

تحلیل مقایسه‌ای روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP و ANP در مکان‌یابی فضاهای سبز روستایی مطالعه موردی: روستای چنار شهرستان کلات

خدیجه جوانی^{۱*}، علی اکبر عنابستانی^۲

۱- دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

۲- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

دریافت: ۹۳/۱۲/۲۳

پذیرش: ۹۴/۶/۲

چکیده

با توجه به توانایی‌های وسیع GIS در مسائل تصمیم‌گیری و توانایی ادغام و روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی، بهترین گزینه مناسب و منطقی جهت یافتن مکان پهنه، استفاده از GIS و فناوری مربوط به آن است. در این تحقیق از روش‌های تحلیل مکانی در GIS و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل فرایند تحلیل شبکه (ANP) و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) جهت انتخاب مکان‌های مناسب و مستعد فضای سبز روستای چنار شهرستان کلات استفاده شده است. در روش‌های چند معیاره، معیارهای کمی و کیفی و وابستگی متقابل بین معیارها مورد توجه قرار می‌گیرد. در این تحقیق از چند معیار (سازگاری، دسترسی، قیمت زمین، نوع کاربری و مساحت زمین) روستایی استفاده شده است. فرایند تشخیص واحدهای مناسب برای فضای سبز طی چند مرحله انجام شده که مقاله حاضر این موارد را به‌صورت کامل بیان کرده است. در ادامه تعیین واحدهای مناسب جهت فضای سبز روستایی مورد کنترل قرار گرفت و با مطالعات میدانی صورت گرفته در طرح هادی روستا جهت مکان‌های پیشنهادی فضای سبز مقایسه و مشخص شد زمین‌هایی که دسترسی به راه اصلی درجه یک با ضرایب ۰/۱۴۶ در مدل AHP و ۰/۱۷۱ در مدل ANP، زمین‌هایی با کاربری بایر با ضرایب ۰/۰۷۷ در مدل AHP و ۰/۸۷۵ در مدل ANP، زمین‌هایی با قیمت ارزان با ضرایب ۰/۱۹۸ در مدل AHP و ۰/۳۲۱ در مدل ANP در اولویت است. مکان پیشنهادی فضای سبز در طرح هادی روستا ۵۲ درصد از کل کاربری پیشنهادی در پهنه کاملاً مناسب در مقایسه با مدل ANP و این میزان در پهنه کاملاً مناسب با مقایسه با مدل AHP، ۴۱ درصد است. نتایج حاصل از ارزیابی دقت این دو روش با استفاده از تعیین ضریب کاپا نشان داده که مدل ANP



با ضریب کاپای ۰/۷۱ نسبت به مدل AHP با ضریب کاپای ۰/۵۹ از دقت بالاتری برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: فضای سبز روستایی، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، شهرستان کلات.

۱- مقدمه

فضای سبز بخشی از گستره فیزیکی هر ناحیه است که با توسعه روزافزون مناطق شهری و روستایی و بروز معضلات عدیده‌ای مانند افزایش بی‌رویه جمعیت، توسعه و ... هدفمند کالبدی و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی نقش آن پررنگ‌تر شده است (محمدی، ۱۳۸۰: ۱۵). فضای سبز با خواص چند جانبه‌ای که دارد نقش فوق‌العاده‌ای در زندگی بشر دارد. خواص چندجانبه آن از تولید اکسیژن تا خاصیت کشندگی موجودات مضر، از جذب انواع ذرات معلق مضر و مواد آلوده‌کننده هوا تا خاصیت تعدیل‌کنندگی شرایط محیطی، از برقراری توازن اکولوژیک در محیط گرفته تا خاصیت جذب صدای ناهنجار، از ایجاد محیط امن و آسایش و تفریح گرفته تا مرکز تجمع انسان‌ها و غیره است (وزارت کشور سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های، ۱۳۸۵: ۶۴). تمام دانشمندان و متخصصین بهداشت و محیط‌زیست بر این عقیده‌اند که مهم‌ترین و ساده‌ترین راه جهت رسیدن به محیطی سالم و قابل زندگی برای بشر، داشتن محیطی است که به اندازه کافی از پوشش گیاهی با استانداردهای بین‌المللی پوشیده شده باشد تا محیط را جهت رشد و نمو بهتر آماده ساخته و آن را قادر به تولید سازد.

هرچند ایجاد فضای سبز و پارک در روستاهایی که خود دارای باغات و اراضی کشاورزی هستند با آنچه در شهرها منظور می‌شود متفاوت است. امروزه همه بر این نکته اتفاق نظر دارند که لازم است به موازات توسعه زیرساخت‌های اساسی مانند راه، آب، برق، مدرسه، درمانگاه و... در روستاها، به اجرای طرح‌هایی پرداخته شود که محیط روستا را جذاب‌تر و بانشاط‌تر کند و سبب توسعه امکانات تفریحی و به‌ویژه پاسخ‌گوی نیازهای جوانان و نوجوانان روستایی باشد (مجنونیان، ۱۳۷۴: ۲۰). برخی از مهم‌ترین کارکردهای توسعه فضای سبز روستایی عبارت‌اند از: ایجاد شرایط زیست‌محیطی مناسب‌تر برای روستاییان از طریق کاهش آلودگی هوا و افزایش جذابیت‌های بصری و زیباسازی محیط‌زیست روستایی، کمک به تلطیف روح و روان روستاییان، کمک به احیای منابع طبیعی و گسترش فضای سبز در روستا، حفظ خاک از فرسایش‌های بادی و

آبی، توسعه فرهنگ استفاده مطلوب از منابع طبیعی و فضای سبز و بهره‌برداری صحیح از آن (دربان آستانه، ۱۳۸۹: ۱۴). با توجه به اهمیت و نقش پررنگ فضای سبز در نواحی روستایی نیاز مکان‌یابی در برنامه‌ریزی کاربری زمین به معنی استقرار کاربری فضای سبز پیشنهادی در مکان مناسب آن است. مناسبت یا مطلوبیت مکانی یک کاربری از جمله فضای سبز در ارتباط با سایر کاربری‌ها و نیز استفاده‌کنندگان آن‌ها سنجیده می‌شود. در مکان‌یابی یک کاربری جدید، توجه به برخی اصول و معیارهای کیفی مکان‌یابی ضروری است. مهم‌ترین معیارهایی که در استقرار کاربری‌ها از جمله فضای سبز باید در نظر گرفته شود عبارت‌اند از: سازگاری با کاربری‌های مجاور، دسترسی آسان به آن از سوی همگان، رعایت عدالت در توزیع کاربری‌ها، به‌ویژه کاربری‌های عمومی و توجه به شرایط مکانی مورد نیاز هر کاربری است (بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، ۱۳۸۷: ۳۲). این پژوهش سعی بر آن دارد تا براساس روش‌های ANP و AHP و استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، به مکان‌های بهینه برای احداث فضاهای سبز روستایی در منطقه مورد مطالعه دست یابد و در نهایت به مقایسه تطبیقی مکان پیشنهادی و موجود فضای سبز روستا با مکان به‌دست‌آمده از نرم‌افزار ArcGIS جهت درستی یا نادرستی مناطق مکان‌یابی شده پرداخته شده است.

۲- مبانی نظری

۲-۱- روش‌های سلسله‌مراتب و تحلیل شبکه

با ارائه مدل پردازش تحلیل سلسله‌مراتب به‌وسیله ساعتی، تحولی تازه در عرصه تصمیم‌گیری پدیدار شد. به سرعت پروژه‌های زیادی نیز با همین روش انجام گرفت و مقالات زیادی پیرامون آن به چاپ رسید. نقطه قوت AHP که مبتنی بر یک اصل اثبات شده روان‌شناسی بود، نتوانست مانع از هویدا شدن نارسایی‌های این روش شود (Saaty, 2005:345-406). تغییر مقیاس اعداد که منجر به محاسبه وزن‌ها از یک سری از اعداد قراردادی می‌شود، از جمله این اشکال‌هاست. روش‌های ترکیبی نظیر AHP فازی برای رفع کاستی‌های موجود پیشنهاد و ارائه شد. یکی از مشکلات بارز این روش، فرض سلسله‌مراتبی برای تمام مسائل است و اندرکنش‌های بین معیارها، و همچنین میان معیارها و گزینه‌ها، در نظر گرفته نمی‌شود؛ بنابراین «ساعتی» گامی به پیش نهاد و با معرفی پردازش تحلیلی شبکه به رفع این مشکل اقدام کرد به‌گونه‌ای که AHP



حالت خاصی از ANP محسوب می‌شود. مانند AHP، ANP نیز از مقایسه‌های زوجی استفاده می‌کند، با این تفاوت که، شبکه‌ای که در آن هر عنصر می‌تواند با دیگر عناصر و گزینه‌ها ارتباط دو طرفه داشته باشد، جایگزین سلسله مراتب می‌شود. همچنین ANP می‌تواند به صورت گروهی یا در تلفیق با روش فازی استفاده شود (Tuzkaya & Onut, 2008: 20). در نمودار ۱ تفاوت این دو روش به صورت نمادین به تصویر کشیده شده است.

۲-۲- فضای سبز روستایی

واژه فضای سبز در حدود نیم قرن است که در ادبیات عمران شهری و روستایی رایج شده است. فضای سبز در روستا شامل انواع سطوحی از کاربری‌های روستایی است که دارای گیاهان و یا هرگونه سبزیگی اعم از درختان، درختچه‌ها، گل‌ها و چمن را در بر داشته باشد (رستم‌خانی، ۱۳۸۳: ۲۰). لغات مترادف با مفهوم فضای سبز در زبان فارسی عبارت‌اند از: آبسال، باغ، بست، بستان، بهشت، بوستان، بهشت‌زار، تاکستان، پردیس، چمن‌زار، رضوان، گلشن (رضایی‌بنفشه، ۱۳۸۶: ۱۳).

بین فضای سبز و سطح سبز از نظر اکولوژیکی تفاوت وجود دارد و این تمایز از این جهت حائز اهمیت است که سطوح سبز (برای نمونه یک پارک تزیینی) نمی‌تواند مانند فضای سبز شبه جنگلی عمل غبارگیری را انجام داده و یا در کاهش آلودگی صوتی نیز نقش مؤثری داشته باشد و یا به نحو مطلوبی موجب کاهش دما شود (سعیدی‌نیا، ۱۳۷۹: ۱۳). از بین فضاهای سبز انسان ساخت روستایی، مزارع و باغات ضمن داشتن بازدهی اکولوژیکی، واجد بازده اجتماعی در ارتباط با تأثیرات مفید در محیط‌زیست روستاییان بوده و از ابعاد اقتصادی صرفاً در اختیار مالکین و بهره‌برداران از آن‌هاست، اما پارک‌های روستایی واجد بازدهی اکولوژیکی و اجتماعی و به دلیل فقدان امکان بهره‌برداری فاقد بازده اقتصادی هستند (زارع‌چاهکویی، ۱۳۸۷: ۷).

آنچه که می‌تواند عامل تمایز فضاهای سبز باشد بیشتر تأثیر و نقش آن‌ها از ابعاد سه‌گانه اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی است. منظور از بازدهی اکولوژیکی عبارت است از زیباسازی، کاهش دمای محیط، تولید اکسیژن، افزایش نفوذپذیری خاک در مقابل انواع بارش و مانند این‌ها (بهرام سلطانی، ۱۳۸۴: ۲۰). در روستاها انواعی از فضاهای سبز طبیعی و دست کاشت وجود دارد که با اهداف خاص ایجاد می‌شوند. تنوع این فضاها در روستاها یکی از خصایص محیط‌های روستایی است. یکی از اهداف فضاهای سبز، فراهم‌سازی تسهیلات گذران اوقات فراقت و

تفریح جامعه روستایی است که در این پژوهش به آن توجه شده است. در ادامه به اختصار به شرح انواع فضاهای سبز روستایی پرداخته شده است.

تمام کاربری‌هایی که اصولاً برای ایجاد یک تجربه احساسی و لذت‌بخش (شامل چشم‌اندازهای دیداری زیبا و منابع تفرج‌گاهی) طراحی می‌شوند، به عنوان فضای سبز فرح‌بخش شناخته شده‌اند. اغلب این فضا شامل زمین‌های تحت مالکیت عمومی است، ولی برخی از زمین‌های تحت مالکیت بخش خصوصی مانند باغ‌های خانوادگی را نیز شامل می‌شود که سهم قابل توجهی در کالبد سبز روستا دارد و شامل فضای سبز تفریحی، فضای سبز ضمنی و فضای سبز خصوصی است. در جدول ۱ به طور مختصر به انواع فضای سبز روستایی پرداخته شده است.

جدول ۱ گونه‌شناسی فضای سبز روستایی

اجزاء اصلی	نوع
فضای سبز فرح‌بخش	باغ‌ها و بوستان‌های عموم، تفرج‌گاه‌های غیررسمی، محل‌های بازی، مکان‌های ورزشی
	فضای سبز بخش مسکونی، سایر فضاهای ضمنی مانند فضای سبز میدان‌ها، خیابان‌ها و ...
	فضای سبز خانوادگی
فضای سبز کارکردی	فضای سبز تولیدی
	فضاهای خاک‌سپاری
	محوطه مؤسسات
زیست‌گاه‌های نیمه‌طبیعی	آب‌های روان، باتلاق‌ها و مرداب‌ها
	درخت‌ستان‌های خزان‌پدیر، درخت‌ستان‌های همیشه سبز، درخت‌ستان‌های مخلوط
	علف‌زار و بوته‌زار، چمنزار

(اقتباس از دانت و همکاران، ۲۰۰۲، به نقل از دربان آستانه، ۱۳۸۹)



درخصوص پیشینه موضوع موارد قابل توجهی مطالعه انجام شده است که به برخی از آنها، اشاره می‌شود.

محمدی (۱۳۸۲)، شیری (۱۳۸۵)، وارثی و همکاران (۱۳۸۷) و اکبرپور سراسکانرود و نوروزی (۱۳۸۸) در تحقیقات مشابهی به بررسی مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند و به معیارها و نتایج ازجمله اختصاص دادن فضای مناسب جهت فضای سبز رسیدند. عبدی (۱۳۸۵) در پژوهشی به «مکان‌یابی و مدل‌سازی پراکنش فضای سبز شهری- پارک در مقیاس محله در منطقه یک شهر سنندج» پرداخته و نتیجه می‌گیرد که پارک‌های موجود هم از بعد مکان‌یابی و هم از بعد مرتفع کردن نیاز شهروندان از نقطه نظر تعداد و مساحت نمی‌تواند پاسخ‌گوی نیازهای ساکنان منطقه مورد مطالعه باشد. نوریان و همکاران (۱۳۸۵) به «مکان‌یابی کاربری اراضی شهری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی فازی^۱ (نمونه موردی: پارک‌های شهری زنجان)» پرداخت و به این نتیجه رسید که مکان‌یابی براساس این منطق علاوه بر آن‌که به واقعیت نزدیک‌تر بود امکان تصمیم‌گیری بیشتری را نیز برای برنامه‌ریزان شهری فراهم می‌کند. ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی با عنوان «تحلیلی بر توزیع فضایی- مکانی کاربری فضای سبز در منطقه سه شهری زاهدان» پرداختند و به این نتیجه رسیدند که کمبود آب در شهر زاهدان و همگام شدن آن با مدیریتی ضعیف سبب شده تا با کمبودهای اساسی از نظر فضای سبز شهری و به‌ویژه منطقه سه شهر روبه‌رو باشیم. احمدی‌زاده و رضوی (۱۳۹۰)، صابری و همکاران (۱۳۹۰)، احمدی و همکاران (۱۳۹۰) و نوذری و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی مشابه و جداگانه به توزیع بهینه فضای سبز شهری با استفاده از فرایند تحلیلی سلسله‌مراتبی پرداختند. ایشان در این پژوهش‌ها با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice و ArcGIS نقشه بهینه فضای سبز را به‌دست‌آورده و زمین‌های منطقه مورد مطالعه خود را برای این منظور اولویت‌بندی کردند. عنابستانی و روستا (۱۳۹۰) در تحقیقی به «الگوی سامان‌دهی فضای سبز شهری با استفاده از GIS در منطقه ۱۰ شهرداری مشهد» پرداختند. با توجه به یافته‌ها، اهمیت‌دادن به توزیع عادلانه فضای سبز در سطح منطقه مورد مطالعه، توجه به معیارهای

1. Fuzzy-GIS

مکان‌یابی در برنامه‌ریزی کاربری اراضی، استفاده از ابزارها و روش‌های به‌روز در تجزیه و تحلیل اطلاعات و مکان‌یابی فضای سبز مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی، بررسی اثرات اجتماعی و روانی فضای سبز شهری، اقدام جهت تصرف و آماده‌سازی زمین‌های باز شهری موجود و جلوگیری از تغییر کاربری فضای سبز شهری پیشنهادی طرح‌های جامع و تفصیلی شهری مشهود پیشنهاد شده است. لطفی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی با عنوان «بررسی توزیع فضایی و مکان‌یابی پارک‌های شهری بابل‌سر با استفاده از منطق فازی و مدل تحلیل سلسله‌مراتبی»، توزیع فضایی پارک‌ها در سطح شهر بابل‌سر را بررسی کرده و مکان‌های پارک‌های جدید شهری در بابل‌سر تعیین کردند. جوانشیری (۱۳۹۲) در پایان‌نامه خود به «تحلیل مکان‌گزینی کاربری‌های پیشنهادی طرح‌های هادی روستایی با استفاده از GIS (نمونه موردی: روستاهای شهرستان خواف)» پرداخته است. ایشان در قسمتی از پژوهش خود به مکان‌یابی فضای سبز و پارک در روستاهای مورد مطالعه پرداخت و به این نتیجه رسید که مکان پیشنهادی و موجود کاربری فضای سبز در این محدوده منطبق با پهنه‌های کاملاً مناسب و مناسب است.

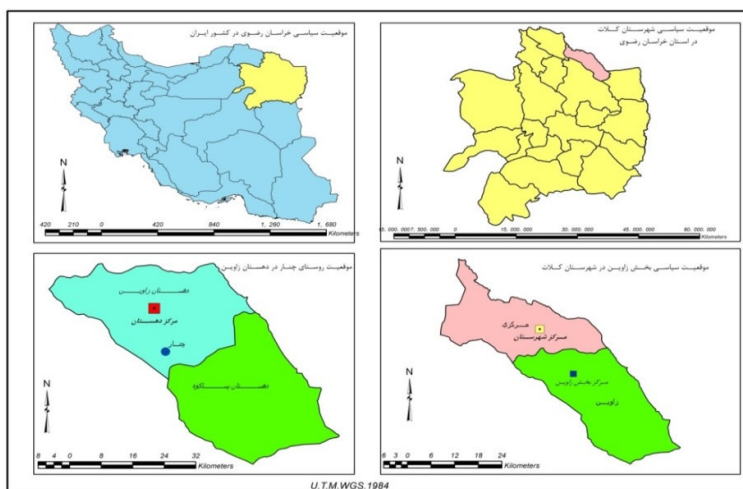
۳- روش شناسی تحقیق

روش تحقیق حاضر توصیفی-تحلیلی و نوع آن براساس هدف کاربردی است. مبانی تئوریک براساس مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای انجام گرفته است. برای انتخاب شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی کاربری فضای سبز روستایی و اولویت‌بندی این شاخص‌ها در مکان‌یابی، کارشناسان جغرافیا، استادان و هیأت علمی دانشگاه در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، مهندسين مشاور تهیه طرح‌های هادی روستایی و شورا و دهیار روستا تعداد ۳۰ پرسش‌نامه تکمیل شده است.

محدوده مورد مطالعه، روستای چنار دارای قدمتی بیش از ۲ قرن است (فرهنگ جغرافیایی آبادی‌های کشور شهرستان کلات، ۵۵، ۱۳۸۴). هسته نخستین روستا به‌صورت قلعه‌ای، متشکل از چند خانواده بزرگ مالک شکل گرفته است. این روستا در منطقه پای‌کوهی واقع شده است. از نظر موقعیت جغرافیایی مطلق روستای چنار در $58^{\circ} 59'$ طول شرقی و $36^{\circ} 41'$ عرض شمالی و ارتفاع ۱۲۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است (پاپلی‌یزدی، ۱۳۶۷، ۱۸۸). از



لحاظ موقعیت نسبی، روستا در ۵۴ کیلومتری جنوب‌شرق مرکز شهرستان (شهر کلات) و ۹ کیلومتری مرکز بخش قرار گرفته است (فرهنگ جغرافیایی شهرستان کلات، ۵۵، ۱۳۸۴ به نقل از مهندسین مشاور سامان‌آفرین‌طوس، ۱۳۹۱:۱۳). این روستا در دهستان زاوین، بخش زاوین و شهرستان کلات واقع شده است. براساس اطلاعات مرکز آمار ایران دوره سرشماری ۱۳۸۵ و اطلاعات مرکز بهداشتی-درمانی روستای چنار در سال ۱۳۹۱ جمعیت این روستا ۴۱۰۲ تن اعلام شده است (مهندسین مشاور سامان‌آفرین‌طوس، ۱۳۹۱:۷۲). موقعیت سیاسی روستای چنار در نقشه ۱ ارائه شده است.



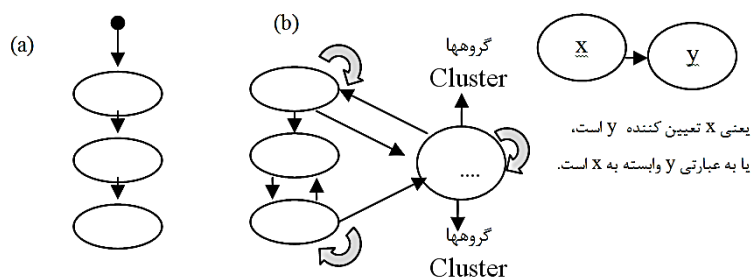
شکل ۱ موقعیت روستای مورد مطالعه

(تهیه و ترسیم نگارنده، منبع: نقشه رقومی استانداری خراسان رضوی)

با توجه به این‌که فرایند مکان‌یابی مسئله تصمیم‌گیری چند صفتی بوده و با استفاده از مدل‌های سلولی از جمله مدل‌های تحلیلی ANP و AHP قابل انجام است. از آن‌جا که روش این دو مدل تقریباً مشابه و در برخی موارد تفاوت دارد، از این‌رو در ادامه به اختصار به شرح مدل ANP پرداخته شده است.

فرایند تحلیل شبکه‌ای از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ است و در مجموعه مدل‌های جبرانی قرار می‌گیرد. این مدل بر مبنای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی^۲ طراحی شده است و شبکه را جایگزین سلسله‌مراتب کرده است. از جمله مفروضات فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی این است که بخش‌ها و شاخه‌های بالاتر سلسله‌مراتب، مستقل از بخش‌ها و سطوح پایین‌تر است. در صورتی که در بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها نمی‌توان عناصر تصمیم را به صورت سلسله‌مراتبی و مستقل از یکدیگر مدل‌سازی کرد.

شکل a و b تفاوت ساختاری میان سلسله‌مراتب و شبکه را نشان می‌دهند. جهت کمان‌ها وابستگی را نشان می‌دهد. حلقه‌ها همبستگی داخلی بین عناصر را در یک خوشه یا گروه را نشان می‌دهد. ساختار سلسله‌مراتبی حالت خاص و ویژه‌ای از ساختار شبکه‌ای است (Saaty, 2005:345-406، به نقل از زبردست، ۱۳۸۸:۸۰).



نمودار ۱ ساختار سلسله‌مراتبی (a) ساختار شبکه‌ای (b)

(منبع: تنظیم براساس (Saaty, 1999: 4) به نقل از زبردست، ۱۳۸۸:۱۳۱)

1. MADM: Multi Attribute Decision Making

2. AHP: Analytic Hierarchical Process



مدل ANP از سلسله‌مراتب کنترل، خوشه‌ها، عناصر، روابط متقابل بین خوشه‌ها و عناصر تشکیل می‌شود. از دیدگاه کلی، ANP شامل دو مرحله است.

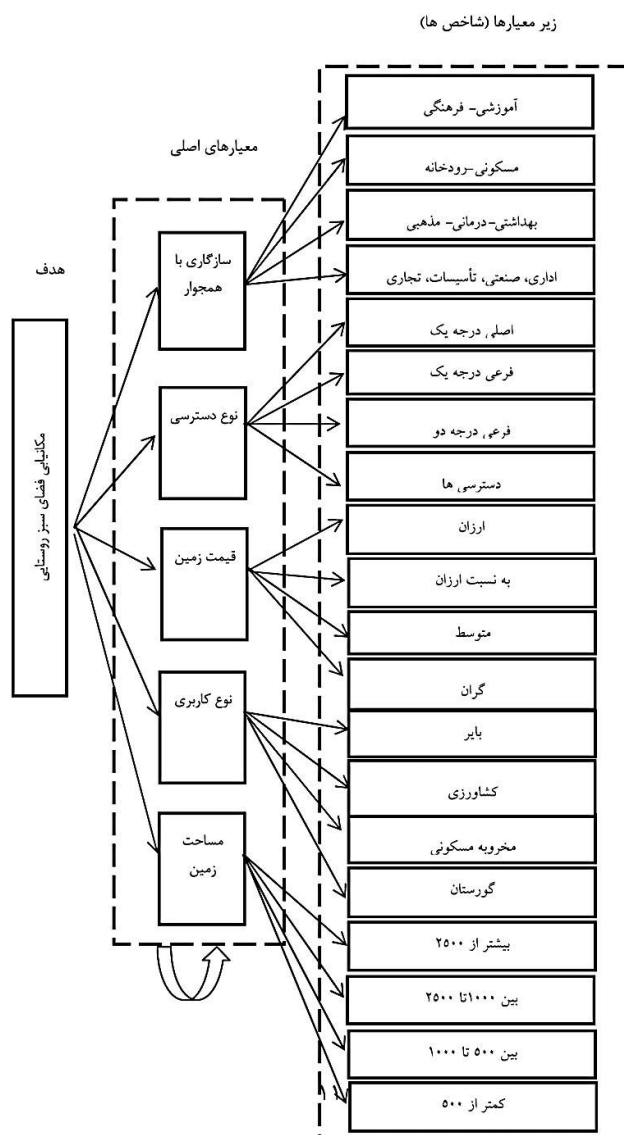
- مرحله نخست: تشکیل یا ساخت شبکه (ساختمان مدل) و سازمان‌دهی / ساختار مسئله.
- مرحله دوم: محاسبه اولویت‌های عوامل / ماتریس مقایسه‌های زوجی / دوبه‌دویی (وزن‌دهی) و بردارهای اولویت / ارجحیت - انتخاب بهترین گزینه (کیانی و سالاری سردری، ۱۳۸۹: ۲۹).

جهت تشکیل ساختار مسئله، تمامی تعاملات بین عوامل باید مورد توجه قرار گیرد. زمانی که عامل Y وابسته به عامل X باشد، این رابطه به صورت فلشی از X به Y نشان داده می‌شود. تمام این روابط و همبستگی‌ها به وسیله مقایسات زوجی و روشی موسوم به سوپر ماتریس ارزشیابی می‌شود.

ماتریس عالی، از روابط بین اجزای شبکه است که از بردارهای اولویت این روابط به دست می‌آید (Saaty, 1999, 12-14, Saaty, 1977)، سوپر ماتریس یک سلسله‌مراتب شامل سه سطح به صورت رابطه (۱) است.

$$W = \begin{pmatrix} G \\ C \\ A \end{pmatrix} \begin{bmatrix} G & C & A \\ w_{21} & \cdot & \cdot \\ \cdot & w_{22} & I \end{bmatrix} \quad \text{رابطه (۱)}$$

G = هدف یا آرمان، C = معیارها و A = گزینه‌ها، که در این ماتریس w_{21} برداری / وکتوری است که اثر هدف را بر هر یک از معیارها نشان می‌دهد. w_{22} نشان‌دهنده اثر هر یک از معیارها بر گزینه‌ها (آلترناتیوها) و I نیز یک ماتریس واحد است. سوپر ماتریس یادشده جهت کاهش حجم محاسبات لازم جهت تعیین اولویت‌های کلی ایجاد می‌شود. این امر اثر تجمعی (کلی) هر عامل بر هر یک از عوامل دیگر را که با آن‌ها در تعامل است، تعیین می‌کند.



شکل ۲ ساختار شبکه‌ای مدل مکان‌یابی فضای سبز روستایی



در این پژوهش با هدف مکان‌یابی بهینه فضای سبز روستایی، معیارهای مکان‌یابی و نیازهای تحلیلی پایگاه داده‌ها ایجاد شد. نقشه مورد نیاز تحقیق از بنیاد مسکن انقلاب اسلامی شهرستان مشهد تهیه و با استفاده از نرم‌افزار جغرافیایی تبدیل فرمت و سپس در محیط GIS اقدام به ساخت بانک‌های اطلاعاتی و تعیین حریم‌ها جهت ایجاد نقشه‌های مکان‌یابی فضای سبز روستایی شد. پس از استخراج لایه‌های اطلاعاتی مختلف، نقشه‌ها به صورت لایه‌های قابل استفاده در محیط GIS تبدیل شدند. لایه‌های جمع‌آوری شده، براساس میزان اثرپذیری آن‌ها نسبت به مکان‌یابی مناسب برای فضای سبز در روستای نمونه در چهار طبقه به صورت زیر طبقه‌بندی و استاندارد سازی شدند.

۱- کاملاً مناسب ۲- مناسب ۳- نسبتاً مناسب ۴- نامناسب

در مرور منابع مختلف به معیارهای مختلفی که در مکان‌یابی فضای سبز شهری و روستایی در نظر گرفته شده‌اند، توجه شد که امکان مدل‌سازی تمام آن‌ها مقدور نیست، پس معیارهایی انتخاب و در قالب شبکه‌ای از معیارها و عناصر آن سازمان‌دهی شدند. معیارها در پنج خوشه شامل معیارهای سازگاری، دسترسی، مساحت، قیمت و نوع کاربری قرار گرفتند. در زیر هر معیار دسته‌ای از عناصر قرار دارند. این عناصر علاوه بر آن‌که با زیرمعیارهای خود مرتبط است، به دیگر معیارها نیز وابستگی دارند (شکل ۲).

۴- یافته‌های تحقیق

۴-۱- شناسایی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی فضای سبز روستایی

با توجه به بررسی منابع و نیز ضوابط موجود ایجاد مکان‌های فضای سبز، معیارها و شاخص‌های در قالب چهار دسته میزان سازگاری با کاربری هم‌جوار، نوع دسترسی، قیمت زمین، نوع کاربری و میزان مساحت سازمان‌دهی شدند. در داخل هر خوشه عناصر و معیارهای مربوطه جای می‌گیرند. عناصر هر خوشه ضمن آن‌که در داخل خود به هم مربوط می‌شوند، برخی از آن‌ها با عناصر سایر خوشه‌ها نیز وابسته است. شکل ۲ ساختار شبکه‌ای مدل را نشان می‌دهد. در این مرحله معیارهای کنترلی و خوشه‌ها باهم مقایسه می‌شوند. با توجه به ترجیحات تصمیم‌ساز وزن خوشه‌ها به دست می‌آید. برای محاسبه وزن نسبی خوشه‌ها روش‌های مختلفی وجود دارد که به وسیله ساعتی و یا سایر افراد ارائه شده است. در این‌جا برای محاسبه وزن نسبی از بردار ویژه

ماتریس مقایسه زوجی استفاده شده است. برای این منظور بردار ویژه محاسبه شده و سپس نرمال می‌شود، نتیجه بردار وزن نسبی ماتریس است. برای حصول از سازگاری مقایسه‌های انجام شده، ضریب سازگاری (CR) محاسبه شده است و براساس شاخص‌های ساعتی متناسب با تعداد سطرهای ماتریس وزن‌ها این اطمینان حاصل شد که ماتریس‌ها سازگار هستند. جدول ۲ مقایسه‌ها و وزن نسبی خوشه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۲ بررسی سهم نسبی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی فضای سبز روستایی

معیارها	هم‌جواری	نوع دسترسی	قیمت زمین	مساحت زمین	نوع کاربری	وزن معیارها	درصد وزن هر معیار
هم‌جواری	۱	۰/۵	۰/۶	۲	۰/۷۵	۰/۱۰۵	۱۰/۵
نوع دسترسی		۱	۰/۷۵	۳	۱/۵	۰/۳۰۳	۳۰/۳
قیمت زمین			۱	۵	۳	۰/۱۵۳	۱۵/۳
مساحت زمین				۱	۰/۵	۰/۱۱۹	۱۱/۹
نوع کاربری					۱	۰/۳۲۰	۳۲
ضریب سازگاری	CR= ۰/۰۶			جمع	۱	۱۰۰	

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

۴-۲-۲- بررسی ضریب اثرگذاری معیارها در مکان‌یابی فضاهای سبز روستایی

چنانچه پیشتر اشاره شد، در داخل هر خوشه مجموعه از معیارها قرار دارند که عناصر خوشه باهم مقایسه شدند، مقایسه هر خوشه شبیه روش AHP است. در ادامه به مقایسه زوجی معیارهای درونی هر کدام از خوشه‌ها پرداخته شده است.

۴-۲-۱- میزان سازگاری با کاربری هم‌جوار

از نظر برنامه‌ریزی شهری و روستایی، کاربری‌هایی که در حوزه نفوذ یکدیگر قرار دارند باید از نظر سنخیت و هم‌خوانی فعالیت با یکدیگر منطبق بوده و موجب مزاحمت و مانع انجام فعالیت‌های یکدیگر نشوند. بر این اساس کاربری‌ها از نظر سازگاری ممکن است حالت‌های زیر را داشته باشند:



الف- کاملاً با یکدیگر سازگار باشندب- به نسبت سازگار باشند
ج- به نسبت ناسازگار باشند د- کاملاً ناسازگار باشند (پورمحمدی، ۱۳۸۲: ۱۱۰). در ادامه میزان سازگاری کاربری‌های همجوار با کاربری فضای سبز در روستاهای مورد مطالعه در چهار طبقه دسته‌بندی شده است (جدول شماره ۳).

جدول ۳ برتری نسبی زیر شاخص‌های سازگاری در مکان‌یابی فضای سبز

همجاری	آموزشی و فرهنگی	مسکونی و رودخانه	بهداشتی- درمانی و مذهبی	اداری، صنعتی، تأسیسات، تجاری و ...	وزن معیار
آموزشی- فرهنگی	۱	۳	۲/۵	۵	۰/۵۵۲
مسکونی- رودخانه		۱	۲	۴	۰/۲۲۶
بهداشتی- درمانی- مذهبی			۱	۲/۵	۰/۱۶۱
اداری، صنعتی، تأسیسات، تجاری و ...				۱	۰/۰۶۰۹
ضریب سازگاری	=CR۰/۰۱۲				

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

۴-۲-۲- نوع دسترسی

راه‌ها عامل ارتباط‌دهنده تأسیسات مختلف و از این نظر اهمیت آن‌ها در سطح شهر و روستاها قابل توجه است. پس هر یک از پارک‌ها باید از چهارسو به شبکه‌های ارتباطی دسترسی داشته باشند تا بدین طریق هم امکان جذب جمعیت بیشتر فراهم گردد و هم نظارت اجتماعی و امنیت پارک افزایش یابد (سعیدنیا، ۱۳۸۳: ۸۸). در مکان‌یابی پارک‌های محلی، دسترسی‌های فرعی از اهمیت بیشتری برخوردار است. از این رو در روستای مورد مطالعه نیز فضاهای مورد نظر را از نظر نوع دسترسی به چهار گروه دسته‌بندی کردیم (جدول ۴).

جدول ۴ برتری نسبی زیر شاخص‌های نوع دسترسی در مکان‌یابی فضای سبز

دسترسی	اصلی درجه یک	فرعی درجه یک	فرعی درجه ۲	دسترسی‌ها	وزن معیار
اصلی درجه یک	۱	۳	۵	۷	۰/۱۷۱
فرعی درجه یک		۱	۳	۵	۰/۰۸۰
فرعی درجه ۲			۱	۳	۰/۰۳۶
دسترسی‌ها				۱	۰/۰۱۷
ضریب سازگاری	$CR=0/04$				

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

۴-۲-۳- قیمت زمین

براساس منطق و اطلاعات موجود هر چقدر زمین‌ها ارزان‌تر باشد، ارجحیت بیشتر برای خرید و تبدیل به فضای سبز دارد. با توجه به فقدان وجود قیمت‌های خالص در سطح روستاها، مناطق روستای نمونه را به چهار منطقه ارزان‌قیمت، به نسبت ارزان، متوسط، و گران قیمت تقسیم شد (جدول ۵).

جدول ۵ برتری نسبی زیر شاخص‌های قیمت در مکان‌یابی فضای سبز

قیمت	ارزان	به نسبت ارزان	متوسط	گران	وزن معیار
ارزان	۱	۳	۵	۷	۰/۰۶۸
به نسبت ارزان		۱	۳	۵	۰/۰۳۲
متوسط			۱	۳	۰/۰۱۴
گران				۱	۰/۰۰۷
ضریب سازگاری	$CR=0/04$				

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

۴-۲-۴- نوع کاربری

جهت انتخاب زمین‌های مستعد برای ایجاد کاربری فضای سبز توجه به کاربری اراضی سطح روستا ضروری است. در تحقیق کنونی چهار کاربری بایر، اراضی زراعی، گورستان و واحدهای ساختمانی مخروبه به محیط GIS وارد شده و به شناسایی و ارزش‌گذاری این کاربری‌ها براساس

اهمیت آن‌ها پرداخته شده است (جدول ۶).

جدول ۶ برتری نسبی انواع کاربری در مکان‌یابی فضای سبز

کاربری	بایر	کشاورزی	مخروبه مسکونی	گورستان	وزن معیار
بایر	۱	۲	۴	۶	۰/۱۴۹
کشاورزی		۱	۲/۵	۵	۰/۱۱۲
مخروبه مسکونی			۱	۴	۰/۰۳۹
گورستان				۱	۰/۰۱۷
ضریب سازگاری	$CR=0.04$				

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

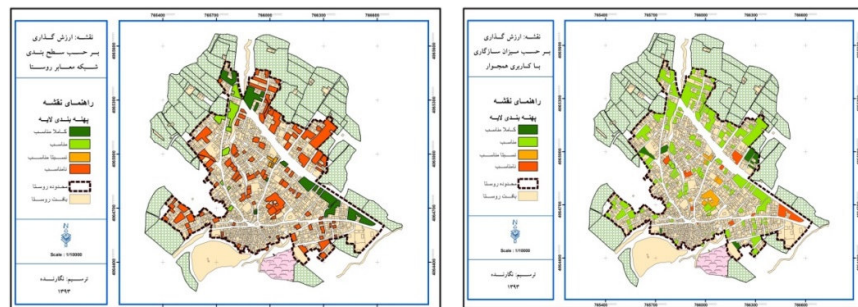
۵-۲-۵- میزان مساحت

طبق طبقه‌بندی پارک‌های براساس مقیاس‌های مشخص و نوع خدمات رسانی به همسایگان خود، به چهار گروه پارک‌های همسایگی، پارک‌های محله‌ای، پارک‌های ناحیه‌ای، پارک‌های منطقه‌ای. تقسیم‌بندی شده‌اند. (وزارت کشور، ۱۳۶۹: ۱۰) برای ایجاد پارک‌های یادشده براساس ضوابط، کمینه مساحتی را تعریف کرده‌اند که در تحقیق حاضر فضای سبز (پارک) در مقیاس محله مورد نظر است که با توجه به مساحت محدوده روستا و مساحت‌های تعریف‌شده برای این مقیاس از پارک‌ها، مانند دیگر لایه‌های مؤثر در مکان‌یابی کاربری پارک و فضای سبز، قطعات زمین را براساس مساحت در ۴ طبقه به شرح جدول ۷ دسته‌بندی کردیم.

جدول ۷ برتری نسبی انواع طبقات مساحت در مکان‌یابی فضای سبز

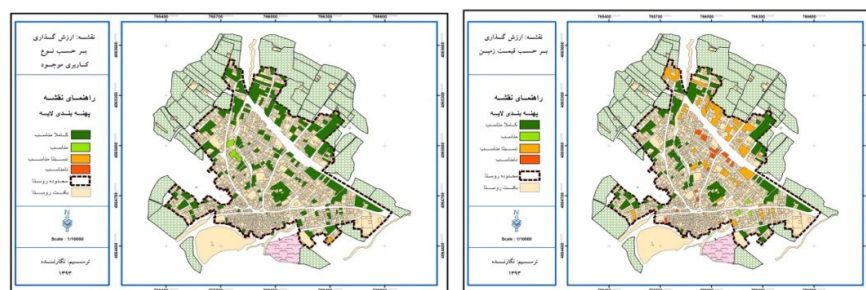
مساحت (مترمربع)	بیشتر از ۲۵۰۰	بین ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰	بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰	کمتر از ۵۰۰	وزن لایه
بیشتر از ۲۵۰۰	۱	۳	۴/۵	۶	۰/۰۸۶
بین ۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰		۱	۳	۵	۰/۰۴۰
بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰			۱	۳	۰/۰۱۷
کمتر از ۵۰۰				۱	۰/۰۰۸
ضریب سازگاری	$CR=0.05$				

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)



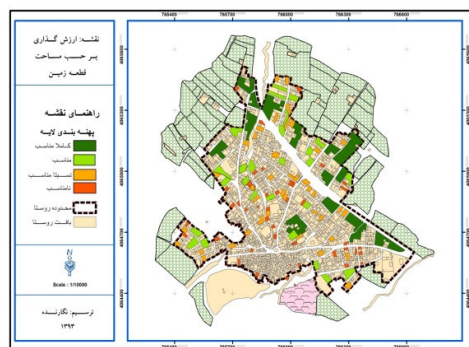
الف- سازگاری با کاربری هم‌جوار

ب- سطح بندی شبکه معابر



ج- قیمت زمین

د- وضعیت کاربری موجود



ه- مساحت قطعات زمین

شکل ۳ ارزش‌گذاری اراضی روستای چنار برای مکان‌یابی فضای سبز

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)



با توجه به این که برخی عناصر درون خوشه‌ها ممکن است به عناصر سایر خوشه‌ها وابسته باشند، در این صورت با توجه به معیار کنترل ماتریس مقایسه زوجی تشکیل شده و عناصر ماتریس دوبه‌دو باهم مقایسه شده و وزن ماتریس محاسبه می‌شود و نتیجه وارد سوپر ماتریس نخستین می‌شود. سوپر ماتریس که از تلفیق ماتریس‌های مختلف به دست می‌آید، سوپر ماتریس نخستین است. جمع عناصر هر ستون سوپر ماتریس بیش از یک است. برای تبدیل سوپر ماتریس ناموزون به سوپر ماتریس موزون باید سوپر ماتریس ناموزون را در ماتریس خوشه‌ای ضرب کرد. ماتریس خوشه‌ای میزان تأثیرگذاری هر یک از خوشه‌ها برای دستیابی به اهداف مطالعه را منعکس می‌کند. ماتریس خوشه‌ای از مقایسه دودویی خوشه‌ها در چارچوب ساختار سوپر ماتریس نخستین (ناموزون) حاصل می‌شود. براساس پیشنهاد ساعتی، برای به دست آوردن اهمیت نسبی خوشه‌ها در سوپر ماتریس نخستین (ناموزون) لازم است ماتریس خوشه‌ای به گونه‌ای محاسبه شود که خوشه‌های ستونی آن به عنوان عناصر کنترلی در نظر گرفته شوند. به عبارت دیگر خوشه‌های ستونی غیر صفر سوپر ماتریس نخستین (ناموزون) با خوشه‌های دیگر واقع در آن ستون، مورد مقایسه دودویی قرار گیرند تا بردار اهمیت هر یک از خوشه‌های ستونی به دست آمده و در نهایت با درکنار هم گذاشتن بردار اهمیت هریک از خوشه‌ها، ماتریس خوشه‌ای به دست می‌آید (Saaty, 1999: 9).

هدف از به حد رساندن سوپر ماتریس موزون، تأثیر نسبی درازمدت هر یک از عناصر آن در یکدیگر است. جهت واگرایی ضریب اهمیت هر یک از عناصر ماتریس موزون، آن را به توان K که یک عدد اختیاری بزرگ است، می‌رسانیم تا این که همه عناصر سوپر ماتریس همانند و مقادیر سطری آن باهم برابر شود. براساس ماتریس به دست آمده، بردار وزن عمومی مشخص می‌شود.

۴-۳- مقایسه ضریب اثرگذاری معیار برای مکان‌یابی فضای سبز روستایی در مدل‌های ANP و AHP

در این مدل از روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای تعیین وزن و ضریب ارجحیت معیارهای مؤثر در مکان‌یابی، فضای سبز روستایی استفاده شده است. در ابتدا با مقایسه دودویی، وزن نسبی هر طبقه به دست آورده شد، بعد از انجام محاسبات وزن هر یک از عوامل به دست آمد که به ترتیب اولویت در مدل AHP به صورت زیر است: قیمت زمین (۰/۳۵۱)، نوع دسترسی (۰/۲۶۰)، نوع

کاربری (۰/۱۵۷)، میزان سازگاری (۰/۱۵۵) و مساحت زمین (۰/۰۷۷)، همچنین میزان CR نیز برابر با ۰/۰۱ و در مدل ANP نیز به ترتیب اولویت شامل نوع کاربری (۰/۳۲۰)، نوع دسترسی (۰/۳۰۳)، قیمت زمین (۰/۱۵۳) و میزان سازگاری (۰/۱۰۵) به‌دست آمد (جدول شماره ۸). نتایج به‌دست‌آمده قابل پذیرش است. در مرحله پسین، وزن نهایی هر گزینه (طبقه) در یک فرایند سلسله‌مراتبی از مجموعه حاصل ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها به‌دست می‌آید.

جدول ۸ ضرایب اثرگذاری معیارها در مدل‌های ANP و AHP

ضریب اثر گذاری معیارها در مدل ANP	ضریب اثر گذاری معیارها در مدل AHP	لايه‌های اطلاعاتی مؤثر
۰/۱۰۵	۰/۱۵۵	همجاری
۰/۳۰۳	۰/۲۶۰	نوع دسترسی
۰/۱۵۳	۰/۳۵۱	قیمت زمین
۰/۱۱۹	۰/۰۷۷	مساحت زمین
۰/۳۲۰	۰/۱۵۷	نوع کاربری

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

در انتها به مقایسه ضرایب اهمیت و اولویت معیارها به‌دست‌آمده از مدل‌های ANP و AHP پرداخته شده است. همان‌طور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود از آنجایی که در مدل ANP علاوه‌بر رابطه معیارها با زیر معیارها، روابط درونی معیارها نیز سنجیده شده است. اولویت و ضریب معیارها در برخی از عوامل متفاوت با مدل AHP است، برای نمونه شاخص آموزشی - فرهنگی در مدل ANP با وزن نرمال شده ۰/۰۵۷ در اولویت ۷ قرار گرفته، در حالی که این شاخص در مدل AHP با وزن مطلق ۰/۰۷۷ در اولویت ۴ قرار گرفته است. به غیر از تعداد معدودی از معیارها که اولویت مشترک در هر دو مدل را دارند مانند شاخص دسترسی‌ها با اولویت ۱۶ در هر دو مدل، دیگر شاخص‌ها در وزن و اولویت با یکدیگر تفاوت‌های اندکی دارند.

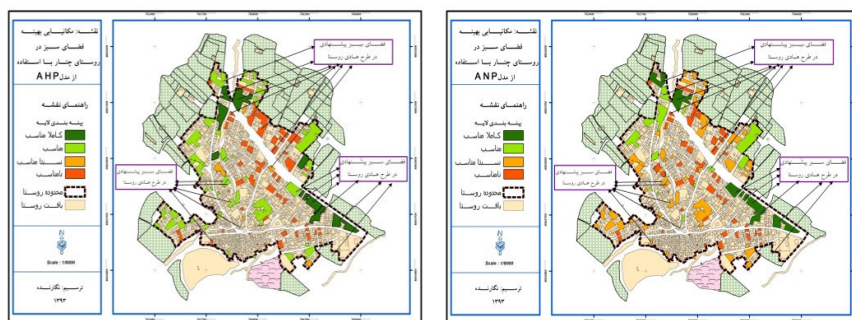
جدول ۹ مقایسه ضرایب اهمیت و اولویت معیارها در مدل‌های ANP و AHP

تحلیل شبکه (ANP)				تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)		طبقه‌بندی	زیر معیار
اولویت	وزن <i>Ideals</i>	وزن نرمال شده	وزن اولیه ماتریس حدی	اولویت	وزن مطلق هر طبقه		
۷	۰/۳۳۷	۰/۰۵۷	۰/۰۲۸	۴	۰/۰۷۷۸	کاملاً مناسب	آموزشی - فرهنگی
۱۲	۰/۱۳۸	۰/۰۲۳	۰/۰۱۱	۱۰	۰/۰۳۹۸	مناسب	مسکونی - رودخانه
۱۵	۰/۰۹۸	۰/۰۱۶	۰/۰۰۸	۱۲	۰/۰۲۵۷	به نسبت مناسب	بهداشتی - درمانی - مذهبی
۲۰	۰/۰۳۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۱۷	۰/۰۱۱۶	نامناسب	اداری - صنعتی - تأسیسات
۱	۱/۰۰	۰/۱۷۱	۰/۰۸۵	۲	۰/۱۴۶	کاملاً مناسب	اصلی درجه یک
۵	۰/۴۶۴	۰/۰۷۹	۰/۰۳۹	۶	۰/۰۶۸	مناسب	فرعی درجه یک
۱۰	۰/۲۰۷	۰/۰۳۵	۰/۰۱۷	۱۱	۰/۰۳۰	به نسبت مناسب	فرعی درجه ۲
۱۶	۰/۰۹۷	۱۶/۰۱۶	۰/۰۰۸۳	۱۶	۰/۰۱۴	نامناسب	دسترس‌ها
۲	۰/۸۷۵	۰/۱۴۹	۰/۰۷۴	۵	۰/۰۷۷	کاملاً مناسب	بایر
۹	۰/۲۳۱	۰/۰۳۹	۰/۰۱۹	۹	۰/۰۴۶	مناسب	کشاورزی
۳	۰/۶۵۹	۰/۱۱۲	۰/۰۵۶۴	۱۳	۰/۰۲۳	نسبتاً مناسب	مخروطه مسکونی
۱۳	۰/۱۰۲	۰/۰۱۷	۰/۰۰۸	۱۸	۰/۰۰۹	نامناسب	گورستان
۶	۰/۴۹۱	۰/۰۶۷	۰/۰۳۳	۱	۰/۱۹۸	کاملاً مناسب	ارزان
۱۱	۰/۱۸۱	۰/۰۳۱	۰/۰۱۵	۳	۰/۰۹۲	مناسب	نسبتاً ارزان
۱۷	۰/۰۸۱	۰/۰۱۳	۰/۰۰۶	۷	۰/۰۴۱	نسبتاً مناسب	متوسط
۱۹	۰/۰۳۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۱۵	۰/۰۱۹	نامناسب	گران
۴	۰/۵۰۲	۰/۰۸۶	۰/۰۴۳	۸	۰/۰۴۲	کاملاً مناسب	بیشتر از ۲۵۰۰
۸	۰/۲۳۵	۰/۰۴۰	۰/۰۲۰	۱۴	۰/۰۲۰	مناسب	۲۵۰۰-۱۰۰۰
۱۴	۰/۱۰۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰۸	۱۹	۰/۰۰۹	به نسبت مناسب	۱۰۰۰-۵۰۰
۱۸	۰/۰۵۲	۰/۰۰۸۵	۰/۰۰۴	۲۰	۰/۰۰۵	نامناسب	کمتر از ۵۰۰

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

۴-۴- انتخاب پهنه‌های مناسب برای احداث فضای سبز در مدل‌های AHP و ANP و مقایسه آن با مکان پیشنهادی طرح هادی روستا

با توجه به مزایای فراوانی که کاربری فضای سبز برای بشر دارد، از سوی دیگر با توجه به روند روبه رشد شهرها و روستاهای بزرگ امروزی، کمبود این فضاها به شدت احساس می‌شود. توجه به این نکته مهم، لزوم توجه به مکان‌یابی صحیح و کارایی فضای سبز را برای ایجاد روستاهای سالم و پایدار و دستیابی به عدالت را دو چندان می‌کند. در این مرحله از تحقیق باهدف مکان‌یابی پهنه کاربری فضای سبز در روستای چنار شهرستان کلات، بعد از محاسبه وزن لایه‌ها با دو مدل ANP و AHP، باید نقشه‌هایی که طبقه‌بندی دوباره شده و برای ورودی مدل آماده شده‌اند، وارد مدل شده و وزن‌های به‌دست‌آمده را نیز وارد کرد. در مرحله آخر با تلفیق لایه‌ها در محیط نرم‌افزار GIS، نقشه مجموع امتیاز معیارهای مختلف به‌دست می‌آید که با طبقه‌بندی لایه به ۴ طبقه کاملاً مناسب، مناسب، به نسبت مناسب و نامناسب، خروجی حاصل از مدل‌های بالا نقشه‌های مکان پهنه فضای سبز روستای چنار است (نقشه‌های ۴، ۵).



شکل ۵ مکان‌یابی پهنه فضای سبز در مدل ANP
(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

شکل ۴ مکان‌یابی پهنه فضای سبز در مدل ANP
(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

با توجه به جدول ۱۰، ۲۶ درصد معادل ۲۹۸۲۹ مترمربع از زمین‌های داخل بافت روستا در مدل ANP جهت کاربری فضای سبز کاملاً مناسب تعیین شده است و در مدل AHP ۲۹ درصد معادل ۳۲۹۴۰ مترمربع جهت کاربری فضای سبز کاملاً مناسب پیشنهاد شده است. اختلاف این



دو مدل در پهنه کاملاً مناسب جهت مکان‌یابی فضای سبز ۳ درصد است. این اختلاف در دیگر پهنه‌ها چشمگیرتر است، به طوری‌که در پهنه مناسب با مدل ANP، ۲۶ درصد و با مدل AHP، ۵۵ درصد و از زمین‌های روستا جهت مکان‌یابی فضای سبز پیشنهاد شده است.

جدول ۱۰ مقایسه مساحت و درصد پهنه‌ها در مکان‌یابی فضای سبز با مدل‌های ANP و AHP

طبقه‌بندی	مساحت مکان‌یابی کاربری فضای سبز (m^2) در تحلیل شبکه (ANP)	درصد	مساحت مکان‌یابی کاربری فضای سبز (m^2) در تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)	درصد
کاملاً مناسب	۲۹۸۲۹	۲۶	۳۲۹۴۰	۲۹
مناسب	۲۹۲۵۹	۲۶	۶۳۲۸۰	۵۵
نسبتاً مناسب	۵۰۱۸۶	۴۳	۴۴۴۵	۴
نامناسب	۵۶۱۴	۵	۱۴۲۲۴	۱۲
جمع	۱۱۴۸۸۹	۱۰۰	۱۱۴۸۸۹	۱۰۰

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

از مهم‌ترین مسائلی که پس از انتخاب و مکان‌یابی به وسیله سیستم اطلاعات جغرافیایی باید مورد توجه قرار گیرد، بررسی این موضوع است که مناطق تعیین‌شده تا چه حد با واقعیت منطقه تطابق دارد؟ برای بررسی این موضوع، انجام بازدیدها و مطالعات میدانی می‌تواند درستی یا نادرستی مناطق مکان‌یابی‌شده را نشان دهد. جهت تطبیق نتایج به‌دست‌آمده از الگوی ارائه‌شده در مکان‌یابی فضای سبز روستایی با واقعیات موجود در منطقه مورد مطالعه، نقشه کاربری‌های پیشنهادی طرح هادی روستاها و کاربری‌های موجود روستاها تهیه‌شده، همچنین بازدیدهای میدانی و مصاحبه با دهیار و شورای روستا، به تطبیق نتایج پرداخته شده است که نتایج به‌دست‌آمده الگوی یادشده در نقشه‌های ۴ و ۵ ارزش‌گذاری نهایی منعکس شده است. همان‌طور که در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود اراضی پیشنهادی فضای سبز روستایی طرح هادی در ۸ طبقه تقسیم‌بندی شده و سپس این اراضی پیشنهادی را با مدل‌های ANP و AHP با توجه به وزنی که گرفته‌اند در چهار طبقه کاملاً مناسب تا نامناسب رتبه‌بندی شده‌اند. در نهایت این اراضی پیشنهادی فضای سبز را با نظر شورا و دهیار نیز مقایسه شده است. در یک مقایسه تطبیقی بین فضای سبز پیشنهادی طرح هادی روستایی روستا و فضای سبز

پیشنهادی با مکان‌یابی بهینه به‌دست آمده از مدل‌های سلسله‌مراتبی و نرم‌افزار GIS و طبق نظرشورا و دهیار طبقه ۱ و ۲ (پارک خطی حاشیه ۱ و ۲) بهترین رتبه را به خود اختصاص داده و فضاهای کمتر از ۳۰۰ متر که در طبقه ۸ قرار گرفته، کمترین رتبه را به خود اختصاص داده است.

جدول ۱۱ مقایسه تطبیقی فضای سبز مصوب طرح هادی و نظر روستاییان با مکان پیشنهادی در ANP و AHP

نام پهنه	وسعت	ANP		AHP		دهیار و شورا
		رتبه	وزن	رتبه	وزن	
۱	۶۴۷۷	۱	۰/۸۷۵	۱	۰/۵۵۳	۱
۲	۱۲۸۵۳	۱	۰/۸۷۵	۱	۰/۵۵۳	۱
۳	۵۵۱۲	۱	۱/۰۰	۳	۰/۱۴۶	۱
۴	۳۱۴۲	۲	۰/۴۶۴	۴	۰/۰۶۸	۲
۵	۶۹۸	۴	۰/۰۳۶	۴	۰/۰۱۱۶	۲
۶	۳۶۶۷	۳	۰/۳۹۱	۲	۰/۱۹۸	۲
۷	۹۲۳	۴	۰/۱۳۸	۴	۰/۳۹۸	۳
۸	۵۴۳۹	۴	۰/۰۵۲	۴	۰/۰۰۵	۴

(منبع: یافته‌های پژوهش ۱۳۹۳)

همان‌گونه که در جدول ۱۲ مشاهده می‌شود با انجام مقایسه دقت طبقه‌بندی حاصل از روش‌های سلسله‌مراتبی و تحلیل شبکه مشخص شد که مدل ANP با ضریب کاپای برآورد شده، ۰/۷۱ نسبت به مدل AHP با ضریب کاپای ۰/۵۹ دارای دقت بیشتری است که این به دلیل غیرخطی و شبکه‌ای بودن مدل ANP است.

جدول ۱۲ ضریب کاپا برای دو روش ANP و AHP

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره	ضریب کاپا
تحلیل شبکه (ANP)	۰/۷۱
تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)	۰/۵۹



۶- نتیجه‌گیری

با توجه به گستردگی و پیچیدگی عوامل مؤثر در مکان‌یابی، ضرورت دارد تا از فناوری‌های اطلاعات مکانی GIS همراه با سایر روش‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌سازی فضایی، از جمله فرایند تحلیل شبکه و تحلیل سلسله‌مراتب استفاده شود. با توجه به توانایی‌های وسیع GIS در مسائل تصمیم‌گیری و توانایی ادغام و روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی، بهترین گزینه مناسب و منطقی جهت یافتن مکان بهینه استفاده از GIS و فناوری مربوط به آن است. در این تحقیق جهت کامل‌تر شدن و انتخاب دقیق‌تر معیارها از دو مدل تحلیل شبکه‌ای و تحلیل سلسله‌مراتبی برای تعیین ارزش‌گذاری و وزن معیارهای مختلف برای مکان‌یابی محل فضای سبز استفاده شد. لایه‌های مختلف اطلاعاتی باهم تلفیق شدند و مناطق کاملاً مناسب و نامناسب برای فضای سبز روستای مشخص شدند. بر این اساس همان‌طور که در جدول ۹ آورده شده ضرایب زمین‌های دارای اولویت و تأثیرگذاری بیشتر جهت مکان‌یابی فضای سبز شامل زمین‌هایی که دسترسی به راه اصلی درجه یک با ضرایب $0/146$ در مدل تحلیل سلسله‌مراتب و $0/171$ در مدل فرایند تحلیل شبکه، زمین‌هایی با کاربری بایر با ضرایب $0/077$ در مدل تحلیل سلسله‌مراتب و $0/875$ در مدل فرایند تحلیل شبکه و زمین‌هایی با قیمت ارزان با ضرایب $0/198$ در مدل فرایند تحلیل شبکه و $0/321$ در مدل فرایند تحلیل شبکه است. این نتایج هم‌سو با تحقیقات وارثی و همکاران (۱۳۸۷) و نوذری و همکاران (۱۳۹۲) است. در این تحقیقات نیز زمین‌های با درجه عالی و خوب جهت فضای سبز در مسیر شبکه ارتباطی و کاربری بایر و نیز نزدیک کاربری آموزشی فرهنگی و مسکونی است. نتایج حاصل از تحلیل مورد کنترل قرار گرفت و با مطالعات میدانی و مصاحبه و جویا شدن نظر دهیار و شورای روستا و نیز طرح هادی روستا جهت مکان‌های پیشنهادی فضای سبز مقایسه شده است. مکان پیشنهادی فضای سبز در طرح هادی روستا ۵۲ درصد از کل کاربری پیشنهادی در پهنه کاملاً مناسب در مقایسه با مدل فرایند تحلیل شبکه و این میزان در پهنه کاملاً مناسب با مقایسه با مدل فرایند تحلیل شبکه ۴۱ درصد است. در مقایسه‌ای تطبیقی بین فضای سبز پیشنهادی در طرح هادی روستا و فضای سبز موجود و پیشنهادی افراد روستا با مکان‌یابی بهینه به‌دست‌آمده از نرم‌افزار، مشخص شد که ۷۰ درصد از مکان پیشنهادی و موجود کاربری فضای سبز در روستای

نمونه منطبق با پهنه‌های کاملاً مناسب و مناسب، ۳۰ درصد باقی‌مانده در پهنه‌های به نسبت مناسب و نامناسب است. این نتایج در مقایسه با تحقیق جوانشیری (۱۳۹۲) در ۳۰ درصد مکان پیشنهادی فضای سبز روستایی در طرح هادی که در پهنه به نسبت مناسب و نامناسب مغایر است. ضریب کاپای برآورد شده ۰/۷۱ در مدل فرایند تحلیل شبکه نسبت به ضریب کاپای ۰/۵۹ در مدل تحلیل سلسله‌مراتب نشان از دقت بالاتر تحلیل شبکه نسبت به روش سلسله‌مراتبی دارد.

۷- منابع

- ابراهیم‌زاده، عیسی و عبادی جوکندان، اسماعیل. «تحلیلی بر توزیع فضایی- مکانی کاربری فضای سبز در منطقه سه شهری زاهدان». مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱. صص ۵۸-۳۹، ۱۳۸۷
- احمدی‌زاده، سعید و رضوی، بنای. «تحلیل مکان مناسب فضای سبز شهری با استفاده از فرایند تحلیلی سلسله‌مراتبی (AHP) و GIS (مطالعه موردی: شهر بیرجند)». فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۳، صص ۹۷-۱۱۸، ۱۳۹۰.
- احمدی، عاطفه، موحد، علی و شجاعیان، علی، «ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از GIS و روش AHP (منطقه مورد مطالعه: منطقه ۷ شهرداری اهواز)». فصلنامه آمایش محیط، شماره ۱۵، صص ۱۴۷-۱۶۲، ۱۳۹۰.
- اکبرپورسراسکانرود، محمد و نوروزی، محبوبه. «ارزیابی و مکان‌یابی کاربری فضای سبز منطقه ۹ شهرداری تهران». نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد ۱۱، شماره ۱۴، صص ۷۵-۱۰۴، ۱۳۸۸.
- بنیاد مسکن انقلاب اسلامی. «راهنمای مطالعات کاربری زمین روستایی». معاونت عمران روستایی، دفتر برنامه‌ریزی و هماهنگی طرح‌ها، تهران: انتشارات نشر شریف، ۱۳۸۷.
- بهرام سلطانی، کامبیز. «مبانی معماری فضاهای سبز شهری»، تهران: انتشارات تهران، ۱۳۸۴.
- پاپلی یزدی، محمدحسین، «فرهنگ آبادی‌ها و مکان‌های مذهبی». مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۶۷.
- پورمحمدی، محمدرضا، جمالی، فیروز و تقی‌پور، علی‌اکبر. «مکان‌یابی خدمات شهری با ترکیب GIS و AHP (نمونه موردی: مدارس ابتدایی شهر شاهرود)». فصلنامه فضای



- جغرافیایی، سال دهم، شماره ۳۱، صص ۹۲-۱۱۷، ۱۳۸۹.
- جوانشیری، مهدی. «تحلیل مکان‌گزینی کاربری‌های پیشنهادی طرح‌های هادی روستایی با استفاده از GIS (نمونه موردی: روستاهای شهرستان خواف)». پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۲.
 - دربان آستانه، علیرضا. «نقش دهیاری‌ها در مدیریت و توسعه فضای سبز روستایی». مجله دهیاری، شماره ۲۹، ۱۳۸۹.
 - رحمانی، محمد جواد. «بررسی روند تصمیم‌گیری در مکان‌یابی پارک‌ها و فضای سبز عمومی و تأثیر آن بر ایمنی آن‌ها». مجله سبزینه شرق، پیاپی ۶، سال سوم، شماره ۱، ۱۳۸۲.
 - رستم‌خانی، پروانه، لقایی، حسنعلی. «اصول طراحی فضای سبز در محیط‌های مسکونی». انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۸۳.
 - رضایی بنفشه، مجید. «بررسی و ارزیابی روند تغییر سطوح جنگل با استفاده از سنجش از دور و GIS». سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری مشهد، ۱۳۸۶.
 - رضویان، محمدتقی. «برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری. تهران»: چاپ اول، انتشارات منشی، ۱۳۸۱.
 - زارع چاهوکی، محمد علی. «فضای سبز روستایی»، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران، ۱۳۸۷.
 - زبردست، اسفندیار. «کاربرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای»، نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی، شماره ۴۱، صص ۷۹-۹۰، ۱۳۸۹.
 - سعیدنیا، احمد. «کتاب سبز، راهنمای شهرداری‌ها». جلد اول: شهرسازی، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، تهران، ۱۳۷۸.
 - شیر، احمد. «ارائه الگوی مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری با استفاده از Gis (مورد: پارک‌های شهر زنجان)». پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۵.
 - صابری، عظیم، قنبری، ابوالفضل و حسین‌زاده، مریم. «مکان‌یابی پارک و فضای سبز شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به روش ارزیابی چند معیاری AHP (نمونه موردی: شهر شوشتر)». همایش ملی ژئوماتیک ۹۰، ۱۳۹۰.
 - عبدی، خداداد. «مکان‌یابی و مدل‌سازی پراکنش فضای سبز شهری- پارک در مقیاس محله

- (مطالعه موردی: منطقه یک شهری سندج). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۵.
- عنابستانی، علی اکبر، روستا، مجتبی. «الگوی سامان‌دهی فضای سبز شهری با استفاده از GIS در منطقه ۱۰ شهرداری مشهد»، فصلنامه کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی، شماره ۳، صص ۷-۱۹، ۱۳۹۰.
 - فرهنگ جغرافیایی آبادی‌های کشور. استان خراسان رضوی، شهرستان کلات، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۴.
 - لطفی، صدیقه، حسین‌زاده، احمد، فرجی ملانی، امین و احمدی فیروزجایی، میثم. «بررسی توزیع فضایی و مکان‌یابی پارک‌های شهری بابل‌سر با استفاده از منطق فازی و مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (FAHP)». مجله محیط‌شناسی، سال سی و هشتم، شماره ۳، صص ۱۴۷-، ۱۳۹۱.
 - مجنونیان، هنریک. «مباحثی پیرامون پارک‌ها و فضای سبز و تفرجگاه‌ها، سازمان بوستان‌ها و فضای سبز شهر تهران»، تهران، ۱۳۷۴.
 - محمدی، جواد. «کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مکان‌یابی فضاهای سبز شهری، منطقه ۲ تبریز». مجله شهرداری‌ها، سال چهارم، شماره ۴۴، ص ۱۵، ۱۳۸۲.
 - معاونت امور فنی، «طراحی فضای سبز شهری»، تهران؛ انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۱.
 - مهندسان مشاور سامان آفرین طوس. «طرح هادی روستای چنار». کلات، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، ۱۳۹۱.
 - نوذری، عبدالرحمن، شجاعیان، علی و ملکی، سعید. «ارائه الگوی بهینه مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل (AHP)»، اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعه پایدار، تهران، ۱۳۹۲.
 - نوریان، فرشاد و شکویی، علی، «مکان‌یابی کاربری اراضی شهری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی فازی (Fuzzy-Gis) (نمونه موردی: پارک‌های شهری زنجان)». تهران: همایش ژئوماتیک، ۱۳۸۳.
 - وارثی، حمیدرضا، محمدی، جمال و شاه‌یوندی، احمد. «مکان‌یابی فضای سبز شهری با



استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر خرم آباد). مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره دهم، صص ۱۰۳-۸۳، ۱۳۸۷.

- وزارت کشور سازمان شهرداری ها و دهیاری های. «محیط‌زیست روستا (مدیریت مواد زائد، فضای سبز روستا و ...)». مرکز مطالعات و خدمات تخصصی شهری و روستایی پژوهشکده علوم انسانی و اجتماعی جهاد دانشگاهی، ۱۳۸۵.

- Abdi, K.H. "Location and Spatial Modeling of Urban Green Space in the Park District Scale (Case Study: a City of Sanandaj)", Masters Thesis, 2006. [in Persian]
- Ahmadi Zadeh, S. & B. Razavi, "Suitable Spatial Analysis of Urban Green Space by Using Analytical Hierarchy Process (AHP) and GIS (Case Study: Birjand)", *Journal of Geographical Research*, Vol. 93, pp. 97-118, 2011. [in Persian]
- Ahmadi, A., A. Movahed & M. Norozi, "Locating the Optimal Model of Urban Green Space Using GIS and AHP (Case Study: Area of District 7 City of Ahvaz)", *Journal of Environmental Logistics*, Vol.15, pp. 147-162, 2011. [in Persian]
- Akbarpor Sareskanrod, M. & M. Norozi, "Evaluation and Selection of Green Space in the Municipality of Tehran District 9". *Geographical Sciences Applied Research*, Vol. 11, pp. 75-104, 2009. [in Persian]
- Anabestani, A. & M. Rosta, "Organized Pattern of Urban Green Space in the Region of 10 Municipalities Using GIS Mashhad", *Journal of Remote Sensing and GIS Applications in Planning*, No. 3, pp. 7-19, 2011. [in Persian]
- Bahram Soltani, K., "Fundamentals of Urban Green Spaces", Tehran: Tehran Publishing, 2005. [in Persian]
- Chang N. B. & E. Davila, "Siting and Routing Assessment for Solid Waste Management under Uncertainty Using the Grey Mini-Max Regret Criterion", *Environmental Management*, 2006.
- Darban Astanah, A., "Role in the Management and Development of Rural Green Space", *Journal Dhyaryha*, Vol. 29, 2010. [in Persian]
- Dunnett, N., C. Swanwick & H. Woolley, *Improving Park, Play Areas and Green Spaces Office of the Deputy Prime Minister Pub*, London: Department of Landscape, University of Sheffield Department for Transport, Local Government

- and the Regions, 2002.
- Ibrahimzadeh, E. & I. Ebadi Jokandan, "Analysis of the Spatial Distribution of Places Green Space in Urban Area Three Zahedan", *Journal of Geography and Development*, Vol. 11, pp. 98-118, 2008. [in Persian]
 - Islamic Revolution Housing Foundation, *Rural Land Use Study Guide, Rural Affairs, Office Planning and Coordination of Projects*, Sharif Publishing, 2008. [in Persian]
 - Javanshiri, M., "Suggested Uses of Locating Rural Projects Using GIS (Case Study: Rural of Khaf City)", Master's Thesis, Geography and Rural Planning, Ferdowsi Mashhad University, 2013. [in Persian]
 - Lee, S. K., G. Mogi, J. W. Kim & B. J. Gim, "A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach for Assessing National Competitiveness in the Hydrogen Technology Sector". *International Journal of Hydrogen Energy*, No. 33, pp. 6840-6848. 2008.
 - Lotfi, S., A. Hossen Zadeh, A. Faraji Molaei, "Spatial Distribution and Location of Urban Parks in Babolsar Using Fuzzy Logic and Hierarchical Analysis Model (FAHP)", *Journal of Ecology*, year 38, No. 3, 2012. [in Persian]
 - Majnonyan, H., "Issues Surrounding Parks and Green Spaces and Playgrounds, Gardens and Green Space Organization in Tehran", Tehran, 1996. [in Persian]
 - Ministry of Municipalities and Dhyary, "Rural Environment (Waste Management, Green Space and Countryside)", *Center Specialized Services in Urban and Rural Institute for Humanities and Social Sciences (SID)*, 2006. [in Persian]
 - Mohamadi, J., "The Use of Geographic Information Systems (GIS) the Positioning of Urban Green Spaces, Region 2 Tabriz", *Journal of Municipalities*, year 4, No. 44, 2003. [in Persian]
 - Noryan, F. & A. Shokoie, "Urban Land Use GIS Site Selection Phase (Fuzzy-GIS) (Case Study: Urban Parks Zanjan)", in *Tehran Geomatics Conferences*, 2004. [in Persian]
 - Nozari, A., A. Shojaeyan & S. Maleki, "Locating the Optimal Model of Urban Green Space Using Geographic Information System (GIS) and Modeling (AHP)", in *the First National Conference on Geography, Sustainable Urban Planning and*



- Development*, Tehran, 2013. [in Persian]
- Papoli Yazdi, M., *Culture of Villages and Religious Places*, Astan Ghods Razavi Publishing, 1999. [in Persian]
 - Pormohamadi, M. & F. Jamali, "Locate Utilities by Combining GIS and AHP (Case Study: Primary Schools of City)", *Journal of Space Geographic*, Vol. 10, pp. 92-117, 2010. [in Persian]
 - Rahmani, M., "Review the Decision on the Location of Parks and Public Green Space and Its Impact on Their Safety", *Journal of chlorophyll East*, Vol. 6, No. 1, 2003. [in Persian]
 - Razaviyan, M., *Urban Land Use Planning*, Tehran: Monshi Publication, 2001. [in Persian]
 - Rezai, B., *Assessment of Trends in Forest Areas Using Remote Sensing and GIS, the Parks and Green Spaces Mashhad Municipality*, 2007. [in Persian]
 - Rostamkhani, P. & H. Lghaie, "Design Principles of Green Space in Residential Areas", *Building and Housing Research Center*, 2004. [in Persian]
 - Saaty, T. L., *Fundamentals of the Analytic Network Process*, ISAHP, Kobe, Japan, August, 1999.
 - Saaty, L. T., *An Analytical Hierarchy and Network Processes Approach for the Measurement in Tangible Criteria and for Decision Making; Multiple Criteria Decision, Analysis: State of The Art Surveys*, Edited by Jose Figueira et al, Springer, 2005.
 - Saberi, A., Ghanbari, A. & M. Hosein Zadeh, "Locate Parks and Urban Green Spaces Using GIS Multi Criteria Evaluation AHP (Case Study: City Branch)", in *National Conference on Geomatics*, 2011. [in Persian]
 - Saedinya, A., "The Green Book, the Municipalities' Guide, First Volume", Urban Press Center Urban Planning, Municipal Organizations and RMs, Tehran, 2000. [in Persian]
 - Shiri, A., "Model for Optimal Positioning Urban Green Space Using GIS (Zanjan Parks)", Master's Thesis, 2006. [in Persian]
 - Technical Affairs, *Design Urban Green Space*, Tehran: Publication Management

- and Planning Organization, 2002. [in Persian]
- Tuzkaya, U. R. & S. Onut, "A Fuzzy Analytic Network Process Based Approach to Transportation-Mode Selection between Turkey and Germany: A Case Study", *Information Sciences*, No. 178, pp. 3133–3146. 2008.
 - Varesi, H., J. Mohamadi & A. Shahondi, "Location of Urban Green Space Using Geographic Information System (Case Study: Khorramabad)", *Journal of Geography and Regional Development*, No. 10, pp. 83-103, 2008. [in Persian]
 - Zare Chahkahi, M., "Rural Green Space, the Municipalities and Village Administrations in Iran", Tehran, 2008. [in Persian]
 - Zebardast, S., "Application of Network Analysis Process (ANP) in Urban and Regional Planning", *Journal of Fine Arts, Architecture and Urbanism*, No. 41, pp. 79-90, 2010. [in Persian]