و دستگاه های تصفیه
۹	۴-۳-۴	* دسترسی پایین به مسیرهای پیاده * عدم توازن و تعداد پایین درختان موجود * تعداد پایین پارکها، باغها و فضای سبز * پایین بودن نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده * درک پایین ساکنان از خطرات زیست محیطی * مشارکت پایین مردم در کاشت درختان * استفاده کمتر ساکنان از فضای سبز	* توسعه مسیرهای پیاده روی سبز در شهر، که با کاشت درختان، گلها و ایجاد فضاهای سبز کوچک در کنار پیادهروها * بهره گیری از فناوریهای سنجش از دور و سیستمهای اطلاعات جغرافیایی برای ارزیابی مناطق مناسب کاشت و بهینه سازی مکانها براساس پارامترهای محیطی و اکولوژیکی * شناسایی و اختصاص زمینهای بابر یا ساختمانهای تخریبی به منظور تبدیل آنها به پارکها و باغهای عمومی * ایجاد پارکهای جدید در نقاط مختلف شهر با استفاده از زمینهای بابر یا تغییر کاربری اراضی غیرضروری برای افزایش مساحت فضای سبز * الزام یا تشویق سازندگان به تخصیص بخشی از مساحت پروژه های ساختمانی جدید به فضای سبز و فضای باز عمومی * ایجاد بیلوردهای شهری برای آگاه سازی ساکنان از خطرات زیست محیطی * ارائه نهالهای رایگان یا یارانه ای به ساکنین به همراه آموزشهای لازم در مورد نحوه کاشت و مراقبت از درختان * برنامه ریزی و اجرای رویدادهای فرهنگی، ورزشی و تفریحی مانند کنسرت ها، بازارهای محلی، و فستیوال ها در پارکها و فضاهای سبز برای جذب ساکنان به این مکانها
۱۰	۱-۱-۴	* دسترسی پایین به فضای سبز * دسترسی پایین به مسیرهای پیاده * تعداد بالای قطعات بابر و مخروطه * استفاده کمتر ساکنان از فضای سبز * ارتفاع بالای ساختمانها	* احداث ایستگاه های حمل و نقل عمومی نزدیک به فضاهای سبز بزرگ و ایجاد ایستگاه های اجاره دوچرخه در این مناطق * توسعه مسیرهای پیاده روی سبز در شهر، که با کاشت درختان، گلها و ایجاد فضاهای سبز کوچک در کنار پیادهروها * استفاده از زمینهای بابر به عنوان فضاهای سبز موقت تا زمان اجرای طرحهای بلندمدت توسعه * شناسایی قطعات بابر و مخروطه در مناطق مناسب و تبدیل آنها به پروژه های مسکن ارزان قیمت با هدف تأمین نیازهای گروه های کم درآمد و کاهش معضل مسکن در شهر

		* عدم رضایت از کیفیت آب * بالا بودن حرارت در محله	* برنامه‌ریزی و اجرای رویدادهای فرهنگی، ورزشی و تفریحی مانند کنسرت‌ها، بازارهای محلی، و فستیوال‌ها در پارک‌ها و فضاهای سبز برای جذب ساکنان به این مکان‌ها * تدوین قوانین مشخص برای تعیین حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان‌ها در مناطق مختلف شهر بر اساس اولویت‌های شهرسازی * ارائه پارانه‌ها و مشوق‌های مالی برای خرید و نصب تجهیزات تصفیه آب خانگی مانند فیلترهای آب و دستگاه‌های تصفیه * ایجاد مراکز خنک در نقاط گرم، مانند ایستگاه‌های مجهز به تهویه مطبوع در نزدیکی ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی * شناسایی نقاط گرم و توسعه برنامه‌های سبزسازی در این مناطق، از جمله کاشت درختان، ایجاد فضای سبز عمومی و استفاده از دیوارها و بام‌های سبز
۱۱	۳-۱-۴	* دسترسی پایین به مسیرهای پیاده * تعداد بالای قطعات بابر و مخروبه * پایین بودن نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده * مشارکت پایین مردم در کاشت درختان * ارتفاع بالای ساختمان‌ها * عدم رضایت از کیفیت آب	* توسعه مسیرهای پیاده‌روی سبز در شهر، که با کاشت درختان، گل‌ها و ایجاد فضاهای سبز کوچک در کنار پیاده‌روها * استفاده از زمین‌های بابر به عنوان فضاهای سبز موقت تا زمان اجرای طرح‌های بلندمدت توسعه * الزام یا تشویق سازندگان به تخصیص بخشی از مساحت پروژه‌های ساختمانی جدید به فضای سبز و فضای باز عمومی * ارائه نهال‌های رایگان یا پارانه‌ای به ساکنین به همراه آموزش‌های لازم در مورد نحوه کاشت و مراقبت از درختان * تدوین قوانین مشخص برای تعیین حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان‌ها در مناطق مختلف شهر بر اساس اولویت‌های شهرسازی * ارائه پارانه‌ها و مشوق‌های مالی برای خرید و نصب تجهیزات تصفیه آب خانگی مانند فیلترهای آب و دستگاه‌های تصفیه
۱۲	۴-۱-۴	* دسترسی پایین به فضای سبز * تعداد بالای قطعات بابر و مخروبه * پایین بودن نسبت مساحت فضای سبز به کل مساحت محدوده * استفاده کمتر ساکنان از فضای سبز * ارتفاع بالای ساختمان‌ها	* ایجاد پارک‌های کوچک (Pocket Parks) در فواصل کم در تمام مناطق شهری، به‌ویژه در مناطق پرتراکم و کم‌درآمد * استفاده از زمین‌های بابر به عنوان فضاهای سبز موقت تا زمان اجرای طرح‌های بلندمدت توسعه * الزام یا تشویق سازندگان به تخصیص بخشی از مساحت پروژه‌های ساختمانی جدید به فضای سبز و فضای باز عمومی * بهبود نورپردازی، نظارت و گشت‌های امنیتی در فضاهای سبز برای افزایش احساس امنیت شهروندان و تشویق آن‌ها به استفاده بیشتر از این فضاها * تدوین قوانین مشخص برای تعیین حداکثر ارتفاع مجاز ساختمان‌ها در مناطق مختلف شهر بر اساس اولویت‌های شهرسازی

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، تشخیص و رتبه‌بندی محلات ۱۲ گانه منطقه ۴ شهر ارومیه از نظر تاب‌آوری اقلیمی و برخورداری از زیرساخت‌های سبز با استفاده از مدل F'ANP (که ترکیبی از روش تحلیل عاملی و تحلیل شبکه‌ای است) انجام گرفت. بر این اساس، چهار عامل کلیدی که بیشترین تاثیر را بر تاب‌آوری اقلیمی محلات دارند، به ترتیب شامل: پایداری اکولوژیکی و مشارکت اجتماعی، کیفیت محیط زیست شهری، آگاهی زیست‌محیطی و دسترسی پایدار و کیفیت آب می‌باشند. سپس محلات به ترتیب میزان تاب‌آوری اقلیمی و داشتن زیرساخت سبز اولویت‌بندی شده و تحلیل دقیق‌تری از این موضوع ارائه شد. برای درک بهتر از تاب‌آوری اقلیمی محلات، آن‌ها به پنج گروه تقسیم شدند: تاب‌آوری اقلیمی بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم. این تقسیم‌بندی به منظور مقایسه و بررسی بهتر تاب‌آوری اقلیمی و زیرساخت سبز محلات طراحی شد. برای مشاهده درصد محلات در هر دسته، جدول (۶) و برای جزئیات بیشتر و تعیین رتبه هر محله، جدول (۷) ارائه شد. باتوجه به یافته‌های پژوهش مشاهده شد که ۲۵ درصد از محلات به عنوان محلات با تاب‌آوری اقلیمی خیلی زیاد، ۱۶/۶۶ درصد در دسته تاب‌آوری اقلیمی زیاد، ۲۵ درصد در دسته تاب‌آوری اقلیمی متوسط، ۸/۳۳ درصد در دسته تاب‌آوری اقلیمی کم و ۲۵ درصد نیز در دسته تاب‌آوری اقلیمی خیلی کم شناسایی شدند. با این حال، باید توجه داشت که این تقسیم‌بندی تنها به مقایسه وضعیت محلات در این منطقه نسبت به یکدیگر می‌پردازد و به معنی مطلوبیت کلی شرایط اقلیمی و زیرساخت‌های سبز در این منطقه نیست. به بیان دیگر، هرچند برخی از محلات در دسته‌های تاب‌آوری اقلیمی خیلی زیاد و زیاد قرار گرفته‌اند، اما این ارزیابی نسبی بوده و تنها نشان‌دهنده این است که این محلات نسبت به دیگر محلات منطقه در وضعیت بهتری قرار دارند. این به هیچ وجه به معنای آن نیست که این محلات از نظر تاب‌آوری اقلیمی یا زیرساخت‌های سبز در شرایط ایده‌آل یا مطلوبی قرار دارند. در واقع، با نگاه کلی به وضع موجود منطقه، نتیجه گرفته شد که وضعیت کلی منطقه از لحاظ

زیرساخت‌های سبز و تاب‌آوری اقلیمی چندان رضایت‌بخش نیست. عدم توزیع متوازن زیرساخت‌های سبز و ضعف در تاب‌آوری اقلیمی در بخش‌های قابل توجهی از منطقه نشان‌دهنده این است که برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات بیشتری برای بهبود این وضعیت نیاز است. در نهایت یک برنامه اقدام برای افزایش تاب‌آوری اقلیمی محلات با استفاده از زیرساخت‌های سبز تدوین شده که شامل ۴ راهبرد، ۱۴ سیاست و ۳۲ اقدام اجرایی است. این راهبردها با توجه به اولویت و ضرورت اجرا در محلات مختلف منطقه ۴ ارومیه دسته‌بندی شدند. اجرای برنامه‌های اقدام پیشنهادی برای تمام محلات منطقه ۴ ضروری است، اما اولویت اجرای این برنامه‌ها به ترتیب برای محلات M6، M8، M9 و سپس M7 و به دنبال آن‌ها M5، M11، M12 و در نهایت برای M1، M2، M3، M4 و M10 مشخص گردید. محلاتی که امتیاز بالاتری دارند، به معنای تاب‌آوری اقلیمی ضعیف‌تر و نیاز بیشتر به تقویت زیرساخت‌های سبز هستند. در ادامه پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آتی ارائه می‌شود که عبارتند از:

* بررسی تاثیر زیرساخت‌های سبز در کاهش اثرات جزایر حرارتی شهری در مناطق مختلف با ویژگی‌های اقلیمی متفاوت

* مطالعه تطبیقی در مورد کارایی انواع مختلف زیرساخت‌های سبز (پارک‌ها، باغ‌های عمودی، بام‌های سبز و...) بر افزایش تاب‌آوری اقلیمی در شهرهای مختلف

* بررسی ارتباط میان زیرساخت‌های سبز و بهبود کیفیت هوا در مناطق شهری و تاثیر آن بر سلامت شهروندان

* بررسی تاثیر زیرساخت‌های سبز بر کاهش آلودگی صوتی در مناطق شهری و ارتباط آن با کیفیت زندگی شهروندان

* بررسی الگوهای موفق جهانی در استفاده از زیرساخت‌های سبز و قابلیت انتقال این تجربیات به شهرهای ایران

منابع

۱. اسلاملو محمدصابر، طبیبیان منوچهر و میرمقتدایی مهتا. (۱۴۰۰). تدوین چارچوب مفهومی تاب‌آوری شهری به‌منظور ارائه کاربری آن در ادبیات شهرسازی از طریق تحلیل مضمون متون. فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی. سال ۱۲. شماره ۴۵. پاییز ۱۴۰۰.
۲. آل هاشمی، آیدا، منصوری، سیدامیر، و براتی، ناصر. (۱۳۹۵). زیرساخت شهری و لزوم تغییر نگاه در تعریف و برنامه‌ریزی آن، زیرساخت منظرین مفهومی نو در تعریف زیرساخت‌های شهری قرن بیست و یک. باغ نظر، ۱۳(۴۳)، ۵-۱۶.
۳. آیریمی آواجیق، اراده. (۱۴۰۱). آسیب‌شناسی اجتماعی و مشارکت شهروندان ضرورت ساماندهی بحران محلات غیررسمی (مورد مطالعه: ارومیه). جغرافیا و روابط انسانی. ۴(۴)، ۴۳۶-۴۵۶.
۴. جمعه‌پور محمود. (۱۳۹۵). برنامه‌ریزی محیطی و پایداری شهری و منطقه‌ای، اصول و روش‌ها و شاخص‌های محیطی. انتشارات سمت. کتاب.
۵. زبردست، اسفندیار. (۱۳۹۳). کاربرد مدل F'ANP در شهرسازی. نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی، ۱۹(۲)، صفحات ۲۳-۳۸.

۶. زلفی ورزقانی رضا، زیویار پرده‌ای پروانه و استعلاجی علیرضا. (۱۳۹۸). ارزیابی و تحلیل ابعاد تاب‌آوری منطقه ۱۰ شهر تهران. فصلنامه جغرافیایی سرزمین، علمی - پژوهشی، سال هفدهم، شماره ۶۵، بهار ۱۳۹۹.
۷. کریمی فاطمه و جلیلی صدراآباد سمانه. (۱۳۹۸). بررسی جایگاه شاخص‌های تاب‌آوری زیرساخت‌های شهری در فرایند چرخه‌ای تاب‌آوری و در هم‌کنش آن‌ها از نظر متخصصان. نشریه علمی - پژوهشی شهر ایمن.
۸. زین‌العابدین‌زاده، سمیه، عزت‌پناه، بختیار و حسین‌زاده دلیر، کریم. (۱۴۰۲). ارزیابی مؤلفه‌های مؤثر بر حس تعلق مکانی با رویکرد شهر شاد مطالعه موردی: کلان‌شهر ارومیه. مجله شهر پایدار ۶(۲). ۳۷-۲۱.
۹. مرکز آمار کشور، سالنامه آماری استان آذربایجان غربی. (۱۴۰۰).
۱۰. مهندسین مشاور طرح آمایش، طرح تفصیلی شهر ارومیه، اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان غربی. (۱۳۹۸).
11. Abdulateef, M. F., & Al-Alwan, H. A. (2022). The effectiveness of urban green infrastructure in reducing surface urban heat island. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(1), 101526.
12. Cook, L. M., Good, K. D., Moretti, M., Kremer, P., Wadzuk, B., Traver, R., & Smith, V. (2024). Towards the intentional multifunctionality of urban green infrastructure: a paradox of choice?. *npj Urban Sustainability*, 4(1), 12.
13. Czyża, S., & Kowalczyk, A. M. (2024). Applying GIS in Blue-Green Infrastructure Design in Urban Areas for Better Life Quality and Climate Resilience. *Sustainability*, 16(12), 5187.
14. Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., ... & Faehnle, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of environmental management*, 146, 107-115.
15. Derkzen, M. L., Van Teeffelen, A. J., & Verburg, P. H. (2017). Green infrastructure for urban climate adaptation: How do residents' views on climate impacts and green infrastructure shape adaptation preferences? *Landscape and urban planning*, 157, 106-130.
16. Foster, J., Lowe, A., & Winkelmann, S. (2011). The value of green infrastructure for urban climate adaptation. Center for Clean Air Policy, 750(1), 1-52.
17. Fu, X., Hopton, M. E., & Wang, X. (2021). Assessment of green infrastructure performance through an urban resilience lens. *Journal of cleaner production*, 289, 125146.
18. Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built environment*, 33(1), 115-133.

19. Grabowski, Z. J., McPhearson, T., Matsler, A. M., Groffman, P., & Pickett, S. T. (2022). What is green infrastructure? A study of definitions in US city planning. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 20(3), 152-160.
20. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6>.
21. Junqueira, J. R., Serrao-Neumann, S., & White, I. (2021). Managing urban climate change risks: Prospects for using green infrastructure to increase urban resilience to floods. In *The Impacts of Climate Change* (pp. 379-396). Elsevier.
22. Liu, O. Y., & Russo, A. (2021). Assessing the contribution of urban green spaces in green infrastructure strategy planning for urban ecosystem conditions and services. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102772.
23. Matsler, A. M., Meerow, S., Mell, I. C., & Pavao-Zuckerman, M. A. (2021). A 'green' chameleon: Exploring the many disciplinary definitions, goals, and forms of "green infrastructure". *Landscape and Urban Planning*, 214, 104145.
24. Meerow, S., & Newell, J. P. (2016). Resilience and complexity: A bibliometric review and prospects for industrial ecology. *Journal of Industrial Ecology*, 19(2), 236-251.
25. Morpurgo, J., Remme, R. P., & Van Bodegom, P. M. (2023). CUGIC: The Consolidated Urban Green Infrastructure Classification for assessing ecosystem services and biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 234, 104726.
26. Pamukcu-Albers, P., Ugolini, F., La Rosa, D., Grădinaru, S. R., Azevedo, J. C., & Wu, J. (2021). Building green infrastructure to enhance urban resilience to climate change and pandemics. *Landscape ecology*, 36(3), 665-673.
27. Pitman, S. D., Daniels, C. B., & Ely, M. E. (2015). Green infrastructure as life support: Urban nature and climate change. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 139(1), 97-112.
28. Rayan, M., Gruehn, D., & Khayyam, U. (2021). Green infrastructure indicators to plan resilient urban settlements in Pakistan: Local stakeholder's perspective. *Urban Climate*, 38, 100899.
29. Roca, M., Escameia, M., Gimeno, O., de Vilder, L., Simm, J., Horton, B., & Thorne, C. (2017). Green approaches in river engineering: Supporting implementation of green infrastructure.
30. Sanchez, F. G., & Govindarajulu, D. (2023). Integrating blue-green infrastructure in urban planning for climate adaptation: Lessons from Chennai and Kochi, India. *Land use policy*, 124, 106455.
31. Shade, C., Kremer, P., Rockwell, J. S., & Henderson, K. G. (2020). The effects of urban development and current green infrastructure policy on future climate change resilience. *Ecology & Society*, 25(4).

32. Shirgir, E., Kheyroddin, R., & Behzadfar, M. (2019). Developing Strategic Principles of Intervention in Urban Green Infrastructure to Create and Enhance Climate Resilience in Cities—Case Study: Yousef Abad in Tehran. *Journal of Climate change*, 5(1), 61-73.
33. Staddon, C., Ward, S., De Vito, L., Zuniga-Teran, A., Gerlak, A. K., Schoeman, Y., ... & Booth, G. (2018). Contributions of green infrastructure to enhancing urban resilience. *Environment Systems and Decisions*, 38, 330-338.
34. Sturiale, L., & Scuderi, A. (2019). The role of green infrastructures in urban planning for climate change adaptation. *Climate*, 7(10), 119.
35. Tauhid, F. A. (2018). Urban green infrastructure for climate resilience: A review. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 5(1), 58-65.
36. Umwigama B, Koske J, Wemali E. The Nexus of Study Discipline and Climate Change Awareness Levels among Undergraduates of Kenyatta University: Kenya. *International Journal of Environment and Climate Change*; Volume 13, Issue 1, Page 89-98, 2023; Article no IJECC 95929, 2023.
37. Wang, S., & Xu, X. (2024, May). Analysis of Influencing Factors and Configuration Paths of Urban Resilience Construction from the Perspective of Disaster Prevention and Reduction. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Public Management and Big Data Analysis, PMBDA 2023*, December 15–17, 2023, Nanjing, China.
38. Zölch, T., Maderspacher, J., Wamsler, C., & Pauleit, S. (2016). Using green infrastructure for urban climate-proofing: An evaluation of heat mitigation measures at the micro-scale. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 305-316.
39. Zuniga-Teran, A. A., Gerlak, A. K., Mayer, B., Evans, T. P., & Lansey, K. E. (2020). Urban resilience and green infrastructure systems: Towards a multidimensional evaluation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 44, 42-47.