

Urban Ecology Researches

Vol. 17(1), (Series 42): 21-40

 Doi: [10.30473/grup.2026.72019.2877](https://doi.org/10.30473/grup.2026.72019.2877)

E-ISSN: 2538-3949

P-ISSN: 2538-3930

ORIGINAL ARTICLE

Assessing the Effects of Urban Development on the Quality of Green Space and the Ecological Capacity of the Areas Surrounding Khorramabad City

Ayat Rashnofar 

Ph.D, Department of Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

*Correspondence

Ayat Rashnofar

E-mail: a.rashnofar@modares.ac.ir

Receive Date: 09/Aug/2024

Revise Date: 11/Dec/2025

Accept Date: 01/Feb/2026

How to cite

Rashnofar, A. (2026). Assessing the Effects of Urban Development on the Quality of Green Space and the Ecological Capacity of the Areas Surrounding Khorramabad City . Urban Ecology Researches, 17(1), 21-40.

EXTENDED A B S T R A C T

Introduction

The increase in urbanization and subsequent expansion of cities and their suburbs since the Industrial Revolution and the end of World Wars have transformed cities into the most concentrated areas for human population and natural resource consumption. The high population density and energy consumption in urban settlements continuously demand more resources, leading to urban sprawl into suburban and exurban areas. This extensive urban development can significantly degrade natural and semi-natural ecological structures (such as rivers, wetlands, forests, and pastures) in and around cities, resulting in reduced biodiversity and ecological process sustainability in urban regions. Thus, maintaining the ecological capacity of cities and their surroundings has become a continuous challenge for urban managers and planners. This study, recognizing the importance of urban environmental and ecological issues, aims to elucidate the ecological dimensions of Khorramabad City through spatial analysis in three stages.

Methodology

This research is descriptive-analytical in nature and developmental-applied in purpose. Part of the study was conducted using library research, utilizing various related studies to define the fundamental concepts of the research. Data analysis was performed in three parts: in the first part, using ArcGIS 10.2 and ENVI software, land use changes in the study area over a 31-year period (1989-2021) were evaluated through satellite image processing in four classes. In the second part, the distribution of green spaces within urban areas was assessed using Spatial Analysis tools in ArcGIS 10.2. Finally, the urban areas of Khorramabad were ranked based on four green space indicators-urban parks, neighborhood parks, community parks, and scattered green spaces-using SWARA and PROMETHEE methods.

Findings

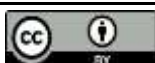
Overall, the results indicate that Khorramabad, as a mid-sized city in Iran, has an unstable environmental status. Unplanned spatial growth in recent years has disrupted the city's physical form and led to the destruction of green and ecological hinterlands. The city also faces the challenge of uneven distribution of urban green spaces, with all analyses indicating a lack of spatial justice in the distribution of these land uses across urban areas, signaling a trend towards unsustainability that requires effective measures.

Discussion and Conclusion

The analysis results revealed unplanned urban growth, causing significant adverse effects on ecological land uses. Vegetated areas decreased by 33.601% from 1989 to 2021, with a corresponding increase in urban built-up areas. Spatial analysis results showed that green spaces were clustered and not evenly distributed across Khorramabad, with the highest clustering in zones 17, 19, 23, and 24, located in the eastern, central, and southern parts of the city. The distribution of these land uses showed a tendency from north to south, with a central to southeast concentration. The Moran's Index value of 0.035910 indicated a positive spatial autocorrelation. PROMETHEE analysis indicated that Zone 3 had the most desirable green space indicators with a score of 0.24, while Zone 2 had the least desirability with a score of -0.40.

KEY WORDS

City, Spatial Analysis, Green Spaces, Ecology, Khorramaba.



Copyright © 2026, by the author(s). Published by Payame Noor University, Tehran, Iran.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

<https://lib.journals.pnu.ac.ir/>

«مقاله پژوهشی»

سنجش اثرات توسعه شهری بر کیفیت فضای سبز و توان اکولوژیکی پیرامونی شهر خرم‌آباد

آیت رشنوفر 

دکتری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: آیت رشنوفر

رایانامه: a.rashnofar@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۴۰۴/۱۱/۱۲

استناد به این مقاله:

رشنوفر، آیت (۱۴۰۵). سنجش اثرات توسعه شهری بر کیفیت فضای سبز و توان اکولوژیکی پیرامونی شهر خرم‌آباد. فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۱۷(۱)، ۲۱-۴۰.

چکیده

امروزه، افزایش جمعیت شهری و به تبع آن توسعه فیزیکی شهرها، فشار بر محیط زیست را تشدید کرده و پایداری اکولوژیکی شهرها را کاهش داده است. از این رو، بررسی و حفظ منابع اکولوژیکی شهری به دغدغه‌ای اصلی برای مدیران شهری تبدیل شده است، زیرا عدم برنامه‌ریزی مناسب در این زمینه می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری به جامعه شهری وارد سازد. بنابراین، پژوهش حاضر نیز با درک اهمیت توان اکولوژیکی و فضای سبز شهری، سعی کرده است از طریق به کارگیری روش تحلیل فضایی به تبیین ابعاد اکولوژیکی شهر خرم‌آباد بپردازد. از این رو، ماهیت این تحقیق کاربردی بوده و از لحاظ روش‌شناسی، در گروه توصیفی-تحلیلی قرار می‌گیرد. روش تحلیل اطلاعات در این پژوهش بدین صورت بوده که ابتدا با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای ArcGIS 10.2 و ENVI، تغییرات کاربری اراضی و وضعیت پراکنش فضای سبز شهری محدوده مورد مطالعه بررسی شده و در نهایت با استفاده از تکنیک‌های PROMETHEE و SWARA، مناطق شهری محدوده مورد مطالعه از لحاظ مطلوبیت اکولوژیکی سطح‌بندی شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که در جریان رشد کالبدی شهر طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۴۰۰، اراضی دارای پوشش گیاهی به میزان ۳۳٫۶ درصد کاهش داشته و در مقابل، اراضی ساخته شده به میزان ۳۱۸/۸۸۲ درصد افزایش یافته است. همچنین وضعیت پراکندگی کاربری‌های سبز شهری نیز به صورت خوشه‌ای و نامتوازن بوده و بیش‌ترین مقادیر خوشه‌بندی در نواحی ۱۷، ۱۹، ۲۳ و ۲۴ شهری قرار گرفته و نهایتاً مشخص گردید منطقه سه شهری با امتیاز ۰/۲۴- وضعیت مطلوب‌تری را از نظر برخورداری از شاخص‌های فضای سبز دارا می‌باشد. در مجموع، با عنایت به ارزیابی‌های صورت پذیرفته، مشخص گردید که مسیر تکامل اکولوژیکی شهر خرم‌آباد در طول سال‌های گذشته مسیری ناهموار و غیرپایدار بوده است.

واژه‌های کلیدی

شهر، تحلیل فضایی، فضای سبز، اکولوژیکی، خرم‌آباد.

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. © ۱۴۰۵ ناشر این مقاله، دانشگاه پیام نور است. این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.



This is an open access article under the CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

<https://arsmb.journals.pnu.ac.ir/>

مقدمه

برنامه‌ریزی شهری به شمار می‌رود. شناخت الگوی کالبدی شهر بر حسب اهداف در بعدهای مختلف قابل مطالعه است. در تعریفی، فرم شهری ترکیبی از ویژگی‌های مربوط به الگوی کاربری اراضی، سیستم حمل‌ونقل و طراحی شهری را بیان می‌دارد (Handy, 1996).

فرم شهری برخی از ویژگی‌های کالبدی و غیرکالبدی شامل اندازه، شکل، مقیاس، تراکم، کاربری، گونه‌های ساختمان، نوع چیدمان بلوک‌های شهری و توزیع فضای سبز را در بر می‌گیرد. برای شناسایی فرم و عملکردهای شهری، شناخت کاربری اراضی و پوشش زمین یکی از عناصر اصلی محسوب می‌شود (رضویان، ۱۳۸۱). از سوی دیگر کاربری زمین یکی از حساس‌ترین موضوعات در توسعه کالبدی شهرها است. از جمله مهم‌ترین این کاربری‌ها پوشش گیاهی و فضای سبز می‌باشد؛ زیرا اهمیت فضای سبز در داخل شهرها به حدی است که در میان پنج کاربری مهم شهری از آن یاد می‌شود. تخصیص زمین شهری به فضاهای سبز، به‌عنوان نوعی از کاربری اراضی، مسئله‌ای مهم در همه شهرها است. اهمیت این کاربری از زمان گسترش سریع و بی‌سابقه‌ی شهرها پس از انقلاب صنعتی جایگاه مهم‌تری پیدا کرده است (امیرفخریان و همکاران، ۱۳۹۱).

فضای سبز شهری نقش کلیدی در بهبود کیفیت محیط، سرزندگی و پایداری شهرها دارد. از طرف دیگر، افزون بر نقش فضاهای سبز در بهبود شرایط زیست‌اقليمی شهر، این فضاها به‌عنوان بخشی جاندار ساختار کالبدی شهر نقش مؤثری در کاهش تراکم شهری، ایجاد مسیرهای هدایتی، تکمیل و بهبود کارکرد تأسیسات آموزشی، فرهنگی، مسکونی و ذخیره زمین برای گسترش آینده شهر دارند. این بخش به‌عنوان جزء جاندار ساختار مورفولوژیک شهر، در هماهنگی با بخش بی‌جان کالبد شهر، ساخت یا بافت و سیمای شهر را تشکیل می‌دهد که بر جنبه‌های زیبایی‌شناختی و اجتماعی شهر اثرگذار است. در واقع مهم‌ترین اثرات فضای سبز در شهرها، کارکردهای زیست‌محیطی آن‌هاست که شهرها را به‌عنوان محیط زیست جامعه‌ی انسانی معنادار کرده و با مقابله با اثرات سوء گسترش صنعت و کاربری نادرست تکنولوژی از یک‌سو و بالا بردن سطح زیبایی از سوی دیگر، سبب افزایش کیفیت زیستی شهرها می‌شوند (وارثی و همکاران، ۱۳۸۷).

بنابراین با توجه به مطالب مطرح شده، می‌توان بیان داشت که در راستای دستیابی به پایداری شهری، توجه به

افزایش روند شهرنشینی و در نتیجه گسترش و توسعه شهرها و حومه‌های آن پس از انقلاب صنعتی و پایان جنگ‌های جهانی، شهرها را به متراکم‌ترین محل‌های تجمع و مصرف منابع طبیعی توسط جمعیت‌های انسانی بدل نموده است (قدمی و همکاران، ۱۳۹۲؛ قنواتی و همکاران، ۱۳۹۱). تمرکز بالای جمعیت و مصرف بالای انرژی در سکونت‌گاه‌های شهری باعث شده است که شهرها پیوسته منابع بیش‌تری را طلب کنند و دائماً از مراکز شهری به سمت حومه‌های شهری و از حومه‌ها به سمت مناطق بیرون‌حومه‌ای گسترش یابند (صرافی و همکاران، ۱۳۹۳؛ ربیعی‌فر، ۱۳۹۲). لذا این نوع توسعه شهری، به دلیل دارا بودن شدت و گستردگی زمانی و مکانی زیاد، می‌تواند منجر به تخریب ساختارهای اکولوژیک طبیعی (مانند رودخانه‌ها، تالاب‌ها، جنگل‌ها و مراتع) و شبه‌طبیعی (اراضی کشاورزی و باغ‌ها) در درون و مجاورت شهرها شود و در نتیجه کاهش تنوع زیستی و پایداری فرآیندهای اکولوژیک منطقه‌ی شهری را به بار بیاورد (ساسان‌پور، ۱۳۸۸؛ لاریجانی و همکاران، ۱۳۹۳).

از اینرو چگونگی حفظ توان اکولوژیک شهرها و پیرامون آنها به چالشی مداوم برای مدیران و برنامه‌ریزان شهری بدل گشته است (عموشاهی و همکاران، ۱۴۰۱). چرا که شهر یک اکوسیستم محسوب می‌شود و این کارکرد اکوسیستم شهر از طریق ارتباط با محیط‌های اطراف تأمین می‌گردد. در واقع شهر یک نظام خودکفا نیست؛ بلکه به مناطق اکولوژیک اطراف وابسته است و اگر محیط زیست شهر تنزل کند، محیط اطراف آن نیز قطعاً تنزل خواهد کرد و عکس این نیز واقعیت دارد؛ به این معنا که اگر محیط اطراف تنزل کند، شهر نیز مورد تهدید قرار می‌گیرد (محمودزاده و همکاران، ۱۴۰۱). بنابراین توجه به اصول اکولوژی و کیفیت محیط زیست، حفاظت از اجزای اصلی پوشش زمین شهری (پوشش گیاهی، خاک، آب، ساختمان‌ها) و تمامی موضوعات مرتبط در این زمینه در راستای نیل به توسعه پایدار شهری و حفاظت از ساختارهای اکولوژیک شهر امری ضروری است (رزاقیان و همکاران، ۱۳۹۱).

یکی از موضوعات اساسی که در این زمینه باید مورد توجه قرار گیرد، مسئله شناخت الگوی کالبدی شهر و تلاش برای دستیابی به فرم شهری مطلوب است (نیک‌پور، ۱۳۹۳). زیرا بین فرم کالبدی و عملکرد شهری ارتباط تنگاتنگی وجود دارد و چگونگی ارتباط بین این دو از چالش‌های مهم

تلقى شهر به عنوان محصول تعاملات دائمی هر سه بعد طبیعی، اجتماعی-اقتصادی و انسان ساخت در زیست کره بوده و یکی از پایه های زندگی انسان در شهرها است (چراغی و برهانی، ۱۳۹۵). به عبارت دیگر، برنامه ریزی محیط زیست شهری، برنامه ای است که محیط کالبدی و اثرات فعالیت های انسانی بر آن را مورد بررسی قرار می دهد که در فرایند برنامه ریزی شهری ایران مورد غفلت قرار گرفته است (Brown et al, 2007؛ حسینی و همکاران، ۱۳۸۸).

محیط زیست شهری یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار به شمار می آید که در این راستا تلاش می شود فرآیند توسعه شهر به گونه ای هدایت شود که ضمن حداکثرسازی ارزش افزوده فعالیت های اقتصادی، نظام طبیعت، پویایی و تعادل خود را از دست ندهد (مراد حاصل و مزینی، ۱۳۸۷؛ احتشامی و اکرامی، ۱۳۹۱). مسائل محیط زیستی، به خصوص محیط زیست شهری، به دنبال مسائل توسعه پایدار منجر به وجود آمدن نظریه توسعه پایدار شهری گشت که این به موضوع جلوگیری از آلودگی های محیط زیست شهری و ناحیه ای اشاره دارد و معتقد است دولت ها باید از محیط زیست شهری حمایت همه جانبه ای کنند. یکی از مهم ترین بخش های محیط زیست شهری، حفظ و توسعه فضای سبز شهری می باشد؛ فضا های سبز شهری را می توان نوعی از سطوح کاربری زمین شهری با پوشش های گیاهی انسان ساخت دانست که هم واجد بازدهی اجتماعی و هم واجد بازدهی اکولوژیکی هستند (Zhou & Wang, 2011 Coolen; Meesters, 2011).

با این وجود، فضا های سبز در بین نواحی شهر به دلیل عوامل مختلف اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی ممکن است نامتوازن توزیع شوند (Rigolon et al, 2016; Li & Liu, 2016). با انجام ارزیابی های معمول توزیع فضای سبز در سطح ناحیه ای، برنامه ریزان شهری می توانند روندهای مکانی توزیع فضای سبز را کشف کنند و در نتیجه استراتژی های مناسبی برای بهبود کارایی فضا های سبز طراحی کنند (Sathyakumar et al, 2020; Arthur & Hack, 2016; de la Barrera et al, 2022).

پیشینه پژوهش

محسنی نیا و همکاران (۱۴۰۲)، در پژوهشی با عنوان «ارتقای مدیریت امنیت اکولوژیکی در شهر با استفاده از تکنیک گسترش عملکرد کیفیت (مطالعه موردی: مجموعه تفریحی

شکل و الگوی رشد کالبدی شهر و همچنین کاربری های اراضی همچون پوشش گیاهی و فضای سبز اهمیت زیادی دارد که باید در فرایند برنامه ریزی های شهری مورد توجه قرار گیرد.

متأسفانه دستیابی به پایداری شهری در اکثر شهرهای ایران مورد غفلت قرار گرفته است. از جمله این شهرها، شهر خرم آباد می باشد که به عنوان یکی از شهرهای رده میانی ایران با این مسئله روبه رو است؛ زیرا این شهر، علی رغم داشتن سابقه طولانی شهرنشینی و قرار گرفتن در موقعیت خاص توپوگرافی و برخورداری از عوامل محیطی بکر و ارزشمندی همچون وجود باغات پیرامونی، قرارگیری در مسیر عبور رودخانه دائمی، وجود دریاچه بزرگ در داخل شهر، آب و هوای مناسب، خاک حاصلخیز و داشتن پسرکانه محیط زیستی مناسب، نتوانسته روند توسعه مناسبی داشته باشد. به طوری که در ۳۰ سال اخیر، روند توسعه این شهر به گونه ای بوده است که نه تنها منجر به تخریب منابع زیستی اطراف شهر شده، بلکه باعث گردیده است ساختارهای سبز شهری آن نیز تغییر کند. لذا با مدنظر قرار دادن چالش های موجود، این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال است که رشد کالبدی شهر چه تأثیری بر تغییرات کاربری های سبز و الگوی پراکنش آنها در محدوده شهر و حریم شهری خرم آباد داشته است؟

مبانی نظری

محیط اکولوژیکی شهر، مانند همه محیط هایی که زندگی در آنها جریان دارد، بر فعالیت های انسان تأثیر گذاشته و از آن متأثر می گردد؛ این تأثیر متقابل اگر مخرب باشد، فجاجع محیط زیستی در شهرها به بار خواهد آورد (Harvey, 1973; Hay, 1995; Talen, 1996). بر این اساس موضوع کیفیت محیط زیست و اکولوژیکی شهری از جمله موضوع های مورد توجه برنامه ریزان شهری و کارشناسان حوزه های مختلف علوم انسانی، به خصوص در دهه اخیر، بوده است؛ بنابراین تعاریف متعددی از کیفیت مفهوم محیط زیست و اکولوژیکی شهری و برنامه ریزی های مرتبط با آن از جانب محققین ارائه شده است (اورنگ، ۱۳۸۶؛ محرم نژاد، ۱۳۹۱؛ علوی، ۱۳۸۵).

برنامه ریزی اکولوژیکی یا محیط زیست شهری، به شهر به عنوان مجموعه ای از اکوسیستم ها می نگرد و رابطه شهر با پتانسیل های محیطی و بستر به وجود آورنده آن را مورد مطالعه قرار می دهد؛ در واقع محیط زیست شهری به مفهوم

توسعه‌افته باید در اولویت توجه قرار گیرند. لی و همکاران^۱ (۲۰۲۴)، در پژوهشی به ارزیابی و تعیین اثرات مرزهای توسعه شهری تحت محدودیت‌های اکولوژیکی شهر نانجینگ پرداختند و بیان نموده‌اند که اراضی اکولوژیکی مهم مرزهای شهری که عمدتاً جنگل‌ها بوده‌اند، تحت توسعه شهری کاهش یافته‌اند.

یانگ و همکاران^۲ (۲۰۲۱)، در پژوهشی محدودیت‌های اکولوژیکی را در مرزهای رشد شهری ارزیابی و ترکیب و نیز نواحی حساس و شکننده را در اطراف رودخانه زرد علیا در چین مطالعه و بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان دهنده آن بود که طرح‌هایی که فقط به توسعه شهری توجه می‌کنند، ممکن است تأثیر منفی در حفاظت از منابع طبیعی پایدار و پایداری اکولوژیکی، به‌خصوص در مناطق حساس محیط زیستی، داشته باشند.

دنگ یو و همکاران^۳ (۲۰۱۹)، در پژوهشی به شبیه‌سازی رشد شهری با هدایت محدودیت‌های اکولوژیکی در شهر پکن پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که شبیه‌سازی رشد شهری با رویکرد محدودیت اکولوژیکی و سناریومحور، ابزاری مؤثر برای رسیدگی و کاهش اثرات اکولوژیکی ناشی از گسترش شهری فراهم می‌کند.

ژو و همکاران^۴ (۲۰۱۸)، در پژوهشی به مدل‌سازی رشد شهری با توجه به توان اکولوژیکی اراضی شهر چانگ‌ژو چین توجه کردند. نتایج نشان‌دهنده آن بود که مدل ارائه‌شده، اختلاف فضایی بین گسترش شهرها و حفاظت از اراضی محیط زیستی را کاهش می‌دهد و به برنامه‌ریزی شهری معقول‌تری کمک می‌کند.

وو و همکاران^۵ (۲۰۱۵)، در تجزیه و تحلیل الگوهای تغییرات فضای سبز در شهرک‌های روستایی از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کردند که نتایج مطالعات آنها حاکی از افزایش خوردشدگی و کاهش میزان فضای سبز می‌باشد.

لی و همکاران^۶ (۲۰۱۵)، ارزش فضاهای سبز شهری را در ارتقاء زندگی سالم و رفاه به‌مثابه چشم‌اندازی در برنامه‌ریزی مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که بهبود

دریاچه شهدای خلیج فارس تهران» بیان نمودند که نقش شهروندان در ارتقای مدیریت امنیت اکولوژیک به عنوان یکی از ارکان اساسی شهر از اهمیت زیادی برخوردار است.

داز و همکاران (۱۴۰۲)، در پژوهشی تحت عنوان «تحلیل تغییرات کاربری فضای سبز شهری گرگان در بازه زمانی ۱۳۶۶-۱۳۹۳» به این نتیجه رسیدند که نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات طی ۲۷ سال نشان داد که فضای سبز در شهر گرگان، به‌رغم گسترش کالبدی شهر، به‌میزان قابل توجهی کاهش یافته است.

رمضانی کیاسج محله و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از روش‌های ارزیابی چندمعیاره (مطالعه موردی: منطقه ۴ تهران)» بیان نمودند که برای ایجاد فضای سبز، مناسب‌ترین مکان‌ها اراضی بایری هستند که در نقاطی با تراکم بالا واقع شده و در فاصله نزدیکی از مراکز مسکونی و مراکز آموزشی قرار دارند.

مرصوسی و رشوند (۱۳۹۶)، در پژوهشی با عنوان «تحلیل روند تغییرات دوره‌ای فضای سبز شهری زنجان از ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ و ارائه الگوی مکانیابی بهینه آن» بیان نمودند که روند طی‌شده ۲۷ سال نشان می‌دهد که فضای سبز این شهر به‌رغم گسترش کالبدی، به‌میزان قابل توجهی کاهش یافته است.

حاتمی و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری با استفاده از مدل Fuzzy Logic و AHP در محیط GIS برای شهر مشهد» نشان دادند که از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی کاربری اراضی شهر مشهد مشخص می‌گردد که مناطق با درجه تناسب «خیلی خوب»، نزدیک به مراکز مسکونی، آموزشی و فرهنگی بودند و از کاربری‌های ناسازگار و شعاع عملکردی پارک‌های موجود و همچنین از کاربری مراکز صنعتی فاصله داشتند.

وو و همکاران (۲۰۲۵)، در پژوهشی به بررسی نقش ذخایر طبیعی در خدمات اکوسیستم و توسعه پایدار اکولوژیکی شهری پرداختند و بیان نموده‌اند که با شتاب گرفتن شهرنشینی جهانی، خدمات اکوسیستم (ES) و تعادل اکولوژیکی ذخایر طبیعی به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش یافته‌اند.

ژانگ و همکاران (۲۰۲۴)، در پژوهشی به تغییرات آسیب‌پذیری اکولوژیکی در مناطقی با الگوهای مختلف توسعه شهری چین پرداخته‌اند و نتایج پژوهش آنها مشخص نمود که تأثیرات اکولوژیکی الگوهای مختلف توسعه شهری به‌طور قابل توجهی متفاوت است؛ در میان آن‌ها، مناطق کم‌تر

1. Li et al
2. Yang et al
3. Yu, D et al
4. Xu et al
5. Wu et al
6. Li et al

می‌کند. لازم به ذکر است که این رویکرد، اولین بار است که در محدوده مورد مطالعه به این صورت اجرا می‌شود.

روش انجام پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ماهیت تحقیق توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف از نوع توسعه‌ای-کاربردی است. بخشی از مطالعات به صورت کتابخانه‌ای بوده که طی آن از انواع پژوهش‌های مرتبط با موضوع مقاله در جهت تعریف مفاهیم بنیادین تحقیق استفاده شده است. فرایند تجزیه و تحلیل داده‌ها در این پژوهش در سه بخش صورت پذیرفته است: بخش اول: جهت تحلیل توسعه فضایی شهر، با استفاده از نرم‌افزارهای ArcGIS 10.2 و ENVI، تغییرات کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در چهار کلاس طی یک دوره ۳۱ ساله (۱۳۶۹-۱۴۰۰) در قالب پردازش تصاویر ماهواره‌ای که شرح آنها در جدول ۱ و ۲ آمده است، مورد ارزیابی قرار گرفته است. بخش دوم: از طریق ابزار Spatial Analysis در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.2، وضعیت پراکنش فضای سبز در مناطق شهری محدوده مورد مطالعه در قالب پنج الگوی تحلیل فضایی زیر مورد ارزیابی قرار گرفت:

• بررسی میانگین نزدیک‌ترین فاصله همسایگی:

این ابزار ابتدا فاصله بین نقطه مرکزی هر عارضه را با نقطه مرکزی نزدیک‌ترین همسایه‌اش اندازه‌گیری کرده، سپس میانگین تمامی این نزدیک‌ترین همسایگی‌ها را محاسبه می‌کند. اگر میانگین فاصله محاسبه‌شده از میانگین توزیع تصادفی فرضی کم‌تر باشد، آنگاه می‌توان نتیجه گرفت که توزیع پدیده مورد بررسی در فضا به صورت خوشه‌ای است. اگر میانگین فاصله محاسبه شده بزرگ‌تر از میانگین توزیع تصادفی فرضی باشد، آنگاه می‌توان گفت عوارض به صورت پراکنده در فضا توزیع شده‌اند.

• تحلیل خوشه‌ای فضایی چندفاصله‌ای: این ابزار که

به تابع K ریلی نیز مشهور است، نشان می‌دهد که وضعیت خوشه‌بندی عوارض در فواصل مختلف جغرافیایی چگونه است. در خروجی نموداری این ابزار، در صورتی که منحنی نتایج مشاهده شده بالاتر از منحنی نتایج مورد انتظار قرار گیرد، نتیجه می‌شود که الگوی توزیع به صورت خوشه‌ای است و برعکس، پایین‌تر بودن آن الگوی توزیع پراکنده را می‌رساند.

قابلیت دسترسی به فضاهای سبز منجر به استفاده بیش‌تر از فضای سبز شهری خواهد شد که در نتیجه استفاده بیش‌تر از فضاهای سبز تأثیرات مثبت بهداشتی را بر سلامت افراد خواهد داشت.

شائو و همکارانش^۱ (۲۰۱۳)، در پژوهشی با عنوان «تحقیقی بر ارزیابی امنیت اکولوژیکی منطقه‌ای» که در چین انجام شد، با بررسی امنیت اکولوژیکی مناطق شهری بیان می‌کند که با در نظر گرفتن شهر به عنوان یک اکوسیستم و تأمین امنیت همه‌جانبه آن، امنیت اکولوژیکی شهری نیز تأمین خواهد شد.

باسکار^۲ (۲۰۱۲)، در شهر پونه هند به بررسی تغییرات کاربری و پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سنجش از دور پرداخت. وی برای این منظور از تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ استفاده کرد. نتایج تحقیق بیانگر این بود که مناطق ساخته شده شهری در طی این مدت روند افزایشی را داشته و اراضی بایر نیز روند کاهش را داشته‌اند. همچنین مناطق با پوشش گیاهی متراکم و پراکنده کاهش چشمگیری را نشان دادند.

نتایج پژوهش‌های انجام شده حاکی از آن است که بررسی وضعیت اکولوژیکی و فضای سبز در مطالعات برنامه‌ریزی شهری از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال، غالب تحلیل‌های پیشین عمدتاً بر میزان کاهش یا افزایش فضای سبز و روند تغییرات آن متمرکز بوده‌اند. این مقاله اما فراتر از این موارد رفته و با رویکردی جامع‌تر به تحلیل وضعیت اکولوژیکی و فضای سبز می‌پردازد. آنچه این پژوهش را از سایر مطالعات متمایز می‌سازد، جامعیت آن است. در حالی که مطالعات پیشین بیش‌تر بر تغییرات کمی فضای سبز (کاهش یا افزایش) تمرکز داشتند، این پژوهش با بررسی همزمان تغییرات و پراکنش فضایی منابع اکولوژیکی در گستره شهری و حریم آن، تصویری عمیق‌تر از وضعیت زیست‌محیطی ارائه می‌دهد. علاوه بر این، مقاله با ارائه یک نظام رتبه‌بندی مبتنی بر دسترسی عادلانه به فضای سبز در مناطق مختلف شهری، به ابعاد کیفی و اجتماعی این موضوع نیز پرداخته و راهکاری عملیاتی برای ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان و پایداری شهری فراهم می‌آورد. این جامع‌نگری، آن را از چارچوب تحلیل‌های صرفاً کمی و مکانی خارج ساخته و به یک مطالعه‌ی الگو در این حوزه تبدیل

1. Shao et al

2. Bhaskar

گام دو: تعیین اهمیت نسبی هر معیار، در این گام اهمیت نسبی هر معیار نسبت به معیارهای قبلی مشخص می‌شود. در فرایند روش سوآرا این مقدار با (Sj) نشان داده می‌شود.

گام سه: محاسبه ضریب (Kj) این ضریب تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر معیار است با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$Kj = Sj + 1$$

گام چهار: محاسبه وزن اولیه هر معیار، وزن اولیه معیارها از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود. در این رابطه باید توجه داشت که وزن معیار نخست که مهم‌ترین معیار است، برابر ۱ در نظر گرفته می‌شود.

$$Qj = Qj - 1Kj$$

$$Qj = Qj - 1 / Kj$$

گام پنجم: محاسبه وزن نرمال نهایی در آخرین گام از روش سوآرا وزن نهایی شاخص‌ها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌گردد، از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود. نرمال‌سازی به روش خطی ساده انجام می‌شود

$$Wj = \frac{Qj}{\sum Qj}$$

در نهایت با استفاده از روش پروماتی اقدام به رتبه‌بندی مناطق شهری پرداخته شد که شرح مراحل این روش به صورت زیر می‌باشد:

گام اول: $dj(a, b) = fj(a) - fj(b)$ بیانگر تفاوت اندازه‌ها در شاخص j است. این تفاوت برای شاخص‌های Max زمانی معنادار خواهد بود که $fj(a) > fj(b)$ باشد و برای شاخص Min این رابطه برعکس است.

گام دوم: پس از محاسبه میزان تفاوت گزینه‌ها با یکدیگر، مقدار $Pj(a, b)$ و با توجه به توابع یاد شده به دست آمد.

گام سوم: مجموع موزون برتری گزینه که آن را a نسبت به b با $\pi(a, b)$ نشان می‌دهد

گام چهارم: این گام شامل دو جریان خروجی و جریان ورودی می‌باشد: جریان خروجی بیان می‌کند یک گزینه مانند A چه قدر از گزینه‌های دیگر برتر است. هر چه این مقدار بیشتر باشد این گزینه برتر خواهد بود. جریان ورودی بیان می‌کند که گزینه‌های دیگر چه قدر برگزیده A برتر می‌باشند. هر چه این مقدار کم‌تر باشد این گزینه بهتر خواهد بود.

گام ششم: به دست آوردن جریان خالص رتبه‌بندی، این جریان توازن میان جریان رتبه‌بندی مثبت و منفی است. جریان خالص بالاتر نشان دهنده گزینه برتر است.

• تحلیل خودهمبستگی فضایی: خودهمبستگی فضایی عوارض با آماره موران تحلیل می‌شود و با این تحلیل نیز می‌توان درک نمود که آیا عوارض به صورت خوشه‌ای، تصادفی و یا پراکنده در فضا توزیع شده‌اند. خودهمبستگی قوی زمانی رخ می‌دهد که مقادیر باقی‌مانده شدیداً با هم در ارتباط باشند؛ به عبارت دیگر تغییراتشان به صورت سیستماتیک رخ دهد. همچنین مقادیر یک متغیر که از نظر جغرافیایی به هم نزدیک هستند باهم مرتبط باشند و اگر عوارض و یا مقادیر متغیرهای مربوط به آنها به طور تصادفی در فضا توزیع شده باشند، ظاهراً نباید بین آنها ارتباطی وجود داشته باشد.

تحلیل لکه داغ: تحلیل لکه داغ آماره گتیس-آرد جی^۱ را برای کلیه عوارض موجود در داده‌ها محاسبه می‌نماید. امتیاز Z محاسبه شده نشان می‌دهند که در کجای داده‌ها مقادیر زیاد و کم خوشه‌بندی شده‌اند. برای اینکه یک عارضه لکه داغ تلقی شود و از نظر آماری معنادار باشد باید هم خودش و هم عوارضی که در همسایگی‌اش قرار دارند دارای مقادیر بالا باشند.

جهت توزیع: توزیع بسیاری از پدیده‌های جغرافیایی در فضا به گونه‌ای است که ممکن است جهت‌دار باشند. در این موارد، با محاسبه واریانس محورهای X و Y به صورت جداگانه و مستقل، می‌توان روند و جهت توزیع پدیده‌ها را در فضا نشان داد. این تحلیل نشان می‌دهد آیا توزیع عوارض جغرافیایی در فضا به صورت جهت‌دار صورت گرفته است یا خیر.

در بخش سوم، مناطق شهری خرم‌آباد بر اساس شاخص‌های چهارگانه شامل پارک شهری، پارک محله‌ای، پارک همسایگی و قطعات پراکنده فضای سبز، ابتدا بر اساس روش سوآرا^۲ وزن‌دهی شده‌اند. این روش در پنج گام به شرح زیر انجام می‌پذیرد:

گام اول: مرتب کردن معیارها در ابتدا معیارهای مورد نظر براساس میزان اهمیت به ترتیب نوشته می‌شوند. مهم‌ترین معیارها در رده‌های بالاتر و معیارهای کم اهمیت تر در رده‌های پایین تر قرار می‌گیرند.

1. Getis-ord Gi
2. SWARA

جدول ۱. مشخصات پوشش اراضی منطقه

ویژگی	کلاس پوشش اراضی
مناطق آب دار (دریاچه‌های مصنوعی، رودخانه)	آب
ساختمان، راه	ساخته شده
فضا سبز، چمن، درخت، زمین کشاورزی دارای پوشش گیاهی	پوشش گیاهی
اراضی به شکل خاک و زمین برهنه، کوه	ساخته نشده

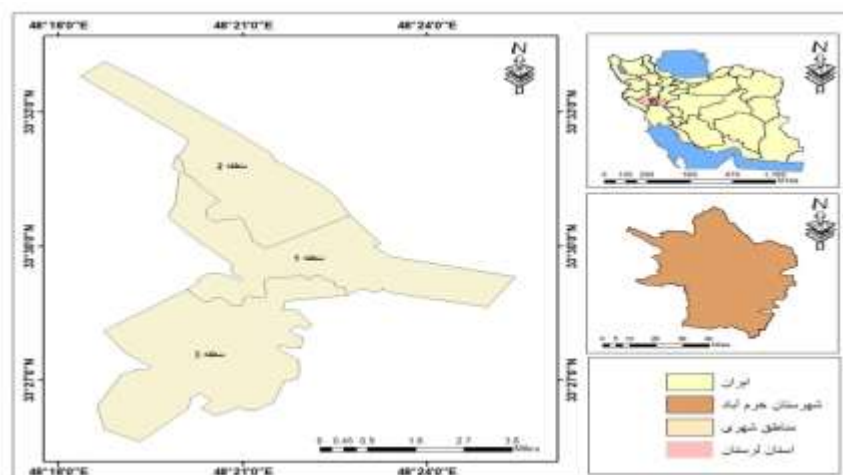
جدول ۲. تصاویر استفاده شده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین

ماهواره	نوع سنجنده	تاریخ دریافت تصویر	گذر و ردیف تصویر	قدرت تفکیک مکانی	قدرت تفکیک رادیومتری
لندست ۵	TM	26/05/1990	P166,R037	۳۰ متر	۸ بیت
لندست ۷	ETM+	29/05/2000	P166,R037	۳۰ متر	۸ بیت
لندست ۷	ETM+	25/05/2010	P166,R037	۳۰ متر	۸ بیت
لندست ۸	OLI-TIRS	16/06/2021	P166,R037	۳۰ متر	۱۲ بیت

حد فاصل بین قسمت جلگه‌ای و دره‌ای شهر، عرض به حداقل می‌رسد؛ در این قسمت عرض فضایی شهر از ۱۱۰۰ متر تجاوز نمی‌کند. شکل‌گیری کالبد شهر خرم‌آباد متأثر از طبیعت آن است؛ هر جا که دره اندکی باز شده، شیب‌های کناری ملایم‌تر گشته و امکان زیست برای انسان فراهم شده، شهر بدان سوی گسترش یافته و هر کجا دره تنگ شده، شهر باریک و کشیده شده است. جمعیت شهری خرم‌آباد برابر با ۳۸۰،۸۲۹ نفر بوده که معادل ۵۵،۳۳ درصد از جمعیت شهری استان لرستان را تشکیل می‌دهد. از نظر وسعت نیز این شهر در ردیف شهرهای متوسط در جنوب غربی ایران (در مقایسه با ایلام، همدان و کرمانشاه) قرار دارد.

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این پژوهش، شهر خرم‌آباد، مرکز استان لرستان است. این شهر در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه و ۲۲ ثانیه شرقی نسبت به نصف‌النهار گرینویچ و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۲ دقیقه و ۲۲ ثانیه شمالی نسبت به استوا، در ارتفاع ۱۱۷۱ متری از سطح دریا و در مرکزیت جغرافیایی استان لرستان واقع شده است. شهر خرم‌آباد در درون دره‌ای شکل گرفته است که رود خرم‌آباد با جهتی شمالی-جنوبی از خط‌القدر آن عبور می‌کند. قسمت شمالی شهر منظره‌ای کوهستانی و ناهموار و قسمت جنوبی آن چشم‌اندازی تقریباً جلگه‌ای دارد. اگر چه آن قسمت از شهر که در درون دره قرار گرفته است، عرضش در هیچ جا چندان زیاد نیست، اما در



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

یافته‌ها

تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر خرم‌آباد
طی سال‌های ۱۳۶۹-۱۴۰۰

با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات کاربری اراضی حریم شهر خرم‌آباد طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۴۰۰ مورد ارزیابی قرار گرفت؛ نتایج حاصل از ارزیابی تغییرات در جدول ۳ و شکل ۲، آورده شده است.

بر اساس تحلیل تصاویر ماهواره‌ای، وضعیت کلاس‌های کاربری اراضی در محدوده و حریم شهری خرم‌آباد طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۴۰۰ تغییرات فراوانی داشته است. به‌طوری‌که بر اساس این تحلیل‌ها، زمین‌های ساخته نشده در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال پایه، یعنی سال ۱۳۶۹، به میزان ۱۹/۹۴۲ درصد کاهش یافته است. این زمین‌ها همان‌گونه که قبلاً گفته شد، زمین‌هایی را شامل می‌شدند که فاقد پوشش گیاهی و فضای سبز بودند. همچنین کوه‌های اطراف که در دو ضلع شرقی و غربی شهر قرار دارند، بخشی از این زمین‌ها محسوب می‌شدند که بر اساس شکل ۲، ساخت‌وساز شهری تا دامنه‌های این کوه‌ها نیز ادامه داشته و باعث گردیده از مساحت زمین‌های ساخته‌نشده کاسته و به مساحت محدوده ساخته شده شهر اضافه گردد.

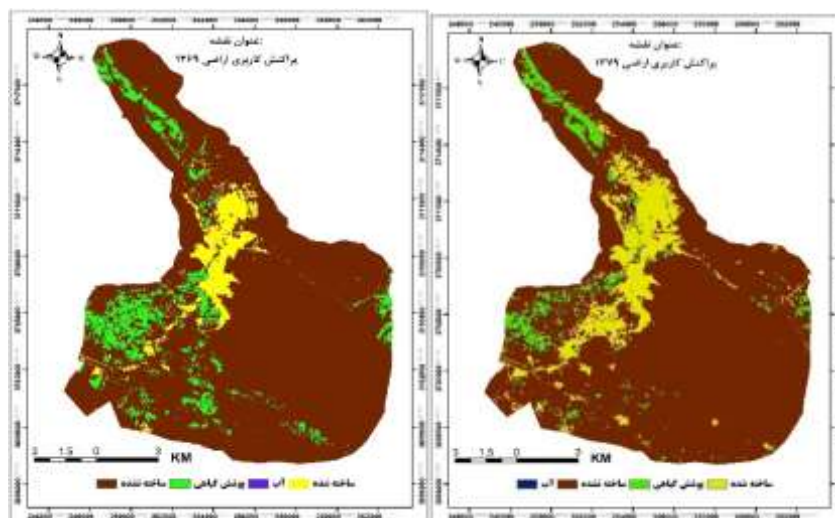
اما مهم‌ترین بخش تغییرات اراضی در محدوده و حریم شهری، مربوط به کاربری پوشش گیاهی است که عمده کاربری آن نیز مربوط به زمین‌های باغی و کشاورزی بوده که در حاشیه بلافصل شهر قرار داشته‌اند. با این‌حال، رفته‌رفته در طی ۳۰ سال اخیر این زمین‌ها به زیر ساخت‌وساز شهری برده

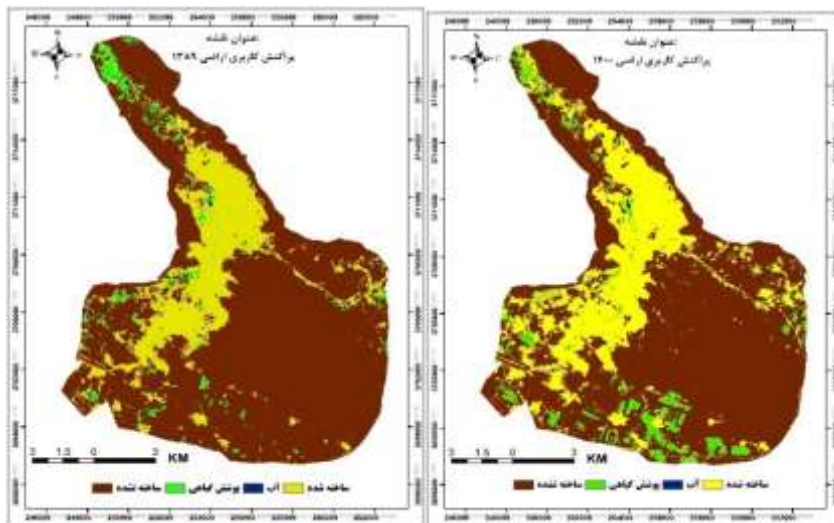
شده‌اند. در واقع در طی سالیان اخیر، این اراضی از یک‌سو با تهیه طرح جامع و تفصیلی به محدوده شهر الحاق و از سوی دیگر در قالب قانون زمین شهری و قوانین جاری، تملک و به‌سرعت واگذار شده‌اند؛ همین امر در رشد افقی شهر نیز بسیار مؤثر بوده است. این روند باعث شده مساحت اراضی ساخته شده شهر طی دهه‌های گذشته رشد بالایی داشته باشد.

بر اساس اطلاعات استخراج شده، اراضی دارای پوشش گیاهی نیز از سال ۱۳۶۹ تا سال ۱۴۰۰ به میزان ۳۳/۶۰۱ درصد کاهش داشته است که همین امر به معنای از دست رفتن توان اکولوژیکی پسرکانه‌ای شهر می‌باشد. این کاهش اراضی زیستی، همان‌طور که گفته شد، به‌نفع اراضی ساخته شده شهری بوده؛ به‌طوری‌که اراضی ساخته شده در طی سی سال اخیر ۳۱۸،۸۸۲ درصد رشد داشته و عمده رشد آن نیز در قالب تصرف همین اراضی دارای پوشش گیاهی بوده است.

از نظر کاربری آبی، اراضی نیز در محدوده مورد مطالعه ما با رشد ۱۷۲ درصدی روبرو هستیم. دلیل آن نیز احداث دریاچه مصنوعی در سال ۱۳۹۹ در جنوب شهر بوده که باعث شده در تحلیل تصاویر ماهواره‌ای این کاربری در سال ۱۴۰۰ نسبت به سال پایه رشد داشته باشد.

در مجموع می‌توان گفت بر اساس تحلیل صورت گرفته، وضعیت توسعه شهر از نظر کالبدی به سمت پایداری نبوده است؛ به‌طوری‌که هر ساله از توان و مساحت پس‌کرانه‌های زیستی (پوشش گیاهی) کاسته و به اراضی ساخته شده شهر اختصاص یابد. بنابر این، لازم است در این زمینه اقدامات جدی برای توقف این مسئله و ارائه راهکارهای مناسب صورت پذیرد.





شکل ۲. تغییرات پوشش اراضی حریم شهر خرم‌آباد طی سال‌های ۱۳۶۹-۱۴۰۰

جدول ۳. تغییرات پوشش اراضی محدوده شهر خرم‌آباد طی سال‌های ۱۳۶۹-۱۴۰۰

۱۹۹۰ (۱۳۶۹)					۲۰۲۱ (۱۴۰۰)
ساخته شده	آب	پوشش گیاهی	زمین نشده		
۳/۳۰۶	۰/۰۰	۴۶/۵۹	۷۵/۰۷۵	ساخته نشده	
۱,۲۷	۰/۰۰	۱۴/۷۸۲	۴/۹۴۳	پوشش گیاهی	
۰/۰۵۱	۱۰۰	۰/۰۷۸	۰/۰۰۲۴	آب	
۹۵/۲۷۸	۰/۰۰	۳۸/۲۷۴	۱۹/۴۲۳	ساخته شده	
۴/۷۱۳	۰/۰۰	۸۵/۲۱۸	۲۴/۹۲۵	درصد تغییرات	
۴۱۸/۸۸۲	۱۷۲/۲۲	۳۳/۶۰۱-	۱۹/۹۴۲-	تفاضل تصویر	

فاصله مورد انتظار برابر $49/7110$ متر بوده است. همچنین نسبت نزدیک‌ترین همسایه برابر با $0/427212$ اندازه گیری شده و از آنجا که این نسبت کوچک‌تر از ۱ است نتیجه می‌گیریم که پراکنندگی کاربری‌های سبز به صورت خوشه‌ای بوده و به‌طور مساوی در تمامی نواحی شهر خرم‌آباد پراکنده نشده‌اند. همچنین امتیاز استاندارد محاسبه شده در این مورد برابر با $43/611649-$ بوده که با توجه به مقدار $0/000$ سطح معنادار، نتیجه می‌گیریم که پراکنش خوشه‌ای فضای سبز در شهر خرم‌آباد از نظر آماری معنادار می‌باشد.

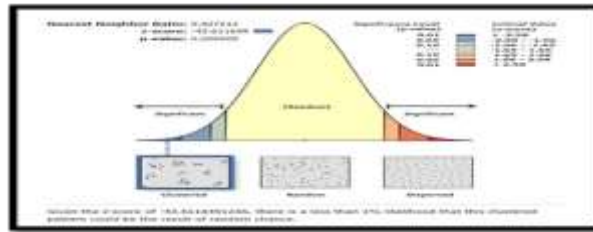
بررسی وضعیت پراکنش فضای سبز در شهر خرم‌آباد
جهت بررسی وضعیت اکولوژیکی شهر خرم‌آباد در ادامه با استفاده از تکنیک تحلیل فضایی به ارزیابی وضعیت پراکنش فضای سبز در این شهر پرداخته می‌شود. که یافته‌های حاصل از این تحلیل در ادامه آورده شده است.

بررسی میانگین نزدیکترین فاصله همسایگی کاربری‌های سبز

بر اساس جدول ۴، میانگین فاصله مشاهده شده برابر با $63/9583$ بوده است. این در حالی است که مقدار میانگین

جدول ۴. خروجی ابزار میانگین نزدیکترین فاصله همسایگی برای کاربری‌های سبز شهر خرم‌آباد

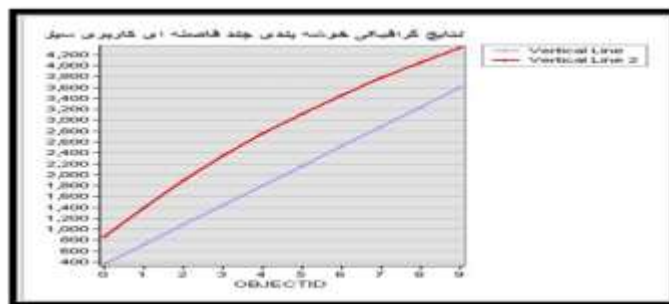
نتیجه	مفاهیم
۶۳/۹۵۸۳	میانگین فاصله مشاهده شده
۱۴۹/۷۱۱۰	میانگین فاصله مورد انتظار
۰/۴۲۷۲۱۲	نسبت نزدیک‌ترین همسایه
-۴۳/۶۱۱۶۴۹	امتیاز استاندارد
۰/۰۰۰	سطح معنادار



شکل ۳. خروجی ابزار میانگین نزدیکترین فاصله همسایگی برای کاربری‌های سبز شهر خرم‌آباد

تحلیل خوشه‌ای فضایی چند فاصله‌ای کاربری‌های سبز نتایج حاصل از تحلیل انجام شده، توزیع خوشه‌ای کاربری‌های سبز را در تمامی فواصل مورد بررسی تأیید می‌کند. به بیان دقیق‌تر، همان‌طور که در شکل ۴، قابل مشاهده است، منحنی مربوط به نتایج واقعی (رنگ قرمز) به‌طور مداوم بالاتر از منحنی مربوط به نتایج مورد انتظار (رنگ آبی) قرار دارد. این اختلاف معنادار نشان‌دهنده‌ی آن است که کاربری‌های سبز در

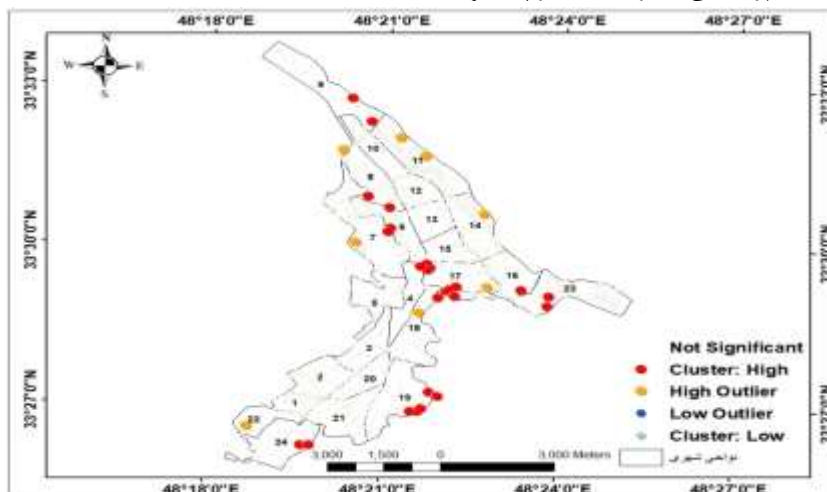
سطح شهر خرم‌آباد به صورت خوشه‌ای و ناهمگن پراکنده شده‌اند. به عبارت دیگر، به جای توزیع یکنواخت و متعادل فضاهای سبز در سطح شهر، شاهد تجمع آنها در مناطق خاص و کمبود آنها در سایر مناطق هستیم. این توزیع نامتوازن می‌تواند منجر به نابرابری در دسترسی شهروندان به فضاهای سبز و کاهش کیفیت زندگی در برخی محلات شود.



شکل ۴. نمودار تحلیل خوشه‌ای چند فاصله‌ای کاربری‌های سبز شهر خرم‌آباد

در ادامه برای تحلیل بهتر خوشه و ناخوشه پراکنده‌ی کاربری سبز در شهر خرم‌آباد با در نظر گرفتن معیار وسعت و تعداد کاربری‌های سبز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بر اساس این تحلیل مشخص می‌شود در کجاها مقادیر زیاد و یا کم پدیده‌ها در فضا (در اینجا وضعیت پراکنده‌ی کاربری‌های سبز) به‌طور

خوشه‌ای توزیع شده‌اند. بر اساس شکل ۵، بیش‌ترین مقادیر خوشه‌بندی در نواحی ۱۷، ۱۹، ۲۳ و ۲۴ شهری که در قسمت‌های شرقی، مرکزی و جنوبی شهر است شکل گرفته است.



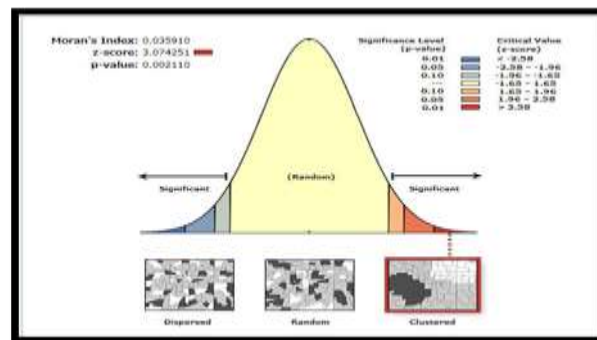
شکل ۵. تحلیل خوشه و ناخوشه کاربری فضای سبز

پخش شده باشند، شاخص باید مقدار منفی $0/000632$ را در اختیار می‌نمود. همچنین با استناد به بالا بودن امتیاز استاندارد و بسیار کوچک بودن سطح معنادار، می‌توانیم فرضیه عدم وجود خود همبستگی فضایی بین داده‌ها را رد نمود.

تحلیل خودهمبستگی فضایی توزیع کاربری‌های سبز
بر اساس تحلیل صورت گرفته شاخص موران برابر با $0/035910$ می‌باشد و از آنجا این مقدار مثبت و نزدیک به ۱ است. می‌توانیم نتیجه بگیریم که داده‌ها دارای خود همبستگی فضایی هستند. اگر قرار بود این داده‌ها به‌طور نرمال در فضا

جدول ۵. خروجی ابزار شاخص موران کاربری‌های سبز شهر خرم‌آباد

مقدار	شاخص
$0/035910$	شاخص موران
$0/000632$	شاخص مورد انتظار
$0/00014$	واریانس
$3/074251$	امتیاز استاندارد
$0/0021$	سطح معنادار

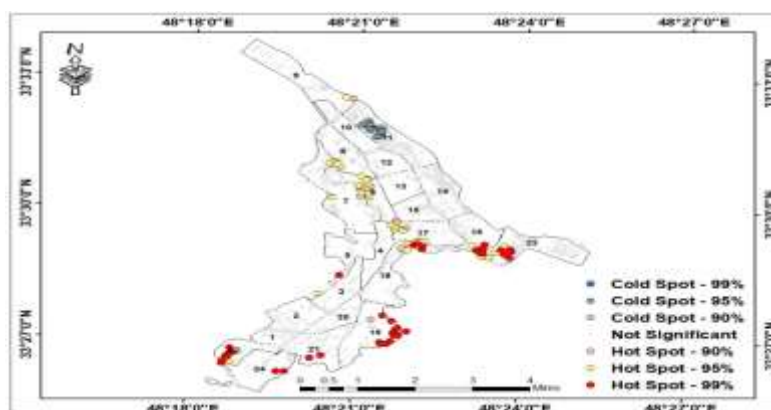


شکل ۶. نمودار تحلیل خودهمبستگی فضایی (شاخص موران) کاربری‌های سبز شهر خرم‌آباد

این امر نشان می‌دهد که این منطقه از شهر، در مقایسه با سایر نواحی، با کمبود فضاهای سبز و پایین‌ترین سطح وسعت کاربری‌های سبز مواجه است. این یافته‌ها حاکی از یک توزیع نامتوازن و نابرابر در دسترسی به فضاهای سبز در سطح شهر خرم‌آباد است که نیازمند توجه و برنامه‌ریزی دقیق‌تر در راستای توزیع عادلانه‌تر این فضاها در سطح شهر می‌باشد.

تحلیل لکه داغ

بر اساس نقشه استخراج شده از نتایج این تحلیل، بیش‌ترین تراکم لکه‌های داغ در نواحی ۲۳، ۱۹ و ۲۲ مشاهده می‌شود. این بدان معنا است که قسمت‌های شرقی و جنوب شرقی شهر خرم‌آباد، از نظر وسعت کاربری‌های سبز، دارای بیش‌ترین تمرکز و تراکم فضاهای سبز هستند. در مقابل، منطقه ۱۱ با بیش‌ترین تمرکز لکه‌های سرد و رنگ آبی مشخص شده است.

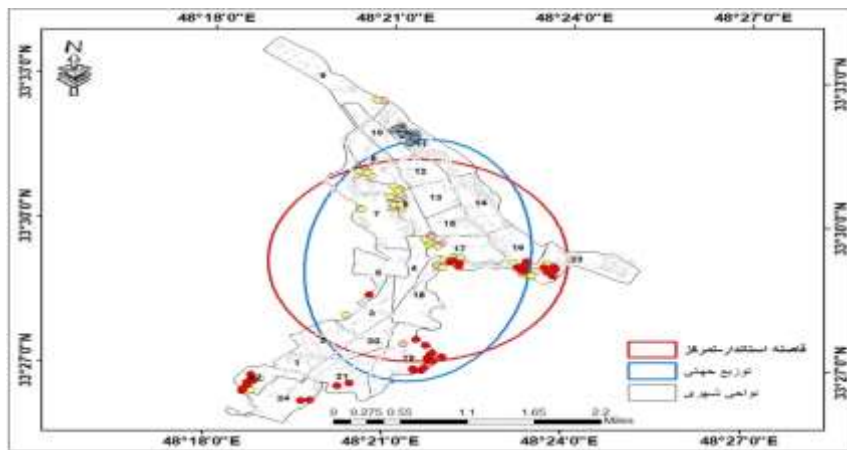


شکل ۷. تحلیل لکه داغ کاربری‌های سبز

مناطق مرکزی و جنوب شرقی، از کمبود فضاهای سبز رنج می‌برند. این الگوی توزیع می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی همچون برنامه‌ریزی شهری، توسعه نامتوازن و یا ویژگی‌های جغرافیایی خاص هر منطقه باشد. درک این الگو و عوامل مؤثر بر آن گام مهمی در راستای برنامه‌ریزی برای توزیع عادلانه‌تر فضاهای سبز و بهبود کیفیت زندگی در تمامی مناطق شهر خواهد بود.

جهت توزیع کاربری‌های سبز

تحلیل انجام شده نشان می‌دهد که توزیع کاربری‌های سبز در شهر، از یک الگوی مشخص پیروی می‌کند. به‌طور کلی، تمرکز فضاهای سبز از سمت شمال به سمت جنوب افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان تمرکز این کاربری‌ها در قسمت‌های مرکزی متمایل به جنوب شرقی شهر مشاهده می‌شود. این بدان معنا است که نواحی شمالی شهر، به نسبت



شکل ۸. اندازه‌گیری جهت توزیعی کاربری‌های

جدول ۶. وضعیت فضای سبز در شهر خرم‌آباد

مناطق	مساحت فضای سبز	تعداد پارک شهری		پارک محلی		پارک همسایگی		قطعات پراکنده فضای سبز	
		تعداد	مساحت	تعداد	مساحت	تعداد	مساحت	تعداد	مساحت
منطقه ۱	۱۲۷۳۰۳۵	۴	۳۰۴۸۸۴	۳۶	۷۵۷۳	۲۱	۳۸۴۰۰	۲۶	۶۲۶۲۴
منطقه ۲	۱۲۹۳۹۵۰	۵	۳۰۸۸۴۰	۱۲	۱۲۶۷۳۳	۱۲	۳۰۳۵۳	۲۳	۳۳۰۵۸۲
منطقه ۳	۱۴۸۶۹۸۶	۸	۳۸۴۴۸۳	۶	۴۷۹۶۳	۱۳	۲۶۹۳۳	۳۱	۲۱۹۴۶
کل شهر	۴۰۵۳۹۷۱	۱۷	۹۹۸۲۰۷	۵۴	۱۸۲۲۶۹	۴۶	۹۵۶۸۶	۸۰	۴۱۵۱۵۲

مأخذ. سالنامه آماری استان لرستان (۱۴۰۰)

آمده است را با استفاده از تکنیک سوارا و پروماتی مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.

ارزیابی مناطق شهری بر اساس شاخص‌های فضای سبز

در ادامه وضعیت فضاهای سبز مناطق شهری خرم‌آباد را بر اساس چهار شاخص پارک شهری^۱، پارک محله‌ای^۲، پارک همسایگی^۳ و قطعات پراکنده فضای سبز^۴ شرح آن در جدول ۶

۱) وسعت این پارک‌ها از یک هکتار به بالا می‌باشد. عملکرد پارک‌های شهری عبارت است از ایجاد تنوع و فاصله بین ساختمان‌های عادی شهری و تمرکز فضای سبز بین آنها جهت تغییر طبیعی هوای آلوده در جایی که تراکم جمعیت بیشتر و ساختمان‌ها فشرده‌تر باشند

۲) پارک‌هایی می‌باشند با وسعت کم و قابلیت دسترسی زیاد است. استفاده کنندگان این پارک‌ها را خردسالان و افراد مسن تشکیل می‌دهند

۳) فضاهای سبز زیر ۱۵۰۰ مترمربع که شامل امکانات تاسیسات رفاهی و مبلمان شهری باشد. این نوع پارک‌ها در رابطه مستقیم با واحدهای مسکونی قرار دارند

۴) شامل فضاهای سبزی است که فاقد امکانات تاسیسات رفاهی و مبلمان شهری می‌باشد و همچنین فضاهای سبزی که از جنس سطح دو بعدی نمی‌باشد نظیر احداث دیواره‌های سبز و یا توسعه‌های مربوط به بام سبز

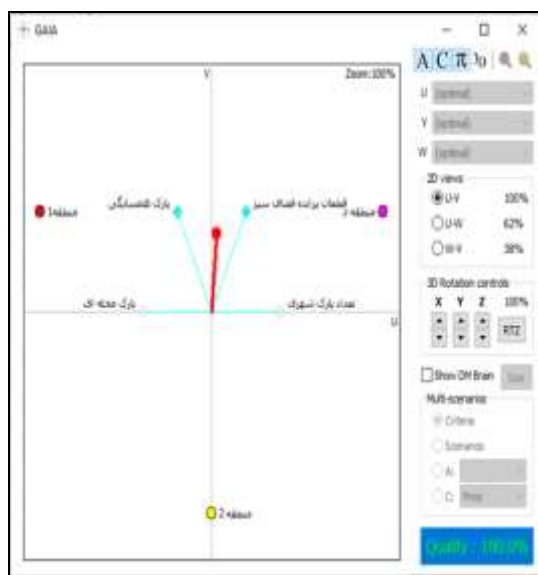
اولویت‌بندی‌ها در ستون سوم جدول ۷، به نمایش در آمده است. همچنین گام‌های دوم تا چهارم روش سوآرا به ترتیب در ستون‌های چهارم تا پنجم جدول قابل ملاحظه است. در نهایت با پیمودن گام نهایی روش سوآرا و نرمال‌سازی اوزان ابعاد مؤثر بر سطح‌بندی مناطق شهر، وزن نهایی این ابعاد در ستون ششم آورده شده است که بر اساس آن پارک شهری و پارک محلی دارای بیش‌ترین وزن می‌باشند.

نتایج تحلیل تکنیک SWARA

در این بخش ابعاد مؤثر بر سطح‌بندی مناطق شهری با روش سوآرا وزن‌دهی شده است تا میزان اهمیت هر بعد نسبت به موضوع و سایر ابعاد مشخص شود. همان‌گونه که در جدول ۷، ارائه شده است، بر مبنای گام اول روش سوآرا از ۱۲ متخصص امور شهری خواسته شد تا معیارها را برحسب اهمیت به‌طور نزولی مرتب نمایند که میانگین رنکینگ این

جدول ۷. اولویت‌بندی معیارهای پژوهش بر اساس تکنیک SWARA

شاخص	عنوان شاخص	اهمیت نسبی مقادیر S_j	ضریب K_j	وزن محاسبه شده مجدد w_j	وزن نهایی q_j
۱	پارک شهری	۱	1	۱	۰/۳۳
۲	پارک محلی	۰/۲۵	۱/۲۵	۰/۸۰	۰/۲۷
۳	پارک همسایگی	۰/۲۲	۱/۲۲	۰/۶۶	۰/۲۲
۴	قطعات پراکنده فضای سبز	۰/۲۱	۱/۲۱	۰/۵۴	۰/۱۸
	مجموع			۳	۱



شکل ۹. بررسی توزیع معیارها و گزینه‌ها در محور دکارت

تحلیل‌های GAIA

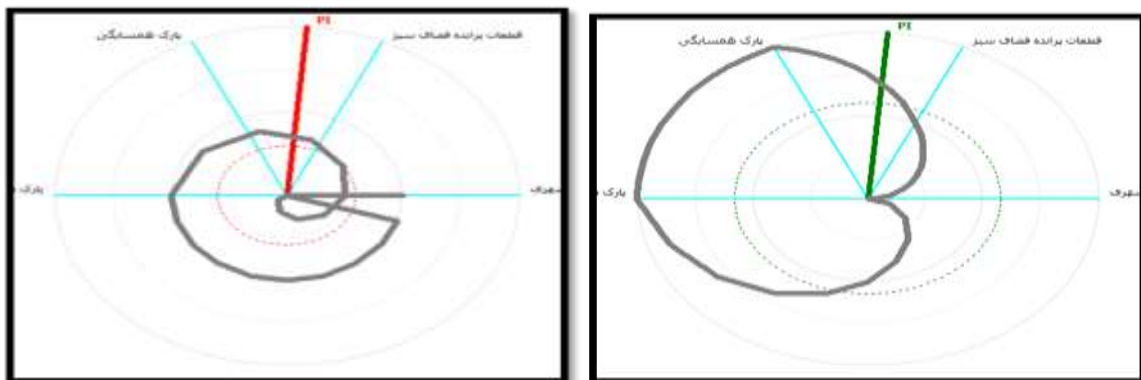
برای افزایش کارایی روش پرموتی^۱ به کارگیری روش GAIA (تحلیل هندسی برای کمک متقابل) با تکنیک مدل‌سازی ویژه توصیه شده است. در این مسایل چند شاخص بسیار مهم است که تصمیم‌گیرنده را در مورد مخالفت شاخص‌ها و برخورد وزن شاخص‌ها روی نتایج پایانی کمک کنیم این روش مدل‌سازی ویژه GAIA این‌گونه تحلیل‌ها را ایجاد می‌کند. این تحلیل‌ها بر اساس پایه‌های پرموتی بنا شده است و به آن تحلیل‌های گرافیکی و تشریحی می‌افزاید. در این روش مجموعه گزینه‌ها را می‌توان با n نقطه در فضای k بعدی ارایه کرد. با توجه به این که تعداد شاخص‌ها بیش از دو شاخص است تصویر واضح از فضای n بعدی غیرممکن است و بنابراین تحلیل ترکیب اصلی می‌تواند شبیه تحلیل دو بعدی گزینه‌ها بکار رود. در این روش گزینه‌ها به وسیله پرموتی توصیه می‌شود که در جهت محور تصمیم پرموتی قرار گیرند (مومنی و شریفی سلیم، ۱۳۹۰). باتوجه به شکل ۹، ضریب آلفا و کیفیت این تحقیق عدد ۱۰۰ درصد را نشان می‌دهد که نشانه درصد بالایی می‌باشد، به این معنا که هر چه مقدار این ضریب به عدد یک نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده همسازگی بیش‌تر گویه‌های یک مقیاس است این موضوع نشان دهنده همبستگی درونی بین متغیرها برای سنجش مفاهیم موردنظر می‌باشد.

تحلیل GAIA Web

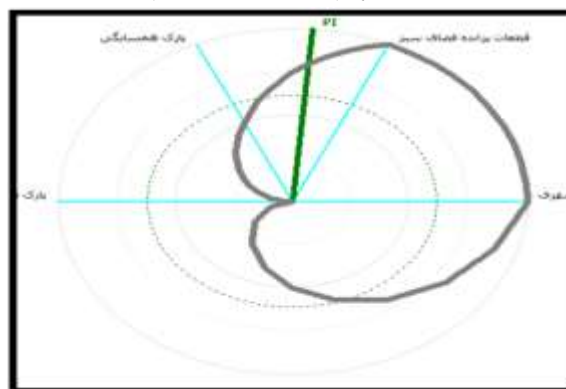
نمودار GAIA Web مشهورترین نمودار در بخش تحلیل پرامتی است. در واقع اشکال حاصله از این نمودارها بیانگر تابعی از رابطه بین معیارها و گزینه‌ها است. نمودار گرافیکی نمایش دهنده جریان ϕ هر یک از معیارهای منفرد در ارتباط با گزینه‌های مختلف است. در این نمودار هر چه منحنی دایره که به صورت نقطه چین در دو رنگ قرمز و سبز مشاهده می‌شود، به سمت بیرون گسترش داشته باشد نشانه حداکثر

بیش‌تر بودن میزان یک شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها است. همچنین اگر خطوط منحنی به سمت درون این خطوط آبی در حرکت باشد، نشان دهنده ضعف یا پایین بودن میزان شاخص موردنظر نسبت به دیگر شاخص‌ها است. با توجه به شکل ۱۰، در مناطق ۱ و ۳ شهر مقدار P1 به رنگ سبز بوده و منحنی دایره به رنگ سبز و رو به مرکز می‌باشد که بیانگر آن است این مناطق از قدرت عملکردی بیش‌تری برخوردار است و در مقابل منطقه ۲ شهری منحنی دایره به رنگ قرمز و رو به بیرون می‌باشد و همچنین مقدار P1 آن نیز به رنگ قرمز و کم‌تر از یک است. بر این اساس می‌توان گفت این منطقه شهری از نظر برخورداری و عملکرد شهری وضعیت نامطلوبی بین مناطق دارد. شایان ذکر است.

برخورداری و برقرار بودن شرایط خوب است و در واقع بازگو کننده قدرت عملکردی ناحیه شهری است. همچنین هر چه منحنی به سمت درون و داخل کشیده شود، نشانه برخورداری پایین و بازگو کننده شرایط ضعیف است؛ در این نمودار مقدار P1 به صورت خط مستقیم از مرکز دایره به سمت بیرون کشیده شده است. با توجه به اینکه مقدار p از منفی یک تا مثبت یک است، اگر مقدار p کم‌تر از یک باشد به رنگ قرمز نمایش داده می‌شود و اگر بیش‌تر از یک باشد، به رنگ سبز نمایش داده می‌شود. در کنار اینها هر چه خطوط منحنی خاکستری رنگ که در مسیر خطوط مستقیم آبی رنگ هر یک از ده شاخص اصلی در حرکت است، به سمت بیرون گسترش داشته باشد و جهاتی بلندتر داشته باشد، نشان دهنده برتری یا



الف: منطقه دو شهری ب: منطقه یک شهری



ج: منطقه سه شهری

شکل ۱۰. نمودار GAIA Web مناطق شهری

۳ بیش‌ترین میزان جریان خالص به لحاظ برخورداری از لحاظ میزان فضای سبز را دارا می‌باشند و کم‌ترین جریان خالص برخورداری مربوط به منطقه ۲ است. شکل ۱۱، ارجحیت و رتبه‌بندی نواحی را نشان می‌دهد.

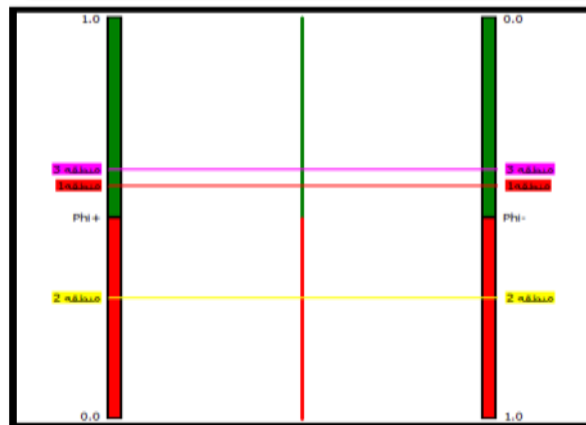
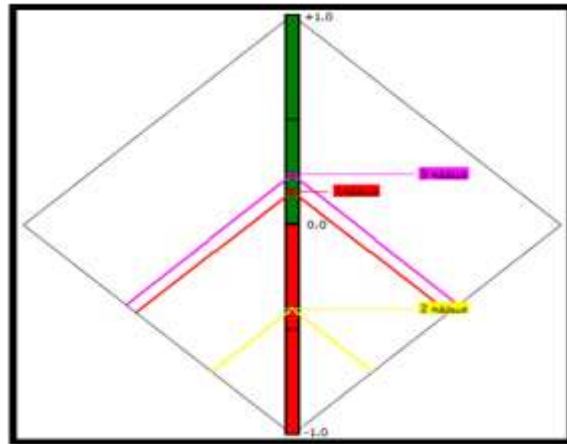
نتایج کلی رتبه‌بندی مناطق شهری بر اساس

تکنیک پرموتی

در جدول ۸ رتبه‌بندی نهایی نواحی شهری به صورت $ph+$ (جریان رتبه‌بندی مثبت) و یا $Phi-$ (جریان رتبه‌بندی منفی) ارائه و نشان داده شده است. بر اساس این تحلیل نواحی منطقه

جدول ۸. رتبه‌بندی نواحی شهری خرم‌آباد بر اساس روش پرومتی

رتبه	Phi-	Phi+	Phi	action	ردیف
۲	۰/۴۲	۰/۵۸	-۰/۱۶	منطقه ۱	۱
۳	۰/۷۰	۰/۳۰	-۰/۴۰	منطقه ۲	۲
۱	۰/۳۸	۰/۶۲	-۰/۲۴	منطقه ۳	۳



شکل ۱۱. ارجحیت مناطق شهری از لحاظ برخورداری از فضای سبز



شکل ۱۲. رتبه‌بندی مناطق شهری بر اساس برخورداری از فضای سبز

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی وضعیت اکولوژیکی و محیط زیست شهری در عرصه شهرها و کلان‌شهرها از جمله مسائل مهمی است که در سال‌های گذشته ذهن بسیاری از برنامه‌ریزان و مدیران شهری را به خود مشغول نموده است؛ زیرا جهانی که امروز ما در آن زندگی می‌کنیم، دنیایی شهرگرا است. بنابراین عدم بکارگیری برنامه‌ریزی‌های متناسب با امکانات، پتانسیل‌ها و منابع زیست‌محیطی شهر و پیرامون، می‌تواند خسارت‌های جبران‌ناپذیری را بر حیات جامعه شهری به بار آورد.

از این‌رو، پژوهش حاضر نیز با درک اهمیت محیط زیست و توان اکولوژیک شهری، سعی نموده است از طریق بکارگیری روشی تحلیل فضایی در سه مرحله، به تبیین ابعاد اکولوژیکی شهر خرم‌آباد بپردازد.

در مرحله اول با بهره‌گیری از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، روند رشد کالبدی شهر و تأثیرات آن بر کاربری‌های اکولوژیک شهر و پیرامون در طول ۳۰ سال گذشته بررسی شد. نتایج این تحلیل نشان داد که رشد شهر به‌صورت بی‌برنامه بوده و تأثیرات مخربی را بر روی کاربری‌های اکولوژیک داشته است؛ به‌طوری‌که اراضی دارای پوشش گیاهی از سال ۱۳۶۹ تا سال ۱۴۰۰ به میزان ۳۳/۶۰۱ درصد کاهش داشته‌اند و این کاهش اراضی زیستی به نفع اراضی ساخته شده شهری بوده است.

شایان ذکر است که این نتایج با نتایج برخی پژوهش‌ها نیز همراستا بوده است؛ به‌طوری‌که لاله‌پور و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که با وجود اینکه شهر خرم‌آباد از پتانسیل‌های توسعه درونی برخوردار بوده است، طی دهه‌های گذشته با رشد افقی پراکنده مواجه بوده است. همچنین حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی نشان دادند بر اساس تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین، عمده رشد فضایی شهر خرم‌آباد در اراضی کشاورزی پیرامون شهر بوده است. به‌طوری‌که درصد لکه‌های شهری در سال ۱۳۶۵ که حدود ۳/۱۲ بوده، به ۶/۸۵ در سال ۱۳۹۹ رسیده و درصد لکه‌های کشاورزی از ۴۷/۸۳ در سال ۱۳۶۵ به ۷۱/۴۴ در سال ۱۳۹۹ رسیده که روندی کاهشی است.

در ادامه وضعیت پراکنش کاربری‌های سبز شهر (فضای سبز) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بخش حاکی از آن بود که پراکندگی کاربری‌های سبز به‌صورت خوشه‌ای بوده و به‌طور مساوی در تمامی نواحی شهر خرم‌آباد پراکنده نشده‌اند؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین مقادیر خوشه‌بندی در نواحی ۱۷، ۱۹، ۲۳ و ۲۴ شهری که در قسمت‌های شرقی، مرکزی و جنوبی شهر

است شکل گرفته و جهت توزیع این کاربری‌ها از شمال به جنوب و میزان تمرکز آنها در قسمت‌های مرکزی متمایل به جنوب شرقی شهر بوده است. همچنین با توجه به اینکه شاخص موران برابر با ۰/۳۵۹۱ بوده و چون این مقدار مثبت و نزدیک به ۱ است، مشخص گردید داده‌ها دارای خودهمبستگی فضایی نیز بوده‌اند.

در نهایت، بر اساس تحلیل پروماتی مشخص گردید از لحاظ برخورداری از شاخص‌های فضای سبز در میان مناطق سه‌گانه شهری خرم‌آباد، منطقه ۳ شهری با امتیاز ۰/۲۴ مطلوب‌ترین منطقه و در مقابل، منطقه ۲ با امتیاز ۰/۴۰ نامطلوب‌ترین منطقه می‌باشد.

به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که شهر خرم‌آباد با مشکلات زیست‌محیطی جدی و ناپایداری روبه‌رو است. تحلیل‌های دقیق انجام شده در طول این تحقیق ریشه اصلی این ناپایداری را در رشد فضایی بی‌رویه و فاقد برنامه‌ریزی طی سالیان گذشته آشکار می‌سازد. این نوع رشد که فاقد چشم‌انداز بلندمدت و ملاحظات زیست‌محیطی بوده است، نه تنها به برهم خوردن انسجام و فرم کالبدی شهر منجر شده، بلکه پیامدهای مخرب‌تری را نیز به همراه داشته است. یکی از مهم‌ترین این پیامدها، تخریب و نابودی کاربری‌های سبز و حیاتی است که در گذشته نقش پسرکرانه‌های زیستی و ریه‌های تنفسی شهر را ایفاء می‌کردند. از بین رفتن این مناطق، توانایی شهر را در حفظ منابع اکولوژیکی خود به‌شدت کاهش داده و آن را در برابر مخاطرات زیست‌محیطی آسیب‌پذیرتر کرده است.

علاوه بر این چالش کالبدی، شهر خرم‌آباد با معضل پراکنش نامتوازن و ناعادلانه فضای سبز شهری نیز دست‌وپنجه نرم می‌کند. یافته‌های پژوهش به‌وضوح نشان دهنده عدم وجود عدالت فضایی در توزیع این‌گونه کاربری‌های ضروری در میان نواحی و مناطق مختلف شهری است. این توزیع نابرابر به این معنا است که برخی مناطق از دسترسی کافی به فضای سبز و مزایای آن محروم بوده و این شکاف به‌مرور زمان، منجر به تشدید نابرابری‌های اجتماعی و زیست‌محیطی در شهر خواهد شد.

در مجموع این پژوهش هشدار می‌دهد که حرکت شهر خرم‌آباد به سمت ناپایداری، یک روند نگران‌کننده است که نیازمند اقدامات اصلاحی و مداخله‌ای فوری و مؤثر می‌باشد. مدیریت شهری و برنامه‌ریزان باید با درک عمیق از این چالش‌ها، نسبت به تدوین و اجرای برنامه‌های جامع توسعه شهری با رویکرد زیست‌محیطی، بازنگری در طرح‌های توسعه

- تأکید بر رشد هوشمند و رشد میان افزا و شهر اکولوژیک در طرح‌های مربوط توسعه کالبدی شهری؛
- تأکید بر عدالت فضایی در پراکنش فضای سبز شهری؛
- تکمیل و توسعه کمربند سبز شهری؛
- تأکید بر مفاهیم و پیاده سازی پایداری و توسعه پایدار شهری در طرح‌های توسعه شهری.

فضایی و تلاش برای دستیابی به توزیع عادلانه و کافی فضای سبز در سراسر شهر اقدام نمایند تا بتوانند مسیر ناپایداری را تغییر داده و به سوی شهری سبزتر و سالم‌تر گام بردارند.

راهکارها

- با توجه به یافته‌های تحقیق راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:
- مهار رشد کالبدی و لجام گسیخته شهر؛

References

- Alavipanah, S. K., Rafiei Emam, A., Hosseini, S. Z. A., & Jafarbigloo, M. (2006). Investigation of spectral variability of various vegetation and water phenomena using remote sensing. *Geographical Research*, 38(58), 81-97 (In Persian).
- Amir Fakhriyan, M., Khakpoor, B., Danayi, M., & Tavangar, M. (2013). The Study and Analysis of Social Implications of Urban Parks on the basis of Locational Conditions and General Situation of the Region (The Case Study of Zones 1 and 2 of Mashhad Municipality). *Geographic Space*, 12(40), 190-211 (In Persian).
- Amoushahi, S., Salmanmahiny, A., Moradi, H., Mikaeili Tabrizi, A. R., & Galán, C. (2023). An Analysis of the Importance of Sustainable Urban Development Indicators in Iran and its Comparison With Global Indicators. *Town and Country Planning*, 15(1), 53-71. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2022.348227.670348>
- Anguluri, R., & Narayanan, P. (2017). Role of green space in urban planning: Outlook towards smart cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 25, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.04.007>
- Bhaskar, P. (2012). Urbanization and changing green space in Indian cities (case study - City of Pune). *International Journal of Geology, Earth and Environmental Science*, 2(2), 148-156.
- Brown, K. W., Ryan, R. M., & Creswell, J. D. (2007). Mindfulness: Theoretical foundations and evidence for its salutary effects. *Psychological inquiry*, 18(4), 211-237. <https://doi.org/10.1080/10478400701598298>
- Cheraghi, A., & Borhani, F. (2016). Evaluation of Environmental and Sustainable Development of Four Pavements in Iran by Four Method of Multi-Criteria Analysis. *Journal of Environmental Science Studies*, 1(2), 51-62 (In Persian).
- Coolen, H., & Meesters, J. (2011). Private and public green spaces: meaningful but different settings. *Journal of Housing and the Built Environment*, 27(1), 49-67. <https://doi.org/10.1007/s10901-011-9246-5>
- Daz, S., Gaffari Ghilandeh, A., & Azizi, A. (2023). Analyzing the Changes in Urban Green Space of Gorgan City-Iran During 1987–2014. *Journal of Urban Ecology Researches*, 14(Vol 2. (Series 31)), 51-66 (In Persian). <https://doi.org/10.30473/grup.2020.39884.2150>
- De la Barrera, F., Reyes-Paecke, S., & Banzhaf, E. (2016). Indicators for green spaces in contrasting urban settings. *Ecological indicators*, 62, 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.027>
- Ehteshami, M., & Akrami, A. (2012). Using “Strategic Environmental Assessment” as a Managerial Means in Sustainable Development. *Strategy*, 21(1), 195-218 (In Persian).
- Ghadami, M., Divsalar, A., Ranjbar, Z., & Gholamian Aghamahali, T. (2013). Strategic Assessment of City Spatial Structure in Sustainability Framework (The Case of the City of Sari). *IUESA*, 1(3), 1-16 (In Persian).
- Ghanavati, E., Faraji Mollaie, A., & Azimi, A. (2012). The Environmental Quality of City and Urban Sprawl in Babolsar. *Human Geography Research*, 44(3), 193-215. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2012.24988>
- Handy, S. L. (1996). Understanding the link between urban form and nonwork travel behavior. *Journal of planning education and research*, 15(3), 183-198. <https://doi.org/10.1177/0739456X9601500>

- Harvey, K. L. (1973). Ephemeral active regions. *Solar Physics*, 32(2), 389-402. <https://doi.org/10.1007/BF00154951>
- Hataminejhad, H., Waysian, M., Mohammadivarzaneh, N., & Alizadeh, A. (2014). Application of GIS and Topsis Techniques in Analyzing and Prioritizing of Urban Green Space Case Study: Dehgolan City, 26(7) (In Persian).
- Hay, E. D. (1995). An overview of epithelio-mesenchymal transformation. *Cells Tissues Organs*, 154(1), 8-20.
- Hosseini, S. B., Rezazadeh, R., Bagheri, M., Azemati, H. R., & Ghanbaran, A. (2009). Environmental sustainability in urban open spaces: quality assessment of residential quarters in Tabriz. *Journal of Environmental Science and Technology*, 11(4), 173-184 (In Persian).
- Larijani, M., Ghasemi, F., & Yousefi Roubiat, E. (2014). Ecological analysis of green space structure in Jiroft city using landscape metrics. *Environmental Planning Quarterly*, 25, 49-64 (In Persian).
- Li, H., & Liu, Y. (2016). Neighborhood socioeconomic disadvantage and urban public green spaces availability: A localized modeling approach to inform land use policy. *Land use policy*, 57, 470-478. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.015>
- Li, W., Saphores, J., & Gillespie, T. W. (2015). A comparison of the economic benefits of urban green spaces estimated with NDVI and with high-resolution land cover data. *Landscape and Urban Planning*, 133, 105-117. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.09.013>
- Mahmoodzadeh, H., Vaezi, M., Rostami, R., & Bakooyi, M. (2022). Analysis of the ecological status of urban parks with emphasis on forest parks using GIS (Case study: Tabriz). *Jgs*, 22(65), 23-42 (In Persian).
- Marsousi, N., & Rashvand, S. (2017). The Trend Analysis Period From 2006 to 2011 Zanjan Urban Green Space and Present an Optimal Location. *Journal of Urban Ecology Researches*, 8(16), 101-118 (In Persian).
- Moharramnejad, N. (2012). *Environmental management and planning* (1st ed.). Behbod Publications (In Persian).
- Mohseninia, Z., Tabibian, M., & Habib, F. (2023). Improving Urban Ecological Security Management Using Quality Performance Development Technique, Case Study: Persian Gulf Martyrs-Lake Recreation. *Journal of Urban Ecology Researches*, 14(Vol 3 , (Series 32)), 97-114. <https://doi.org/10.30473/grup.2019.41265.2195>
- Momeni, M., & Sharifi Salim, A. R. (2011). *Multi-criteria decision making models and software*. Authors Publications (In Persian).
- Nikpour, A. (2014). Physical measurement of the form of the city based on density (a case study of Amol). *Urban Structure and Function Studies*, 2(8), 11-34 (In Persian).
- Ourang, F. (2007). *Existence, space, and architecture*. Tehran University Press (In Persian).
- Rabiiifar, V., Ziari, K., & Haghighat Naini, G. (2013). Environmental sustainable development assessment of Zanjan city using SWOT technique. *Urban and Regional Studies and Research Quarterly*, 16, 105-130 (In Persian).
- Ramezani Kiasejmahaleh, R., Esmaeli Alavijeh, E., & Amiri, M. J. (2021). Location of urban green space with multi-criteria evaluation methods, a case study of Tehran Region 4. *Journal of Urban Ecology Researches*, 11(22), 13-28. <https://doi.org/10.30473/grup.2021.7618>
- Razavian, M. T. (2002). *Urban land use planning* (1st ed.). Monshi Publications (In Persian).
- Razzaghian, F., Rahnama, M. R., Tavangar, M., & Aghajani, H. (2013). Ecological Analysis of Urban Parks (case study:Mashhad). *Journal of Environmental Studies*, 38(4), 155-168. <https://doi.org/10.22059/jes.2013.29870>
- Rigolon, A., Browning, M., & Jennings, V. (2018). Inequities in the quality of urban park systems: An environmental justice investigation of cities in the United States. *Landscape and Urban Planning*, 178, 156-169. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.05.026>
- Sarafi, M., Tokliniya, J., & Mohammadian. (2014). *New thoughts in urban planning* (1st ed.). Ghadyani Publications (In Persian).

- Vaaresi, H. R., Mohammadi, J., & Shaahivandi, A. (2008). Locating urban green space using GIS Model (Case study: Khorram Aabaad). *Journal of Geography and Regional Development*, 6(1), 84-103. <https://doi.org/10.22067/geography.v6i10.4271>
- Sasanpour, F. (2009). Evaluating urban sustainability capacity for good urban management. *Applied Research in Geographical Sciences*, 9(8), 203-231 (In Persian).
- Sathyakumar, V., Ramsankaran, R. A. A. J., & Bardhan, R. (2020). Geospatial approach for assessing spatiotemporal dynamics of urban green space distribution among neighbourhoods: A demonstration in Mumbai. *Urban forestry & urban greening*, 48, 126585. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126585>
- Sarafi, M., Tokliniya, J., & Mohammadian. (2014). *New thoughts in urban planning* (1st ed.). Ghadyani Publications (In Persian).
- Sharifianpour, N., & Faryadi, S. (2013). Comparative analysis of urban environment evaluation indicators. National Conference on Urban Planning and Management (In Persian).
- Shao, C., Tian, X., Guan, Y., Ju, M., & Xie, Q. (2013). Development and application of a new grey dynamic hierarchy analysis system (GDHAS) for evaluating urban ecological security. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(5), 2084-2108. <https://doi.org/10.3390/ijerph10052084>
- Talen, E. (1996). Do plans get implemented? A review of evaluation in planning. *Journal of planning literature*, 10(3), 248-259. <https://doi.org/10.1177/0885412296010003>
- Vaaresi, H. R., Mohammadi, J., & Shaahivandi, A. (2008). Locating urban green space using GIS Model (Case study: Khorram Aabaad). *Journal of Geography and Regional Development*, 6(1), 84-103. <https://doi.org/10.22067/geography.v6i10.4271>
- Wu, H., Song, F., Li, H., Bai, J., Cui, L., Su, F., ... & Ferreira, C. S. (2025). The Role of Nature Reserves in Ecosystem Services and Urban Ecological Sustainable Development. *Land*, 14(1), 136. <https://doi.org/10.3390/land14010136>
- Wu, K., Kuo, H., & Zhang, D. (2015). Monitoring Landscape Changes of Rural Townships in the Cold Region of China Using RS, GIS, and Landscape Metric. In *2nd International Forum on Electrical Engineering and Automation* (pp. 368-372). <https://doi.org/10.2991/ifeea-15.2016.78>
- Xu, L., Huang, Q., Ding, D., Mei, M., & Qin, H. (2018). Modelling urban expansion guided by land ecological suitability: A case study of Changzhou City, China. *Habitat International Journal*, 75, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.04.002>
- Yang, X., Bai, Y., Che, L., Qiao, F., & Xie, L. (2021). Incorporating ecological constraints into urban growth boundaries: A case study of ecologically fragile areas in the Upper Yellow River. *Journal of Ecological Indicators*, 124, 107436. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107436>
- Yu, D., Yanxu, L., & Bojie, F. (2019). Urban growth simulation guided by ecological constraints in Beijing city: Methods and implications for spatial planning. *Journal of environmental management*, 243, 402-410. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.087>
- Yousefi Najafabadi, M. (2012). *An introduction to ecological design*. Sustainable Architecture and Urban Development Conference (In Persian).
- Zhong, J., Hao, L., Sajinkumar, K. S., & Yan, D. (2024). Changes of ecological vulnerability in areas with different urban expansion patterns—A case study in the Yanhe river basin, China. *Journal of Environmental Management*, 370, 122607. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122607>
- Zhou, X., & Wang, Y.-C. (2011). Spatial-temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies. *Landscape and Urban Planning*, 100(3), 268-277. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.12.013>