نشریه علمی علوم و فنون نقشه برداری، دوره دهم، شماره ۴، خرداد ماه ۱۴۰۰ - مقاله پژوهشی

انتخاب سایت‌های مناسب برای احداث پارک شهری با بکارگیری سیستم اطلاعات مکانی (GIS) و الگوریتم ژنتیک - مطالعه موردی شهر سماوا عراق

حسین اعتمادفرد[۱]، وحید صادقی*[۲]، نعمه عبدالعباس الدیراوی[۳]، روزبه شاد[۴]

[۱] استادیار گروه مهندسی عمران - دانشکده مهندسی - دانشگاه فردوسی مشهد
etemadfard@um.ac.ir

[۲] استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری - دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه تبریز
v.sadeghi@tabrizu.ac.ir

[۳] کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - گروه مهندسی عمران - دانشکده مهندسی - دانشگاه فردوسی مشهد
wi2335lliam1993@gmail.com

[۴] دانشیار گروه مهندسی عمران - دانشکده مهندسی - دانشگاه فردوسی مشهد
r.shad@um.ac.ir

(تاریخ دریافت شهریور ۱۳۹۹، تاریخ تصویب دی ۱۳۹۹)

چکیده

از جمله مسائل مهمی که در مدیریت شهری باید به آن توجه داشت، مسئله مکان‌یابی پارک شهری است. پارک‌های شهری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فضاهای عمومی-خدماتی شهر، نقش زیادی در ارتقای شرایط اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی نواحی شهری دارند. برای دست‌یابی به یک پارک عمومی موفق، اصلی‌ترین عامل، دسترسی و پیوند مناسب بین ویژگی‌های مختلف ساختار شهری است. بنابراین شناسایی معیارهای تأثیرگذار و استفاده از ابزارهای مناسب برای به‌کارگیری و تغییر آن‌ها به‌منظور مکان‌یابی بهتر پارک‌ها ضروری است. هدف این مقاله استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی و الگوریتم ژنتیک به‌منظور مکان‌یابی پارک‌های شهری در شهر سماوا، کشور عراق است. بدین منظور توابع هدف شامل؛ حداقل کردن فاصله مسیر جابه‌جایی جمعیت و توزیع همگن افراد مناسب با ظرفیت پناهگاه‌ها در نظر گرفته‌شده‌اند. بر اساس معیارهای لحاظ شده شامل؛ کاربری اراضی، فاصله از شبکه حمل‌ونقل شهری، فاصله از رودخانه‌ها، تراکم جمعیتی و فاصله از نویزها (کارخانجات و غیره)، چهار منطقه مناسب برای احداث پارک در شهر سماوا تعیین شدند. با بررسی ویژگی‌های مناطق تعیین‌شده برای احداث پارک، قابلیت بالای الگوریتم ژنتیک در این کاربرد به اثبات رسید.

واژگان کلیدی: مکان‌یابی، پارک شهری، سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS)، بهینه‌سازی، الگوریتم ژنتیک

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌ها در برنامه‌ریزی شهری؛ مکان‌یابی بهینه مراکز خدمات‌رسانی است. علت این موضوع آن است که مکان‌یابی بهینه خدمات شهری سبب کاهش هزینه‌های مدیریت شهری و دسترسی گردیده و جامعه پایدار را به دنبال دارد. همچنین شرایط بهتر زندگی، رفاه و آسایش شهروندان را فراهم می‌آورد. از طرف دیگر، عدم استفاده از روش‌های مناسب و مکان‌یابی نادرست فضاهای شهری، منجر به ایجاد مشکلاتی ازجمله عدم دسترسی مناسب کاربران به فضاهای ایجادشده، محدودیت‌گذاری در پیاده‌سازی طرح معماری مناسب، ایجاد محدودیت در انتخاب و چیدمان گیاهی مناسب، آشفتگی در سیمای شهری، مشکلات مربوط به آبیاری و اصلاح خاک، عدم تعاملات اجتماعی مناسب، مشکلات مدیریت و نگهداری، کاهش امنیت روانی و اجتماعی و غیره می‌گردد [۱].

پارک‌ها یکی از مهم‌ترین فضاهای عمومی خدماتی شهر هستند. نقش فضای سبز در ارتقای شرایط اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی نواحی شهری انکارناپذیر است. در جوامع مختلف، توسعه پارکهای شهری به‌موازات رشد و متراکم شدن نواحی شهری مورد توجه قرار گرفته است و راهبردهای گوناگونی برای مکان‌یابی و توزیع مناسب آن‌ها در محیط‌های شهری ابداع و بکار گرفته شده است [۲].

سه رویداد اصلی منجر به ظهور پارک شهری شده است [۳]. رویداد اول؛ افزایش تمرکز مردم در شهرها و مراکز شهری در نتیجه ادغام محیط‌های روستایی و شهری بود. رویداد دوم؛ بحث ارزش‌های اجتماعی بود که در آن مردم تأکید زیادی بر زندگی در محیط شهری داشتند و این امر بر نحوه برخورد با فضاهای سبز شهری تأثیر گذاشته و سومین رویداد ادغام مناطق روستایی و شهری بود که موجب از بین رفتن مناطق سبز همچون جنگل‌ها شده است [۳]. از آنجا که مردم به دلایل مختلف همچنان از محیط‌های روستایی به شهری مهاجرت می‌کنند، لذا انتظار می‌رود که افزایش جمعیت در شهرها همچنان ادامه داشته باشد و پوشش‌های گیاهی جای خود را به ساختمان‌ها و ساخت‌وسازهای شهری خواهند داد [۳].

در اغلب افراد نوعی نیاز ذاتی به طبیعت وجود دارد که منجر به ایجاد پارک‌ها و حفظ مناطق طبیعی در داخل و اطراف سطح شهرها شده است[۳]. بیتلی تلاش‌های یک شهر برای ادغام فضای سبز در محدوده شهری را به‌عنوان شهرسازی سبز می‌نامد که ثمره آن افزایش زیبایی و کارایی در طراحی شهرها است [۴]. یکی از ویژگی‌های مهم پارک شهری، تغییر بناهای شهری و محله‌ها به صورتی است که برای مردم از نظر زیبایی‌شناختی لذت‌بخش باشند.

مزایای پارکهای شهری، طیف گسترده‌ای از مرزهای اقتصادی، جسمی، روانی و اجتماعی را شامل می‌شود. با ارتقاء و نگهداری از پارک شهری می‌توان محیط زندگی و کار را از یک فضای افسرده اقتصادی به یک محیط پررونق تبدیل نموده و مجدد جوان‌سازی کرد. به‌عنوان مثال زمانی که شهر فیلادلفیا ایالت پنسیلوانیا موج محکمی از محرومیت را در نتیجه کاهش مشاغل و رکود اقتصادی تجربه کرد، شهر تنها چیزی نبود که افسرده شده بود بلکه مردم نیز به دلیل شرایط وخیم شهرشان، ناامید شده بودند[۵]. هنگامی‌که فضای سبز فیلادلفیا به مرحله اجرا درآمد، نه‌تنها باعث زیبایی چهره محیط شد، بلکه به ساکنان این امکان را داد تا در روند ایجاد فضای سبز مشارکت کنند. روند فیلادلفیا گرین، جامعه را در طراوت محیط گرد هم آورد و اگر فردی، شخصاً یک درخت می‌کاشت، به دیگری نیز برای این کار فشار می‌آورد [۵]. دیدن این چرخه در محیط، مردم را به سمت انجام فعالیت‌های بیشتر و بازگشت غرور به جامعه فراخواند. درواقع در طی مراحل جوان‌سازی، فقط باغ‌ها پرورش نمی‌یابند بلکه امید در این فرآیند تقویت می‌شود [۵]. پارک شهری به مردم دلیلی برای باور، تلاش و سرمایه‌گذاری وقت و احساسات در جامعه خود می‌دهد.

کیسورا در تحقیقی در سال ۲۰۰۴ به این نتیجه رسید که شواهد قابل توجهی مبنی بر تأثیر پارک شهری در کیفیت زندگی کسانی که از داشتن دسترسی به آن لذت می‌برند، وجود دارد [۶]. کیسورا همچنین اظهار داشت که محیط طبیعی توانایی عمل به‌عنوان آرامش‌بخش طبیعی را دارد و به کسانی که قادر به لذت بردن از آن هستند، احساس آرامش و بهزیستی می‌دهد [۶]. در کنار این مزیت، پوشش گیاهی بخش قابل توجهی از سایبان درخت منطقه را بخصوص در مناطق متراکم شهری تشکیل می‌دهند که

به کاهش اثر گرمای جزیره‌ای و آلودگی هوا در بسیاری از شهرها کمک می‌کند [۷]. طبق گفته لونت و همکارانش در سال ۲۰۰۹، پارک شهری مشترک نقش کلیدی در بهبود کیفیت، سرزندگی و پایداری شهرها در کشورهای درحال‌توسعه داشته است [۸].

تعیین بهترین مکان یا مکان‌ها برای تخصیص یک یا چند تسهیلات به‌منظور تأمین بهترین ارزش‌های ابزاری (به عنوان مثال حداکثر پوشش جمعیتی و حداقل هزینه حمل و نقل)، یکی از بزرگ‌ترین مسائل تصمیم‌گیری مکانی است. برای دست‌یابی به یک پارک عمومی موفق، دسترسی و پیوند مناسب بین ویژگی‌های مختلف ساختار شهری باید اصلی‌ترین عامل در ایجاد آن باشد. بنابراین شناسایی معیارهای تأثیرگذار و استفاده از ابزاری برای به‌کارگیری و تغییر آن‌ها به منظور مکان‌یابی بهتر پارک‌ها ضروری است.

با وجود اهمیت بحث مکان‌یابی، ابزارهای سنتی پاسخگوی نیاز متخصصان و مدیران شهری نبوده و مدیریت و اداره امور مختلف شهرها را با مشکل مواجه ساخته است. اهمیت استفاده از سیستم اطلاعات مکانی (GIS)[۱] در برنامه‌ریزی شهری با گسترش سریع شهرها و افزایش روزافزون داده‌های مختلف بیش‌ازپیش افزایش‌یافته است. GIS، سامانه‌ای رایانه مبنا است که از سخت‌افزار، نرم‌افزار و داده و هم‌چنین ابزاری برای اخذ، ذخیره‌سازی، بهنگام‌سازی، پردازش، ویرایش و نمایش انواع اطلاعات مکانی و مکان‌مرجع توسعه داده شده است [۱]. این سامانه به عنوان ابـزاری کارآمد نقش مهم و ارزنده‌ای در تحلیل اطلاعات مکانی و توصیفی داشته و با توجه به قابلیتهای خاص خود بطور موفقیت‌آمیزی در بسیاری از مسائل مکان یابی مورد استفاده قرار گرفته است [۹].

روش‌های مکان‌یابی سنتی با در دسترس بودن اطلاعات GIS و تنها بر مجموعه داده‌های نسبتاً کوچک قابل‌اجرا بوده است [۱۰]. مشکل مکان‌یابی کلی و انواع متغیرهای آن، ازجمله مسائل P-Median، به‌عنوان مشکلات بهینه‌سازی ترکیبی NP-hard شناخته شده است. بسیاری از روش‌های سنتی به‌راحتی نمی‌توانند هزاران نقطه تقاضا و سایت تسهیلات را در مجموعه داده‌های GIS کنترل کنند [۱۰].

جستجوی مکان معمولاً به ابزارهای بهینه‌سازی نیازمند است. روش بهینه‌سازی را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم‌بندی نمود. اولین دسته؛ شامل ابزارهای بهینه‌سازی محلی مانند سیمپلکس[۲]، گاوس-نیوتن[۳]، و لونبرگ-مارکز[۴] است [۱۱]. الگوریتم‌های بهینه‌سازی محلی با محدودیت‌هایی همراه هستند زیرا ممکن است جستجو در دامنه حداقل محلی محدود شود و موفقیت آن‌ها به شدت به انتخاب مقادیر اولیه بستگی دارد. دسته دوم؛ بهینه‌سازی کلی است که می‌تواند از بروز چنین مشکلی جلوگیری کند. این الگوریتم‌ها شامل الگوریتم‌های بازپردازی و شبیه‌سازی ژنتیکی (GA) هستند. مطالعات نشان داده‌اند که GA یک ابزار جستجوی کلی کارآمد و محبوب است که برای کارکردهای چندهدفه مناسب هستند [۱۱]. GA بدون استفاده از محاسبات پیچیده، به ویژه هنگامی‌که تعداد پارامترها بسیار زیاد است، مزیت‌هایی برای بهینه‌سازی کلی دارند [۱۲]. GA یک الگوریتم جستجوی تصادفی فراابتکاری برای جستجوی راه‌حل‌های بهینه در فضاهای غیرخطی بزرگ و پیچیده است. این الگوریتم، از تئوری تکامل داروین به‌عنوان بخشی از محاسبات تکاملی الهام گرفته است [۱۳]. الگوریتم‌های تکاملی یک فرآیند تکاملی را برای حل مشکلات بهینه‌سازی بر اساس مکانیسم انتخاب طبیعی اتخاذ می‌کنند. آن‌ها در یافتن سریع راه‌حل برای مشکلات بهینه‌سازی پیچیده بسیار عالی و کارآمد بوده [۱۴] و با موفقیت در انواع زمینه‌ها به کار گرفته شده‌اند. نتایج تحقیق گلدبرگ در سال ۱۹۸۹ انعطاف‌پذیری GA را نشان داد. این انعطاف‌پذیری مطلوب است زیرا امکان تغییر توابع ارزیابی را بدون تغییر خود الگوریتم فراهم می‌کند.

در زمینه مکان‌یابی پارکهای شهری مطالعه ای در زمینه پارکهای محله‌ای در شهر اهواز انجام شده است [۱۵]. در مطالعه دیگری مکانیابی فضای سبز شهری با استفاده از مدل AHP-FUZZY در محیط GIS در منطقه ۱۰ شهرداری تهران انجام شده است [۱۶]. در پژوهش دیگری؛ اولویت سنجی مکانی توسعه فضاهای سبز و پارکهای شهری با استفاده از روش AHP نیز برای شهر میاندوآب انجام شده است [۱۷]. پژوهش مشابهی برای مکان‌یابی بهینه فضای

۱ Geospatial Information System: GIS

۲ Simplex
۳ Gauss newton
۴ Lundberg and Marks

سبز شهری با استفاده ازمدل منطق فازی و AHP برای شهر مشهد انجام شده است [۱۸]. علاوه بر موارد فوق، تحلیل فضای سبز شهری و تعیین مکان بهینه با ابزار محاسبگر رستری برای منطقه ۳ شهرداری مشهد پیشنهاد شده است [۱۹]. در مطالعه دیگری مکانیابی فضای سبز برای شهر خرم آباد با ابزارهای GIS مورد بررسی قرار گرفته است [۲۰]. در تحقیق دیگری کاربرد الگوریتمهای تکاملی در مسائل تخصیص کاربری زمین در شهر بیرجند بررسی شده است [۲۱]. علاوه بر موارد فوق در پژوهش دیگری؛ مکان‌یابی فضاهای سبز شهری با استفاده از GA و GIS مورد بررسی قرار گرفته است [۲۲]. یکی از نوآوری‌های این تحقیق تمرکز بر روی تخصیص مکان بهینه برای پارک شهری به عنوان یکی از زیرساختهای رفاهی شهروندان است که در هیچ یک از مطالعات پیشین مورد نظر نبوده است و از طرفی در هیچ یک از مطالعات داخلی پیاده‌سازی GA با کمک ابزارهای GIS بر روی موارد یاد شده انجام نشده است. همچنین در هیچ مطالعه ای این ترکیب بر روی پارکهای شهری با قیود و تعداد خاص به کار بسته نشده است. در انتها پژوهش‌هایی از این دست در پهنه عراق به عنوان یک کشور درحال توسعه صورت نگرفته است. هرچند روش مورد نظر، هیچ محدودیتی از نظر انتخاب منطقه مورد مطالعه ندارد، ولی در جهت رفع یک نیاز واقعی، به عنوان یک مطالعه موردی، روش پیشنهادی برای انتخاب مکانهای مناسب جهت احداث پارک شهری در شهر سماوا عراق مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. «عراق» به عنوان کشوری که در دهه‌های اخیر، درگیر جنگ‌های سخت و طولانی بوده، نیازمند ارائه راهکارهایی برای تزریق امید و نشاط به مردم و ساختار شهرها است. بنابراین تمرکز این مطالعه بررسی ویژگی‌های محیطی «شهر سماوا» واقع در کشور عراق برای احداث پارک‌های شهری است. به این منظور از سیستم‌های اطلاعات مکانی برای تحلیل ویژگی‌های مکانی شهری جهت احداث پارک شهری استفاده شده و در نهایت با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهترین مکان‌ها برای احداث پارکهای شهری تعیین شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- روش پیشنهادی

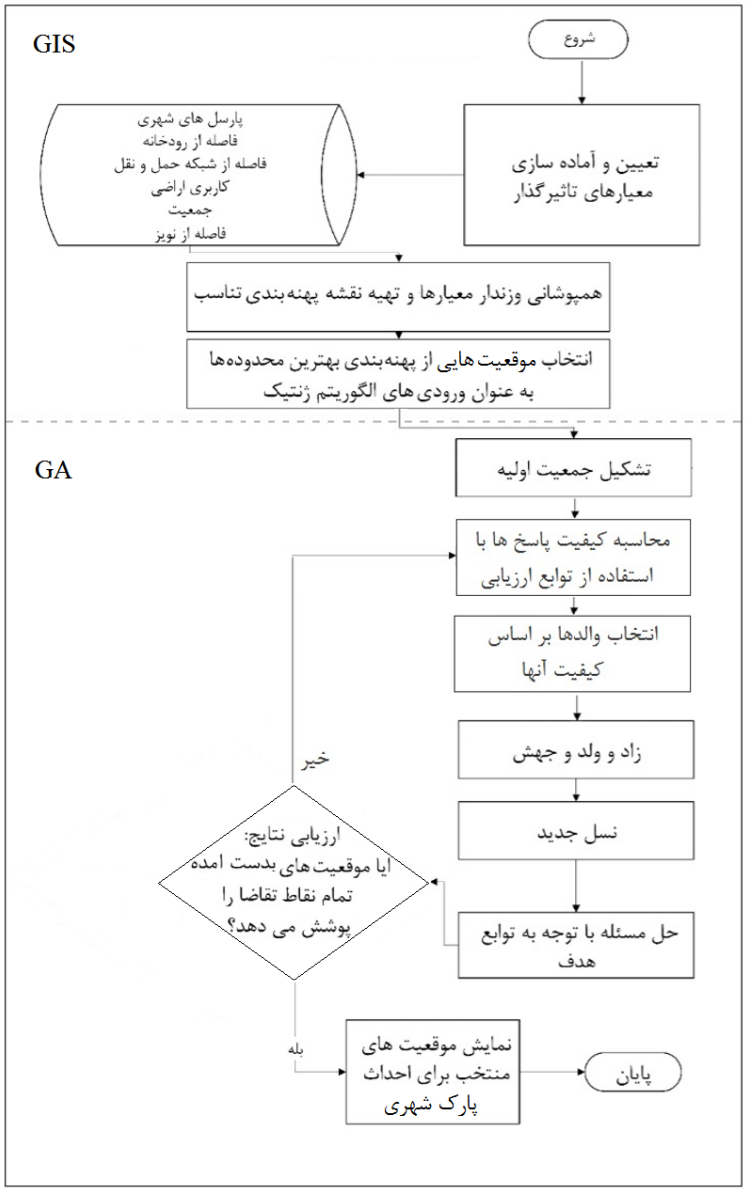
از آنجایی که این تحقیق به دنبال پیشنهاد روشی برای تخصیص مکانی با درنظر گرفتن معیارهای خاص و مرتبط با پارکهای شهری است لذا ابتدا روش تلفیقی الگوریتم ژنتیک و سیستم اطلاعات مکانی در شکل (۱) ارائه شده است.

در مرحله اول معیارهای تأثیرگذار در انتخاب پارک‌های شهری با مطالعه و بهره‌گیری از نتایج تحقیقات پیشین انتخاب خواهد شد. در مرحله دوم مجموعه داده‌های ایجادشده به فرمت رستری تبدیل شده و در چهار کلاس مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی شدند. سپس با استفاده از فرآیند همپوشانی در سیستم اطلاعات مکانی نقشه نهایی پهنه‌بندی تناسب مکان‌های مختلف برای احداث پارک‌های شهری تهیه گردیده است. سپس، در نقشه نهایی مناطقی که دارای بیش‌ترین تناسب برای احداث پارک هستند استخراج شدند. نتیجه این فرآیند؛ نقشه پهنه‌بندی تناسب مکان‌های مختلف برای احداث پارک‌های شهری است که با حذف نواحی کوچکتر از ۱۰۰۰ مترمربع (یا هر مساحت دیگری متناسب با شرایط طراحی) تعداد محدودی ناحیه کاندید برای احداث پارک پیشنهاد می‌گردد. اگر هدف مکانیابی تنها یک پارک شهری باشد، براحتی می‌توان؛ میزان شایستگی آن نواحی برای احداث پارک را محاسبه کرد و از بین آنها محلی که بیشترین شایستگی را دارد به عنوان موقعیت بهینه مشخص نمود. در چنین شرایطی استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌یابی همچون GA ضروری نیست. چرا که ابعاد فضای جستجو پایین بوده و جستجوی سراسری هزینه محاسباتی بالایی ندارد. ولی اگر هدف مکان‌یابی همزمان چندین پارک شهری (خصوصا با رعایت شرط مساحت طراحی باشد)، با هزینه محاسباتی بسیار بالایی روبرو خواهیم شد چرا که موقعیت بهینه پارکها در ارتباط با موقعیت دیگر پارکها بوده و بکارگیری الگوریتم‌های بهینه‌یابی ضروری است.

فرض کنیم، خروجی مرحله اول (GIS) ۱۴ ناحیه کاندید برای احداث پارک باشد. اگر بدون لحاظ قید مساحت بیشینه، فقط مرکز هر ناحیه را به عنوان موقعیت پارک لحاظ کنیم، انتخاب ۴ موقعیت از ۱۴ موقعیت مستلزم بررسی تمام ترکیب های ۴ از ۱۴ می‌باشد (آزمودن ۱۰۰۱ حالت الزامی است). که با افزایش تعداد نواحی کاندید و همینطور افزایش تعداد پارکهای موردنظر، محاسبات بطور چشمگیری افزایش پیدا می‌کند. حال اگر رعایت مساحت بیشینه لحاظ گردد، هر ناحیه می‌تواند شامل چندین ناحیه کوچکتر با مساحت کمینه طراحی باشد. بعنوان مثال، برای ۱۴ ناحیه معرفی شده (خروجی GIS)، اگر هر کدام با مساحت ۹۰ هزار مترمربع کاندید

شوند و هدف مکان‌یابی ۴ پارک شهری با مساحت ده‌هزار مترمربع مدنظر باشد؛ این جستجوی سراسری مستلزم بررسی ترکیب ۴ از ۱۲۶ می‌باشد که از نظر تئوری حدود ۱۰ میلیون حالت خواهد بود. الگوریتم‌های بهینه‌یابی بجای برررسی تمام آن ۱۰ میلیون حالت برای مکانیابی ۴ پارک، می‌توانند با استفاده از قابلیت‌های خود؛ در تعداد جستجوهای کمتر مکانهای بهینه را تعیین نماید.

در تحقیق حاضر تعیین موقعیت بهینه ۴ پارک شهری از بین تمام حالات ممکن، به الگوریتم ژنتیک محول شده است. این الگوریتم بهینه‌ترین مناطق را با توجه به تابع هدف مسئله تعیین می‌نماید. لازم به ذکر است، تابع هزینه با افزایش دسترسی کاربران به پارکها با کمینه‌کردن مجموع فواصل پارکها از مناطق تقاضا (بلوکهای ساختمانی) محقق می‌شود.



شکل ۱- فلوچارت روش پیشنهادی برای مکان‌یابی بهینه محل احداث پارک‌های شهری

۲-۲- داده‌ها و منطقه مورد مطالعه

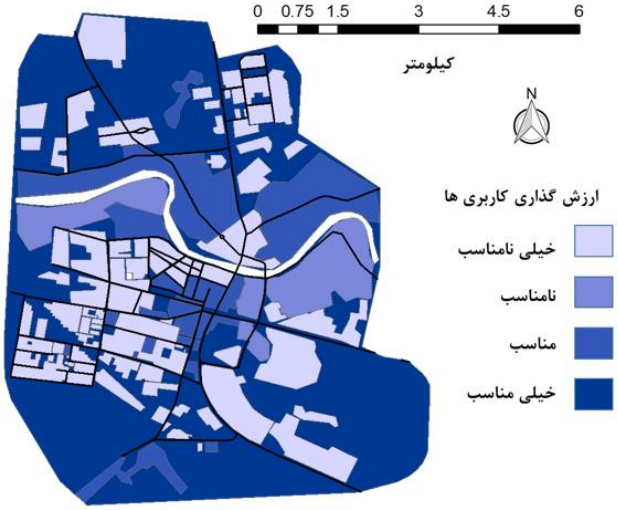
شهر سماوا در جنوب عراق در کنار رودخانه فرات واقع‌شده است که مرکز استان المثناء است (شکل ۲). استان المثنا دومین استان بزرگ عراق از لحاظ مساحت است. این شهر همچنین دارای سایت‌های باستان‌شناسی مانند دریاچه ساوه و ویرانه‌های وارکا می‌باشد. شهر سماوا در دو طرف فرات ساخته‌شده است و توسط صدها درخت نخل احاطه‌شده است که به ویژه در حومه جنوبی و شمالی حفره‌ای گرمسیری به آن می‌بخشد. این شیارها از گرمای مهیب بین‌النهرین آرامش مطلوبی برای ساکنین ایجاد می‌کنند.

شکل ۲- منطقه مورد مطالعه؛ شهر سماوا، عراق

به‌منظور مکان‌یابی بهینه پارک‌های شهری در شهر سماوا چند مجموعه داده شامل داده‌های کاربری اراضی، خیابان‌ها، فضای سبز موجود و بلوک‌های شهری مورداستفاده قرارگرفته‌اند. نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با طبقه‌بندی و تجزیه تحلیل تصویر لندست با توان تفکیک مکانی ۱۵ متر تهیه شده است. عملیات برداشت‌های نمونه‌های زمینی و همچنین تفسیر نقشه‌های موجود از جمله اقدامات مهمی است که در این مرحله انجام‌گرفته است. کاربری اراضی شهر سماوا اکثراً کاربری مسکونی و باغ است که با پراکندگی نسبتاً بالایی در شمال و جنوب رودخانه پخش شده‌اند.

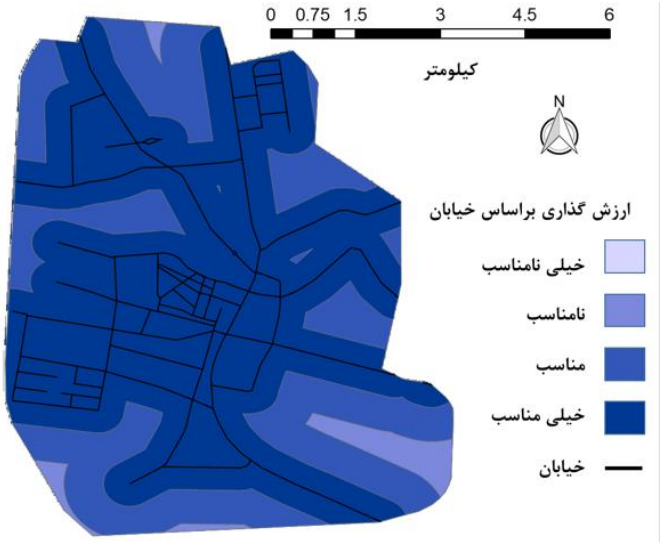
۲-۳- ارزش‌گذاری اراضی بر مبنای معیارهای طراحی

در تحقیقات پیشین [۲۳] توصیه‌شده است که برای توسعه پارکهای شهری، زمین‌هایی که کاربری بایر، کشاورزی یا مراتع داشته باشند، از اولویت بالایی برخوردارند. چرا که فضای کافی و دسترسی مناسبی را برای کاربران فراهم می‌آورند. بدین ترتیب زمین‌های دارای کاربری بایر دارای بیش‌ترین ارزش با مقدار ۴ هستند. کاربری‌های درخت‌کاری، کشاورزی، باغ و ترکیبی در درجه‌های اهمیت بعدی قرار دارند. شکل (۳) نحوه ارزش‌گذاری کاربری اراضی در شهر سماوا برای احداث پارک شهری را نمایش می‌دهد.



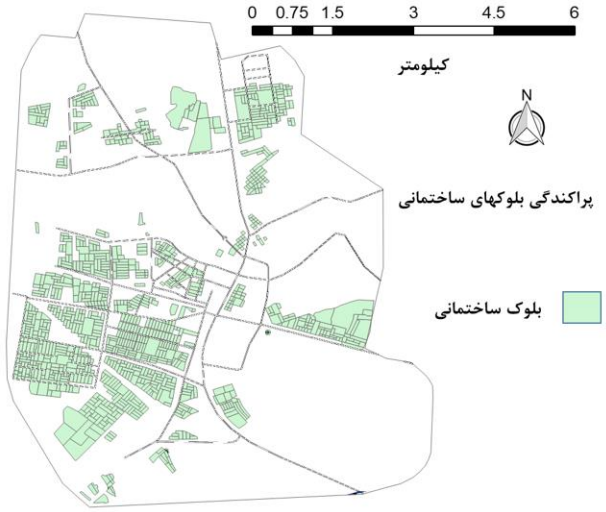
شکل ۳- ارزش‌گذاری کاربری اراضی محدوده مطالعاتی برای احداث پارک‌های شهری (منبع: نویسندگان)

شبکه حمل و نقل شهری نیز از طریق دو پل بر روی رودخانه، ارتباط بین شمال و جنوب شهر سماوا را برقرار می‌کند. [۲۴] و [۲۵] پیشنهاد کردند از آنجا که دسترسی به شبکه حمل و نقل، نقش مهمی در تعیین مکان پارک شهری دارد، هر چه فاصله از خیابان‌ها کمتر باشد، موقعیت برای احداث پارک‌ها مناسب‌تر در نظر گرفته شود. به این‌ترتیب موقعیت‌هایی با مسافت بیش از ۲ کیلومتر نسبت به جاده به عنوان خیلی نامناسب و دارای ارزش عددی ۱، موقعیت‌هایی با مسافت بین ۲ تا ۱ کیلومتر نسبت به شبکه حمل و نقل به‌عنوان نامناسب و دارای ارزش عددی ۲، مسافت بین ۰/۴ تا ۱ کیلومتر با عنوان نسبتاً مناسب و کمتر از ۰/۴ کیلومتر خیلی مناسب، ارزش‌گذاری و طبقه‌بندی شده‌اند. شکل (۴) ارزش‌گذاری اراضی بر مبنای معیار فاصله از شبکه حمل‌ونقل برای احداث پارک شهری را نمایش می‌دهد.



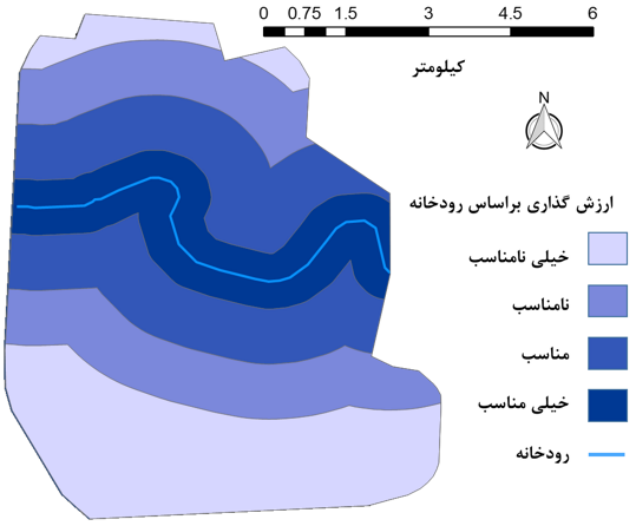
شکل ۴- ارزش‌گذاری اراضی بر مبنای معیار فاصله از شبکه حمل‌ونقل برای احداث پارک شهری. هرچه فاصله از شبکه حمل‌ونقل کمتر، ارزش‌گذاری بیشتر است. نزدیک‌ترین مناطق به شبکه حمل‌ونقل شهری، بالاترین ارزش داشته (خیلی مناسب) و دورترین مناطق، پایین‌ترین ارزش (خیلی نامناسب)، (منبع: نویسندگان).

نقشه بلوک‌های شهری نیز از شهرداری سماوا تهیه شده و از آن‌ها به‌عنوان نقاط تقاضا در انتخاب بهترین مکان احداث پارک با استفاده از الگوریتم ژنتیک بکار گرفته شده‌اند. اکثر ساخت‌وسازهای شهری در پیرامون رودخانه که منبع مناسبی برای آب شهری است، ایجاد گردیده و تراکم شهری غالباً در مرکز محدوده و غرب و جنوب غربی پراکنده شده است. شکل (۵)، نقشه بلوک‌های شهری سماوا را نشان می‌دهد.



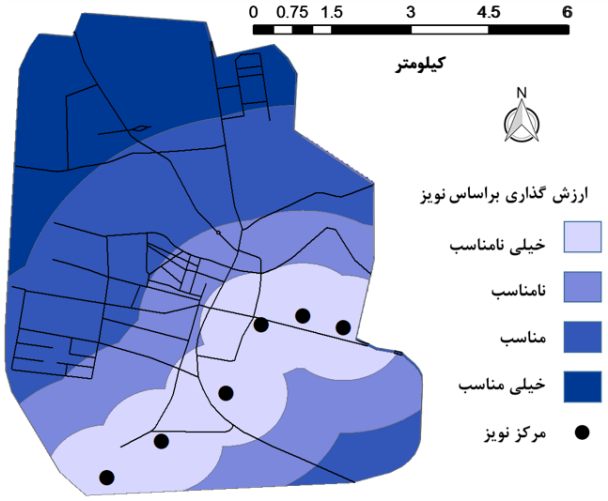
شکل ۵- نقشه بلوک‌های شهری در شهر سماوا (منبع: شهرداری سماوا)

یکی دیگر از معیارهای مورد استفاده در انتخاب بهترین مکان برای احداث پارک، فاصله از رودخانه است. فضای رودخانه با ایجاد محیطی مناسب و کاهش برخی از هزینه‌ها شرایط مناسبی را برای احداث پارک ایجاد کرده است. زمین‌های نزدیک به رودخانه به سبب حفظ سلامت محیط‌زیست منطقه ارجحیت بیشتری در احداث پارک دارد [۲۶]. همچنین [۲۷] و [۲۳] خاطر نشان کرده‌اند که اراضی نزدیک به منابع آبی مانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و مخازن برای توسعه پارک شهری، بسیار مناسب هستند. بر اساس این استدلال، فاصله کمتر از ۰/۵ کیلومتر از جریان-های آبی نسبت به دیگر فاصله‌ها بسیار مناسب، فاصله ۰/۵ تا ۱/۵ کیلومتری مناسب، فواصل ۱/۵ تا ۲/۵ کیلومتر به صورت نسبتاً نامناسب و فواصل بیش از ۲/۵ کیلومتر؛ به صورت کاملاً نامناسب طبقه‌بندی می‌گردند. شکل (۶) ارزش‌گذاری اراضی بر مبنای حریم رودخانه را نشان می‌دهد.



شکل ۶- ارزش‌گذاری اراضی بر مبنای معیار فاصله از رودخانه (منبع: نویسندگان)

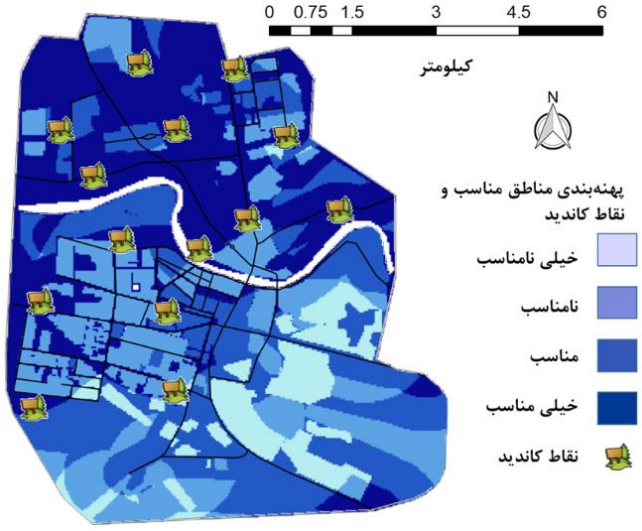
نویزها شامل مناطق پر سروصدا به دلیل آلودگی صوتی زیاد و همچنین مناطق با هوای آلوده (مجاورت مراکز صنعتی و کارخانه‌ها)؛ برای احداث پارک شهری مناسب نیستند [۲۷]. بنابراین، اراضی دورتر از چنین مناطقی ترجیحات بیشتری را برای توسعه پارک شهری به دست می‌آورد. در این تحقیق مسافت‌های طبقه‌بندی‌شده کمتر از ۱ کیلومتر از کارخانجات با عنوان کاملاً نامناسب، بین ۱ تا ۲ کیلومتر نسبتاً مناسب، ۲ تا ۴ کیلومتر با عنوان مناسب و بیش از ۴ کیلومتر با عنوان کاملاً مناسب برای توسعه پارک شهری معرفی شده‌اند. شکل (۷) نقشه فاصله از نویزها را نمایش می‌دهد.



شکل ۷- ارزش‌گذاری اراضی بر مبنای معیار فاصله از نویزها (منبع: نویسندگان)

۲-۴- نقشه پهنه‌بندی مناطق مناسب

نقشه پهنه‌بندی مناطق مناسب برای احداث پارک، از ترکیب نتایج ارزش‌گذاری اراضی با معیارهای معرفی‌شده (نقشه‌های تناسب معیارها: شکل ۳ تا ۷) حاصل می‌گردد. بدین منظور، از تکنیک خطی وزنی [۲۸] برای تهیه نقشه سایت‌های مناسب برای احداث پارک شهری استفاده شده است. در روش ترکیبی خطی وزنی، فاکتورها یا پارامترها (Vi) بر اساس وزن پارامترها (Wi) در یکدیگر ضرب شده، سپس با یکدیگر جمع شده و مقدار نهایی برای هر سلول به دست می‌آید. WLC یک روش خطی ساده برای محاسبه وزن نهایی است. برای اجرای این روش در نرم‌افزار ArcGIS ابتدا نقشه‌ها به فایل‌های رستری تبدیل‌شده و مجدداً بر اساس امتیازهای مذکور طبقه‌بندی می‌گردند. در مرحله بعد وزن تأثیرگذاری هر یک از معیارها مشخص می‌گردد. با بررسی تحقیقات پیشین، وزن معیارها برای معیارهای فاصله از نویز، فاصله از شبکه حمل‌ونقل، فاصله از رودخانه و کاربری، به ترتیب برابر ۰/۱۵، ۰/۳، ۰/۲۵ و ۰/۳ مقدار دهی شدند. شکل (۸) نقشه نهایی تناسب موقعیت‌های شهری و مکان مستعد برای احداث پارک شهری در شهر سماوا را نمایش می‌دهد. همان‌طور که در این شکل قابل مشاهده است؛ محدوده‌های طبقه‌بندی‌شده با رنگ سبز مناسب‌ترین محدوده‌ها برای احداث پارک هستند. از بین این مناطق و با در نظر گرفتن بلوک‌های جمعیتی به عنوان نقاط تقاضا، ۱۴ منطقه به‌عنوان کاندید احداث پارک شهری انتخاب‌شده است. چگونگی انتخاب نقاط بر اساس نزدیکی به بلوک‌های جمعیتی و پراکندگی مناسب در شهر صورت گرفته است. تمامی نقاط در محدوده‌های خیلی‌مناسب (نواحی سبزرنگ) و به‌گونه‌ای انتخاب‌شده‌اند که حداقل مساحت موردنیاز برای احداث پارک شهری را دارا باشند.



شکل ۸- نقشه نهایی تناسب موقعیت‌های شهری و نقاط کاندید برای احداث پارک‌های شهری (منبع: نویسندگان).

۲-۵- مکان‌یابی بهینه با الگوریتم ژنتیک

اخیراً روش‌های حل مشکلات بهینه‌سازی مبتنی بر رویکردهای تکاملی توسعه گسترده‌ای داشته‌اند. الگوریتم ژنتیک (GA) برای حل مشکلات بهینه‌سازی در بسیاری از رشته‌ها مورد استفاده قرارگرفته و نتایج رضایت‌بخشی را فراهم کرده است [۱۴]. در بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک، هر پارامتر می‌تواند به عنوان یک ژن در نظر گرفته شود که در نسخه باینری الگوریتم ژنتیک، به‌سادگی با یک رشته از ۰ و ۱ ارائه می‌شود. مجموعه‌ای از راه‌حل آزمایشی ژن‌ها، یک کروموزوم را تشکیل می‌دهد. تعداد کروموزوم‌های مختلف جمعیت (افراد) را تشکیل می‌دهند.

مکانیسم ایجاد نسل مناسب مبتنی بر شایستگی افراد است[۱۴].افراد دارای ارزش بالاتر با احتمال بیشتر مجاز به تولیدمثل فرزندان هستند. در نتیجه شانس تولید فرزندان بیشتری پیدا می‌کنند. این روند تکامل تا زمانی که برخی از شرایط فراهم شوند یا بهترین راه‌حل پیدا شود، تکرار می‌گردد. به طور کلی، پس از ده‌ها، صدها و یا حتی هزاران نسل، سرانجام جمعیت شایسته پدیدار می‌شود. مناسب‌ترین فرد (نخبه)، یک‌راه حل بهینه یا نزدیک به

راه‌حل مطلوب خواهد بود. در این مطالعه تمرکز ما بر یافتن بهترین مکان‌ها (۴ موقعیت) برای تأسیس پارک از بین ۱۴ منطقه منتخب در مرحله قبل است؛ به‌گونه‌ای که سرویس‌دهی بهینه گردد. در این بخش از پارک‌های استخراج‌شده از بخش قبل به‌عنوان مکان تسهیلات استفاده خواهد شد.

۲-۵-۱- مراحل الگوریتم ژنتیک

پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک، با تولید جمعیتی از کروموزوم‌ها (جمعیت اولیه از کروموزوم‌ها در الگوریتم‌های ژنتیک، معمولاً تصادفی تولید می‌شود و مقید به حد بالا و پایین متغیرهای مسئله هستند) آغاز می‌شود. در مرحله بعد، کروموزوم‌ها ارزیابی می‌شوند و کروموزوم‌هایی که به شکل بهتری بتوانند جواب بهینه مسئله مورد نظر (هدف) را نمایش دهند، شانس بیشتری برای تولید مثل نسبت به کروموزوم‌های ضعیف‌تر پیدا می‌کنند. به‌عبارت‌دیگر، فرصت‌های تولیدمثل بیشتری به این دسته از کروموزوم‌ها اختصاص داده می‌شود. میزان مناسب بودن یک جواب، معمولاً نسبت به جمعیت جواب‌های کاندید فعلی سنجیده می‌شود.

اصول کاری الگوریتم ژنتیک، در ساختار الگوریتمی زیر نمایش داده شده است. مهم‌ترین گام لازم برای پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک عبارت‌اند از: تولید جمعیت (اولیه) از جواب‌های یک مسئله، مشخص کردن تابع هدف، تابع برازندگی[۱] و به کار گرفتن «عملگرهای ژنتیک[۲]».

- فرموله کردن جمعیت ابتدایی متشکل از جواب‌های مسئله
- مقداردهی اولیه و تصادفی جمعیت ابتدایی متشکل از جواب‌های مسئله
- حلقه تکرار:
  - ارزیابی تابع هدف (تابع برازندگی) مسئله
  - پیدا کردن تابع برازندگی مناسب
  - انجام عملیات روی جمعیت متشکل از جواب‌های مسئله با استفاده از عملگرهای ژنتیک: عملگر «تولیدمثل[۳]»، عملگر «ترکیب یا آمیزش[۴]» و عملگر «جهش[۵]».
- بررسی شرایط توقف الگوریتم

۱ Fitness
۲ Genetic Operators
۳ Reproduction
۴ Crossover
۵ Mutation

عملگر تولیدمثل یا انتخاب عملگری است که بهترین رشته‌ها[۶] در یک جمعیت جدید را کپی می‌کند (منظور، بهترین کروموزوم‌ها یا بردارهای جواب کاندید در یک نسل است). عملگر تولید مثل، معمولاً اولین عملگری است که برای دست‌کاری جمعیت مورد استفاده قرار می‌گیرد و روی کروموزوم‌ها اعمال می‌شود. تاکنون، عملگرهای تولید مثل مختلفی برای الگوریتم ژنتیک توسعه داده شده است، ولی روند عملیاتی آن‌ها تقریباً یکسان است؛ رشته‌ها یا کروموزوم‌های خوب از جمعیت فعلی انتخاب و کپی‌های تولیدشده از آن‌ها، در مخزن قرار داده می‌شوند. سپس با یکی از روش‌های مبتنی بر چرخ رولت، تصادفی (بدون جایگذاری) و رقابتی انتخاب می‌گردند. در این تحقیق هر سه روش مذکور مورد استفاده قرارگرفته و در حین اجرای الگوریتم امکان انتخاب آن‌ها فراهم گردیده است.

از عملگر ترکیب یا آمیزش برای ترکیب مجدد دو رشته یا کروموزوم استفاده می‌شود. این کار، با هدف تولید رشته‌ها یا کروموزوم‌های بهتر انجام می‌شود. در عملیات ترکیب در الگوریتم ژنتیک، طریق ترکیب کردن مواد ژنتیکی دو کروموزوم موجود در جمعیت نسل قبل، کروموزوم‌های جدیدی در نسل‌های فعلی می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، فرآیند بازترکیب، ژن‌های موجود در دو کروموزوم را ترکیب و از این طریق، کروموزوم‌های جدیدی در جمعیت فعلی تولید می‌کند. چنین فرآیندی به‌صورت تکراری و در تمامی نسل‌های یک الگوریتم ژنتیک انجام خواهد شد. در فرآیند تولید مثل، معمولاً تعداد کپی‌های ایجادشده از کروموزوم‌هایی که برازندگی بالایی دارند، بیشتر از دیگر کروموزوم‌ها خواهد بود. در پایان فرآیند تولیدمثل، مخزن تشکیل می‌شود و تمامی کپی‌های تولیدشده در آن قرار می‌گیرد. عملگرهای ترکیب متعددی برای الگوریتم ژنتیک توسعه داده‌شده‌اند. روش‌های تک نقطه‌ای[۷] و دونقطه‌ای[۸] ازجمله مهم‌ترین عملگرهای ترکیب در الگوریتم ژنتیک محسوب می‌شوند. در غالب عملگرهای ترکیب توسعه داده‌شده برای الگوریتم ژنتیک، دو رشته یا کروموزوم به‌طور تصادفی از مخزن انتخاب می‌شوند و بخش‌هایی از رشته‌های این دو کروموزوم با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا رشته‌ها یا کروموزوم‌های جدیدی پدید آیند. برنامه‌نویسی الگوریتم به صورتی انجام‌شده تا امکان استفاده از روش تک نقطه و دونقطه فراهم گردد.

۶ Strings
۷ Single Point
۸ Two point

عملگر جهش یکی از مهم‌ترین فرآیندهای تکاملی برای رسیدن به جواب بهینه در الگوریتم ژنتیک محسوب می‌شود. در عملگر جهش، به شکل تصادفی، اطلاعات جدیدی به فرآیند جستجو در الگوریتم ژنتیک اضافه می‌شود. چنین ویژگی مهمی به الگوریتم ژنتیک کمک می‌کند تا بتوانند از دام بهینه محلی[۱] بگریزند.

۲-۵-۲- ساختار کروموزوم

در ساختار الگوریتم ژنتیک مورد استفاده، هر کروموزوم مجموعه ای از موقعیت‌ها برای احداث پارکها می‌باشد و هر ژن در یک کروموزوم به موقعیت یک پارک اشاره دارد. در تحقیق حاضر، برای هر کروموزوم چهار ژن در نظر گرفته شده است که برابر با تعداد پارکهای مورد نظر برای احداث بنا به درخواست شهرداری سماوا می‌باشد. در ایجاد کروموزوم ها باید دقت شود که هر یک از این موقعیت‌ها بیش از یک بار در هر کروموزوم ظاهر نشود.

۲-۵-۳- تعریف تابع هدف

تابع هدف تابعی است که مقدار متغیر مسئله در آن قرار داده‌شده، بدین طریق، مطلوبیت هر جواب (کروموزوم) مشخص می‌گردد. در مسائل بهینه‌سازی تابع هدف به‌عنوان تابع برازندگی به کار می‌رود. تابع هدف جهت تعیین اینکه افراد چگونه در محدوده مسئله ایفای نقش می‌کنند، استفاده می‌شود و تابع برازندگی معمولاً برای تبدیل مقدار تابع هدف به یک مقدار برازندگی وابسته به آن استفاده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر داریم [۱۴]:

$$F(n) = g(f(x)) \qquad (۱)$$

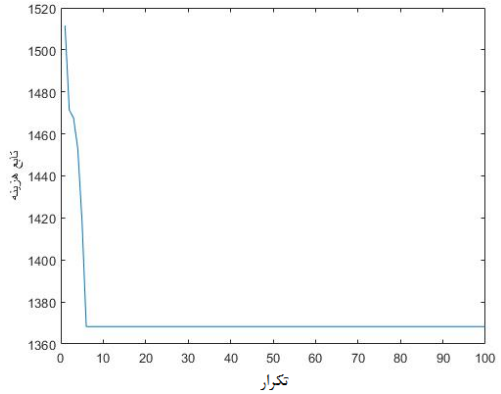
به‌طوری‌که f تابع هدف بوده و تابع g مقدار تابع هدف را به یک عدد غیر منفی تبدیل می‌کند و F مقدار برازندگی مربوط به آن است[۱۴]. مناسب بودن یا نبودن جواب، با مقداری که از تابع برازندگی به دست می‌آید سنجیده می‌شود.

تابع هدف بکار رفته در مقاله حاضر، کمینه کردن هزینه دسترسی است که معادل با کمینه‌کردن مجموع فواصل پارکها از بلوک‌های جمعیتی متقاضی است. نمایش ریاضی تابع هدف طراحی‌شده به‌صورت رابطه (۲) است:

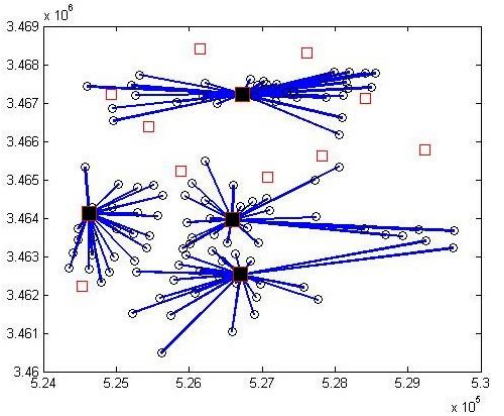
$$Z = \sum_{i=1}^{n} d_i \times D_i^{min} \qquad (۲)$$

در این رابطه D_i^{min} بیانگر کمترین فاصله متقاضی شماره i از نزدیک‌ترین مرکز خدماتی فعال (پارک شهری) بوده و d_i میزان تقاضای آن است که معادل با جمعیت هر یک از بلوک‌های متقاضی است. مرحله اول در فاز اجرای روش پیشنهادی، ایجاد راه‌حل تصادفی و سپس محاسبه تابع هدف تعریف‌شده در رابطه (۲) برای هر یک از آنهاست. پس از ایجاد جمعیت اولیه و محاسبه تابع هزینه آنها، کافی است این مقادیر را در الگوریتم ژنتیک فراخوانی گردد. نرخ جهش برابر ۰/۳و نرخ تولید برابر ۰/۷ در نظر گرفته‌شده است.

شکل ۹، روند همگرایی الگوریتم ژنتیک در تعیین ۴ موقعیت بهینه برای احداث پارک با استفاده از الگوریتم ژنتیک تحت تابع هدف طراحی‌شده را نشان می‌دهد. نتایج با استفاده از روش چرخ رولت و جهش تک‌نقطه‌ای حاصل شده است. همچنین موقعیت بهینه چهار پارک تعیین‌شده توسط الگوریتم ژنتیک در شکل (۱۰) ارائه شده است.



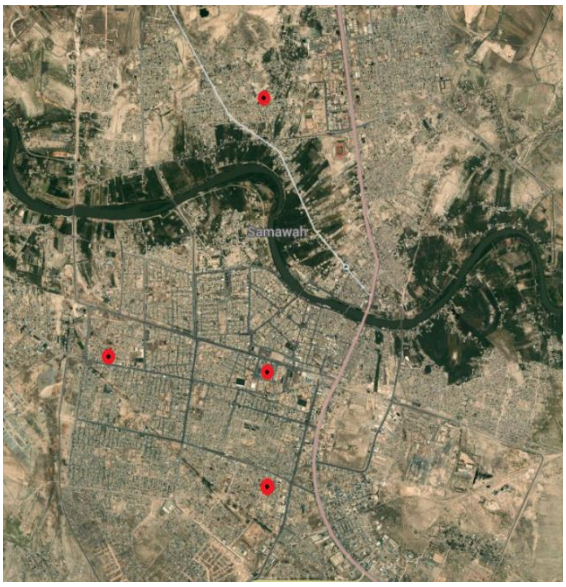
شکل۹- نمودار همگرایی الگوریتم ژنتیک در تعیین چهار موقعیت بهینه برای احداث پارک شهری به روش پیشنهادی (منبع: نویسندگان)



شکل ۱۰- چهار موقعیت بهینه انتخاب‌شده توسط الگوریتم ژنتیک از بین ۱۴ منطقه کاندید. این مناطق با مربع‌های توپر مشگی‌رنگ نمایش داده‌شده‌اند (منبع: نویسندگان)

[۱] Local Optimum

نتایج تحقیق حاضر چهار مکان را برای احداث فضای سبز شهری پیشنهاد کرده است. شکل ۱۱، موقعیت مکان‌های بهینه تعیین شده برای احداث پارک توسط روش پیشنهادی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک در شهر سماوا را نشان می‌دهد. با مشاهده وضعیت شهری و پراکندگی جمعیت و بلوک‌های ساختمانی، نتایج به‌دست‌آمده قابل‌قبول به نظر می‌رسند. قسمت شمالی رودخانه دارای جمعیت کمتر اما پراکندگی بالایی است. الگوریتم ژنتیک از بین نقاط کاندید، مکانی بین بلوک‌های شرق و غرب را برای برآورد کردن تقاضای جمعیت انتخاب کرده است. در قسمت جنوب رودخانه؛ سه موقعیت برای احداث فضای سبز شهری پیشنهادشده است. اولین و مهم‌ترین موقعیت در بخش مرکزی و پرتراکم شهر قرارگرفته که زمین بایر موجود شرایط ایده‌آلی را برای احداث فضای سبز فراهم آورده است. این موقعیت به سبب نزدیکی به کاربری‌های گوناگون، نزدیکی به بلوک‌های ساختمانی و جمعیت پرتراکم منطقه و همچنین دسترسی ایده‌آل به شبکه حمل و نقل، بهترین گزینه برای احداث پارک معرفی شده است. مکان سوم؛ شامل منطقه‌ای بایر در غرب محدوده مسکونی شهر است. این موقعیت به سبب نزدیکی به رودخانه و بلوک‌های شهری، گزینه مطلوبی برای احداث فضای سبز به شمار می‌رود. مورد چهارم؛ در بخش جنوبی منطقه قرارگرفته است. این مکان نیز به سبب قرارگیری در مناطق پراکنده و کاربری‌های متعدد اهمیت ویژه‌ای برای احداث فضای سبز دارد.



شکل ۱۱- موقعیت پارکهای بهینه انتخاب‌شده با روش الگوریتم ژنتیک جهت احداث پارک در سطح شهر سماوا، عراق (منبع: نویسندگان)

۳- نتیجه‌گیری

مطالعه صورت گرفته در این تحقیق، رویکرد الگوریتم ژنتیک برای انتخاب بهترین مکان‌های احداث پارک شهری در شهر سماوا عراق را ارائه می‌دهد. این رویکرد توانایی غلبه بر محدودیت‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیار سنتی و دشواری‌های آن را دارد. الگوریتم‌های تکاملی قادر به ارائه نتایج راضی‌کننده و بهبودیافته برای انتخاب سایت در شرایط پیچیده هستند. روش پیشنهادی، به‌عنوان ابزاری برای برنامه‌ریزی برای حل مشکلات جستجوی مکان با اهداف متعدد در شهر سماوا می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد.

این مطالعه نشان می‌دهد که روش پیشنهادی الگوریتم ژنتیک می‌تواند به‌راحتی با سیستم اطلاعات مکانی برای بازیابی داده‌های مکانی یکپارچه شود. از این داده‌های مکانی برای محاسبه مقادیر تابع تناسب استفاده می‌شود. مطالعات پیشین نشان داده ازآنجا که روش‌هایی همچون AHP تنها جستجو را با فرضیات ساده پردازش می‌کند، فقط نتایج خروجی این روش‌ها مقادیر تقریبی را برای انتخاب سایت ارائه می‌دهند. هنگامی‌که تعداد سایت‌ها و محدودیت‌ها افزایش یابد تضمینی برای دستیابی به نتایج بهینه وجود ندارد. تکنیک‌های بهینه‌سازی کلاسیک در برخورد با مشکلات بهینه‌سازی کلی (Global) مشکل دارند. یکی از دلایل اصلی عدم موفقیت آنها، این است که معمولاً به راحتی در اکسترمم‌های محلی به دام می‌افتند. علاوه بر این، اغلب این تکنیک‌ها از اطلاعات کلی مورد نیاز برای یافتن اکسترمم مطلق در توابعی که چندین اکسترمم محلی دارند، استفاده نمی‌کنند. در مقایسه با روش‌های کلاسیک، الگوریتم ژنتیک به دلیل ماهیت تصادفی بودن آن، شانس یافتن یک راه‌حل کلی (اکسترمم مطلق) را بهبود می‌دهد [۲۹].

به‌منظور بهبود روش پیشنهادی، توصیه می‌گردد روش ارائه‌شده در این تحقیق با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مقایسه گردد و توابع هدف دیگری همچون حداکثرسازی پوشش و سایر توابع مورد استفاده قرار گیرند. همچنین جمع‌آوری سایر اطلاعات مکانی در محدوده مطالعاتی موجب افزایش جامعیت و اعتبار نتایج تحقیق می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از شهرداری «شهر سماوا» به خاطر تامین نقشه‌های مورد نیاز مقاله حاضر، تشکر و قدردانی نمایند.

مراجع

[1] Arabsheibani, R.; Kanani Sadat, Y.; Abedini, A. (2016). Land suitability assessment for locating industrial parks: a hybrid multi criteria decision-making approach using Geographical Information System. Geogr. Res., 54: 446-460 (15 pages).

[2] Motiee Langroodi, S.H, Teimouri, R., (2010). "An Analysis on the Role of Urban Parks in Urban Life Quality Improvement; Using "Seeking – Escaping" Method, The Case: Urban Parks of Tabriz". Human Geography Research, 27 (2), 46-72.

[3] Miller, R.W., 1997. Urban Forestry Planning anda Managing Urban Grenspaces. Prentice Hall. Upper Saddle River, Newjersey, 7458.

[4] Beatley, T., 2012. Green urbanism: Learning from European cities. Island Press.

[5] Bonham, J., 2006. Transport: disciplining the body that travels. The Sociological Review, 54(1_suppl), pp.57-74.

[6] Chiesura, A., 2004. The role of urban parks for the sustainable city. Landscape and urban planning, 68(1), pp.129-138.

[7] Alvey A. (2006). Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. Urban Forest and Urban Greening, 5: 195-201.

[8] Levent T., Nijkamp P. (2009). Planning and Management of Urban Green Spaces in Europe: Comparative Analysis. Journal of Urban Planning And Development, Volume 135:1.

[9] Xia Li & Anthony GarOn Yeh (2005) Integration of genetic algorithms and GIS for optimal location search, International Journal of Geographical Information Science, 19:5, 581-601

[10] CHURCH, R.L., 1999, Location modeling and GIS. In Geographical information systems: Volume 1, edited by P.A. Longley, M.F. Goodchild, D.J. Maguire and D.W. Rhind (New York: John Wiley & Sons, Inc.), pp. 293–303.

[11] ZHAN, H.G., LEE, Z.P., SHI, P., CHEN, C.Q. and CARDER, K.L., 2003, Retrieval of wateroptical properties for optically deep waters using genetic algorithms. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41(5), pp. 1123–1128.

[12] JIN, Y.Q. and WANG, Y., 2001, A genetic algorithm to simultaneously retrieve land surfaceroughness and soil wetness. International Journal of remote sensing, 22(16), pp. 3093–3099.

[13] RECHENBERG, I., 1973, Evolutionsstrategie: Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution (Stuttgart: Fromman-Holzboog).

[14] GOLDBERG, D.E., 1989, Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine Learning (Reading, MA: Addison-Wesley).

[15] Lotfi, K. Moradi, M., Ghasemi, Z., Delfi, Z., (2017). "Locating of Local parks in Ahvaz (case study: Mahale Zeitoon Karmandi, Serahi forodgah va Golestan)" Research Conference Architecture and Urbanism Islamic History of Iran, Tehran, 2017.

[16] Madahi, R., Hadian, S., Ebrahimi, S.A., (2016) "Locating of urban green space using AHP-FUZZY model in GIS environment and spatial prioritization by SAW method (Study area: District 10 of Tehran Municipality" National Geomatics Conference, Tehran, May 2016.

[17] Mohammadi, J., Zarabi, A., Ahmadian, M., (2012) "Spatial Prioritization of Green Spaces and Urban Parks Development Using AHP Method (Case Study: Miandoab City)" New Attitudes in Human Geography. 4 (2), 41-62.

[18] Hatami, D., Arabi, Z., Rahmani, E., (2016) "Locating the optimal model of urban green space using Fuzzy Logic and AHP,By GIS. Case study: the city of Mashhad" Quartely Journal of Environmental based Teritorial Planning. 9 (32), 63-84.

[19] Khakpor, B., Kazemi, M., Asadi, A., Razavi, M.M., (2015) "Analysis of urban green space and the optimal location using raster calculator (Case Study: 3rd Mashhad Municipality Zone)" Journal of Environmental Science and Technology. 17 (2), 117-129

[20] 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 (10), 83-103.

[21] Yusefi, E., Nakhaei, A., (2017) “Application of evolutionary algorithms in land allocation problems (Case Study: Urban green space in the city of Birjand)” Journal of Environmental Science and Technology.

[22] Neema, M.N., Ohgai, A., (2013) “Multitype green-space modeling for urban planning using GA and GIS” Environment and Planning B: Planning and Design. 40: 447 – 473.

[23] Heshmat P, Rahim M, Hassan A, Javad S, Omid K (2013) Site selection for local forest park using analytic hierarchy process and geographic information system (case study: Badreh County). Int Res J Appl Basic Sci 6 (7):930–935.

[24] Elahe T, Mobina J, Marjan G, Milad N, Hooman B (2014) Urban park site selection at local scale by using geographic information system (GIS) and analytic hierarchy process (AHP). Eur J Exp Biol 4 (3):357–365.

[25] Ahmed IC, Matori A, Umar DL, Sabri S (2011) GIS-based land suitability analysis using AHP for public parks planning in Larkana City. Mod Appl Sci 5(4):178–184.

[26] Kuldeep P (2013) Remote sensing and GIS based site suitability analysis for tourism development. International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences 2(5):43–56.

[27] Manlun Y (2003) Suitability analysis of urban green space system based on GIS. MSc Thesis, Enschede.

[28] Mendoza GA (1997) A GIS-based multi-criteria approach to land use suitability assessment and allocation. 7th Symposium on Systems Analysis in Forest Resources. U.S. Forest Service, St. Paul, Minnesota.

[29] Mishra, S., Sahoo, S., (2017), Genetic Algorithm: An Efficient Tool for Global Optimization, Advances in Computational Sciences and Technology, 10 (8): 2201-2211