

## مکان یابی بهینه فضای سبز شهری با استفاده از GIS و روش ANP (مطالعه موردی: شهر اردبیل)

انور امان اله پور (کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران)

**a.amanolapour1371@gmail.com**

حسین نظم فر (استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، نویسنده مسئول)

**nazmfar@uma.ac.ir**

رقیه لطفی شاهماریگلو (کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران)

**roghaieh.lotfi1368@gmail.com**

تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۸/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۲

صص ۱۲۷-۱۴۶

### چکیده

هدف اصلی این پژوهش مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری در شهر اردبیل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش ANP است؛ این پژوهش از نوع کاربردی و رویکرد حاکم بر آن توصیفی-تحلیلی است. روش گردآوری اطلاعات و آمار مورد نیاز بر اساس مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و بازدید میدانی و مراجعه به سازمان‌های مربوطه انجام گرفته است. سپس معیارهای مورد استفاده جهت مکان‌یابی بر اساس ضوابط مکان‌یابی انتخاب شده و با استفاده از روش ANP در نرم‌افزار Super Decisions مقایسه‌های زوجی انجام گرفته و وزن معیار هر یک از شاخص‌ها جهت آماده‌سازی لایه‌ها برای تجزیه و تحلیل‌های فضایی در محیط Arc GIS 10.2 انجام گرفته است؛ نتایج تحقیق به گونه‌ای است که در بعضی مناطق شهر اردبیل فضای سبز کمتری به ازای تراکم جمعیتی بیشتر و برعکس، وجود دارد. از جمله این مناطق بخش‌هایی از منطقه سه و چهار اردبیل می‌باشد که با وجود تراکم جمعیتی زیاد دارای فضای سبز کمتری نسبت به مناطق یک و دو (به‌خصوص منطقه دو) هستند؛ در نهایت با نتایج حاصل از تلفیق لایه‌های وزن‌دار به دست آمده، در محیط GIS با کمک دستورهای GAMMA 0/9, Weighted Overlay, Weighted Sum مکان‌های اولویت‌دار که در درجه زمین‌های مناسب و نسبتاً مناسب بودند برای ایجاد فضای سبز شهری در شهر اردبیل شناسایی و پیشنهاد شدند؛ از جمله محله‌هایی که شناسایی شده و دارای کمبود فضای سبز شهری می‌باشند می‌توان به محله‌های معجز، باغمیشه، عالی قاپو، محمدیه، دانش و ... اشاره کرد.

**کلیدواژه‌ها:** سیستم اطلاعات جغرافیایی، شهر اردبیل، فضای سبز، مکان‌یابی.

## ۱. مقدمه

امور مختلف شهرها با ابزارهای سنتی غیر ممکن است. اهمیت سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در برنامه‌ریزی شهری با گسترش سریع شهرها و افزایش سرسام‌آور اطلاعات، که باید برای مدیریت شهری پردازش شوند، روشن شده است (فرج‌زاده و سرور، ۱۳۸۱، ص. ۸۰). مکان‌یابی نادرست فضاهای سبز شهری در نهایت منجر به ایجاد ناهنجاری‌هایی از جمله استفاده کم کاربران از فضاهای سبز ایجاد شده، ایجاد محدودیت در ارائه طرح معماری مناسب، ایجاد محدودیت در انتخاب و چیدمان گیاهی مناسب، آشفتگی در سیمای شهر، مشکلات مربوط به آبیاری و اصلاح خاک، عدم تعاملات اجتماعی مناسب، مشکلات مدیریت و نگهداری، کاهش امنیت روانی و اجتماعی و غیره خواهد شد (صابری، قنبری و حسین‌زاده، ۱۳۹۰، ص. ۲).

به طور کلی مکان‌یابی، فعالیتی است که استقرارهای فضایی و غیر فضایی یک سرزمین را جهت انتخاب مکان مناسب برای کاربری خاص مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. فضای سبز شهری، بخشی از فضای باز شهری است که عرصه‌های طبیعی یا اغلب مصنوعی آن، زیر پوشش گیاهانی است که بر اساس نظارت و مدیریت انسان با در نظر گرفتن ضوابط، قوانین و تخصص‌های مرتبط با آن برای بهبود شرایط زیستی، زیستگاهی و رفاهی شهروندان و مراکز جمعیتی غیر روستایی حفظ و نگهداری یا احداث می‌شوند (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۷، ص. ۱۱). در این راستا دسترسی همگانی به خدمات شهری و عدالت اجتماعی، حکم می‌کند که همه طبقات شهری بتوانند

## ۱.۱. طرح مسأله

گسترش شهرنشینی و توسعه فیزیکی شهرها از پدیده‌های قرن بیستم می‌باشد که در کلیه کشورهای جهان از جمله ایران صورت گرفت. گسترش سریع شهرها در سطح جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه همراه با بروز معضلات همانند تشدید آلودگی محیطی، کاهش روابط اجتماعی، آشفتگی کالبدی در سطح شهرها گشته که موجب کاهش کیفیت محیط زیست شهری برای انسان شده است. ساکنان شهرهای امروزی تنها به غذا نیازمند نیستند که با برطرف کردن آن، مسئله به نوعی پایان یافته تلقی گردد؛ بلکه مسکن خوب، فضای زندگی مناسب، محیط آرام و تنفس هوای پاکیزه نیز در زمره نیازهای اصلی و عمده به شمار می‌آیند (شکوئی، ۱۳۵۸، ص. ۶۵). امروزه گسترش فضایی و فیزیکی شهرها، افزایش جمعیت و به وجود آمدن فعالیت‌های جدید در ساختار شهر باعث شده است تا در شهر، متغیرهایی مختلفی وارد شوند. بنابراین آنالیز، تجزیه و تحلیل کردن این متغیرها با استفاده از روش‌های سنتی بسیار دشوار و پرهزینه است و تنها راه مواجه شدن با چنین حجمی از اطلاعات و بهره‌برداری صحیح و برنامه‌ریزی از آنها، استفاده از سیستم‌های کامپیوتری است که در ارتباط با داده‌های فضایی GIS<sup>۱</sup> راهگشای این مشکل است (فرج‌زاده و رستمی، ۱۳۸۳، ص. ۱۳۷). امروزه بر عموم متخصصان و مدیران شهری مشخص گردیده که مدیریت و اداره

شهری در شهر اردبیل که مرکز استان اردبیل است، حائز اهمیت فراوان بوده و انجام مطالعات زیربنایی، شناخت محدودیت‌ها و کمبود و برنامه‌ریزی در این خصوص می‌تواند آینده بهتری برای این شهر به ارمغان آورد. شهر اردبیل از جمله شهرهایی است که با توجه به نحوه توزیع جمعیت از توزیع مناسب فضای سبز شهری برخوردار نیست. به گونه‌ای که در بعضی مناطق شهر اردبیل فضای سبز کمتری به ازای تراکم جمعیتی بیشتر و در بعضی مناطق نیز فضای سبز بیشتری به ازای تراکم جمعیتی کمتر وجود دارد. از جمله این مناطق بخش‌هایی از منطقه سه و چهار اردبیل می‌باشد که با وجود تراکم جمعیتی زیاد دارای فضای سبز کمتری نسبت به مناطق یک و دو هستند و در منطقه یک و دو برعکس منطقه سه و چهار اینکه با تراکم جمعیتی کم دارای فضای سبز بیشتری می‌باشد. بنابراین انتخاب مکان‌های بهینه جهت ایجاد فضای سبز شهری با توجه به معیارهای معمول و همچنین معیارهایی چون آلودگی، تراکم جمعیت و واحدهای فرسوده می‌تواند گام موثری در ایجاد توازن جمعیتی و کاهش میزان آلودگی‌های شهری باشد (بهمن‌پور و محرم‌نژاد، ۱۳۸۶، ص. ۳۲-۳۱). بنابراین مسأله اصلی این پژوهش این است که کدام قسمت از سطح شهر اردبیل بهترین مکان برای ایجاد فضای سبز می‌باشد؟ از آنجا که اهداف اصلی برنامه ریزی شهری، سلامت، و زیبایی می‌باشد، مکان‌یابی صحیح فضای سبز شهری نیز به عنوان یکی از مهمترین عناصر محیط شهری سهم زیادی در مطلوبیت و مطبوعیت فضا از نظر شهروندان دارد. با

به طور یکسان از فضاهای باز و سبز شهری، پارک‌ها و مکان‌های اوقات فراغت برخوردار شوند؛ نه اینکه طبقه مرفه جامعه بتواند قطعاتی از زیباترین چشم‌اندازهای شهرها را برای زیست خود انتخاب کنند و بتدریج همه‌ی این چشم‌اندازها مختص طبقات مرفه جامعه شوند (زنگی آبادی و مختاری ملک آبادی، ۱۳۸۴، ص. ۸۷). در بیشتر بحث‌ها بر پارک‌ها و فضای سبز شهری به عنوان یک راهکار بسیار مهم که می‌تواند کیفیت زندگی اجتماعی شهر را بالا ببرد، تأکید شده است (جیرارد، ۱۹۹۲، ص. ۲۵). فضای سبز می‌تواند خدمات اجتماعی و روانی بسیار زیادی را ارائه دهد و به عنوان عاملی که می‌تواند نقش بسیار مهمی در توانمند ساختن شهرهای جدید و همچنین ساکنان آنها داشته باشد، عمل کند (الریچ، ۱۹۸۲، ص. ۲). اصولاً بدترین فضاهای سبز شهری دارای مشکل، آنهایی هستند که در مکان‌هایی که مردم از کنار آنها نمی‌گذرند و تمایل به چنین کاری ندارند، قرار دارند و اینکه اصولاً معیارهایی که در مکان‌یابی فضاهای سبز عمومی باید رعایت شوند عبارت‌اند از:

۱. مرکزیت ۲. سلسله مراتب ۳. دسترسی (سعیدنیا، ۱۳۷۹، ص. ۸۷). در واقع توزیع مکانی فضای سبز باید به گونه‌ای باشد که دستیابی به آن به آسانی صورت گیرد که برخی زمان دسترسی را ده دقیقه، که معادل ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر از نواحی مسکونی است، برآورد می‌کنند (مجنونیان، ۱۳۷۴، ص. ۵۷).

مطالعه پراکندگی پارک‌ها و فضاهای سبز شهری به عنوان یکی از نماگرهای کلیدی توسعه پایدار

سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی برای آنالیز منطقه‌ای و پیش بینی وضعیت محیط زیست مورد توجه هستند و تأکید دارند که این سامانه‌ها که مدل‌های پیش بینی ریاضی، پایگاه داده و اصول دانش را تلفیق می‌کنند، یکی از ابزارهای آینده‌نگری برای حل مشکلات محیط زیست منطقه‌ای و شهری می‌باشند. بنابراین اطلاعات کیفی باید در اصول علمی GIS ذخیره شده و برای مدل‌های پیش‌بینی استفاده شوند. سانت ریورا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) بر این عقیده‌اند که توسعه پایدار در اغلب موارد بر موضوعات زیر تأکید دارد: استمرار یکپارچگی اکولوژیکی، تلفیق مراقبت‌های زیست‌محیطی با اهداف توسعه‌ای و اتخاذ یک رویکرد دراز مدت در مکان یابی. اکبرپور سراسکانرود و همکاران (۱۳۸۸) به ارزیابی و مکان یابی کاربری فضای سبز منطقه ۹ شهرداری تهران پرداختند؛ نتایج این پژوهش حاکی از این است که وجود فرودگاه مهرآباد و مراکز نظامی و صنعتی زیاد در منطقه، باعث شده است تا پیدا کردن مکان بهینه برای احداث پارک شهری، مشکل‌تر شود. بنابراین منطقه ۹ تهران با محدودیت احداث پارک شهری روبرو می‌باشد. احمدی و همکاران (۱۳۹۰) به ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی فضای سبز شهری منطقه ۷ شهرداری اهواز با استفاده از GIS و روش AHP پرداختند؛ نتایج حاصل از تلفیق لایه‌های وزن دهی شده بر اساس میزان اهمیت هر یک از لایه‌ها در مکان‌یابی فضای سبز، زمین‌های منطقه مورد مطالعه را برای انتخاب مکان مناسب برای ایجاد فضای سبز اولویت بندی کرد و سپس مشخص شد که زمین‌های

توجه به مسأله اصلی این پژوهش اهداف زیر دنبال می‌شود:

هدف اصلی این پژوهش، مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری در شهر اردبیل با استفاده از GIS و روش ANP و اهداف جزئی به شرح زیر می‌باشد:

تعیین عوامل موثر در مکان‌یابی پارک‌ها و فضای سبز شهری در شهر اردبیل و نحوه ترکیب آنها در محیط GIS به منظور ایجاد الگویی مناسب برای مکان‌یابی فضای سبز شهری؛

استاندارد سازی لایه‌ها برای انجام تحلیل و شناسایی مکان بهینه برای ایجاد فضای سبز؛

شناسایی مکان‌های اولویت‌دار برای ایجاد فضای سبز شهری در شهر اردبیل.

با توجه به مسئله اصلی پژوهش و اهداف مطرح شده در این پژوهش این سؤالات مطرح می‌شود که:

۱. عوامل موثر در مکان‌یابی پارک‌ها و فضای سبز شهری در شهر اردبیل کدام است؟

۲. مکان‌های اولویت‌دار برای ایجاد فضای سبز شهری در شهر اردبیل کدام است؟

## ۲. پیشینه و مبانی نظری پژوهش

### ۲.۱. پیشینه پژوهش

در زمینه مکان‌یابی فضای سبز شهری، مطالعات گسترده‌ای انجام شده است که در زیر به برخی از پژوهش‌های مرتبط با موضوع پژوهش حاضر اشاره می‌شود:

سودهیرا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۴) بر این اعتقادند که مدل‌های پیش بینی و پیشرفت‌های روش شناختی در

با درجه خیلی خوب و خوب و متوسط در فاصله نزدیکی از مراکز مسکونی، فرهنگی و آموزشی واقع شده‌اند. مخدوم (۱۳۹۰) برنامه ریزی منطقه‌ای کاربری اراضی جهت رسیدن به توسعه پایدار را «تنظیم رابطه بین انسان، سرزمین و فعالیت‌های انسان در سرزمین به منظور بهره‌برداری درخور و پایدار از جمیع امکانات انسانی و رفاهی سرزمین در جهت بهبود وضعیت مادی و معنوی اجتماع در طول زمان» می‌داند. زیاری و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی مکانیابی عرصه‌های مناسب فضای سبز شهری منطقه ۱۴ شهرداری کلانشهر تهران با استفاده از روش ترکیبی AHP و فازی در محیط GIS پرداختند؛ در این پژوهش معیارهای انتخاب مکان بهینه جهت ایجاد فضای سبز شهری مورد مقایسه قرار گرفته و به صورت فازی وزن دهی شدند و سپس این اوزان به عنوان وزن معیارها مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که زمین‌های مکان یابی فضای سبز به پنج دسته تقسیم شدند و زمین‌هایی که از درجه تناسب خیلی خوب و خوب برخوردارند جهت ایجاد فضای سبز مورد نظر قرار بگیرند. احدنژاد روشتی و همکاران (۱۳۹۳) به ارزیابی و مکان یابی فضای سبز شهری منطقه ۱۱ شهر تهران پرداختند؛ نتایج این پژوهش حاکی از این است که از مساحت ۱۲۰۵ هکتاری منطقه حدود ۱۹۵ هکتار معادل ۱۶ درصد از کل مساحت منطقه، وضعیتی کاملاً سازگار برای گسترش فضای سبز دارد. رضوی و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی فضای سبز شهری و مکان یابی آن با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در منطقه سه شهرداری مشهد

پرداختند؛ نتایج حاصل از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی زمین‌های منطقه را برای انتخاب مکان‌های مناسب برای فضای سبز اولویت‌بندی شد. در نهایت زمین‌های اولویت‌بندی شده را با نقشه کاربری اراضی مورد ارزیابی قرار گرفت که با کاربری موجود در سطح منطقه هم‌خوانی داشت. وطن‌پرست و همکاران (۱۳۹۴) به برنامه‌ریزی سبزه‌های شهری به کمک روش تحلیلی سلسله‌مراتبی AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه ۱۱ شهر مشهد پرداختند؛ استفاده از این روش در منطقه یازده شهری کلانشهر مشهد منجر به پیشنهاد سبزه‌های به طولی حدود ۱۱/۵ هکتار شد. فرم شهر و ایجاد ارتباط و تعامل بیشتر انسان به‌صورت پیاده با فضای شهر هستند، مناسب و انجام‌پذیر است. خوانین خواه و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی روند تغییرات فضای سبز شهر یزد در سه دهه گذشته (۱۳۶۶، ۱۳۷۸ و ۱۳۹۴) با استفاده از سنجش از دور پرداختند؛ نتایج نشان داد میزان مساحت فضای سبز شهری و تغییرات کاربری و تبدیل باغات به مناطق مسکونی و سایر کاربری‌های شهری در طی ۳۰ سال گذشته ۲۷۱/۷۱ هکتار کاهش داشته است، درحالی‌که جمعیت شهر یزد در طول این دوره ۳۳۲۱۲۴ نفر افزایش داشته است. بیشترین میزان کاهش فضای سبز در طی این سال‌ها برابر با ۲۰۹ هکتار و مربوط به منطقه دو شهری است. با توجه به نتایج به دست آمده، میزان فضای سبز مناطق ۱ و ۲ در سال‌های مذکور روندی نزولی داشته است.

## ۱. ۲. ۲. مبانی نظری پژوهش

مکان یابی: عبارت است از ارزش گذاری هریک از لکه های یکنواخت و همگن سرزمین برای انواع کاربری های مختلف (سانت ریورا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸، ص. ۲۶۳). منطق بولین: ساده ترین روش ترکیب محدودیت ها می باشد که وزن همه آنها در نظر گرفته شده و با یکدیگر جمع شده و یا در هم ضرب می شوند (مالکزوسکی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴، ص. ۲۶) و معمولاً برای تفکیک مناطقی که دارای مجموعه ای از شرایط و ویژگی های مورد نظر باشند، کاربرد دارد. منطق بولین بر مبنای اعداد ۱ و ۰ و لزوم قطعیت در مورد وجود یا عدم وجود هر پدیده مورد بررسی در فرآیند مکان یابی است. یعنی نقشه های استاندارد شده که در آنها مناطق به دو گروه مطلوب و نامطلوب تقسیم می شوند و این دو گروه به ترتیب با ارزش های یک و صفر مشخص می گردند (مخدوم، ۱۳۸۴، ص. ۶۳). منطق فازی: اولین بار در پی تنظیم نظریه ای مجموعه های فازی به وسیله ی پروفیسور لطفی زاده (۱۹۶۵ م) در صحنه ی محاسبات نو ظاهر شد (لطفی زاده، ۱۹۶۵، ص. ۳۴۷). واژه fuzzy به معنای غیر دقیق، ناواضح و مبهم (شناور) است. کاربرد این بخش در علوم نرم افزاری را می توان به طور ساده این گونه تعریف کرد: منطق فازی از منطق ارزش های "صفر و یک" نرم افزارهای کلاسیک فراتر رفته و درگاهی جدید برای دنیای علوم نرم افزاری و رایانه ها می گشاید، زیرا فضای شناور و نامحدود بین اعداد صفر و یک را نیز در منطق و استدلال های خود به کار

برده و به چالش می کشد. منطق فازی از فضای بین دو ارزش "برویم" یا "نرویم"، ارزش های جدید "شاید برویم" یا "می رویم اگر" یا حتی "احتمال دارد برویم" را استخراج کرده و به کار می گیرد (مندل<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱، ص. ۲۱۴). از دیدگاه وافرندر<sup>۴</sup> و همکاران (۱۹۶۹)، فنون همپوشانی به عنوان یک روش پیشرو برای روش های کلاسیک همپوشانی در GIS شناخته می شود که در بسیاری از کاربردهای GIS شامل فنون آنالیز تناسب کاربری اراضی، همچون آنالیز تصمیم گیری چندمعیاره و روش های هوش مصنوعی نقش اصلی را بازی می کند. همچنین فنون تجزیه و تحلیل تناسب کاربری اراضی با کمک GIS به میزان زیادی ساختار جامع فعالیت های برنامه ریزی شهری، منطقه ای و زیست محیطی را تشکیل داده است (وافرندر، هارالد و مانفرد، ۲۰۰۵، ص. ۲۰۷).

مهمترین تفاوت این پژوهش با پژوهش های قبلی در این است که در پژوهش های قبلی از روش AHP برای تعیین وزن معیارها استفاده شده و در حالی که این روش رابطه معیارها را با هم مقایسه نکرده و بلکه به صورت سلسله مراتبی عمل می نماید اما در روش ANP این رابطه به صورت شبکه ای بوده و معیارها باهم نیز مقایسه می شوند. همچنین در این پژوهش در محیط GIS با کمک دستورهای مختلف Weighted Overlay, GAMMA 0/9, PRODUCT, Weighted Sum مکان های اولویت دار برای ایجاد فضای سبز شهری در شهر اردبیل شناسایی شدند؛

## ۲. روش شناسی پژوهش

## ۲.۱. روش پژوهش

این پژوهش از نوع کاربردی و رویکرد حاکم بر آن توصیفی-تحلیلی است. به این ترتیب که ابتدا اطلاعات و آمار مورد نیاز و مبانی تئوریک آن بر اساس مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و بازدید میدانی و مراجعه به سازمان‌های مربوطه انجام گرفته است. سپس معیارهای مورد استفاده جهت مکان‌یابی بر اساس ضوابط مکان‌یابی انتخاب شده است. با توجه به اینکه فرآیند مکان‌یابی یک مسئله تصمیم‌گیری چندصفتی بوده و با استفاده از مدل رستری قابل انجام است، می‌بایست از نرم‌افزاری استفاده نمود که علاوه بر مدل ویکتوری، مدل رستری را نیز مورد پشتیبانی قرار داده و علاوه بر این قابلیت استفاده از قواعد تصمیم‌گیری چندصفتی را داشته باشد. در این راستا معیارهای مورد استفاده در این پژوهش (جدول ۱) با استفاده از روش ANP در نرم‌افزار Super Decisions مقایسه‌های زوجی انجام گرفته و وزن معیار هر یک از شاخص‌ها (۱۶ شاخص) جهت آماده سازی لایه‌ها برای تجزیه و تحلیل‌های فضایی در محیط Arc GIS 10.2 انجام گرفته است؛ در نهایت پس از تحلیل لایه‌های وزن‌دار به دست آمده از انجام عملیات مذکور، مناطق اولویت‌دار برای ایجاد فضای سبز محدوده مورد مطالعه شناسایی شدند.

در این تحقیق از روش ANP برای وزن دهی به شاخص‌ها استفاده شده است؛ در روش ANP، مسئله از حالت سلسله مراتبی خارج شده و تشکیل یک شبکه یا سیستم غیرخطی یا سیستم با بازخور را می‌دهد که در این صورت برای محاسبه وزن عناصر

نمی‌توان از قوانین و فرمول‌های سلسله مراتبی استفاده کرد. در این حالت برای محاسبه وزن عناصر باید از تئوری شبکه‌ها استفاده کرد (قدسی‌پور، ۱۳۹۰، ص. ۷۸).

## ۲.۲. متغیر و شاخص‌های پژوهش

در راستای دستیابی به اهداف تحقیق، ۱۶ شاخص برای مکان‌یابی فضای سبز شهری در زمینه‌های مختلف در در راستای تعیین پهنه‌های مناسب برای مکان‌یابی فضای سبز شهری در شهر اردبیل، مورد توجه قرار گرفته است (جدول ۱). در انتخاب شاخص‌ها از پیشینه موضوع و دیدگاه متخصصان تحقیق استفاده شده و سعی شده است آن دسته از شاخص‌ها مورد بررسی قرار گیرد که آمار و اطلاعات مربوط به آنها وجود داشته و مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

## جدول ۱. وزن معیارهای مورد استفاده و ضوابط استاندارد تعیین شده برای مکان‌یابی فضای سبز شهری

ردیف	معیارها	سازگاری	فاصله استاندارد	وزن	ردیف	معیارها	سازگاری	فاصله استاندارد	وزن
۱	نزدیکی به مراکز مسکونی	سازگار	$\leq 150$ متر	۰/۱۰۶	۹	نزدیکی به تأسیسات و تجهیزات شهری	ناسازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۳۸
۲	نزدیکی به مراکز آموزشی	سازگار	$\leq 150$ متر	۰/۱۰۱	۱۰	نزدیکی به مراکز درمانی	ناسازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۴۸
۳	نزدیکی به مراکز فرهنگی	سازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۹۷	۱۱	نزدیکی به زمین‌های خالی و بایر	ناسازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۳۱
۴	نزدیکی به رودخانه	سازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۸۸	۱۲	نزدیکی به راه‌های ارتباطی	سازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۸۱
۵	نزدیکی به مراکز تجاری	ناسازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۴۵	۱۳	نزدیکی به فضاهای سبز موجود	ناسازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۵۴
۶	نزدیکی به مراکز اداری	ناسازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۳۵	۱۴	نزدیکی به مراکز نظامی	ناسازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۳۷
۷	نزدیکی به مراکز صنعتی	ناسازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۳۴	۱۵	میزان شیب (فاصله)	سازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۶۱
۸	نزدیکی به مراکز مذهبی	سازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۵۶	۱۶	میزان تراکم جمعیت (فاصله)	سازگار	$\leq 150$ متر	۰/۰۸۴

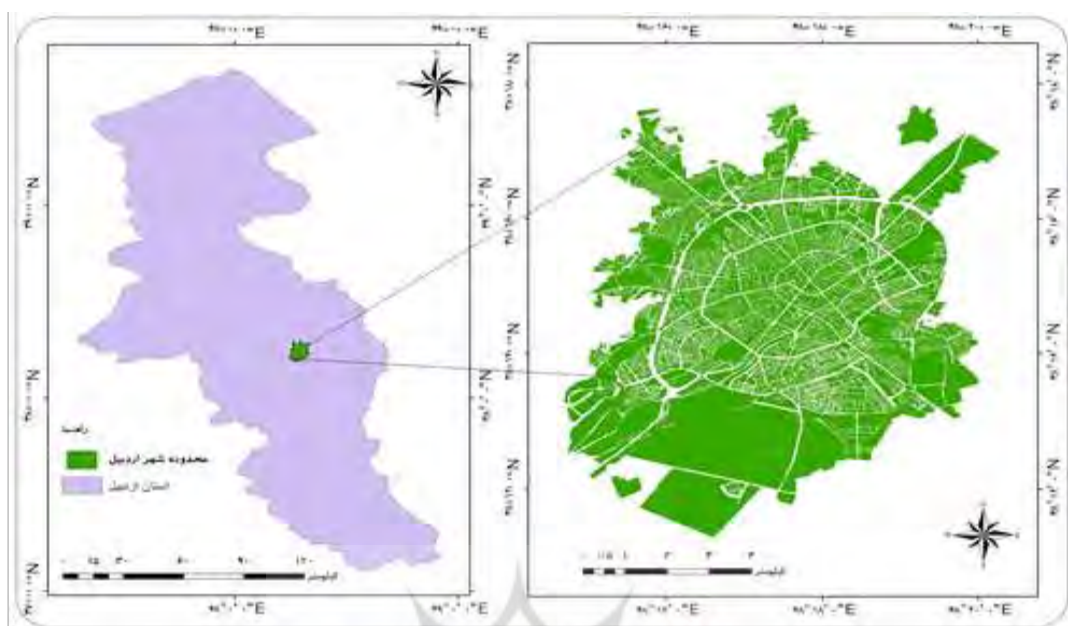
مأخذ: (محاسبات نگارندگان بر اساس حسینی، ۱۳۸۰، ص. ۴۱؛ احمدی، موحد و شجاعیان، ۱۳۹۰، ص. ۱۵۳)

### ۳.۲. قلمرو جغرافیایی پژوهش

در هکتار و دارای مساحتی حدود ۶۳۵۰/۵۰ هکتار می‌باشد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اردبیل، ۱۳۹۵).

شهر اردبیل به عنوان مرکز استان اردبیل در بخش جنوبی حوزه آبریز قره سو و در میانه‌ی دشت اردبیل قرار دارد که به دلیل هم‌جواری با کوه سبلان و چشمه‌های آب گرم موجود در دامنه‌های شمالی و شرقی آن و همچنین برخورداری از اقلیم بسیار مناسب در تابستان‌ها، گردشگران بسیار زیادی را از گوشه و کنار کشور به خود جلب می‌نماید. با توجه به سرشماری عمومی و نفوس مسکن ۱۳۹۵ جمعیت شهر اردبیل ۵۲۹۳۷۴ نفر با تراکم جمعیتی ۸۳/۳۶ نفر



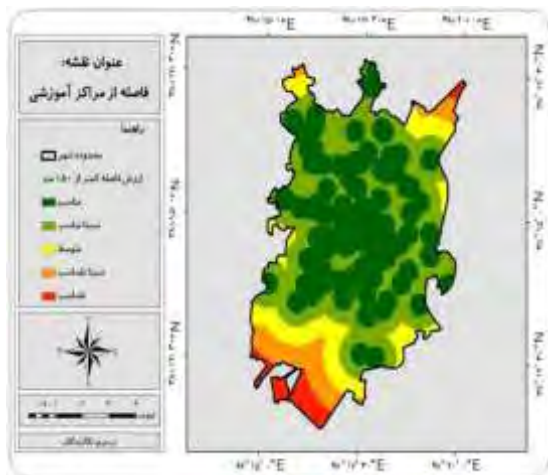


شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه مأخذ: (نگارندگان، ۱۳۹۷)

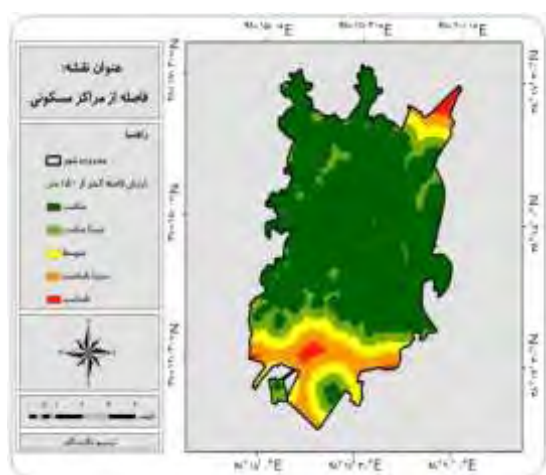
### ۳. یافته‌های پژوهش

مسکونی، آموزشی، فرهنگی، رودخانه، تجاری، اداری، صنعتی، مذهبی، تأسیسات و تجهیزات شهری، درمانی، زمین‌های بایر و خالی، راه‌های ارتباطی، فضاهای سبز موجود، نظامی و اطلاعات جمعیتی می‌باشد که با استفاده از این داده‌ها، لایه‌های جدیدی (اشکال ۱۷-۲) مانند: فاصله از مراکز مسکونی، فاصله از مراکز آموزشی، فاصله از مراکز فرهنگی، فاصله از رودخانه، فاصله از مراکز تجاری، فاصله از مراکز اداری، فاصله از مراکز صنعتی، فاصله از مراکز مذهبی، فاصله از تأسیسات و تجهیزات شهری، فاصله از مراکز درمانی، فاصله از زمین‌های بایر و خالی، فاصله از راه‌های ارتباطی، فاصله از فضاهای سبز موجود، فاصله از مراکز نظامی، میزان شیب و میزان تراکم جمعیتی به دست می‌آید.

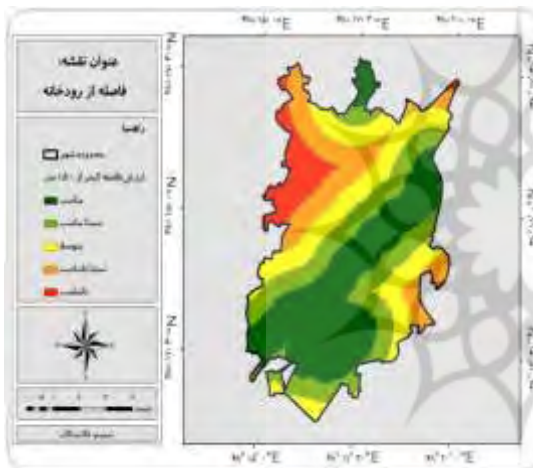
جهت مکان‌یابی و ادغام نمودن نقشه‌ها، می‌بایست لایه‌های موثر (معیارها) در مکان‌یابی، استاندارد شود. یعنی لایه‌ها را با استفاده از قواعد تصمیم‌گیری به مقیاسی تبدیل شوند که بتوان آنها را با هم ادغام کرد (شهابی، ۱۳۸۸، ص. ۹). بدین منظور همچنانکه اشاره شد از روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)، استفاده شده است. سپس مرحله تهیه لایه‌های موردنیاز (معیارها) برای مکان‌یابی فضای سبز محدوده مورد مطالعه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) فرایندی است که شامل اخذ داده، تغییرات فرمت، زمین مرجع کردن، تنظیم کردن و مستندسازی داده‌هاست (فرج‌زاده، ۱۳۸۴، ص. ۸). داده‌هایی که به سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد شده، عبارت‌اند از: نقشه‌های رقومی کاربری اراضی، رقومی ارتفاعی (DEM) و نقشه رقومی از لایه‌های مراکز



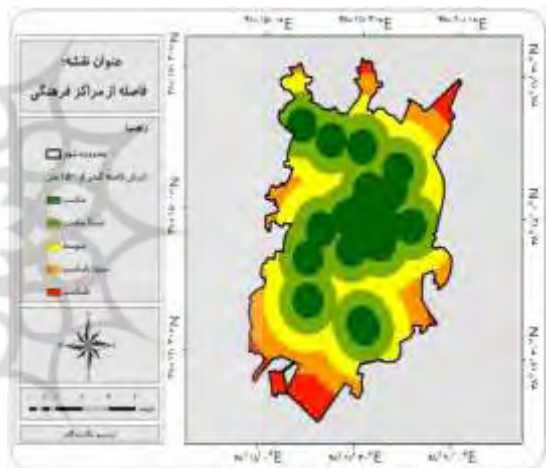
شکل ۳. فاصله از مراکز آموزشی



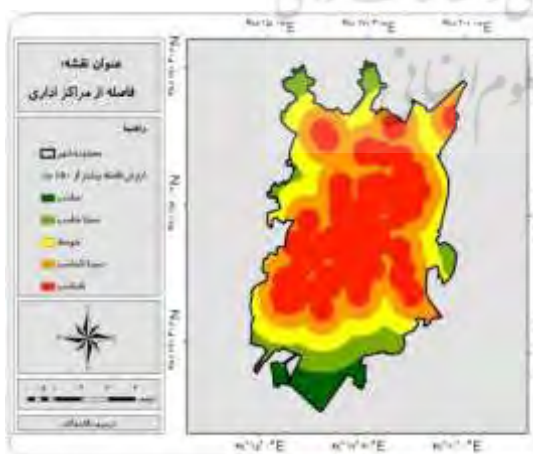
شکل ۲. فاصله از مراکز مسکونی



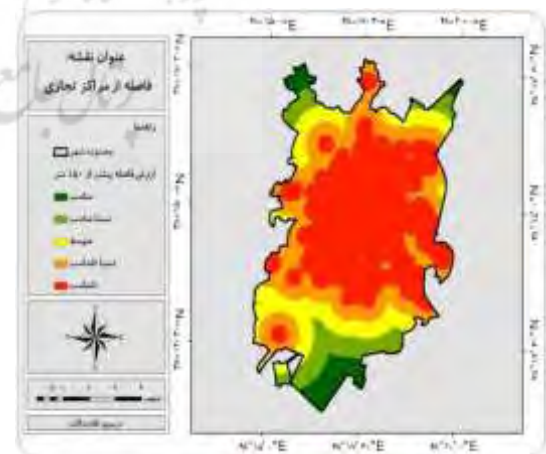
شکل ۵. فاصله از رودخانه



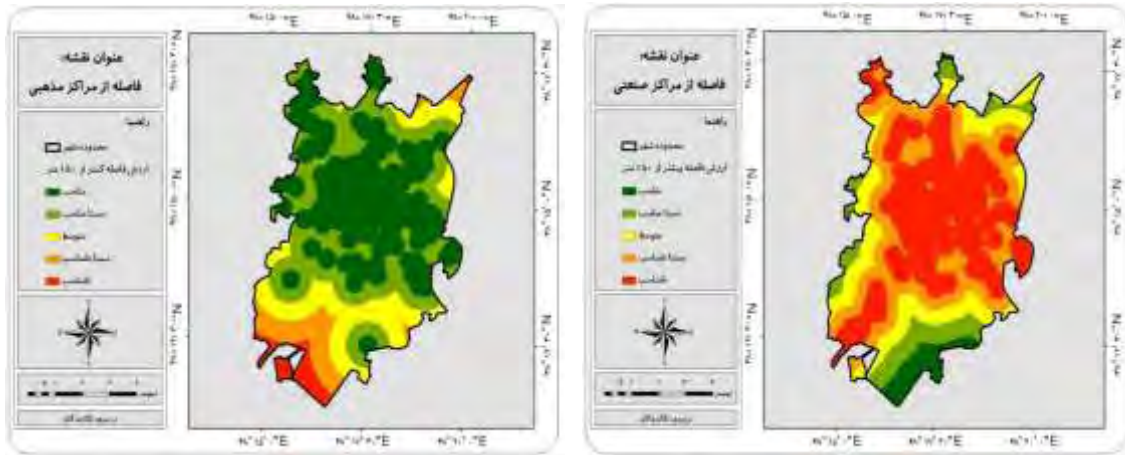
شکل ۴. فاصله از مراکز فرهنگی



شکل ۷. فاصله از مراکز اداری

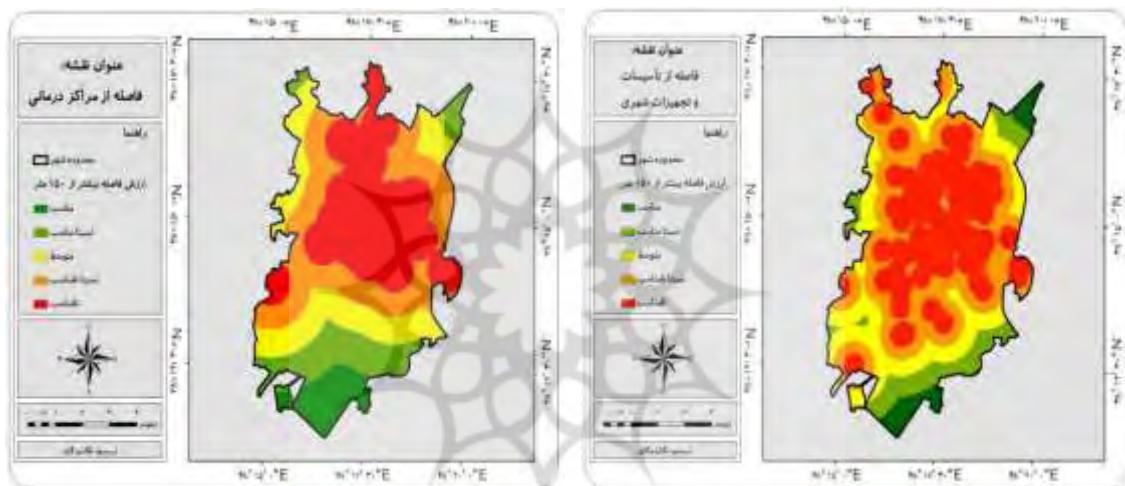


شکل ۶. فاصله از مراکز تجاری



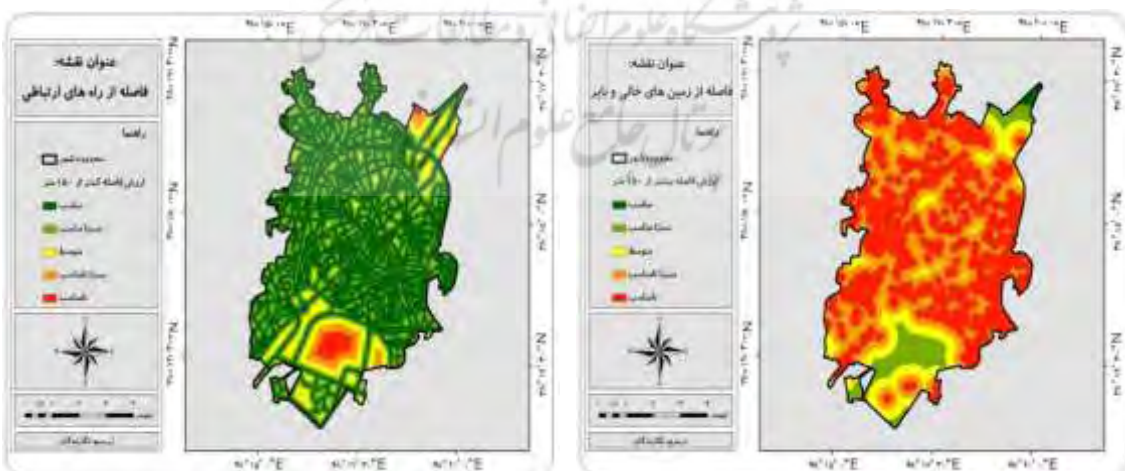
شکل ۹. فاصله از مراکز مذهبی

شکل ۸. فاصله از مراکز صنعتی



شکل ۱۱. فاصله از مراکز درمانی

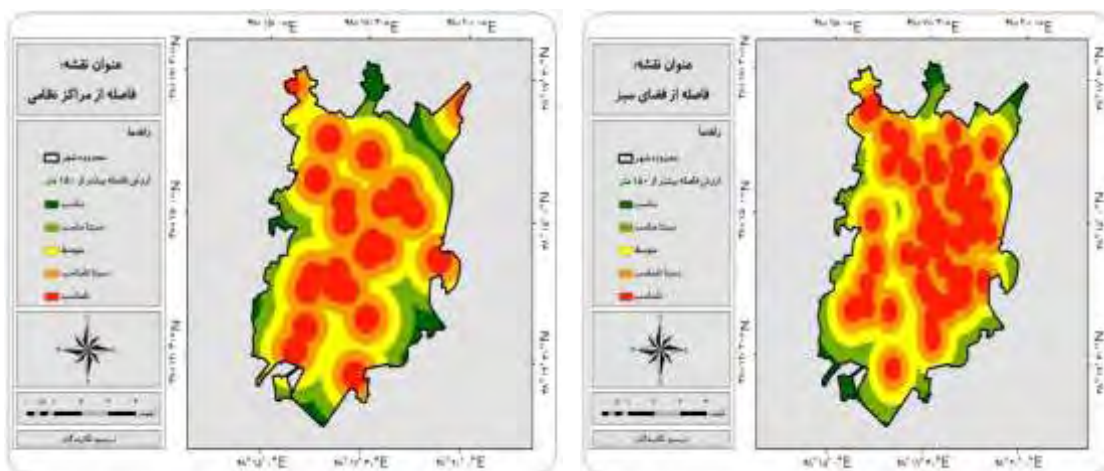
شکل ۱۰. فاصله از تأسیسات و تجهیزات شهری



شکل ۱۳. فاصله از راه های ارتباطی

شکل ۱۲. فاصله از زمین های خالی و بایر

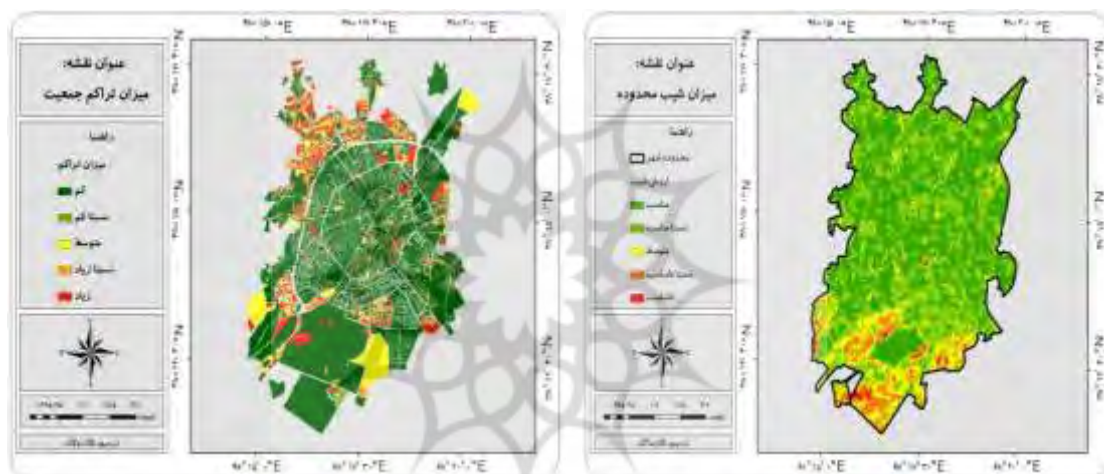




شکل ۱۴. فاصله از فضاهای سبز موجود



شکل ۱۵. فاصله از مراکز نظامی



شکل ۱۶. میزان شیب



شکل ۱۷. میزان تراکم جمعیت

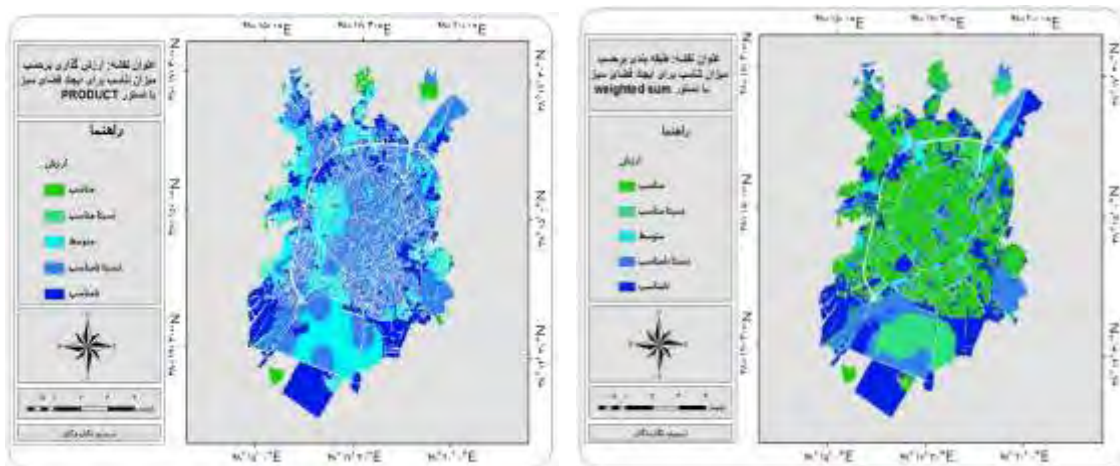
مأخذ: (نگارندگان، ۱۳۹۷)

فضای سبز شهری در شهر اردبیل شناسایی شدند (اشکال ۲۰-۱۸).

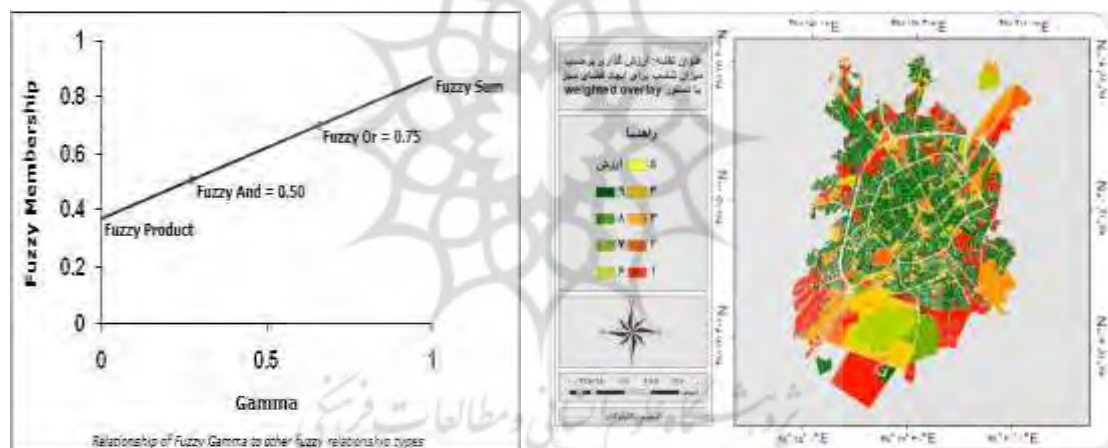
ذکر این نکته لازم است که دستوره‌های Overlay PRODUCT, Sum، برای مکان‌یابی فضای سبز در شهر اردبیل کامل نبوده و هر کدام به نوعی برخی از پارامترهای مهم در مکان‌یابی را حذف کرده و به تنها خروجی منطقی و قابل قبولی را برای مکان‌های مناسب ارائه نمی‌دهند؛ لذا در این تحقیق برای ارائه یه خروجی مناسب از دستور GAMMA 0/9 استفاده

با استاندارد سازی لایه‌ها برای انجام تحلیل و شناسایی مکان بهینه برای ایجاد فضای سبز، ابتدا تک تک معیارهای مورد بررسی را مقایسه نموده و میزان اهمیت نسبی هر یک از معیارها را بر اساس ارزش آنها در مکان‌یابی فضای سبز بدست می‌آوریم (جدول ۱). در نهایت با وزن‌های به دست آمده در لایه‌های موثر در مکان‌یابی در محیط GIS با کمک دستوره‌های PRODUCT, Weighted Overlay, Weighted Sum، مکان‌های اولویت دار برای ایجاد

شده است که تمامی این روش‌ها را به صورت یکجا و با خروجی قابل قبولی در نظر می‌گیرد (شکل ۲۱).



شکل ۱۸. میزان تناسب برای ایجاد فضای سبز با Weighted Sum شکل ۱۹. میزان تناسب برای ایجاد فضای سبز با PRODUCT



شکل ۲۰. میزان تناسب برای ایجاد فضای سبز با Weighted Overlay شکل ۲۱. رابطه گامای فازی با دیگر انواع روابط فازی

مأخذ: (نگارنگان، ۱۳۹۷)

ممتازی برخوردار است. در زمان حاضر آلودگی‌های زیست محیطی در اکثر شهرها در حال افزایش است، گسترش هماهنگ و عادلانه پارک‌ها و فضاهای سبز شهری نقش موثری در ایجاد پایداری زیستی شهرها ایفا می‌کند. با توجه به مسئله اصلی این پژوهش مبنی بر اینکه کدام قسمت از سطح شهر اردبیل بهترین

با بروز بحران‌های زیست محیطی در شهرها و کاهش سطح عمومی زندگی مردم، سالم سازی محیط شهری و حفظ محیط زیست برای نسل‌های آینده اهمیت چشمگیری یافته است. بنابراین در برنامه‌های توسعه فضایی برای دستیابی به توسعه متعادل، متوازن و پایدار، توجه به فضای سبز از جایگاه

همچنان که در جداول ۲ و ۴ مشخص شده است، شهر اردبیل از جمله شهرهایی است که با توجه به نحوه توزیع جمعیت از توزیع مناسب فضای سبز شهری برخوردار نیست. به گونه‌ای که در بعضی مناطق شهر اردبیل فضای سبز کمتری به ازای تراکم جمعیتی بیشتر و در بعضی مناطق نیز فضای سبز بیشتری به ازای تراکم جمعیتی کمتر وجود دارد. از جمله این مناطق بخش‌هایی از منطقه سه و چهار اردبیل می‌باشد که با وجود تراکم جمعیتی زیاد دارای فضای سبز کمتری نسبت به مناطق یک و دو هستند و در منطقه یک و دو (بخصوص منطقه دو)، برعکس منطقه سه و چهار اینکه با تراکم جمعیتی کم دارای فضای سبز بیشتری می‌باشد (شکل ۲۳). بنابراین انتخاب مکان‌های بهینه جهت ایجاد فضای سبز شهری با توجه به معیارهای معمول و همچنین معیارهایی چون آلودگی، تراکم جمعیت و واحدهای فرسوده می‌تواند گام موثری در ایجاد توازن جمعیتی و کاهش میزان آلودگی‌های شهری باشد که در شکل ۲۴ این مکان بهینه جهت ایجاد فضای سبز شهری با دستور GAMMA 0/9 در شهر اردبیل مشخص شده است؛

مکان برای ایجاد فضای سبز می‌باشد؟ طبقه‌بندی مکان‌های موجود در سطح شهر برای ایجاد فضای سبز، به صورت مناسب، نسبتاً مناسب، متوسط، نسبتاً نامناسب و نامناسب، انجام گرفته است. اصولاً بدترین فضاهای سبز شهری دارای مشکل‌انگیزی هستند که در مکان‌هایی که مردم از کنار آنها نمی‌گذرند و تمایل به چنین کاری ندارند، قرار دارند؛ در واقع توزیع مکانی فضای سبز باید به گونه‌ای باشد که دست‌یابی به آن به آسانی صورت گیرد؛ بنابراین با اینکه هریک از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به نوبه‌ی خود دارای نقاط قوت و ضعف مختص به خود هستند، یکی از راه‌های موجود برای بهبود بخشیدن یا حذف نقاط ضعف موجود در هر یک از روش‌ها، ترکیب دو یا چند تکنیک در قالب یک سیستم ترکیبی است. البته باید در نظر داشت که ترکیب این روش‌ها از منطقی و توجیه علمی برخوردار باشد. در این پژوهش از این روش (ترکیبی) استفاده شده است تا از این طریق تصمیم‌گیرندگان از میان گزینه‌های موجود (بهترین مکان برای ایجاد فضاهای سبز شهری در شهر اردبیل) بهترین گزینه را انتخاب نمایند.

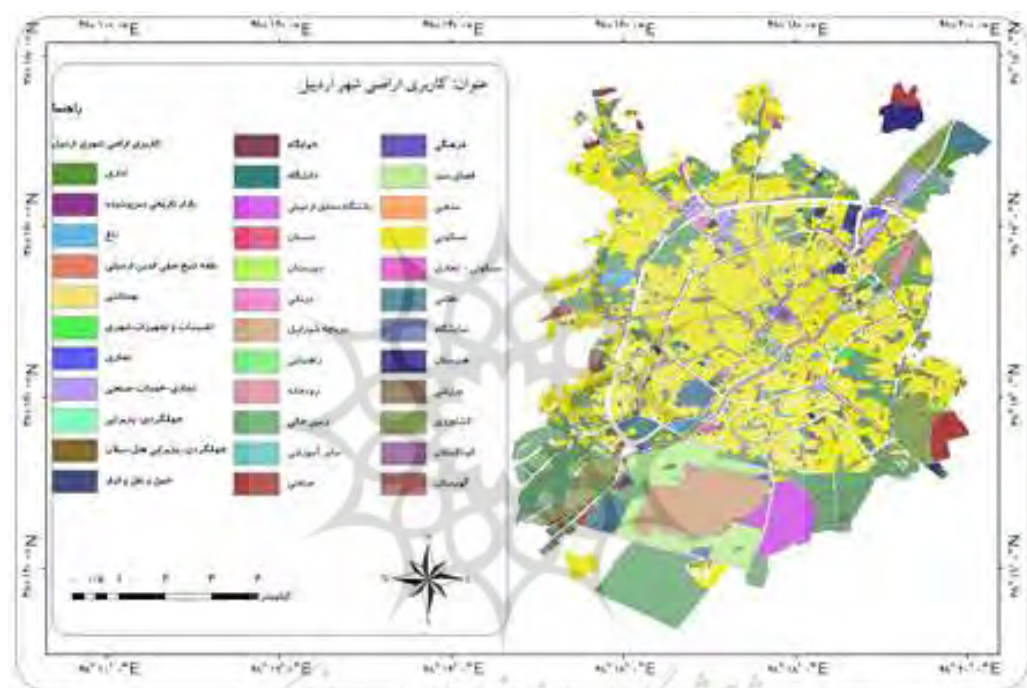
جدول ۲. وضع موجود کاربری‌های شهر اردبیل

ردیف	کاربری‌ها	مساحت (هکتار)	ردیف	کاربری‌ها	مساحت (هکتار)
۱	مسکونی	۱۳۷۴/۴۴	۶	اداری	۶۹/۲۵
۲	آموزشی	۲۴۴/۲	۷	صنعتی	۹۷/۲۳
۳	فرهنگی	۱۰/۰۸	۸	مذهبی	۱۳/۶۶
				فضاهای سبز	۴۴۷/۲۳

## ادامه جدول ۲

مساحت (هکتار)	کاربری ها	ردیف	مساحت (هکتار)	کاربری ها	ردیف	مساحت (هکتار)	کاربری ها	ردیف
۱۲۸/۳۹	نظامی	۱۴	۲۲/۷	تأسیسات و تجهیزات شهری	۹	۲۸۰/۰۵	رودخانه	۴
۱۰۷۴/۳	سایر	۱۵	۲۸/۷۱	بهداشتی-درمانی	۱۰	۱۲۷/۴۱	تجاری	۵
۶۳۵۰/۵۰					جمع کل کاربری ها			

مأخذ: (محاسبات نگارندگان بر اساس نقشه کاربری اراضی شهر اردبیل و استانداری اردبیل، ۱۳۹۷)



شکل ۲۲. کاربری اراضی شهر اردبیل مأخذ: (استانداری اردبیل، ۱۳۹۷)

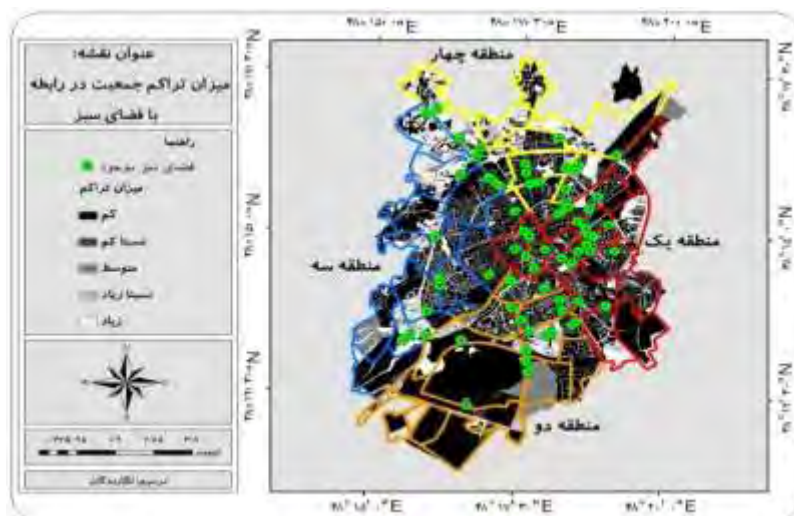
## جدول ۳. سرانه‌های پیشنهادی کاربری فضای سبز به متر مربع

سرانه به متر مربع	افراد، سازمان‌ها و ارگان‌های ذی ربط
۲۰-۲۵	سازمان ملل متحد <sup>۱</sup>
۷-۱۲	وزارت مسکن و شهرسازی
۲۰-۳۰	برنامه‌ریزان پولاد شهر
۳۰-۴۰	کامیپز بهرام سلطانی
۱۵-۲۰	مجید منخوم

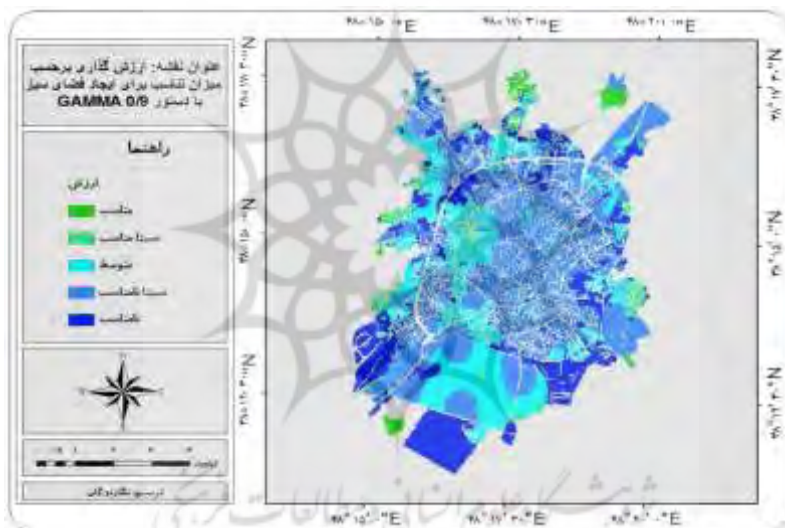
مأخذ: (زیاری، مهدنژاد و پرهیز، ۱۳۸۹، ص. ۳۰۲)

۱. در این تحقیق، سرانه فضای سبز شهر اردبیل، نسبت به سرانه استاندارد فضای سبز سازمان ملل متحد، بررسی شده است.





شکل ۲۳. میزان تراکم جمعیت در رابطه با فضای سبز موجود در شهر اردبیل



شکل ۲۴. مکان‌های مناسب برای ایجاد فضای سبز با GAMMA 0/9

مأخذ: (نگارندگان، ۱۳۹۷)

جدول ۴. وضعیت کاربری فضای سبز موجود در شهر اردبیل

منطقه	مساحت (هکتار)	جمعیت مناطق	فضای سبز موجود (هکتار)	سرانه فضای سبز موجود به ازای هر نفر در متر مربع	کمبود فضای سبز به ازای هر نفر در متر مربع
۱	۱۳۴۰/۶	۱۵۱۴۰۱	۶۹/۴۱	۴/۵۸	۱۵/۴۲
۲	۱۸۹۸/۲۱	۸۲۸۲۴	۲۷۵/۴۹	۳۳/۲۶	-۱۳/۲۶
۳	۱۶۷۹/۷۹	۱۷۱۵۱۶	۵۲/۷۴	۳/۰۷	۱۶/۹۳
۴	۱۴۳۱/۹	۱۲۳۶۳۳	۴۹/۵۹	۴/۰۱	۱۵/۹۹
جمع	۶۳۵۰/۵	۵۲۹۳۷۴	۴۴۷/۲۳	۸/۴۵	۱۱/۵۵

مأخذ: (محاسبات نگارندگان بر اساس نقشه کاربری اراضی شهر اردبیل و استانداری اردبیل، ۱۳۹۷)



## ۴. نتیجه گیری و پیشنهادها

برای رسیدن به هدف نهایی مورد نظر در این پژوهش که همان تعیین مکان بهینه برای احداث فضاهای سبز شهری می باشد جهت مکان یابی و ادغام نمودن نقشه ها، می بایست لایه های موثر (معیارها) در مکان یابی را استاندارد کنیم. بدین منظور همچنانکه اشاره شد از روش تحلیل شبکه ای (ANP)، استفاده شده است. سپس مرحله تهیه لایه های مورد نیاز (معیارها) برای مکان یابی فضای سبز محدوده مورد مطالعه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) صورت گرفت. داده هایی که به سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد شده، عبارت اند از: نقشه های رقومی کاربری اراضی، رقومی ارتفاعی (DEM) و نقشه رقومی از لایه های مراکز مسکونی، آموزشی، فرهنگی، رودخانه، تجاری، اداری، صنعتی، مذهبی، تأسیسات و تجهیزات شهری، درمانی، زمین های بایر و خالی، راه های ارتباطی، فضاهای سبز موجود، نظامی و اطلاعات جمعیتی می باشد که با استفاده از این داده ها، لایه های جدیدی به دست آمد؛ در پاسخ به سوال اول پژوهش مبنی بر اینکه عوامل موثر در مکان یابی پارک ها و فضای سبز شهری در شهر اردبیل کدام است؟ با استاندارد سازی لایه ها برای انجام تحلیل و شناسایی مکان بهینه برای ایجاد فضای سبز، ابتدا تک تک معیارهای مورد بررسی را مقایسه نموده و میزان اهمیت نسبی هر یک از معیارها را بر اساس ارزش آنها با روش ANP در مکان یابی فضای سبز بدست آمد (جدول ۱) که با اهمیت تریب معیار نزدیکی به مراکز مسکونی و آموزشی و کم اهمیت ترین معیار

نزدیکی به زمین های خالی و بایر است؛ در نهایت با وزن های به دست آمده در لایه های موثر در مکان یابی در محیط GIS با کمک دستورهای Weighted Overlay PRODUCT, Weighted Sum GAMMA 0/9, مکان های اولویت دار برای ایجاد فضای سبز شهری در شهر اردبیل شناسایی شدند (مناطق ۳ و ۴)؛ از جمله محله هایی که شناسایی شده و دارای کمبود فضای سبز شهری می باشند می توان به محله های معجز، باغمیشه، عالی قاپو، محمدیه، دانش و ... اشاره کرد. سپس در پاسخ به سوال دوم پژوهش مبنی بر اینکه مکان های اولویت دار برای ایجاد فضای سبز شهری در شهر اردبیل کدام است؟ این مکان ها به صورت طبقه بندی شده به پنج طبقه (مناسب، نسبتاً مناسب، متوسط، نسبتاً نامناسب و نامناسب) برای ایجاد فضای سبز شهری تقسیم شد. در این طبقه بندی، زمین هایی که درجه تناسب آنها مناسب و نسبتاً مناسب بوده اند را برای ایجاد فضای سبز انتخاب و سپس مکان های انتخاب شده را با نقشه ی کاربری اراضی شهری موجود در شهر اردبیل مقایسه نموده ایم. پس از مقایسه ی مکان های انتخاب شده با کاربری اراضی شهری، مشخص شده که زمین های مناسب برای ایجاد فضای سبز تناسب زیادی با کاربری اراضی دارند؛ این مکان ها در حواشی رودخانه، نزدیک به مراکز مسکونی، آموزشی، فرهنگی، مذهبی و شبکه ی ارتباطی هستند و از پارامترهای دیگری مانند اینکه از پارک ها و فضاهای سبز موجود فاصله مناسبی دارند و برخی از این مکان ها، زمین هایی هستند که مالکیت دولتی دارند و

تغییر کاربری و تبدیل آنها به فضای سبز به راحتی صورت خواهد گرفت.

مهمترین تفاوت نتایج این پژوهش با پژوهش‌های قبلی در این است که در پژوهش‌های قبلی با توجه به روش‌هایی که استفاده شده است، حالت تطبیقی-مقایسه‌ای نداشته و تنها به یک روش بسنده نموده‌اند؛ همچنین در پژوهش‌های قبلی مناطق و محله‌هایی که از فضای سبز کمتری برخوردارند، به‌طور دقیق مشخص نشده است؛ اما در این پژوهش از روش‌های کاربردی متعدد استفاده شده است؛ همچنین در این پژوهش با بررسی وضع موجود کاربری‌ها در سطح شهر اردبیل، مناطق دارای کمبود و حتی محله‌هایی که باید در برنامه‌ریزی‌های آینده مورد توجه قرار گیرند، مشخص شده است.

پیشنهادهایی که برای نتایج حاصل از تحقیق در نظر گرفته می‌شود به صورت زیر است:

• با توجه به روند سریع شهرنشینی و بحران‌های زیست-محیطی حاصل از آن و نتایج پژوهش حاضر، ضرورت انجام مدیریت و برنامه‌ریزی شهری آشکار می‌گردد؛

• سامانه اطلاعات جغرافیایی به عنوان ابزاری مناسب در فرآیند تصمیم‌گیری می‌تواند هزینه و زمان

ارزیابی را کاهش داده و متخصصان را در زمینه‌ی انتخاب راهکارهای مناسب یاری نماید؛

• با توجه به اینکه مکان یابی نادرست کاربری اراضی در شهرها مشکلاتی را در پی خواهد داشت، لذا استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، جهت انتخاب مکان بهینه برای کاربری‌های شهری دارای اهمیت می‌باشد؛

• با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش باید به مکان‌یابی فضای سبز در مناطق ۳ و ۴ اردبیل و همچنین منطقه یک که دارای کمبود فضای سبز چشم‌گیری هستند، اهمیت داده شود؛

• باید برای جبران کمبود فضای سبز در شهر اردبیل این پژوهش و پژوهش‌های قبلی که به فضای سبز اهمیت داده‌اند، همچنین سایر روش‌های کاربردی اهمیت داده شود.

• در شهر اردبیل باید به شاخص‌های جمعیتی، نزدیکی به مراکز فرهنگی، آموزشی و مسکونی و مراکز دولتی که تغییر کاربری آن به فضای سبز را آسان‌تر می‌نماید اهمیت داده شود.

#### کتابنامه

۱. احدنژاد روشتی، م.، صالحی میثانی، ح.، وثوقی راد، ل.، و رومیانی، ا. (۱۳۹۳). ارزیابی و مکان‌یابی فضای سبز شهری موردشناسی: منطقه ۱۱ شهر تهران. *جغرافیا و آمایش شهری-منطقه‌ای*، ۴ (۱۲)، ۱۸۶-۱۶۹.
۲. احمدی، ع.، موحد، ع.، و شجاعیان، ع. (۱۳۹۰). ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از GIS و روش AHP (منطقه مورد مطالعه: منطقه ۷ شهرداری اهواز). *فصلنامه آمایش محیط*، ۴ (۱۵)، ۱۶۲-۱۴۸.
۳. استانداری اردبیل. (۱۳۹۷). *مجموعه کاربری اراضی شهر اردبیل*. اردبیل: استانداری اردبیل.

۴. اکبرپور سراسکانرود، م.، قرخلو، م.، و نوروزی، م. (۱۳۸۸)، ارزیابی و مکان یابی کاربری فضای سبز منطقه ۹ شهرداری تهران. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۹ (۹)، ۱۰۴-۷۶.
۵. بهمن پور، ه.، و محرم نژاد، ن. (۱۳۸۶). توسعه پایدار فضاهای سبز شهری در شهر تهران. تهران: همایش ملی مناسب سازی محیط شهری.
۶. حسینی، س. (۱۳۸۰). ارزیابی کاربری های آموزشی در شهر تهران و ارائه الگوی مناسب. پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تربیت مدرس.
۷. خوانین خواه، ع.، سرباز، م.، و احمدیان، ش. (۱۳۹۶)، بررسی روند تغییرات فضای سبز در سه دهه گذشته با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی: شهر یزد). مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۴ (۲)، ۹۹-۱۱۵.
۸. رضوی، م.، کاظمی بی نیاز، م.، اسدی، ا.، و اجزاء شکوهی، م. (۱۳۹۴). ارزیابی فضای سبز شهری و مکان یابی آن با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره فازی (مطالعه موردی: منطقه سه شهرداری مشهد). فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، ۱۵ (۴۹)، ۱-۱۷.
۹. زندگی آبادی، ع.، و مختاری ملک آبادی، ح. (۱۳۸۴). شهرها، فضای سبز و رویکردی نوگرایانه به ابعاد انسانی طراحی. (۴۲)، ۸۹-۹۸.
۱۰. زیاری، ک.، شادمان رودپشتی، م.، حسن پور، س.، و مصطفایی، ا. (۱۳۹۲). مکانیابی عرصه های مناسب فضای سبز شهری با استفاده از روش ترکیبی AHP و فازی در محیط GIS (مطالعه موردی: منطقه ۱۴ شهرداری کلانشهر تهران). فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، ۱۳ (۴۳)، ۳۸-۱۹.
۱۱. زیاری، ک.، مهدنژاد، ح.، و پرهیز، ف. (۱۳۸۹). مبانی و تکنیک های برنامه ریزی شهری. چابهار: انتشارات دانشگاه بین المللی چابهار.
۱۲. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان اردبیل. (۱۳۹۵). سالنامه آماری استان اردبیل. اردبیل: سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان اردبیل، معاونت آمار و اطلاعات.
۱۳. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (۱۳۸۷). سند برنامه دوم توسعه. تهران: مرکز نشر سازمان مدیریت و برنامه ریزی.
۱۴. سعیدنیا، ا. (۱۳۷۹). فضای سبز شهری. تهران: انتشارات سازمان شهرداری ها.
۱۵. شکوئی، ح. (۱۳۵۸). اکولوژی اجتماعی شهرها. تبریز: انتشارات دانشگاه تبریز.
۱۶. شهابی، ه. (۱۳۸۸). نقش عوامل ژئومورفیک در مکان یابی دفن مواد زائد شهری سقز با استفاده از مدل های (GIS) و فناوری سنجش از دور. رساله جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
۱۷. صابری، ع.، قنبری، ا.، و حسین زاده، م. (۱۳۹۰). مکان یابی پارک و فضای سبز شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به روش ارزیابی چند معیاری AHP (نمونه موردی: شهر شوشتر). تهران: همایش ملی ژئوماتیک.
۱۸. فرج زاده اصل، م. (۱۳۸۴). سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در برنامه ریزی توریسم. تهران: انتشارات سمت.
۱۹. فرج زاده اصل، م.، و رستمی، م. (۱۳۸۳). مکان گزینی مراکز آموزش شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS). فصلنامه علمی مدرس علوم انسانی، ۸ (۱)، ۱۵۲-۱۳۳.

۲۰. فرج‌زاده اصل، م.، و سرور، ه. (۱۳۸۱). مدیریت و مکان‌یابی مراکز آموزشی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۱۷ (۴)، ۷۹-۹۰.
۲۱. قدسی پور، س. (۱۳۹۰). مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره (فرآیند تحلیل سلسله مراتبی). تهران: انتشارات دانشگاه امیر کبیر.
۲۲. مجنونیان، ه. (۱۳۷۴). مباحثی پیرامون پارک‌ها، فضای سبز و تفرجگاه‌ها. تهران: سازمان پارک‌ها و فضای سبز.
۲۳. مخدوم، م. (۱۳۸۴). شالوده آمایش سرزمین. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۲۴. مخدوم، م. (۱۳۹۰). شالوده آمایش سرزمین. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۲۵. وطن‌پرست، ا.، اولادی قادیکلایی، ج.، و اکبری، م. (۱۳۹۴). برنامه‌ریزی سبزه‌راه‌های شهری (مطالعه موردی: منطقه یازده شهری کلانشهر مشهد). *مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری*، ۲ (۲). ۹۱-۱۰۴.
26. Girardet, EEA. (1992). *Two third of all Europeans now reside in towns or cities*. Boston: European Environment Agency.
27. Makhdoom, M., (2010). *Fundamental of land use planning* (9th ed.). Tehran: Tehran University Press.
28. Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. *Journal of Progress in Planning*, 62, 3-65.
29. Mendel, J. M. (2001). *Uncertain rule-based fuzzy logic systems: Introduction and new directions*. New Jersey, NJ: Prentice Hall.
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. Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V., & Jagadish, K. S., (2004). Urban sprawl: Metrics, dynamics and modeling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29-39.
32. Ulrich, R. S. (1981). Natural versus urban scenes: Some psychophysiological effects. *Environment and Behavior*, 13(5), 523-556.
33. Wolfslehner, B., Harald., V., & Manfred, J. L. (2005). Application of the analytic network processing multi-criteria analysis of sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 207(1-2), 157-170.
34. Yüksel, İ., & Dağdeviren, M. (2007). Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis-A case study for a textile firm. *Information Sciences*, 177(16), 3364-3382.
35. Zadeh L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.