Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ فضای شهری، سال دوازدهم، شمارهٔ ۱، بهار ۱٤۰٤، شمارهٔ پیاپی ۲۸

ارزیابی و مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهر زابل با استفاده از الگوریتم فراابتکاری جست‌وجوی ممنوعه (TS[1])

اکبر کیانی (دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل، زابل، ایران، نویسنده مسئول)
kianiakbar@uoz.ac.ir
غلامعلی خمر (دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل، زابل، ایران)
ah.khammar@uoz.ac.ir
فاطمه وظیفه جو (دانشجوی کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زابل، زابل، ایران)
fa.vazifejoo@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۱۲/۱۳ تاریخ تصویب: ۱٤۰۲/۰۵/۰۱
صص ۷٤-۵۹

DOI: 10.22067/jgusd.2023.74647.1157
مقالهٔ علمی - پژوهشی

چکیده

توزیع بهینه فضاهای سبز شهری در راستای اهداف پایدار و دسترسی عادلانه خدمات شهری ضرورت دارد. بر این اساس، مسئله پژوهش حاضر، مکان‌یابی بهینه فضای سبز را با حداقل‌ها در سطح شهر زابل مورد ارزیابی قرار داده است. هدف مقاله، مکان‌یابی بهینه فضای سبز درون‌شهری در راستای توزیع مناسب این نوع از کاربری‌ها به‌منظور تسهیل در دسترسی و بهبود تقاضا می‌باشد. نوع تحقیق کاربردی و روش پژوهش توصیفی- تحلیلی و مبتنی بر مطالعات اسنادی و بررسی‌های میدانی است. داده‌ها و اطلاعات به روش کتابخانه‌ای و مراجعه به سازمان‌های مرتبط جمع‌آوری شد. متغیرها شامل دادها و اطلاعات مرتبط با فضای سبز، مسکونی، شبکه ارتباطی، سرانه‌ها، فاصله دسترسی‌ها و ... می‌باشد. با استفاده از ابزار نرم‌افزارهای ArcGIS، Super Decision و MATLAB داده‌ها و اطلاعات تحلیل شدند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که وضعیت فضای سبز شهر زابل در سطح نواحی ۵ گانه دارای سهم یکسانی از توزیع بهینه فضای سبز شهر نیستند برای دسترسی به توزیع بهینه یا عادلانه فضای سبز شهری، میزان اختلاف نواحی ۵ گانه شهر زابل و در گام‌های بعدی، پس از مراحل تحلیل لایه‌های اطلاعاتی، طبقه‌بندی و ارزش‌گذاری درونی لایه‌ها و وزن دهی و همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی در محیط ArcGIS اقدام به اولویت‌بندی زمین‌های شهر زابل برای ایجاد فضای سبز شده است. سپس با استفاده از الگوریتم فرا ابتکاری جست و جوی ممنوعه (TS) در زمینه حل مسئله مکان‌یابی هاب (Hub) اقدام به انتخاب مناسب‌ترین پهنه‌ها با توجه مختصات محلات ٤۰ گانه گردیده و ۲ پهنه به عنوان گزینه‌های نهایی برای مکان‌یابی فضای سبز جدید انتخاب شدند.

کلیدواژه‌ها: الگوریتم فرا ابتکاری، فضای سبز، مکان‌یابی، هاب

1. Tabu Search

۱. مقدمه

تفاوت سرانه‌های فضای سبز شهری در ایران و جهان، نشان‌دهنده کارآمدی‌ها و ناکارآمدی‌های آن در شهرهای مختلف است (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۰، ص.۳۳). شهرسازان در ابتدای قرن بیستم با استاندارد نمودن فضای سبز شهری بر وضعیت اغلب شهرهای جهان و از جمله شهرهای ایران تأثیر گذاشته‌اند. به دلیل منحصر به فرد بودن واقعیت شهرها تأکید می‌گردد که توسعه فضای سبز نمی‌تواند استاندارد واحد اختیار نماید، بنابراین ابعاد فضای سبز مانند هر پدیده فضائی زنده، لازم است با در نظر گرفتن واقعیات زیست اکولوژیکی در قالب طرح‌های منطقه‌ای و محلی تعیین و تعریف شود (محمدزاده، ۱۳۹۰، ص.٦٥). کاربری فضای سبز شهری چند کارکردی (طبیعی، زیباشناختی، اجتماعی و ...) است (احمدی و همکاران،۱۳۹۰، ص.١٤٩). نمونه کارکرد اجتماعی؛ ارتباط فضایی سلامت اجتماعی بانوان مشهد بر حضور آن‌ها در فضاهای سبز شهری اثرگذار داشته است (رهنما و شاددل، ١٤٠١، ص.٤٥). از این‌رو، ملاحظه می‌شود فضای سبز شهری، نوعی از سطوح کاربری زمین شهری هستند که واجد بازدهی اجتماعی و بازدهی اکولوژیکی هستند (پریزادی، ۱۳۹۱، ص.۱۱۲) بنابراین، دسترسی به فضای سبز شهری در راستای اهداف پایدار و توزیع عادلانه خدمات شهری ضرورت دارد.

مطالعات نشان داده است که افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی موجب تبدیل فضاهای سبز شهری به سطوح بتنی خشن و نفوذناپذیر می‌شود، لازم است از روش‌ها و ابزار جدیدی که بتوانند در تصمیم‌گیری به برنامه‌ریزان کمک کنند، استفاده گردد (سجادی و جعفری تهرانی، ۱۳۹۳، ص.۲۷). با افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی انسان از طبیعت دور شده و تراکم بیش‌ازحد جمعیت، منجر به ایجاد ناهماهنگی در چگونگی استفاده از زمین شهری شده است (محمدی، ۱۳۸۱، ص. ۱۵). نیاز به برنامه‌ریزی جهت مکان‌یابی عنصر کالبدی – فضایی شهرها را مضاعف نموده است (کلامپ میکر[1]، ۲۰۱۸، ص.۵۳۱). پیامدهای توسعه‌ی شهری و پیچیدگی معضلات زیست‌محیطی آن‌ها، موجودیت فضای سبز و گسترش آن را برای همیشه اجتناب‌ناپذیر کرده است (رندروپ[2]، ۲۰۱۷، ص.۱۰۳). در این میان، فضای سبز جزء ضروری پیکره شهرها در متابولیسم آن‌ها نقش اساسی دارد و کمبود آن می‌تواند اختلالات جدی در حیات شهرها به وجود آورد (کلهرنیا، ١٣٦٥، ص.۱۳). بر اساس ویژگی‌های جغرافیایی، ارزیابی توزیع عادلانه فضای سبز در نواحی شهری (قدسی و همکاران، ١٤٠٠، ص.۱) قابل توجه است.

با توجه به موارد بالا، در راستای اهداف پایدار و توزیع عادلانه و مناسب فضای سبز شهری، و با در نظر گرفتن واقعیات زیست اکولوژیکی منطقه‌ای و محلی (محمدزاده، ۱۳۹۰، ص.٦٥)، استفاده از توزیع مناسب حداقل‌های کاربری فضای سبز با روش‌های علمی متناسب ضروری می‌نماید. از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای مکان‌یابی فضای سبز جدید (اکبریان و یزدان پناه، ۱۳۹۹، ص.۱۱۷) استفاده شده است. مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهر اردبیل با استفاده از GIS و روش ANP (امان اله پور و همکاران، ۱۳۹۸، ص.۱۲۷) انجام شده

1. Klompmaker
2. Randrup

است. مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهر مشهد با استفاده از مدل Fuzzy Logic و AHP، در محیط GIS (حاتمی و همکاران، ۱۳۹۵، ص.٦٣) مورد پژوهش قرار گرفت، فازی واقعیت پدیده‌ها را بهتر تبیین می‌نماید. اما در زمینه موضوع مقاله حاضر، نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که به علت جدید بودن و نیاز به نرم‌افزارها از روش الگوریتم‌های فرا ابتکاری کمتر مورد توجه قرار گرفته است؛ بنابراین، علاوه بر استفاده از GIS، از الگوریتم فرا ابتکاری جست‌وجوی ممنوعه در زمینه حل مساله مکان‌یابی هاب برای انتخاب پهنه‌های نهایی شهر زابل استفاده گردیده است.

مسئله پژوهش حاضر، فراتر از چارچوب استانداردهای متعارف بین‌المللی و ملی است و مکان‌یابی بهینه فضای سبز را با حداقل‌ها در سطح شهر زابل می‌توان مورد ارزیابی قرار داد و مقایسه استانداردها و سرانه‌ها (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۰، ص. ۳۳)، در پژوهش حاضر به سبب کمبود آب (خشکسالی هیدرولوژیکی، خشکسالی اقلیمی و ...)، کمبود زمین و توزیع نامناسب کاربری فضای سبز، عدم رعایت هم‌جواری‌ها و عدم توجه به سرانه و استانداردها، نیاز به ارایه رویکردهای جدیدتری دارد. بر این اساس هدف مقاله حاضر، مکان‌یابی بهینه فضای سبز درون‌شهری در راستای توزیع مناسب این نوع از کاربری‌ها به‌منظور تسهیل در دسترسی و بهبود تقاضا می‌باشد، به‌طوری‌که سرانه اختصاص‌یافته فضای سبز در شهر زابل برای هر نفر برابر با ۰/٦ مترمربع است. این رقم اختلاف آشکاری با شاخص‌های تعیین‌شده از سوی سازمان ملل (۲۰ تا ۲۵ مترمربع) و حتی وزارت راه و شهرسازی (۲۰– ۷) دارد (زیاری و همکاران، ۱۳۸۸، ص.۳۰). فضای سبز شهر زابل در سطح نواحی و محلات شهری توازن و توزیع متناسبی ندارند. شهر زابل به علت مهاجرپذیر بودن با رشد سریع جمعیت و گسترش بی‌رویه شهر، مواجه شده است، به طوری که جمعیت شهر از سال ۱۳٦۵ الی ۱۳۹۰ به ترتیب ۱/۸۳ درصد افزایش یافته است (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۹۷، ص.٦٦). بنابراین در این پژوهش تلاش شده است که با مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری زابل، بر اساس روش‌های جدید الگوریتم‌های فرا ابتکاری، همراه با GIS ساماندهی بیشتر این نوع از فضای شهری را فراهم نماید.

۲. روش‌شناسی

۲. ۱. روش پژوهش

نوع تحقیق کاربردی و روش مورد استفاده توصیفی– تحلیلی و مبتنی بر مطالعات اسنادی و بررسی‌های میدانی در سطح شهر زابل است. داده ها و اطلاعات مورد نیاز با مراجعه به سازمان‌های مربوطه، طرح‌ها و برنامه‌های جامع و تفصیلی، نقشه‌ها، مدارک و آمارنامه‌های موجود جمع‌آوری شده است. متغیرها شامل داده‌ها و اطلاعات مرتبط با فضای سبز، مسکونی، شبکه ارتباطی، سرانه‌ها، فاصله دسترسی‌ها و ... است و با استفاده از ابزار نرم‌افزارهای ArcGIS، Super Decision و MATLAB تحلیل شدند. از لایه‌های اطلاعاتی کاربری‌های زمین شهری و پراکنش فضای سبز شهر زابل، در وضع موجود اقدام به مکان‌یابی فضای سبز جدید برای افزایش سرانه و مساحت این نوع از

کاربری‌ها استفاده گردیده است، سپس از الگوریتم فرا ابتکاری جست‌وجوی ممنوعه در زمینه حل مساله مکان‌یابی هاب برای انتخاب پهنه‌های نهایی شهر زابل استفاده شده است.

۲. ۲. روش‌ها و تکنیک‌های به کار گرفته شده در پژوهش

علاوه به روش‌های متعارف همانند نرم‌افزارهای GIS ی و چندمعیاری از روش‌های زیر نیز در پژوهش استفاده شده است.

الف) الگوریتم جستجوی ممنوعه (TS[1])

یک الگوریتم بهینه‌سازی فرا ابتکاری است که برای رسیدن به جواب بهینه در یک مسئله بهینه‌سازی، الگوریتم جستجوی ممنوعه ابتدا از یک جواب اولیه شروع و سپس الگوریتم بهترین جواب همسایه را از میان همسایه‌های جواب فعلی انتخاب می‌کند. در صورتی که این جواب در فهرست ممنوعه قرار نداشته باشد، الگوریتم به جواب همسایه حرکت می‌کند؛ در غیر این صورت الگوریتم معیاری به نام معیار تنفس (معیار آرمانی) را چک خواهد کرد .بر اساس معیار تنفس اگر جواب همسایه از بهترین جواب یافت شده تاکنون بهتر باشد، الگوریتم به آن حرکت خواهد کرد، حتی اگر آن، جواب در فهرست ممنوعه باشد (مظاهری پور و صدیقی زاده، ۱۳۹٤، ص.۱۱۳). گلوور[2] و همکاران (۱۹۹۸) نمودار درختی مربوط به مراحل الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه (TS) را به صورت فلوچارتی با جواب‌های اولیه، ارزیابی جواب‌ها و جواب‌های نهایی ارائه نمودند.

ب) مکان‌یابی هاب

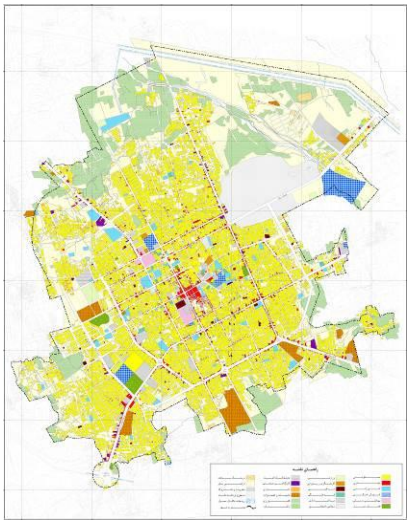
تحقیقات راجع به مکان‌یابی هاب[3] در طول دو دهه اخیر جایگاه مهمی در زمینه مکان‌یابی به خود اختصاص داده است، این امر در نتیجه‌ی استفاده‌ی فراوان از شبکه‌های هاب در حمل‌ونقل و ارتباطات مدرن بوده است. این سیستم بجای ارتباط مستقیم بین هر مبدأ- مقصد، شبکه‌ی هاب با مجموعه‌ی کوچکی از ارتباطات بین مبدأها مقصدها و هاب و بین هر جفتی از هاب‌ها خدمت ارائه می‌دهد (چهارسوقی و همکاران، ۱۳۹۳، ص.۱) و در واقع هاب‌ها تسهیلات ویژه‌ای هستند که به عنوان نقاط تعویض، انتقال و طبقه‌بندی در بسیاری از سیستم‌های توزیع به کار گرفته می‌شوند (کامپبل[4]، ۲۰۰۳، ص. ۱۲۱).

۲. ۳. محدوده مورد مطالعه

شهر زابل مطابق پیشنهاد طرح تفصیلی به ۵ ناحیه و ٤۰ محله تقسیم‌شده است. ناحیه یک دارای ۳٦۹۷۱ نفر جمعیت و دارای ۷ محله، ناحیه دو دارای ٤۱٦۱۹ نفر جمعیت و ۱۲ محله، ناحیه سه دارای ۳۵۵٤۷ نفر جمعیت و ٦ محله و ناحیه چهار دارای ۷۳۹۱ نفر جمعیت و ٦ محله و ناحیه پنج دارای ۲۲۷۲۲ نفر جمعیت و ۷ محله هست

1. Tabu Search
2. Glover
3. Hub location
4. Campbell

(طرح جامع زابل، ۱۳۸۸). در این پژوهش کل ٤٠ محله شهر زابل مورد بررسی قرار گرفته است. شکل (۱) نمایی از نقشه الگوی کاربری زمین در شهر زابل را نشان می‌دهد.



شکل ۱. نمایی از نقشه الگوی کاربری زمین در شهر زابل (مهندسین مشاور طاش، ۱۳۸٦)

۳. یافته‌ها

خروجی یافته‌ها در پژوهش حاضر، به سبب استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های مختلف متنوع است. در ادامه تلاش شده است، مهمترین موارد مرتبط، به طور خلاصه ارائه شود.

۳. ۱. مکان‌یابی فضای سبز شهری

۳. ۲. ۱. عوامل تأثیرگذار در مکان‌یابی فضای سبز شهری

عوامل مؤثر در مکان‌یابی فضاهای سبز شهر در ابعاد مختلف کالبدی – فیزیکی، اجتماعی و ...، بررسی شده‌اند. موسوی و همکاران (۱۳۹۱) مراحل درختی مکان‌یابی فضای سبز را ارائه نمودند که در این پژوهش از آن‌ها الگو گرفته شده است.

۳. ۲. ۲. ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی

دو مؤلفه فاصله و زمان مهم‌ترین مؤلفه‌ها در مکان‌یابی کاربری‌ها هستند. نوع دسترسی با فاصله و زمان سنجیده می‌شوند. این دو عامل واحد اندازه‌گیری آسایش محسوب می‌شوند. چگونگی دسترسی به خدمات شهری موردنیاز ساکنان و دوری از کاربری‌های مزاحم و ناسازگار از مؤلفه‌های مهم آسایش تلقی می‌شوند بر همین اساس ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی بر اساس فاصله‌ی معیارها بر حسب، مسافت ۱۰۰ متری در نظر گرفته‌شده است. در

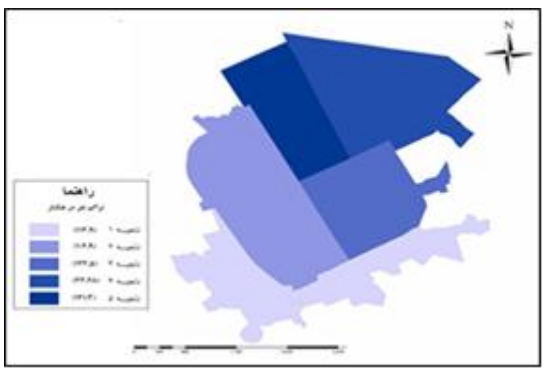
نتیجه کاربری‌های متناسب با فضای سبز هر چه فاصله کمتری داشته باشند، امتیاز بیشتر هر چه فاصله بیشتری داشته باشند امتیاز کمتری می‌گیرند.

جدول ۱. ارزش‌گذاری لایه‌ها بر حسب فاصله (متر)

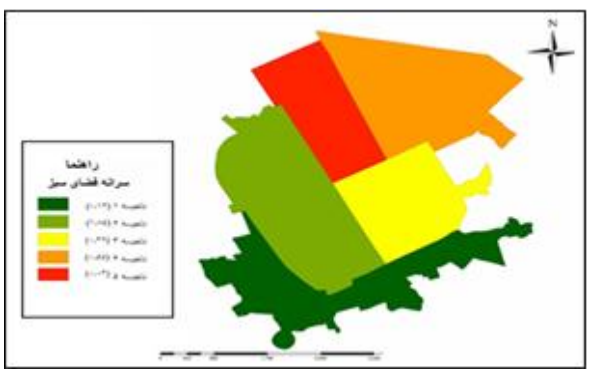
فاصله (متر)	بایر	مراکز مسکونی	تأسیسات و تجهیزات	مراکز آموزشی	شبکه ارتباطی	مراکز فرهنگی	فضای سبز	گورستان	اداری
۰–۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱	۱	۱۰
۱۰۰–۲۰۰	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۲	۲	۹
۲۰۰–۳۰۰	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۳	۳	۸
۳۰۰–٤۰۰	۷	۷	۷	۷	۷	۷	٤	٤	۷
٤۰۰–۵۰۰	٦	٦	٦	٦	٦	٦	۵	۵	٦
۵۰۰–٦۰۰	۵	۵	۵	۵	۵	۵	٦	٦	۵
٦۰۰–۷۰۰	٤	٤	٤	٤	٤	٤	۷	۷	٤
۷۰۰–۸۰۰	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۸	۸	۳
۸۰۰–۹۰۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۹	۹	۲
+۹۰۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۰	۱۰	۱

۳. ۲. ۳. ابعاد اجتماعی (تراکم و سرانه جمعیت)

از آنجایی که فضای سبز شهری برای استفاده شهروندان و بهره‌گیری هر چه بیشتر افراد انسانی ایجاد می‌شود بنابراین دسترسی تعداد بیشتری از شهروندان به این کاربری و توجه به مکان‌های پر تراکم از لحاظ جمعیت شهری می‌تواند به عنوان معیاری برای سنجش تناسب برای مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری باشد؛ بنابراین در این تحلیل نیز لایه‌ای از تراکم در سطح محلات شهری بر اساس داده‌های به دست آمده از آخرین طرح تفصیلی شهر زابل تهیه گردیده است. لازم به یادآوری است که مجاورت با مراکز دارای بیشترین تراکم جمعیتی (شکل ۲) و کمترین سرانه فضای سبز (شکل ۳) دارای اولویت در جای‌گیری فضای سبز جدید شهری است.



شکل ۲. تراکم جمعیتی شهر زابل

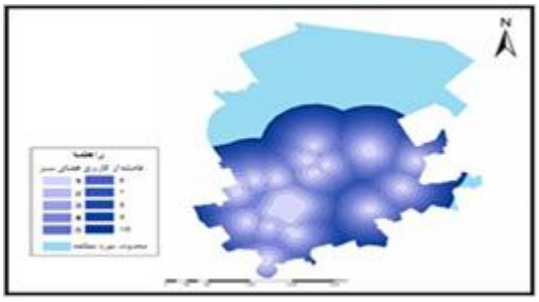


شکل ۳. سرانه فضای سبز شهر زابل

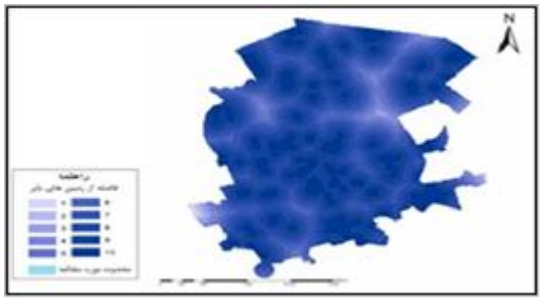
اطلاعات مربوط به فضای سبز نواحی مختلف شهر زابل حاکی از اختلاف زیاد، این نـواحی در زمینـه سـرانه‌هـای مربوط به فضای سبز شهری است. تراکم خالص شهری در بین نواحی مختلف شهر زابل برعکس سـرانه‌هـای فضـای سبز که توزیع عادلانه‌ای ندارد، به صورت منطقی‌تری وجود دارد. به‌طوری‌که به غیر از ناحیه ٤ که به دلیل وسـعت کـم آن دارای تراکم خالص کمتری است بقیه نواحی دارا تقریباً تراکم خالص نزدیک به هم هستند.

۳. ۲. ٤. کالبدی و فیزیکی

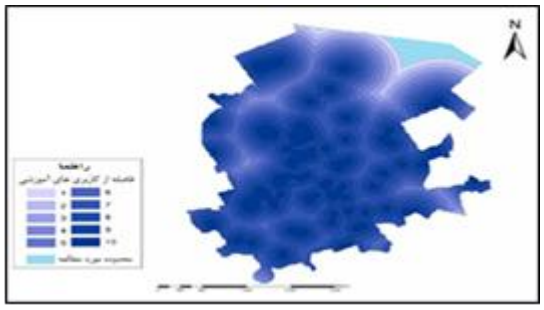
بررسی و تحلیل شاخص‌های کاربری وضع موجود، نزدیکی بـه زمـین‌هـای بـایر، نزدیکـی بـه مراکـز آموزشـی، نزدیکی به مراکز فرهنگی، فاصله از کاربری خـدماتی، فاصـله از مراکـز اداری، فاصـله از مراکـز بهداشـتی و فاصـله از کاربری نظامی جهت مکان‌یابی فضای سبز شهر زابل در این پژوهش مورد نظر است.



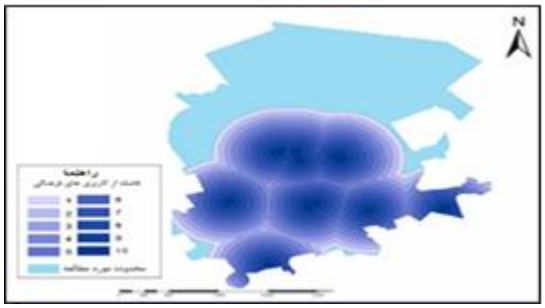
شکل ٤. فاصله از فضای سبز موجود



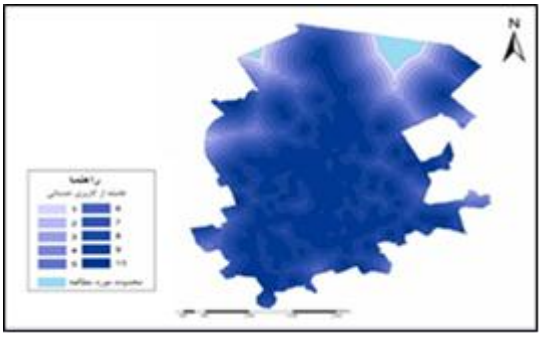
شکل ۵. فاصله از زمین‌های بایر



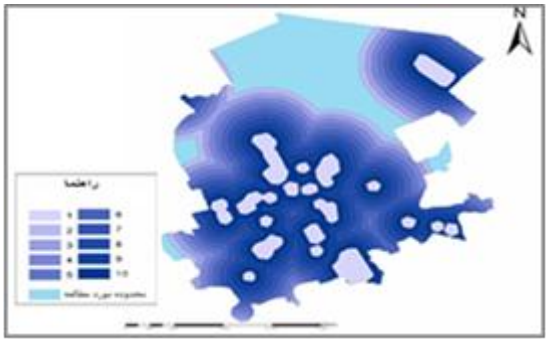
شکل ٦. فاصله از مراکز آموزشی



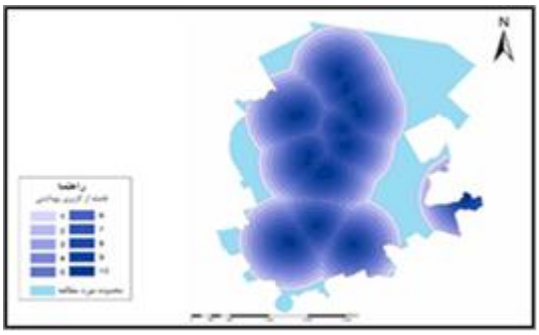
شکل ۷. فاصله از مراکز فرهنگی



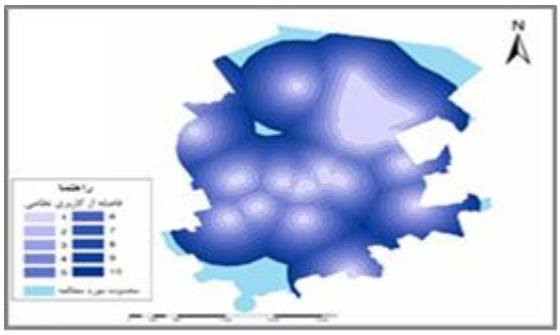
شکل ۸. فاصله از مراکز خدماتی



شکل ۹. فاصله از مراکز اداری



شکل ۱۰. فاصله از مراکز بهداشتی



شکل ۱۱. فاصله از مراکز نظامی

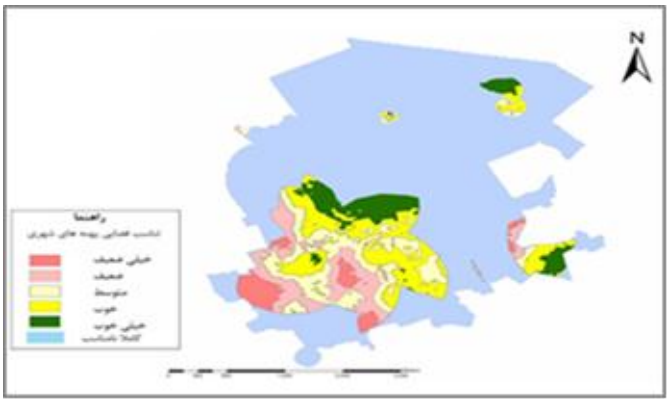
۳. ۲. ۵. وزن دهی لایه‌ها

به منظور وزن دهی لایه‌های تحقیق از نرم‌افزار Super Decision و ماتریس‌های مربوط به آن استفاده شد. بدین منظور پس از طراحی چهارچوب شاخص‌های تأثیرگذار در زمینه فضای سبز شهری و با استفاده از روش دلفی از ۳۵ نفر از متخصصان ارگان‌های مختلف مانند شهرداری، دانشگاه و ... پرسشگری به عمل‌آمده و داده‌های خام آن به محیط نرم‌افزار وارد شد تا میزان ارتباطات مثبت و منفی آن‌ها اندازه‌گیری شود. شکل (۱۲) نتایج حاصل از این تحلیل را نشان می‌دهد.

شکل ۱۲. اوزان مربوط به کاربری‌های مختلف تأثیرگذار در زمینه مکان‌یابی فضای سبز شهری

۳. ۲. ٦. روی‌هم گذاری لایه‌ها

در نهایت با استفاده از وزن‌های ارائه‌شده از سوی نرم‌افزار Super decision و ضرب وزن‌های به دست آمده در لایه‌های مؤثر در مکان‌یابی در Overlay weighted و ادغام لایه‌های وزن‌دار در Raster calculator مکان‌های اولویت‌دار برای ایجاد فضای سبز شناسایی شدند.

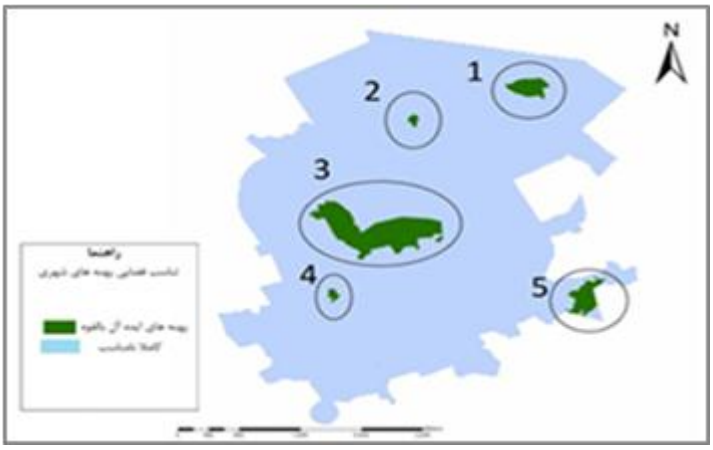


شکل ۱۳. نقشه نهایی مکان‌های مستعد فضای سبز شهری

جدول ۲. مساحت فضاهای مستعد مکان گزینی فضای سبز شهری

مقدار	خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف	نامناسب	زابل
مساحت (m^2)	۹٤۰۲٤	۲۷۷۳۱۰	۲٤۹۸۰۸	۱۱۳۰۲۸۲	٥٤۲۱٥۸	۱۸٥٥۱٤۱۸	۲۰۸٤٥۰۰۰
درصد ٪	۰/٤٥	۱/۳۳	۱/۱۹	٥/٤	۲/٦	۸۸	۱۰۰

با محاسبه مساحت مربوط به تناسب پهنه‌های پنج‌گانه با ابزار Calculate Area با هدف شناسایی مستعدترین زمین‌ها به منظور مکان‌یابی فضای سبز شهری مشخص شد که پهنه‌هایی به وسعت ۹٤۰۲٤ متر مربع و ۰/٤٥٪ با کسب نمره خیلی خوب، جز ایده آل‌ترین زمین‌ها برای استقرار فضای سبز شهری زابل می‌باشند. ضعیف‌ترین نقاط نیز مساحت ٥٤۲۱٥۸ متر مربع و ۲/٦ از وسعت شهر را به خود اختصاص دادند. لازم به ذکر است که بقیه زمین‌های شهری با مساحتی به وسعت ۱۸٥٥۱٤۱۸ متر مربع عملاً برای مکان‌یابی فضای سبز شهری مناسب نمی‌باشند و در صورت استقرار فضای سبز در این پهنه‌ها کارشناسی و مقرون‌به‌صرفه نخواهد بود. همان‌طور که در شکل (۱۳) مشخص شد، به منظور مکان‌یابی فضای سبز شهری، نرم‌افزار در طیف پهنه‌های خیلی خوب ٥ نقطه در سطح شهر را مناسب تشخیص داد که در شکل (۱٤) موقعیت مربوط به هر کدام از آن‌ها مورد اشاره قرارگرفته است.

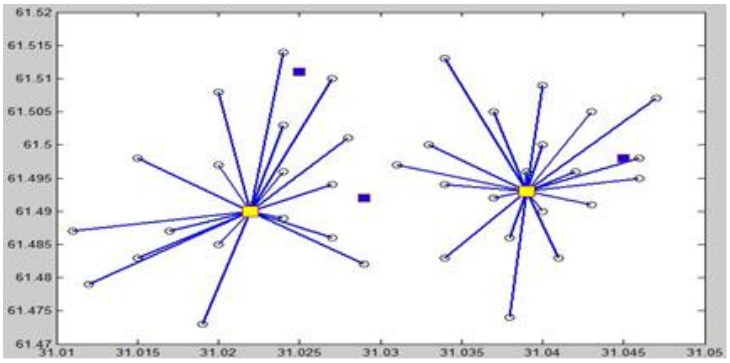


شکل ١٤. موقعیت پهنه‌های ٥ گانه نهایی در سطح شهر

٣. ٢. ٧. انتخاب بهینه‌ترین نقاط مستعد

لازم به ذکر است که عموم پژوهش‌های انجام‌شده در رابطه با مکان‌یابی کاربری‌های مختلف همواره به ارائه طیف گسترده‌ای از نقاط و در قسمت‌های مختلف شهر می‌پردازند که طبیعتاً اجرایی کردن همه گزینه‌ها به دلیل محدود بودن منابع اختصاصی امری غیرممکن است و از سوی دیگر در موارد بسیاری مجریان طرح را در انتخاب ارجح‌ترین گزینه با مشکل مواجه می‌سازد از این‌رو ارائه سازوکاری علمی به منظور انتخاب نهایی‌ترین پهنه امری اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین در این پژوهش برای حل این مشکل از مدل فرا ابتکاری الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه (TS) با رویکرد نزدیک‌ترین دسترسی استفاده می‌شود تا نقاطی که نسبت به محلات مختلف شهر زابل سطح بیشتری را پوشش می‌دهند شناسایی شوند. برای این منظور اقدام به ثبت مختصات جغرافیایی مرکز محلات ٤٠ گانه شهر زابل شده است.

با واردکردن اطلاعات به محیط نرم‌افزار متلب و با تعریف تعداد ١٠٠ تکرار، الگوریتم در مقدار ٥٩٥ و بازمانی تقریبی ١٤ ثانیه به بهترین جواب ممکن رسیده و پهنه‌های ٤ و ٢ را به ترتیب به عنوان مناسب‌ترین نقاط به منظور مکان‌یابی فضای سبز نقاط ١، ٣ و ٥ نیز نسبت به نقاط انتخابی نرم‌افزار، به علت محدودیت‌هایی مانند شکل پراکنش محلات شهر، تراکم کم‌تر جمعیت و دسترسی‌های محدودتر در مجموعه انتخابی قرار نگرفت. شکل (١٥) پهنه‌های شناسایی‌شده را با توجه به وضعیت دسترسی محلات ٤٠ گانه شهر زابل از ٥ گزینه به ٢ گزینه بهینه می‌کند که این موضوع همواره می‌تواند برنامه ریزان شهری را در زمینه انتخاب پهنه نهایی به منظور مکان‌یابی فضای سبز شهری یاری کند.



شکل ۱۵. هاب های مبدأ سفر محلات ٤٠ گانه شهر زابل

جدول ۳. محلات چهل‌گانه شهر زابل و هاب های مرتبط با آن‌ها

شماره	هاب	مسافت	محله	شماره	هاب	مسافت	محله
١	٢	٠/٠٢٤١	پادگان نظامی	٢١	٢	٠/٠٢٠٦	جانبازان
٢	٢	٠/٠١٨١	هاشم‌آباد	٢٢	٤	٠/٠٢٠٦	کشتارگاه
٣	٢	٠/٠١٠٦	لطفی	٢٣	٤	٠/٠٠٨٩	احمدآباد
٤	٢	٠/٠١١٤	هیرمند ١	٢٤	٤	٠/٠٠٩٢	حسین‌آباد
٥	٢	٠/٠١٤٩	القورآباد	٢٥	٤	٠/٠٠٥١	استادیوم
٦	٢	٠/٠٠٩٩	هیرمند ٢	٢٦	٤	٠/٠١٢٢	گاراژ
٧	٢	٠/٠١٧٣	حاجی‌آباد	٢٧	٤	٠/٠١٦٠	قاسم‌آباد
٨	٤	٠/٠١٩٠	اسلامی	٢٨	٤	٠/٠١٢٦	محله پادگان
٩	٢	٠/٠٠٥٤	پادگان نظامی ٢	٢٩	٤	٠/٠١٦١	پشت باسکول
١٠	٢	٠/٠٠٥٨	پادگان نظامی ٣	٣٠	٤	٠/٠٠٧١	شرکت فرش
١١	٢	٠/٠١٨٢	هیرمند	٣١	٤	٠/٠٠٨٦	ناسیونال
١٢	٢	٠/٠٢٠٢	محله پادگان	٣٢	٤	٠/٠٠٢٢	جمالی
١٣	٢	٠/٠٦٤	افشار	٣٣	٤	٠/٠٠٣٠	فندق
١٤	٤	٠/٠١١٢	میدان جهاد	٣٤	٤	٠/٠٠٣٢	ریگی
١٥	٤	٠/٠١٠٢	بربری ها	٣٥	٤	٠/٠٠٤٢	پاسداران
١٦	٤	٠/٠٠٧١	القورآباد	٣٦	٤	٠/٠٠٧٣	ورقه
١٧	٢	٠/٠١٠٦	شهریاری	٣٧	٤	٠/٠٠٤٥	ناسیونال ٢
١٨	٢	٠/٠٠٦٤	بنجار	٣٨	٤	٠/٠٠٣٢	سه قلعه
١٩	٢	٠/٠٠٦٣	مسجد رضوان	٣٩	٢	٠/٠٠٧٣	محمدآباد
٢٠	٢	٠,٠١٢٥	کمالی	٤٠	٢	٠,٠١٣٢	سیاه مرد

در حالی که طبق استانداردهای جهانی ۱۰/۱ تا ۱۶/۱ سطح شهر باید به فضای سبز اختصاص داده شود. سرانه پیشنهادی سازمان ملل برای کاربری فضای سبز ۲۵-۲۰ متر مربع و سرانه پیشنهادی سازمان مسکن و شهرسازی ۱۲-۷ متر مربع است.

بر اساس آخرین اطلاعات مستند مربوط به کاربری‌های شهر زابل، کاربری فضای سبز شهری شامل اراضی اختصاص داده شده به فضاهای سبز و پارک‌های عمومی و باغات خصوصی است که مجموعاً بیش از ۱۱/۳ هکتار (شامل ۹/۶ هکتار فضای سبز عمومی و ۱/۷ هکتار باغات خصوصی) مساحت دارد. سهم نسبی اراضی این کاربری از کل مساحت شهر بیش از ۰/۵ درصد و از مساحت خالص شهر نزدیک به ۰/۹ درصد بوده و سرانه متناظر با آن ۰/۸ متر مربع (شامل ۰/۷ متر مربع آن مربوط به فضاهای سبز عمومی و ۰/۱ متر مربع مربوط به باغات خصوصی) است. این ارقام مبین سهم نسبی بسیار ناچیز فضای سبز در شهر و کمبود شدید آن برای شهروندان است. بررسی وضعیت تقسیم‌بندی فضای سبز شهر زابل در طرح جامع شهر و تطبیق آن با آخرین موجود نشان داد که نواحی ۵ گانه شهر زابل دارای سهم یکسانی از توزیع فضای سبز شهر نیستند.

٤. بحث

تحلیل علمی و مکان‌یابی بهینه فضاهای سبز شهری، چنانچه با الهام از نظریه‌های عدالت محور و توزیع عادلانه خدمات شهری و استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های متناسب باشد، برنامه‌ریزی بنیادی و مدیریت شهرها را با چشم-اندازهای بهتری مواجه خواهد نمود. ویژگی‌های جغرافیایی شهر زابل و یافته‌های پژوهش حاضر، نشان می‌دهند که سهم توزیع عادلانه متناسب با استانداردهای حداقلی در نواحی مختلف شهر تحقق پیدا ننمود است و از سویی دیگر به علت‌های مختلف (مرزی بودن، فرار سرمایه از شهر، خشکسالی‌ها، کمبود منابع آبی و ...) تخصیص بهینه فضای سبز شهر را با مشکل مواجه نموده است. رویکرد، روش و تکنیک استفاده از الگوریتم فراابتکاری جست و جوی ممنوعه با تکنیک‌های متعارف همانند GIS، در حل مشکل توزیع و مکان‌یابی بهینه فضاهای سبز قابل تعامل است و ارمغان جدیدی با حداقل‌ها را برای برنامه‌ریزان و مدیران شهری فراهم می‌نماید.

مقایسه پژوهش حاضر با پژوهش‌های مشابه داخلی و خارجی، نشان می‌دهد که تفاوت اصلی در چگونگی استفاده از روش و تکنیک و موضوع وجود دارد. بیشتر پژوهش‌ها مرتبط با علوم فنی و مهندسی و حتی علوم اکولوژیکی بوده است اما در حوزه برنامه‌ریزی شهری و به ویژه موضوع مقاله حاضر پژوهش با مشابهت بالا قابل ملاحظه نیست. یقینی و همکاران (۱۳۸۹) پژوهشی در مورد یافتن کوتاه‌ترین مسیر همیلتونی برای شهرهای ایران با استفاده از الگوریتم‌های جستجوی ممنوعه و ممتیک انجام دادند که مسئله یافتن کوتاه‌ترین مسیر همیلتونی، به دست آوردن کوتاه‌ترین مسیر بین مجموعه‌ای از شهرهاست، به گونه‌ای که هر شهر فقط یک‌بار در مسیر قرار گرفته و مسیر ساخته شده به شهر اول منتهی شود. این مسئله علاوه بر جنبه نظری از جنبه کاربردی نیز اهمیت فراوانی دارد و در ساخت تراشه‌های الکترونیکی، زمان‌بندی کارها، تعیین توالی کارها و در مسیریابی وسایل نقلیه مورد استفاده قرار

می‌گیرد. با توجه به اهمیت و کاربرد گسترده یافتن کوتاه‌ترین مسیر همیلتونی، در مقاله مذکور برای اولین بار، این مسئله بین ٤٢٣ شهر ایران با استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری حل شده است. افندی زاده زرگری و همکاران (۱۳۹۸) استفاده از روش بهینه‌سازی و فرا ابتکاری به منظور کاهش سرفاصله زمانی اتوبوس‌رانی در شهر قزوین را انجام دادند. افتخاری و اکبری (۱۳۹۹) ارزیابی هزینه‌ای مدل‌های فرا ابتکاری مورد استفاده در طراحی شبکه توزیع آب شهری را انجام دادند که با توجه به تابع هدف و معیار هزینه و با رعایت قیود سرعت و فشار مجاز شبکه، بهینه‌سازی انجام شد تورگال و همکاران (۲۰۲۱) رویکرد چند هدفه برای خدمات حمل و نقل شهری (پرتغال) با استفاده از جستجوی ممنوعه انجام دادند. گمیرامیشل و همکاران (۲۰۲۱) جستجوی ممنوعه را برای مشکل مسیریابی وسیله نقلیه وابسته به زمان با پنجره‌های زمانی در یک شبکه جاده‌ای انجام دادند. وانگفن و ژانگ (۲۰۱۹) مدل کاوش فضایی برای حفاظت اکولوژیکی زمین شهری بر اساس الگوریتم کلونی زنبورهای مصنوعی اصلاح شده را انجام دادند که مرتبط با مباحث اکولوژیکی زمین شهری هست.

نوآوری پژوهش حاضر، نسبت به پژوهش‌های پیشین این است که در پژوهش‌های گذشته مرتبط با مکان‌یابی فضاهای سبز شهری، بیشتر به ارائه طیف گسترده‌ای از نقاط در قسمت‌های مختلف شهر پرداخته می‌شد و طبیعتاً اجرایی کردن همه گزینه‌ها به دلیل محدود بودن منابع تخصیصی، امری غیرممکن می‌نمود و از سوی دیگر در مواردی بسیاری مجریان طرح را در انتخاب ارجح‌ترین گزینه مطلوب و بهینه با مشکل مواجه می‌نمود؛ اما پژوهش حاضر، برای حل این مشکل از مدل فرا ابتکاری الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه (TS) برای حل مساله مکان‌یابی هاب با رویکرد نزدیک‌ترین دسترسی استفاده نموده است تا نقاطی که نسبت به محلات مختلف شهر زابل سطح بیشتری را پوشش می‌دهند شناسایی شوند. از این‌رو، تفاوت پژوهش‌های پیشین با این پژوهش در این است که در تحقیقات پیشین استفاده از ابزار و روش‌های به‌روز در تجزیه و تحلیل اطلاعات و مکان‌یابی فضای سبز مانند الگوریتم‌های فرا ابتکاری و مدل‌های جدید ریاضی در این زمینه استفاده نشده است.

۵. نتیجه‌گیری

فضاهای سبز عمومی، مهم‌ترین بخش شهرها و محیط‌های شهری‌اند که هم از دیدگاه تأمین نیازهای زیست‌محیطی شهرنشینان و هم از نظر فضای فراغتی و بستر ارتباط و تعامل اجتماعی آنان جایگاهی درخور اهمیت دارند. یکی از مهم‌ترین عناصر این مجموعه‌ها، پارک‌ها و فضاهای سبز شهری‌اند که نقشی فعال در سلامتی شهر و شهروندان ایفا می‌کنند. در نتیجه بهبود وضعیت این نوع از کاربری‌ها تأثیر بسزایی در زمینه افزایش کیفیت زندگی شهروندان دارد. بررسی وضعیت تقسیم‌بندی فضای سبز شهر زابل نشان می‌دهد که نواحی ۵ گانه شهر زابل دارای سهم یکسانی از توزیع فضای سبز شهر نیستند به عنوان مثال ناحیه ۲ شهر زابل باوجود دارا بودن ۲۹٪ جمعیت شهر سهم غیرمعمول ۷۷٪ درصد (۷۷۱۲۹ متر مربع) از کل فضای سبز موجود شهر می‌باشد. در حالی که مثلاً ناحیه ۵ شهر زابل با وجود اینکه بالای ۲۲ هزار نفر را در خود جای‌داده است تقریباً هیچ سهمی از فضای سبز شهری زابل

ندارد؛ بنابراین برای حل این مشکل از مدل فرا ابتکاری الگوریتم جست‌وجوی ممنوعه (TS) با رویکرد نزدیک‌ترین دسترسی استفاده می‌شود تا نقاطی که نسبت به محلات مختلف شهر زابل سطح بیشتری را پوشش می‌دهند شناسایی شوند. ازآنجا که در این پژوهش با پارامترهای متفاوتی روبرو هستیم و ارزش‌گذاری هر یک از این پارامترها نیاز به زمان طولانی و دقت فراوان دارد و با توجه به این که خاصیت اصلی GIS در ارزشیابی چند منظوره و تحلیل‌های جامع‌نگر این است که در کمترین زمان و دقیق‌ترین شکل با پردازش پارامترهای بیشمار تصمیم‌گیری قطعی را میسر می‌سازد بدین منظور در قسمتی از این پژوهش برای تعیین مکان مناسب برای احداث فضای سبز شهری از روش تحلیل مکانی و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد، در مرحله نهایی با کمک مدل جست‌وجوی ممنوعه در راستای حل مساله مکان‌یابی هاب واقع در نرم‌افزار متلب اقدام به تعریف مختصات جغرافیایی محلات ٤٠ گانه شهر زابل به این مدل و با هدف تعیین درجه دسترسی آن‌ها به هر کدام از پهنه‌های ۵ گانه شد.

نتایج حاصل از اجرای مدل فرا ابتکاری جست‌وجوی ممنوعه در زمینه حل مساله مکان‌یابی هاب نشان داد که این مدل نه تنها کمک شایانی به انتخاب پهنه‌های نهایی تحقیق می‌کند بلکه به نوعی حوزه نفوذ محلات را هم تشخیص داده و وضعیت پوشش تفکیک‌شده محلات نسبت به فضای سبز را نشان می‌دهد که این امر به‌نوبه خود گامی مؤثر در زمینه برنامه‌ریزی هوشمندانه‌تر شهر است.

کتاب نامه

۱. احد نژاد روشتی، م.، عظیم زاده ایرانی، ا.، و نجفی، سعید. (۱۳۹۸). تحلیلی بر روند تغییرات کاربری اراضی و فرصت‌ها و موانع پیشرفت و رشد شهری (مطالعه موردی: شهر زابل). *جغرافیا و مطالعات محیطی*، ۸ (۳۰)، ۷٦-۵۹.

۲. احمدی، ع.، موحد، ع.، و شجاعیان، ع. (۱۳۹۰). ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از GIS و روش AHP (منطقه موردمطالعه: منطقه ۷ شهرداری اهواز)، *فصل‌نامه آمایش محیط*، ٤ (۱۵)، ۱٦۲-۱٤۸.

۳. افتخاری، م.، و اکبری، م. (۱۳۹۹). ارزیابی هزینه ای مدل های فرا ابتکاری مورد استفاده در طراحی شبکه توزیع آب شهری. *نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب*، ۵ (۲)، ٤۸ -۵٦.

٤. افندی زاده زرگری، ش.، بیگدلی راد؛ ح.، و شاکر، ح. (۱۳۹۸). استفاده از روش بهینه سازی و فرا ابتکاری به منظور کاهش سرفاصله زمانی اتوبوس (نمونه موردی: خطوط اتوبوس رانی قزوین). *فصلنامه مهندسی حمل و نقل*، ۱۰ (٤)، ۸۳۳ -۸٤۹.

۵. اکبریان، ر.، و یزدان پناه، ن. (۱۳۹۹). اولویت‌سنجی مکانی توسعه فضاهای سبز و پارک‌های شهری با استفاده از روش AHP و مکان‌یابی آن در محیط GIS، *جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس*، ۱۲ (٤۳)، ۱۵۰-۱۱۷.

٦. امان اله پور، ا.، نظم فر، ح.، و لطفی شاهماربیگلو، ر. (۱۳۹۸). مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری با استفاده از GISو روشANP مطالعه موردی: شهر اردبیل، *جغرافیا و توسعه فضای شهری*، ٦ (۱)، ۱٤٦-. ۱۲۷

۷. پریزادی، ط.، شیخی، ح.، و ابراهیم پور، م. (۱۳۹۱). مکان‌یابی فضای سبز شهری (پارک‌های درون‌شهری) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه ۹ کلان‌شهر مشهد)، *مجله علمی –پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی*، ۲ (۳)، ۱۳٤-۱۱۱.

۸. پورمحمدی، م. ر.، قربانی، ر.، و بهشتی روی، م. (۱۳۹۰). سرانه فضای سبزشهری در ایران و جهان، با تاملی بر کارآمدی‌ها و ناکارآمدی‌های آن در شهرهای کشور، *نشریه جغرافیا و برنامه ریزی*، ۱٦(۳٦)، ۳۳.

۹. چهارسوقی، س.ک.، ممیزی، ف.، و یزد خواستی، ا. (۱۳۹۳). توسعه مدل مکان‌یابی هاب بر مبنای صرفه‌جویی اقتصادی جریان‌ها با استفاده از وسایل حمل‌ونقل ظرفیت دار و محدودیت جریان ورودی به هاب. *نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید*، ۲ (٤)، ۱۹-۱.

۱۰. حاتمی د.، عربی ز.، و رحمانی ا. (۱۳۹۵). مکان یابی بهینه فضای سبز شهری با استفاده ازمدل Logic Fuzzy وAHP ، در محیط GIS (نمونه موردی: شهر مشهد)، *فصلنامه آمایش محیط*، ۹(۳۲)، ٦۳-۸٤.

۱۱. رهنما، م. ر.، و شاددل ل. (۱٤۰۱). ارزیابی ارتباط فضایی سلامت اجتماعی بانوان مشهد و فضاهای سبز شهری؛ چه عواملی بر حضور آن‌ها در فضاهای سبز شهری اثرگذار است؟، *فصلنامه پژوهش های جغرافیای انسانی*، ٥٤(۱۱۹)، ٤٥-٦٥.

۱۲. زیاری، ک. (۱۳۸۱). *برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری*. یزد: انتشارات دانشگاه یزد.

۱۳. زیاری، ک.، مهدنژاد، ح.، و فریاد پ. (۱۳۸۸). *مبانی و تکنیک‌های برنامه‌ریزی شهری*، انتشارات دانشگاه بین-المللی چاه بهار.

۱٤. سجادی، م.، و جعفری تهرانی، ح. (۱۳۹۳). برنامه‌ریزی فضای سبز شهری با رویکرد توسعه پایدار (مطالعه موردی منطقه سه شهر اصفهان). *معماری و شهر پایدار*، ۲ (۲)، ٤۲-۲۷.

۱٥. قدسی، س. ج.، شریف‌زاده ا.، و احدنژاد رودتشتی، م. (۱٤۰۰). ارزیابی فضای سبز شهری با تأکید بر توزیع عادلانه بین نواحی شهری (مطالعه موردی: شهر زنجان)، *نشریه توسعه پایدار محیط جغرافیایی*، ۳(٤)، ۱-۱٥.

۱٦. کلهرنیا، ب. (۱۳٦٥). *برنامه‌ریزی پارک‌های شهری و فضاهای سبز*، جزوه سازمان پارک‌ها و فضای سبز تهران، تهران: کتاب سبز شهرداری، وزارت کشور.

۱۷. محمدزاده ر. (۱۳۹۰). نقدی بر توسعه فضاهای سبز استاندارد (نمونه موردی: شهرهای ایران)، *فصلنامه فضای جغرافیایی*، ۱۱(۳٥)، ٦٥-۸۸.

۱۸. محمدی، ج. (۱۳۸۱). *تحلیل پراکندگی فضایی و مکان‌یابی فضای سبز شهری در منطقه دو شهرداری تبریز*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.

۱۹. مرادی، ع.، غلامی، م.، شیبانی امین، ع.، بختیاری کیا، م. (۱۳۹٥). بررسی و تحلیل جمعیت شهر زابل طی مهر و موم‌های ۱۳۹٤-۱۳٦۸ و پیش‌بینی جمعیت و زمین مورد نیاز برای اسکان تا افق ۱٤۰٤. دومین کنگره بین‌المللی علوم زمین و توسعه شهری. https://civilica.com/doc/526446/

۲۰. مرکز آمار ایران. (۱۳۹۰-۱۳۸٥). سرشماری عمومی نفوس و مسکن، تهران، مرکز آمار ایران.

۲۱. مظاهری پور، ه.، و صدیقی زاده، د. (۱۳۹٤). بهینه‌سازی مسیریابی وسایل نقلیه با استفاده از الگوریتم‌های جستجوی ممنوع و ژنتیک با در نظرگیری محدودیت‌های تقدمی. نخستین همایش ملی مهندسی صنایع. https://civilica.com/doc/639508

۲۲. موسوی، م. ن.، رشیدی ابراهیم حصاری، ا.، و روشن رودی، س. (۲۰۱۲). مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری: موردمطالعه شهر بناب. *جغرافیا و مطالعات محیطی*، ۱ (۳)، ۱٤-۱.

۲۳. مهندسین مشاور طاش. (۱۳۸٦). *طرح جامع شهر زابل*. کارفرما سازمان مسکن و شهرسازی استان سیستان و بلوچستان، شرکت طرح اندیشان شهر (طالش).

۲٤. یقینی، م.، مومنی م.، و سرمدی م. ر. (۱۳۸۹). یافتن کوتاه ترین مسیر همیلتونی برای شهرهای ایران با استفاده از الگوریتم های جستجوی ممنوعه و ممتیک. *فصلنامه مهندسی حمل و نقل*، ۲ (۲)، ۱۹٦-۱۸۱.

25. Campbell, J.F., Ernst, A.T. & Krishnamoorthy, M. (2002). Hub location problems. In: Drezner, Z., Hamacher, H.W. (Eds.). *Facility Location: Applications and Theory*. Springer, Heidelberg, 373-408.
26. Glover, F., & Laguna, M. (1998). *Tabu search in handbook of combinatorial optimization*. Boston: Springer.
27. GmiraMichel, Maha., Potvin, G. (2021). Tabu search for the time-dependent vehicle routing problem with time windows on a road network. *European Journal of Operational Research*, 288 (1), 129-140.
28. Klompmaker, J. O., Hoek, G., Bloemsma, L. D., Gehring, U., Strak, M., Wijga, A. H., & Janssen, N. A. (2018). Green space definition affects associations of green space with overweight and physical activity. *Environmental research*, 160 (2018), 531-540.
29. Randrup, T. B., Östberg, J., & Wiström, B. (2017). Swedish green space management–The manager's perspective. *Urban forestry & urban greening*, 28 (2017), 103-109.
30. Sante Riveira, I., Crecente-Maseda, R., & Miranda-Barros, D. (2008). GIS-based planning support system for rural land-use allocation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 63 (2), 257-273.
31. TorgalTeresa, M., & DiasTânia Fontes G. (2021). A multi-objective approach for DRT service using tabu search. *Transportation Research Procedia*, 52 (2021), 91-98.
32. WangFen, H., Zhang, Q. (2019). A spatial exploring model for urban land ecological security based on a modified artificial bee colony algorithm. *Ecological Informatics*, 50 (2019), 51-61.