سنجش از دور
و
GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران
Iranian Remote Sensing & GIS

سال چهارم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱
Vol.4, No.2, Summer 2012

۲۹-٤٤

بررسی کمّی و کیفی پارک‌های شهر ساری، با استفاده از مدل AHP فازی

کریم سلیمانی[۱]*، مرتضی شعبانی[۲]، اسدا... دیوسالار[۳]

۱. استاد مرکز سنجش از دور و GIS، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور
۳. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام‌نور ساری

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۳/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۲/۱۷

چکیده

امروزه تحولات تکنولوژی و صنعتی شدن شهرها، موجب دگرگونی‌های اساسی و عمده‌ای در اکولوژی شهری شده و به تخریب شدید محیط زیستِ سکونتگاه‌ها دامن زده و در بردارنده پیامدهای ناگواری در زندگی انسان‌ها و جوامع‌شان بوده است. مهم‌ترین و در عین حال ساده‌ترین راه تعدیل این پیامدها و آسیب‌های زیست‌محیطی، توسعه پارک‌ها و فضاهای سبز است. کاربری‌هایی چون فضای سبز شهری و پارک‌ها در زمرهٔ کاربری‌هایی هستند که توزیع و پراکنش آنها در سطح شهر بسیار بااهمیت و سودمند است. شهرِ ساری با مساحت ۲۸/۵۲ کیلومترمربعی و جمعیت ۲۶۱۲۹۳ نفری، دارای ۸ پارک عمومی با سرانه ۰/۳۹ مترمربع برای هر نفر است، که این رقم اختلاف آشکاری با سرانه استاندارد تعیین‌شده دارد. از سویی، با این تعداد پارک و با توجه به تعداد محله‌ها، مشخص می‌گردد که این شهر به لحاظ طبقه‌بندی پارک‌های شهری، فاقد پراکنش سلسله‌مراتب فضای سبزِ مناسب است و با رشد روزافزون جمعیت در این شهر، توجه به توسعه و احداث پارک‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش ضمن بررسی کمّی و کیفی پارک‌های شهر ساری، به مکان‌یابی پارک‌های محله‌ای با استفاده از مدل AHP فازی (FAHP) در محیط GIS پرداخته می‌شود. بدین منظور پس از شناسایی پارامترها و معیارهای مؤثر در مکان‌یابی پارک‌های شهری و با تکمیل پرسش‌نامه به‌وسیله کارشناسان و متخصصان خبره، به کمک مدل سلسله‌مراتبی فازی وزن هر یک از معیارهای مؤثر محاسبه شد و سپس اینها در محیط GIS با یکدیگر تلفیق شدند. در نهایت با هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی و تطبیق آنها با کاربری‌های موجود، نقشه شایستگی مناطق شهر ساری براساس پهنه‌های «بسیار مناسب، مناسب، و نامناسب»، برای احداث پارک‌های محله‌ای مشخص شدند. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهند که ۱۸/۵ درصد از مساحت شهر برای احداث پارک در واحد محله بسیار مناسب است، ۳۳/۷ درصد مناسب است، و ۴۷/۸ درصد دربردارنده محدودیت‌هایی برای ساخت پارک محله‌ای است.

کلیدواژه‌ها: پارک، ساری، سلسله‌مراتبی فازی، GIS.

* نویسنده مکاتبه‌کننده: ساری، دانشکده منابع طبیعی ساری، تلفن: ۰۹۱۱۱۵۲۱۸۵۸

Email: Solaimani 2001@yahoo.co.uk

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسئله

با افـزایش جمعیـت و توسـعه و گـسترش شهرنـشینی، انسان‌ها به‌تدریج از طبیعت دور شده‌اند و تراکم بیش از حـد جمعیـت و دخالـت در محـیط طبیعـی و ایجـاد محیط‌های انسان‌ساخت، موجـب بـروز هـر چـه بیـشتر نیازهای زیست‌محیطی و جسمی و روحی انـسان شـده است. برای رفع این نیازها، انسان شهرنـشین اقـدام بـه ایجاد باغ‌ها و فـضای سـبز مـصنوعی در داخـل شـهرها کرده اسـت (سـعیدنیا، ۱۳۸۲). فـضاهای سـبز شـهری بخشی از گستره فیزیکی شهرند که نـه تنهـا بـه دلیـل عملکرد و اهمیت تفریحی‌شان در کانون توجه‌انـد بلکـه به دلیل نقشی که در حفظ تعادل محیط‌زیست شـهری و تعدیل آلودگی هوا و پرورش روحی و جسمی ساکنان شهر ایفا می‌کنند، ارزشمند نیز هستند (Dunnet et al., 2002). چنانچه طرز قرارگیری و توزیع خدمات شـهری و کاربری‌هایی چون فضای سبز و پارک‌ها دارای تعـادل باشند، همه قشرهای جامعه تا حد امکـان از آنهـا بهـره خواهند برد. مکان‌گزینیِ فضاهای سبز و پارک‌ها فرایند پیچیده‌ای است که انجام آن مستلزم رعایـت هـم‌زمـان معیارها و ملاحظات چندین عامل است و بی‌توجهی بـه آنها در مکان‌یابی، موجب از بین رفـتن سـهم زیـادی از منابع مالی و انرژی در شهرها می‌شود. امروزه بر عمـوم متخصصان و مدیران شهری مـشخص شـده اسـت کـه مدیریت و اداره امور مختلف شهرها با ابزارهـای سـنتی امکـان‌پـذیر نیـست و در تجزیـه و تحلیـل مـسائل شهرسازی، می‌بایست هم‌زمان حجم انبوهی از متغیرهـا را در نظر گرفت و تصمیم‌گیـری‌هـا را براسـاس ارزش و وزن هر یک از متغیرها و مدل تصمیم‌گیری انجام داد و این بدون استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)[1] میسر نیست (قراگوزلو، ۱۳۸۴). رشد سـریع جمعیـت و گسترش فیزیکی شهرِ ساری در دهه‌هـای اخیـر سـبب بروز نوعی بی‌تعادلی در این شهر بین کاربری‌ها شده که توسعه ناهماهنگ و نامعقول را در پی داشته است. ایـن بی‌نظمی در فضای سبز شهری ـ به خصوص پارک‌هـا ـ چنان مشهود است که مکان‌یابی و توزیـع فـضای سـبز گویی شکلی کاملاً اتفاقی به خود گرفته‌اند و هیچ‌گونـه رابطه منطقی و توجیه‌پذیری بـین آنهـا و کـاربری‌هـای اطراف به چشم نمی‌خورد. شـهر سـاری، بـزرگ‌تـرین و پرجمعیت‌ترین شـهر اسـتان مازنـدران، دارای ۸ پـارک است که به لحاظ طبقه‌بندی پارک‌های شهری و توزیـع سلسله‌مراتبی، یک پارک در واحد ناحیـه، دو پـارک در واحد محلـه، و پـنج پـارک در واحـد همـسایگی اسـت (سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری ساری). با ایـن تعداد پارک و بـا توجـه بـه تقـسیمات محلـه‌ای شـهر، مشخص می‌گردد که توزیع سلسله‌مراتبـی پـارک‌هـا در سطح شهر رعایت نشده است و احداث پارک متناسب با موقعیت کارکردی آن برحسب واحد همسایگی، محلـه، ناحیه و منطقه از الزامات این شهر به شمار می‌آیـد. بـا توجه به عوامل متعدد و مؤثر در مکان‌یـابی پـارک‌هـای شهری و نیز وسعت زیاد شهر، روش‌های سـنتی بـسیار وقت‌گیر و هزینه‌بر و کم‌دقت‌اند. از این رو به کـارگیری روش تصمیم‌گیـری چنـدمعیاره و .G.I.S بـرای یـافتن بهترین و مناسب‌ترین مکان احداث پـارک ضـروری بـه نظر می‌رسد.

ایـن پـژوهش بـر آن اسـت کـه پـس از شناسـایی معیارهای مؤثر بر مکان‌گزینـی پـارک‌هـای شـهری، بـا به‌کـارگیری مـدل سلـسله‌مراتبـی فـازی (FAHP)[2] در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، مناسب‌ترین مکان را برای احداث پارک محله‌ای در شهر ساری مشخص کند.

۱-۲- پیشینه تحقیق

کریم‌زاده و بردبار (۱۳۸۱) بـا کـاربرد سـامانه اطلاعـات جغرافیایی (GIS) در برنامه‌ریزی کـاربری فـضای سـبز شهری به بررسی وضعیت توزیع و پراکندگی فضای سبز شهر قدس و سرانه مربـوط بـه محلـه‌هـای مختلـف آن پرداختند. آنها پس از شناسایی معیارهـای مناسـب، بـا

1. Geographic Information System (G.I.S.)
2. Fuzzy Analytical Hierarchy Process

روی‌هم‌گذاری[1] لایه‌های اطلاعاتی در محیط نرم‌افزار ArcGIS و انجام اصلاحات لازم، مکان‌های مناسبی را برای جبران کمبود فضای سبز مطرح و پیشنهاد کردند. حسینیان و همکاران (۱۳۸۶) به مکان‌یابی بهینه کاربری اراضی شهری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: فضای سبز شهر یاسوج) پرداختند. آنها در پژوهش خود ضمن استفاده از داده‌های رقومی ۱:۲۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری توانستند نواحی مناسب را برای توسعه فضای سبز شهری مشخص سازند و آنها را در قالب نقشه‌هایی ارائه کنند. وحیدنیا و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی با استفاده از مدل AHP فازی اقدام به مکان‌یابی بیمارستان‌های شهر تهران کردند. آنها پس از شناسایی معیارهای مؤثر، با استفاده از مدل سلسله‌مراتبی فازی وزن هر یک از معیارها را به‌دست آوردند و سپس در محیط GIS به تلفیق آنها ـ با هدف انتخاب مکان بهینه ـ دست زدند. وارثی و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی به مکان‌یابی فضای سبز با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداختند. آنها با انتخاب معیارهای مؤثر، براساس میزان اهمیت، وزنی مناسب به هر یک از معیارها اختصاص دادند. سپس با ایجاد لایه‌های اطلاعاتی هر یک از معیارها در محیط GIS اقدام به تلفیق آنها کردند تا مکان‌های بهینه برای فضای سبز شناسایی و اولویت‌بندی شود. Zucca و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از قابلیت‌های MCE[2] در ترکیب با GIS، مکان‌یابی پارک‌های محله‌ای را در ایالت برگوما[3] ایتالیا انجام دادند. آنها با استفاده از مدل SMCE[4] و GIS مکان‌های مناسب را به این منظور پیشنهاد کردند. Chou و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، دست به مکان‌یابی هتل‌ها برای گردشگران بین‌المللی در تایوان زدند. آنها پس از شناسایی ۲۱ معیار برای مکان‌یابی صحیح هتل‌ها، با استفاده از نظریه فازی و مدل سلسله‌مراتبی وزن خاصی را به هر یک اختصاص دادند. سپس با استفاده از میانگین ارزش‌های به‌دست‌آمده اقدام به شناسایی بهترین مکان برای احداث هتل گردشگران بین‌المللی کردند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

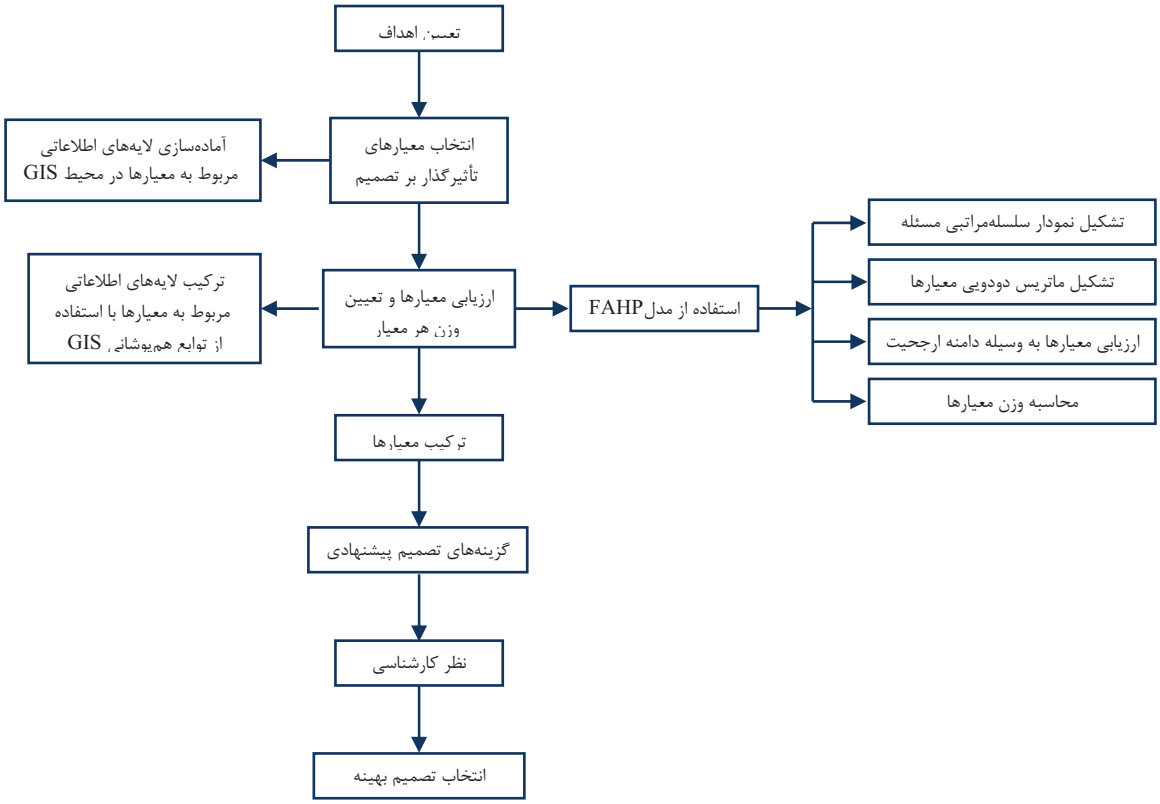
محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، شهر ساری است با مساحتی ۲۸۵۲ هکتاری که در موقعیت جغرافیایی ′5 °53 طول شرقی و ′34 °36 عرض شمالی قرار دارد. شهر ساری از نظر موقعیت طبیعی در منطقه جلگه‌ای شهرستان ساری واقع است و از نظر تقسیمات اقلیمی جزء ناحیه معتدل خزری محسوب می‌شود. جمعیت ۲۶۱۲۹۳ نفری این شهر نسبت به ۵۰ سال اخیر رشدی ده برابر داشته است. مساحت ۱۱۰ هکتاری سال ۱۳۳۵ این شهر، در سال ۱۳۸۵ به ۲۸۵۲ هکتار رسید و در این گسترش ۶۵۵۴۴ واحد مسکونی به شهر افزوده شد. این امر نشان‌دهنده افزایش میزان شهرنشینی و ساخت‌وساز بسیاری از اراضی مرغوب پیرامونی شهر اعم از باغ‌ها و اراضی کشاورزی و فضای سبز است. مساحت فضای سبز شهری ۳۷۴۹۰۴ مترمربع، مساحت پارک‌های عمومی ۱۱۳۳۸۵ مترمربع، سرانه پارک ۰/۳۹ مترمربع و سرانه فضای سبز شهری ۲ مترمربع است (سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری ساری).

۲-۲- روش پژوهش

روش تحقیق در این پژوهش، توصیفی ـ تحلیلی و مبتنی بر منابع کتابخانه‌ای، اسنادی، الکترونیکی، بررسی‌ها و مشاهدات میدانی است. بدین منظور ضمن شناسایی پارامترها و معیارهای مؤثر در مکان‌یابی پارک‌های شهری، پایگاه داده‌های مکانی از معیارهای

1. Overlay
2. Multi Criteria Evaluation
3. Bergoma Province
4. Spatial Multi Criteria Evaluation

شناسایی شده در سامانه اطلاعات جغرافیایی ایجاد گردید و اطلاعات توصیفی به آنها نسبت داده شد. در ادامه با تکمیل پرسش‌نامه به‌وسیله کارشناسان و متخصصان خبره، میزان ارجحیت این معیارها نسبت به یکدیگر مورد سنجش قرار گرفت و به کمک مدل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) وزن هر یک از معیارهای مؤثر به‌دست آمد. در نهایت پس از استانداردسازی معیارها، لایه‌های اطلاعاتی هر معیار براساس وزن محاسبه شده، در محیط نرم‌افزار Arc GIS نسخه ۱۰ با یکدیگر تلفیق گشتند تا نقشه نهایی که بیانگر مکان‌های مناسب برای ایجاد پارک‌های محله‌ای در شهر ساری است، به دست آید. فرایند کلی برای مکان‌یابی بهینه پارک‌های شهری با استفاده از روش سلسله‌مراتبی فازی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی به شرح شکل ۱ است.



شکل ۱. الگوریتم و روند کلی مطالعات

۲-۲-۱- شناسایی و تعیین معیارها و شاخص‌ها

هر قدر عوامل شناسایی شده تطابق بیشتری با واقعیت زمینی داشته باشند، نتایج مکان‌یابی رضایت‌بخش‌تر خواهد بود. ارزیابی کاربری‌های مختلف شهری اساساً به منظور اطمینان خاطر از استقرار منطقی آنها و رعایت تناسبات لازم به دو صورت کمّی و کیفی انجام می‌شود (Pourmohammadi, 2003). بنابراین مطلوبیت اراضی براساس اولویت کاربری اراضی برای احداث پارک محله‌ای و نزدیکی به مرکز محله و همچنین سازگاری براساس فاصله از شبکه ارتباطی و کاربری‌های سازگار و همچنین مراکز آموزشی، علاوه بر دوری از کاربری‌های ناسازگار و مزاحم در مکان‌یابی اولیه در نظر گرفته شده است. بر همین اساس، معیارهای تعیین مناطق مناسبِ پارک‌های شهری برای مکان‌یابی آنها در این پژوهش عبارت بوده‌اند از:

۱- فاصله از مرکز محله (عامل مرکزیت): از مهم‌ترین عوامل در تعیین مکان بهینه برای احداث پارک در مقیاس محله، توجه به دسترسی عادلانه برای تمام اقشار است، به طوری که امکان دسترسی آسان برای همهٔ ساکنان محله فراهم باشد. برای دستیابی به این هدف یکی از معیارهایی که در این پژوهش تعریف شد، عامل مرکزیت پارک به نسبت محله است. پس از مشخص شدن مرز محله‌ها براساس معیارهای موجود، مراکز هر محله با تعریف نقاطی تعیین گردید.

۲- فاصله از پارک‌ها و فضای سبز موجود: برای توزیع و پراکنش مناسب پارک‌ها و فضای سبز در سطح شهر، توجه به فاصله آنها از پارک‌ها و فضای سبز موجود ضروری است. بدین ترتیب حریمی از پارک‌های موجود تعیین می‌شود تا مکان بهینه از لحاظ توزیع مناسب و هماهنگ انتخاب گردد.

۳- نزدیکی به مراکز آموزشی: از دیگر معیارهای مهم برای مکان‌یابی پارک‌های محله‌ای، نزدیکی آنها به مراکز آموزشی و به‌خصوص مدارس ابتدایی است. هر چه این دو کاربری به یکدیگر نزدیک‌تر باشند، میزان استفاده از آنها نیز بیشتر خواهد بود و از وجود کاربری‌های مزاحم دیگر جلوگیری خواهد شد.

۴- دسترسی به شبکه ارتباطی: از معیارهای اساسی برای طراحی پارک، دسترسی‌های فرعی درجه یک و دو است. عامل دسترسی از عوامل مهم مکان‌یابی پارک به شمار می‌رود. هر یک از پارک‌های شهری باید از چهارسو به شبکه ارتباطی دسترسی داشته باشند تا بدین طریق هم امکان جذب جمعیت بیشتر فراهم آید و هم امکان نظارت اجتماعی و امنیت پارک افزایش یابد و افزون بر اینها، «بهره‌برداری دیداری» از جلوه‌های زیبای پارک برای رهگذران نیز از چهارسو ممکن گردد (Saeednia, 2003).

۵- اولویت‌بندی اراضی: برای یافتن مکان بهینه احداث پارک، مسلماً وجود زمین مناسب اهمیت فراوان دارد. هر چند اراضی موجود با کاربری فضای سبز در اولویت‌اند، مانند باغ‌ها و اراضی کشاورزی و گلکاری‌ها که قابلیت تبدیل به فضای سبز عمومی را دارند. ولی چون هدف ایجاد فضای سبز جدید و ارتقای سرانه بوده است، در این پژوهش اراضی بایر و حاشیه رودخانه تجن (به دلیل عبور این رودخانه از شهر و دارا بودن مناظر زیبا، دسترسی به شبکه ارتباطی و نیز احداث سد لاستیکی در آن) در اولویت نخست قرار گرفته‌اند. بدین منظور در مکان‌یابی، کاربری‌ها از نظر بیشترین تناسب تغییر کاربری به فضای سبز، در سه کلاس طبقه‌بندی گردیدند. در این طبقه‌بندی زمین‌های بایر، باغ‌ها، اراضی کشاورزی و مزارع و زمین‌های اطراف رودخانه تجن در اولویتِ نخست قرار گرفتند؛ و کاربری نظامی، تأسیسات پایه و اصلی شهری، مذهبی، ارگان‌های دولتی و مانند آنها در اولویت آخر.

۶- فاصله از کاربری‌های سازگار و ناسازگار (با کاربری‌های پیرامون): کاربری‌هایی که در حوزه نفوذ یکدیگر قرار دارند باید فعالیت‌هایی هم‌سنخ و هم‌خوان با یکدیگر داشته باشند و موجب مزاحمت و مانع در انجام فعالیت یکدیگر نشوند. این سنخیت و همخوانی از حالت سازگاری کامل تا ناسازگاری کامل در نوسان است. بر این اساس ابتدا کاربری‌های سازگار با پارک

ـ مانند کاربری بهداشتی، درمانی، آموزشی، فرهنگی و مذهبی ـ و کاربری‌های ناسازگار ـ مانند مناطق نظامی و پایانه‌های حمل‌ونقل و نظایر اینها انتخاب شدند. سپس دوری و نزدیکی از / به هر یک از کاربری‌های ناسازگار و سازگار، تعیین و طبقه‌بندی گشتند. لازم به ذکر است که از معیارهای مهم و اصلی در مکان‌یابی پارک، فاصله این کاربری از کاربری‌های مزاحم است. هر چه این کاربری‌ها (صنعتی، تعمیرگاه، نظامی، صنایع تولیدی مانند اینها) از پارک فاصله بیشتری داشته باشند، کیفیت پارک و فضای سبز بیشتر خواهد شد، زیرا از جمله کاربردهای اصلی پارک و فضای سبز در شهرها تماس با طبیعت و دوری از کاربری‌هایی است که آلودگی صوتی و دیگر آلودگی‌ها را ایجاد می‌کنند و سلامت و آرامش ساکنان را مخدوش می‌کنند. دو مؤلفه فاصله و زمان مهم‌ترین مؤلفه‌ها در مکان‌یابی کاربری‌ها هستند. نوع دسترسی‌ها با فاصله و زمان سنجیده می‌شود و این دو عامل در واقع واحد اندازه‌گیری آسایش‌اند. چگونگی دسترسی به خدمات شهری مورد نیاز ساکنان و دوری از کاربری‌های مزاحم و ناسازگار از مؤلفه‌های مهم آسایش تلقی می‌شوند (سعیدنیا، ۱۳۸۲). با توجه به آنچه ذکر شد، در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل و انتخاب مکان بهینه، ارزش لایه‌های اطلاعاتی براساس فاصله آنها از عوامل مؤثر تعیین شده و طبقه‌بندی آنها طبق فاصله معیارها مدّ نظر قرار گرفته است. بدین منظور لایه‌های مراکز محله‌ها، مراکز آموزشی، دسترسی به شبکه ارتباطی، نزدیکی به کاربری‌های سازگار، دوری از کاربری‌های ناسازگار، و فاصله از پارک‌های موجود با تعیین حریم ۳۰۰ متری و ۶۰۰ متری و ۹۰۰ متری مطابق جدول ۲ در سه کلاس طبقه‌بندی شدند (وارثی و همکاران، ۱۳۸۷).

گفتنی است شهر ساری از نظر موقعیت طبیعی در منطقه جلگه‌ای (دشت) واقع شده است و به‌طور کلی شیب، جهت شیب، تغییرات ارتفاع و همچنین تغییرات بافت خاک در این شهر بسیار اندک و نامحسوس‌اند. در این پژوهش عوامل مذکور به عنوان معیارهای ثابت در نظر گرفته شدند. همچنین به دلیل وجود منابع آب‌های سطحی و بارش‌های زیاد در طول سال و وجود رودخانه تجن (رودخانه دائمی)، معیار منابع آبی نیز حکم پارامتر ثابت را داشته است.

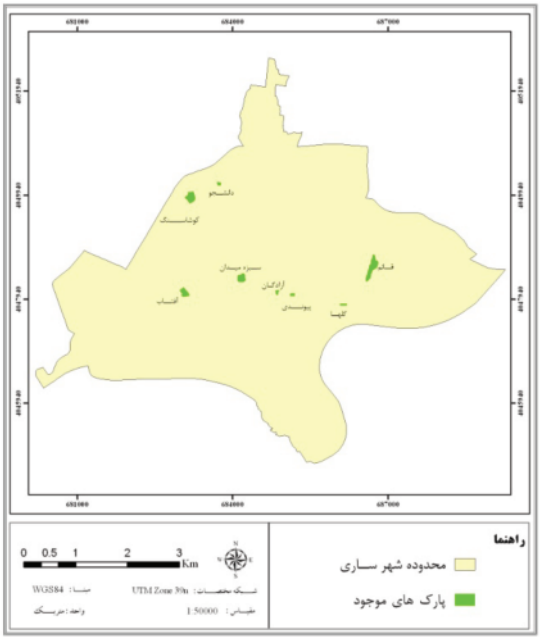
جدول۱. معیارهای مورد استفاده و طبقه‌بندی آنها بر اساس فاصله (متر)

مؤلفه‌ها	بسیارمناسب	مناسب	نامناسب
اولویت اراضی	بایر، متروکه، زمین‌های اطراف رودخانه، باغ‌های کشاورزی	صنعتی، پایانه‌های حمل‌ونقل، جهانگردی، پارکینگ‌ها	مذهبی، اداری، نظامی، تأسیسات شهری، مسکونی، بهداشتی
فاصله از کاربری سازگار	۰ -۳۰۰	۳۰۰ - ۶۰۰	۶۰۰ - ۹۰۰
فاصله از کاربری ناسازگار	۶۰۰ - ۹۰۰	۳۰۰ - ۶۰۰	۰ -۳۰۰
فاصله از پارک‌های موجود	۶۰۰ - ۹۰۰	۳۰۰ - ۶۰۰	۰ -۳۰۰
دسترسی به شبکه ارتباطی	۰ -۳۰۰	۳۰۰ - ۶۰۰	۶۰۰ - ۹۰۰
فاصله از مراکز آموزشی	۰ -۳۰۰	۳۰۰ - ۶۰۰	۶۰۰ - ۹۰۰
فاصله از مرکز محله	۰ -۳۰۰	۳۰۰ - ۶۰۰	۶۰۰ - ۹۰۰

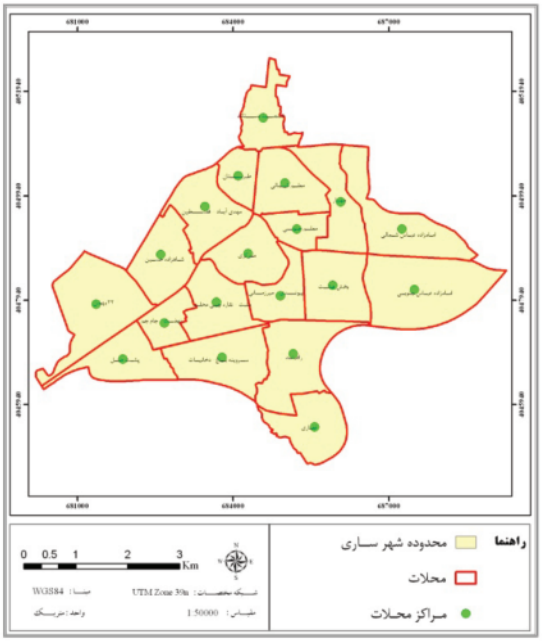
۲-۲-۲- آماده‌سازی و ورود معیارها به محیط GIS

داده‌های مورد نیاز در این تحقیق به دو بخش تقسیم می‌شوند: مکانی و توصیفی. داده‌های مکانی و داده‌های توصیفی تهیه شده عبارت‌اند از: نقشه طرح تفصیلی شهر ساری در مقیاس ۱:۲۰۰۰ از سازمان مسکن و شهرسازی و مشاهدات میدانی از معیارهای مورد نظر؛ اطلاعات مربوط به کاربری اراضی شهر؛ اطلاعات جمعیتی در مقیاس محله‌ای؛ موقعیت و توزیع مکانی پارک‌های شهر در مقیاس‌های همسایگی و محله‌ای و ناحیه‌ای؛ طرح جامع شهر؛ و طرح تفصیلی بازنگری‌شده شهر ساری در سال ۱۳۸۵.

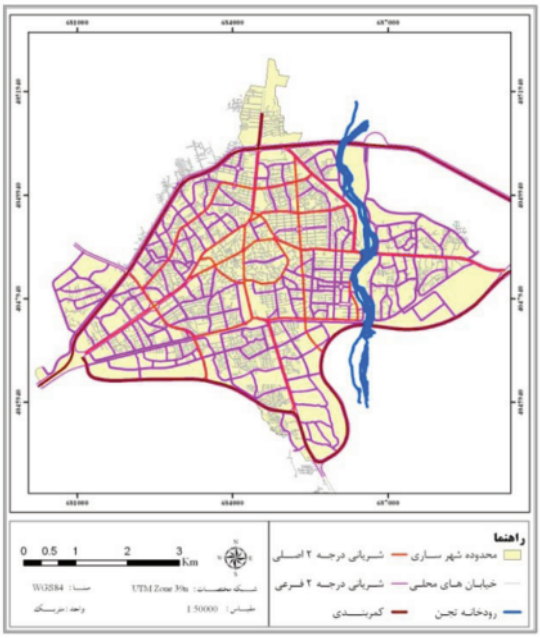
پس از استخراج لایه‌های اطلاعاتی مختلف، نقشه‌ها به صورت لایه‌های قابل استفاده در محیط GIS آمادهٔ تحلیل شدند. در این قسمت با استفاده از داده‌های موجود، نقشه رقومی مراکز مسکونی، محله‌ها، مراکز آموزشی، فضاهای سبز موجود، شبکه ارتباطی و زمین‌های مستعد (زمین‌های بایر، زمین‌های اطراف رودخانه و جز اینها)، کاربری‌های سازگار و ناسازگار و ارزش زمین در سیستم مختصات UTM (سطح مبنای WGS۸۴، زون ۳۹N) به همراه اطلاعات توصیفی در محیط نرم‌افزار Arc GIS نسخه ۱۰ شناسایی و استخراج گردید. لازم به ذکر است به منظور صحت‌سنجی و دقت لایه‌های مذکور، با برداشت نقاط کنترلی به‌وسیله دستگاه GPS در بازدیدهای میدانی، کیفیت داده‌ها ارزیابی شد و خطاهای احتمالی برطرف گردید (شکل‌های ۲ الی ۷).



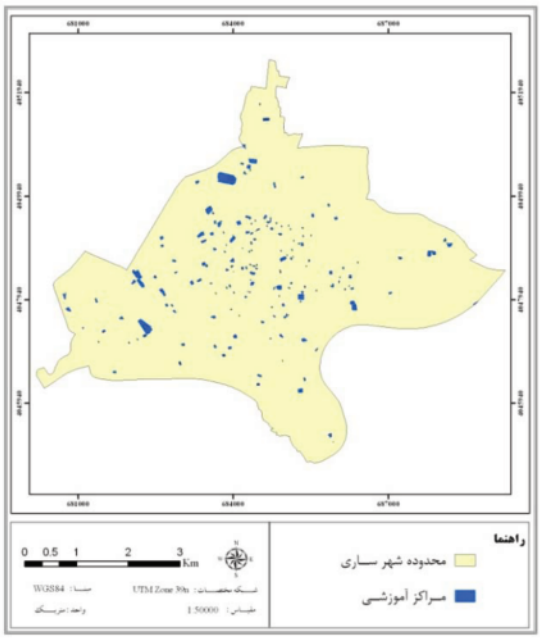
شکل۲. نقشه پارک‌ها و فضای سبز موجود در شهر ساری



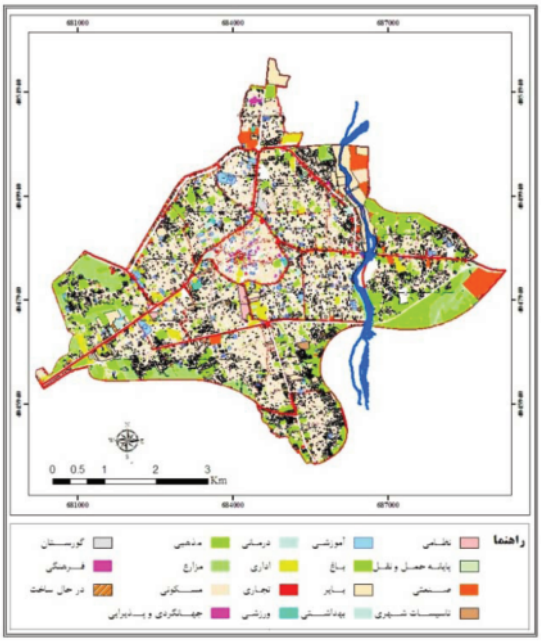
شکل ۳. نقشه مراکز محله‌های شهر ساری



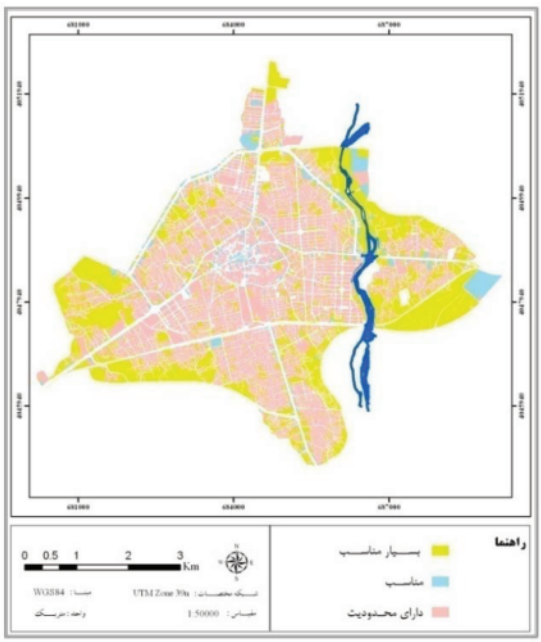
شکل۴. نقشه شبکه ارتباطی در شهر ساری



شکل۵. نقشه مراکز آموزشی در شهر ساری



شکل۶. نقشه کاربری اراضی در شهر ساری



شکل۷. نقشه اولویت اراضی در شهر ساری

۲-۲-۳- ارزیابی معیارها و تعیین وزن هر معیار

در سال ۱۹۸۳ دو محقق هلندی به نام‌های لارهورن و پادر[1] روشی را برای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی پیشنهاد کردند که براساس روش حداقل مجذورات لگاریتمی بنا نهاده شده بود. این روش به دلیل پیچیدگی مراحل آن چندان مورد استفاده قرار نگرفت. در سال ۱۹۹۶ محققی چینی به نام چانگ[2] روش

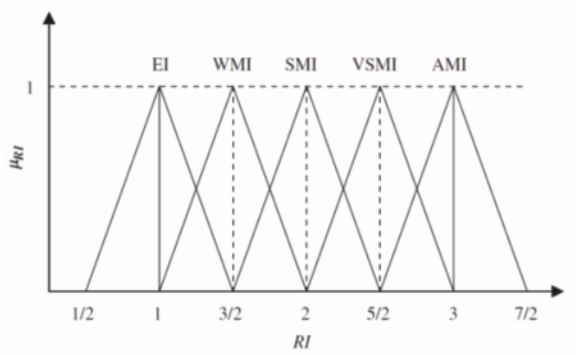
1. Laarhoren & Padrycz
2. Chang

دیگری را با نام روش تحلیل توسعه‌ای ارائه کـرد. اعـداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هـستند؛ یعنی ارجحیت زبانی با اعداد فازی مثلثـی در مـاتریس مقایـسات زوجـی وارد مـی‌شـود (Ozcan and Suzan, 2011).

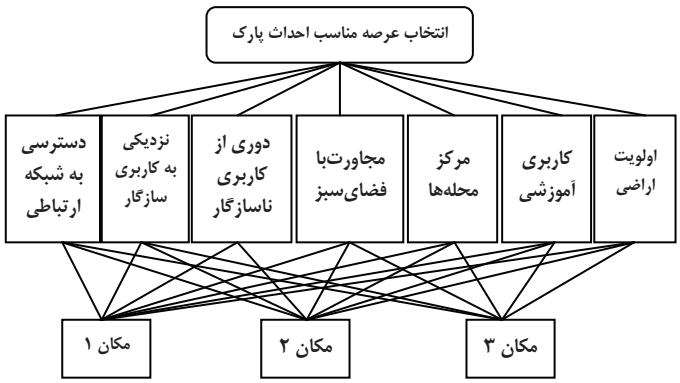
نخستین گام در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، ایجاد ساختاری سلسله‌مراتبی از موضوع مورد بررسی است که در آن اهداف، معیارها، گزینه‌ها و ارتباط بین آنها نشان داده می‌شـود. بـه عبـارت دیگـر بایـد در آغـاز درخـت سلسله‌مراتبی مناسبی کـه بیـان‌کننـده موضـوع مـورد مطالعه باشد، فراهم شود. درخت سلسله‌مراتبی در ایـن پژوهش به‌صورت شکل ۹ است:

جدول ۲. مقیاس‌های زبانی برای بیان درجه اهمیت

مقیاس زبانی برای درجه اهمیت		اعداد فازی
Just equal	ارجحیت دقیقاً برابر	(۱,۱,۱)
Equally Important (EI)	ارجحیت تقریباً برابر	$(\frac{1}{2},1,\frac{2}{2})$
Weakly more Important (WMI)	ارجحیت کم	$(1,\frac{2}{2},2)$
Strongly more Important (SMI)	ارجحیت قوی‌تر	$(\frac{2}{2},2,\frac{5}{2})$
Very strongly more Important (VSMI)	ارجحیت خیلی قوی‌تر	$(2,\frac{5}{2},3)$
Absolutely more Important	ارجحیت کامل	$(\frac{5}{2},3,\frac{7}{2})$



شکل ۸. مقیاس‌های زبانی برای بیان درجه اهمیت (Önüt et al,. 2010)



شکل ۹. ساختار سلسله‌مراتبی تحقیق

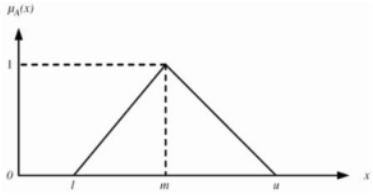
۲-۲-۴- تعیین ماتریس‌های مقایسه زوجی و اعمال قضاوت‌ها

چنانچه $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$ مجموعه اهداف و $U = \{u_1, u_2, ..., u_n\}$ مجموعه آرمان‌ها باشد، آن‌گاه طبق روش آنالیز توسعه‌ای چانگ، با در نظر گرفتن هر هدف، آنالیز توسعه را می‌توان برای هر یک از آرمان‌ها انجام داد. بنابراین می‌توان بدین صورت m مقدار آنالیز توسعه برای هر هدف داشت:

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, ..., M_{gi}^m \quad i = 1,2,...,n$$

	آرمان۱	آرمان۲	...	آرمان m
هدف ۱	$M_{g_1}^1$	$M_{g_1}^2$	...	$M_{g_1}^m$
هدف ۲	$M_{g_2}^1$	$M_{g_2}^2$	...	$M_{g_2}^m$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
هدف n	$M_{g_n}^1$	$M_{g_n}^2$	...	$M_{g_n}^m$

که تمامی $M_{g_i}^i$ها عدد فازی مثلثی‌اند که به صورت (l,m,u) بیان می‌گردند و عملکرد عضویت به صورت شکل ۱۰ و رابطه (۱) بیان می‌شود:



شکل ۱۰. عملکرد عضویت یک عدد فازی سه‌وجهی $\tilde{M}$=(l,m,u)

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} \dfrac{(x-l)}{(m-l)}, & l \le x \le m \\ \dfrac{(u-x)}{(u-m)}, & m \le x \le u \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{رابطه (۱)}$$

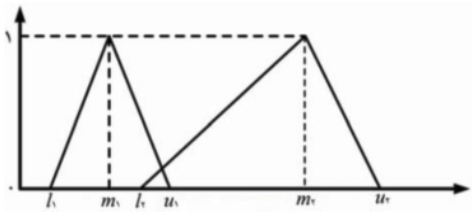
که در آن پارامتر m بزرگ‌ترین درجه عضویت است، و $f_M(m) = 1$؛ درحالی‌که l و u کرانه‌های پایینی و بالایی هستند.

در این پژوهش نیز برای جمع‌آوری دیدگاه‌ها و نظر خبرگان، از پرسشنامه‌ای مشتمل بر ۷ معیار برای مقایسه زوجی استفاده شده است. پرسشنامه مذکور میان ۳۶ نفر افراد خبره (۸ نفر با مدرک دکتری، ۱۱ نفر با مدرک کارشناسی ارشد و ۱۷ نفر با مدرک کارشناسی) از مراکز علمی و اجرایی و همچنین سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری ساری توزیع شد و در نهایت با بررسی نرخ سازگاری پاسخ خبرگان و امتناع ۴ نفر از پاسخگویی به پرسش‌ها، پاسخ‌های ۳۲ نفر برای اولویت‌بندی پذیرفته شد (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج مقایسه زوجی معیارها براساس دیدگاه‌های خبرگان

معیارها	اولویت اراضی	نزدیکی به کاربری سازگار	دوری از کاربری ناسازگار	دسترسی به شبکه ارتباطی	فاصله از پارک‌های موجود	فاصله از مراکز آموزشی	فاصله از مرکز محله
اولویت اراضی	(۱،۱،۱)	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(1,\frac{3}{2},2)$	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(2,\frac{5}{2},3)$	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(1,\frac{3}{2},2)$
نزدیکی به کاربری سازگار	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$	(1,1,1)	$(1,\frac{3}{2},2)$	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$
دوری از کاربری ناسازگار	$(\frac{1}{2},\frac{2}{3},1)$	$(\frac{1}{2},\frac{2}{3},1)$	(۱،۱،۱)	$(\frac{2}{3},1,2)$	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(\frac{1}{2},\frac{2}{3},1)$	$(\frac{1}{3},\frac{2}{5},\frac{1}{2})$
دسترسی به شبکه ارتباطی	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$	$(\frac{1}{2},1,\frac{3}{2})$	(۱،۱،۱)	$(1,\frac{3}{2},2)$	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$	$(\frac{1}{3},\frac{2}{5},\frac{1}{2})$
فاصله از پارک‌های موجود	$(\frac{1}{3},\frac{2}{5},\frac{1}{2})$	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$	$(\frac{1}{2},\frac{2}{3},1)$	(۱،۱،۱)	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$	$(\frac{1}{3},\frac{2}{5},\frac{1}{2})$
فاصله از مراکز آموزشی	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$	$(\frac{2}{5},\frac{1}{2},\frac{2}{3})$	$(1,\frac{3}{2},2)$	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	(۱،۱،۱)	$(\frac{1}{3},\frac{2}{5},\frac{1}{2})$
فاصله از مرکز محله	$(\frac{1}{2},\frac{2}{3},1)$	$(\frac{3}{2},2,\frac{5}{2})$	$(2,\frac{5}{2},3)$	$(2,\frac{5}{2},3)$	$(2,\frac{5}{2},3)$	$(2,\frac{5}{2},3)$	(۱،۱،۱)

در آنالیز توسعه‌ای چانگ چنانچه دو عدد مثلثی $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ ترسیم‌شده در شکل ۱۱ در نظر گرفته شوند،



شکل ۱۱. اعداد مثلثی M_1 و M_2

عملگرهای ریاضی به صورت روابط (۲)، (۳) و (۴) تعریف خواهند شد (Kathleen et al., 2011):

رابطه (۲)

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$$

رابطه (۳)

$$M_1 \times M_2 = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2)$$

رابطه (۴)

$$M_1^{-1} = (\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_1}), M_2^{-1} = (\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2})$$

البته باید توجه داشت که حاصل‌ضرب دو عدد فازی مثلثی یا معکوس یک عدد فازی مثلثی، دیگر عدد فازی مثلثی نیست. این روابط فقط تقریبی از حاصل‌ضرب واقعی دو عدد فازی مثلثی و معکوس یک عدد فازی مثلثی را بیان می‌کنند. در روش تحلیل توسعه‌ای، برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، مقدار (که خود عددی مثلثی است) براساس رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

رابطه (۵)

$$S_K = \sum_{j=1}^{n} M_{kj} \times \left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} M_{ij}\right]^{-1} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n} l_{ij}}{\sum_{K=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} u_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^{n} m_{ij}}{\sum_{k=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} m_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^{n} u_{ij}}{\sum_{k=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} l_{kj}}\right)$$

که در آن K بیانگر شماره سطر، و i و j به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند.

براساس رابطه‌های مذکور برای ماتریس معیارهای این پژوهش، داریم:

$$\sum_{j=1}^{7} M_1 = (9/5, 12/5, 15/5)$$
$$\sum_{j=1}^{7} M_2 = (5/3, 9/5, 11/8)$$
$$\sum_{j=1}^{7} M_3 = (5, 6/4, 9)$$
$$\sum_{j=1}^{7} M_4 = (4/3, 6/9, 7)$$
$$\sum_{j=1}^{7} M_5 = (3/3, 3/9, 5)$$
$$\sum_{j=1}^{7} M_6 = (6/2, 7/9, 9/8)$$
$$\sum_{j=1}^{7} M_7 = (11, 13/6, 16/5)$$

نیز:

$$\sum_{j=1}^{7}\sum_{j=1}^{7} M_1 = (44/6, 60/7, 77/3)$$
$$(\sum_{i=1}^{7}\sum_{j=1}^{7} M_i)^{-1} = (0/013, 0/0165, 0/0224)$$

بنابراین:

$$S_1 = (0/1235, 0/20625, 0/3472)$$
$$S_2 = (0/0689, 0/15675, 0/26432)$$
$$S_3 = (0/065, 0/1056, 0/2016)$$
$$S_4 = (0/0559, 0/11385, 0/1568)$$
$$S_5 = (0/0429, 0/06435, 0/112)$$
$$S_6 = (0/0806, 0/13035, 0/21952)$$
$$S_7 = (0/143, 0/2244, 0/3696)$$

در روش تحلیل توسعه‌ای، پس از محاسبه S_k باید درجه بزرگی ارجحیت یا امکان‌پذیری) آنها نسبت به هم محاسبه گردد. به طور کلی اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_2 بر M_1 که با $V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1)$ نشان داده می‌شود، به صورت رابطه ۶ است:

رابطه (۶)

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = \sup_{y \geq x}\left[\min(\mu_{\tilde{M}_1}(x), \mu_{\tilde{M}_2}(y))\right]$$

و برای اعداد فازی مثلثی معادل است با این رابطه:

رابطه (۷)

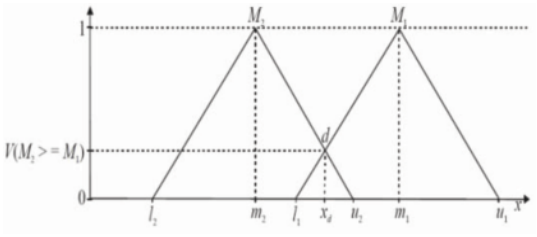
$$\begin{cases} V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = 1 & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = 0 & \text{if } l_1 \geq u_2 \\ V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = hgt(\tilde{M}_2 \cap \tilde{M}_1) & \text{otherwise} \end{cases}$$

نیز:

رابطه (۸)

$$htg(\tilde{M}_2 \cap \tilde{M}_1) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) + (m_1 - l_1)} = \mu_{\tilde{M}_2}(d)$$

که d متناظر با بزرگ‌ترین نقطه تقاطع بین $\tilde{M}_2$ و $\tilde{M}_1$ است. شکل ۱۲ $V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1)$ را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲. نقطه تقاطع و درجه ارجحیت $\tilde{M}_2$ بر $\tilde{M}_1$

بر این اساس، برای معیارهای پژوهش، داریم:

$V(S_1 \geq S_2)=1$	$V(S_2 \geq S_1)=0.51$
$V(S_1 \geq S_3)=1$	$V(S_2 \geq S_3)=1$
$V(S_1 \geq S_4)=1$	$V(S_2 \geq S_4)=1$
$V(S_1 \geq S_5)=1$	$V(S_2 \geq S_5)=1$
$V(S_1 \geq S_6)=1$	$V(S_2 \geq S_6)=1$
$V(S_1 \geq S_7)=0.918$	$V(S_2 \geq S_7)=0.642$

$V(S_3 \geq S_1)=0.436$	$V(S_4 \geq S_1)=0.261$
$V(S_3 \geq S_2)=0.722$	$V(S_4 \geq S_2)=0.672$
$V(S_3 \geq S_4)=0.946$	$V(S_4 \geq S_2)=1$
$V(S_3 \geq S_5)=1$	$V(S_4 \geq S_5)=1$
$V(S_3 \geq S_6)=0.83$	$V(S_4 \geq S_6)=0.822$
$V(S_3 \geq S_7)=0.33$	$V(S_4 \geq S_7)=0.11$

$V(S_5 \geq S_1)=0.08$	$V(S_6 \geq S_1)= 0.558$
$V(S_5 \geq S_2)=0.318$	$V(S_6 \geq S_2)=0.85$
$V(S_5 \geq S_3)=0.532$	$V(S_6 \geq S_3)=1$
$V(S_5 \geq S_4)=0.531$	$V(S_6 \geq S_4)=1$
$V(S_5 \geq S_6)=0.322$	$V(S_6 \geq S_5)=1$
$V(S_5 \geq S_7)=0.24$	$V(S_6 \geq S_7)=0.448$

$V(S_7 \geq S_1)=1$
$V(S_7 \geq S_2)=1$
$V(S_7 \geq S_3)=1$
$V(S_7 \geq S_4)=1$
$V(S_7 \geq S_5)=1$
$V(S_7 \geq S_6)=1$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر از رابطه (۹) به دست می‌آید:

رابطه (۹)

$$V(M \geq M_1, M_2, \ldots\ldots M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and} \ldots\ldots (M \geq M_k)]$$

برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسه زوجی، چنانچه فرض شود:

$$d'(A_i) = \min V[(S_i \geq S_k)] \quad k = 1,2\ldots,n \quad k \neq i$$

آن‌گاه بردار وزن به صورت رابطه (۱۰) اعمال می‌گردد.

رابطهٔ (۱۰)

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \ldots, d'(A_n))$$

بدین ترتیب برای معیارهای این پژوهش، داریم:

$\min V(S_1 \geq S_2,S_3,S_4,S_5,S_6,S_7) = 0.918$
$\min V(S_2 \geq S_1,S_3,S_4,S_5,S_6,S_7) = 0.51$
$\min V(S_3 \geq S_1,S_2,S_4,S_5,S_6,S_7) = 0.33$
$\min V(S_4 \geq S_1,S_2,S_3,S_5,S_6,S_7) = 0.11$
$\min V(S_5 \geq S_1,S_2,S_3,S_4,S_6,S_7) = 0.08$
$\min V(S_6 \geq S_1,S_2,S_3,S_4,S_5,S_7) = 0.448$
$\min V(S_7 \geq S_1,S_2,S_3,S_4,S_5,S_6) = 1$

گفتنی است که وزن‌های به‌دست‌آمده غیرفازی‌اند. برای نرمالیزه کردن وزن‌ها، در انتها می‌بایست از رابطه (۱۱) استفاده کرد:

رابطه (۱۱)

$$w_i = \frac{W_i'}{\sum W'}$$

$$W = (d(A_1), d(A_2), \ldots, d(A_n))$$

بر این اساس وزن نهایی هر معیار با استفاده از مقایسات زوجی کارشناسان و به کمک روش سلسله‌مراتبی فازی بدین شرح است:

$$W = (0/27, 0/15, 0/097, 0/032, 0/023, 0/132, 0/294)$$

۲-۲-۵- ارزش‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی براساس فاصله از معیارها و تلفیق لایه‌ها

در این پژوهش ارزش‌گذاری برای تمامی لایه‌ها با توجه

به عامل فاصله و زمان در نظر گرفته شد؛ بدین صورت که هر کاربریِ متناسب با فضای سبز، در صورت زیاد بودن فاصله‌اش امتیاز کمتر می‌گیرد ولی هر چه فاصله کمتر باشد امتیاز آن بیشتر خواهد بود (کاملاً برخلاف معیار فاصله از پارک موجود و کاربری ناسازگار). اولویت امتیازگذاری در بازه عددی بین ۱ تا ۱۰ تعریف می‌شود. رقم ۱۰ بیانگر درجه مطلوبیت بالای طبقه اطلاعاتی برای انتخاب عرصه مناسب کاربری پارک است و رقم صفر درجه نامطلوبیت طبقه اطلاعاتی را نشان می‌دهد.

جدول ۴. طبقه‌بندی شاخص‌ها و امتیازدهی نهایی

معیار	وزن	واحد	طبقه	امتیاز
اولویت اراضی	۰/۲۷	توصیفی	بایر، متروکه، زمین‌های اطراف رودخانه، باغ‌ها و اراضی کشاورزی و	۱۰
			صنعتی، پایانه‌های حمل‌ونقل، جهانگردی، پارکینگ‌ها و اراضی	۵
			مذهبی، اداری، نظامی، تاسیسات شهری، مسکونی و بهداشتی و نظایر اینها.	۲
فاصله از کاربری سازگار	۰/۱۵	متر	کمتر از ۳۰۰ متر	۹
			۳۰۰ تا ۶۰۰ متر	۶
			۶۰۰ تا ۹۰۰ متر	۳
فاصله از کاربری ناسازگار	۰/۰۹۷	متر	کمتر از ۳۰۰ متر	۳
			۳۰۰ تا ۶۰۰ متر	۶
			۶۰۰ تا ۹۰۰ متر	۹
فاصله از پارک‌های موجود	۰/۰۲۳	متر	کمتر از ۳۰۰ متر	۰
			۳۰۰ تا ۶۰۰ متر	۴
			۶۰۰ تا ۹۰۰ متر	۹
دسترسی به شبکه ارتباطی	۰/۰۳۲	متر	کمتر از ۳۰۰ متر	۱۰
			۳۰۰ تا ۶۰۰ متر	۶
			۶۰۰ تا ۹۰۰ متر	۳
فاصله از مراکز آموزشی	۰/۱۳۲	متر	کمتر از ۳۰۰ متر	۹
			۳۰۰ تا ۶۰۰ متر	۷
			۶۰۰ تا ۹۰۰ متر	۴
فاصله از مرکز محله	۰/۲۹۴	متر	کمتر از ۳۰۰ متر	۱۰
			۳۰۰ تا ۶۰۰ متر	۶
			۶۰۰ تا ۹۰۰ متر	۳

پس از تعیین وزن نهایی برای هر کدام از معیارها، این اوزان با پشتیبانی قابلیت‌های GIS در اعمال وزن به لایه‌ها و سپس روی‌هم گذاری آنها با توجه به میزان تأثیرشان بر فرایند ارزیابی در محیط GIS تلفیق می‌شوند. در نهایت برای هر کدام از معیارهای مورد نظر با توجه به تعداد لایه‌های مؤثر بر آن و میزان تأثیر این لایه‌ها، عرصه مناسب به منظور کاربری پارک شهری ارائه می‌شود.

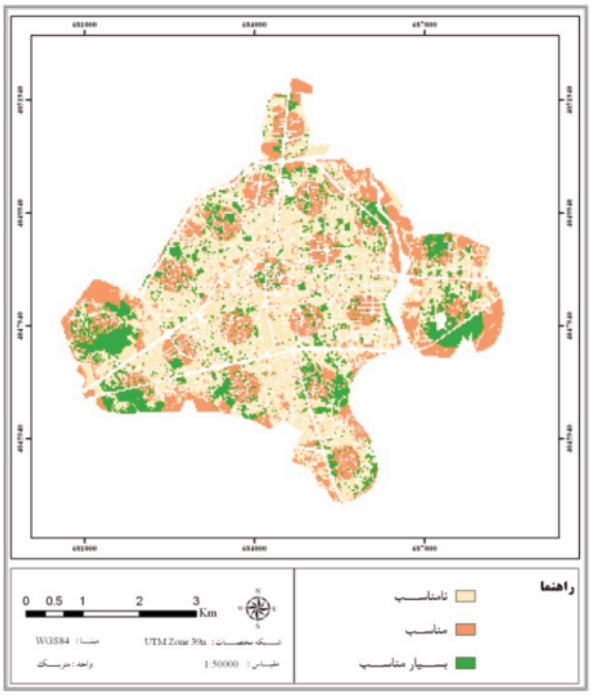
۳- نتایج

نقشه به‌دست‌آمده از هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی (معیارها) نشان می‌دهد که پهنه‌های بهینه برای اختصاص یافتن به کاربری پارک و فضای سبز شهری، در چه مناطقی هستند. همان‌طور که مشخص است، پهنه‌های بسیار مناسب آنهایی هستند که بیشترین توان و پتانسیل‌های لازم را برای احداث پارک‌های شهری در خود دارند. اما به منظور درک بهتر و امکان سنجش و مقایسه نتایج به‌دست‌آمده، پراکنش پهنه‌های بسیار مناسب در هر محله مورد بررسی قرار گرفت. نتایج محاسبه پیکسلی اراضی در محیط GIS و براساس جدول تهیه شده مربوط به مساحت پیکسل‌های هر مکان، حاکی از آن است که ۱۸/۵ درصد از مساحت شهر برای احداث پارک در واحد محله بسیار مناسب، ۳۳/۷ درصد مناسب، و ۴۷/۸ درصد مساحت شهر با محدودیت ساخت پارک محله‌ای مواجه است. جدول ۵ میزان نسبت مساحت پهنه‌های شناسایی شده را به مساحت کل شهر نشان می‌دهد.

برطبق هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی، نقشه خروجی توانسته است شایستگی مناطق شهر ساری را براساس پهنه‌های بسیار مناسب، مناسب و نامناسب برای احداث پارک محله‌ای آشکار سازد (شکل ۱۳).

جدول ۵. میزان مساحت پهنه‌های شهری برای ساخت پارک محله‌ای

مؤلفه‌ها	مساحت (مترمربع)	تعداد پیکسل	درصد
بسیار مناسب	۳۷۰۱۰۹۰	۴۱۷۱	۱۸/۵
مناسب	۶۷۵۹۸۵۸	۷۴۸۳	۳۳/۷
نامناسب	۹۵۹۴۶۲۰	۱۰۳۴۱	۴۷/۸



شکل ۱۳. نقشه به‌دست‌آمده از هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی و انتخاب مکان‌های بهینه برای احداث پارک

۴- بحث و نتیجه‌گیری

نگاهی به آنچه در شهر ساری به عنوان پارک شهری نامیده می‌شود، آشکار می‌سازد که اصولاً تا کنون انتخاب محل پارک‌های شهری مبتنی بر اصول و ضوابط و معیارهای فنی و علمی نبوده و عمدتاً سلایق شخصی ملاک عمل و اجرا قرار گرفته است. هدف اصلی از احداث پارک‌ها در شهر، صرفاً زیباسازی فضای شهری بوده زیرا در مکان‌یابی آنها معیارهای لازم به تمامی در نظر گرفته نشده‌اند. بررسی‌های انجام‌شده در این پژوهش نشان می‌دهد که در شهر ساری اغلب پارک‌ها و فضای سبز موجود بدون مطالعه قبلی به این کاربری اختصاص داده شده‌اند. درواقع قطعه زمین‌هایی که در طول فرایند برنامه‌ریزی کاربری‌ها و قطعه‌بندی زمین‌های شهری بی‌استفاده مانده بودند به کاربری فضای سبز و پارک شهری اختصاص یافته‌اند. این در حالی است که در مکان‌یابی پارک‌ها و فضای سبز، معیارهای مهم عبارت‌اند از سازگاری، مرکزیت، دسترسی، مساحت و نظایر اینها. لیکن در پارک‌های شهر ساری این شیوه مکان‌یابی و تعیین کاربری فاقد هرگونه پشتوانه علمی و منطقی بوده است. روش یا تکنیک به‌کاررفته در این پژوهش، مکان‌یابی بهتری را در قیاس با نظرها و دیدگاه‌های مبهم و مبتنی بر احتمال ارائه می‌کند و نتایج آن نیز قابل استنادتر و به واقعیت نزدیک‌ترند. با مقایسه مکان انتخاب‌شده به عنوان اراضی بسیار مناسب یا کاربری اراضی شهری، مشخص شد که اراضی انتخاب‌شده با مدل سلسله‌مراتبی فازی، تناسب زیادی با کاربری‌های سازگار با پارک‌های شهری دارند. این مکان‌ها در حواشی رودخانه و نزدیک مراکز مسکونی و آموزشی‌اند و با کاربری‌های ناسازگار نیز فاصله مناسبی دارند. این خود نشان می‌دهد که به‌کارگیری مدل سلسله‌مراتبی فازی و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌توانند با پارامترهای تعیین‌شده، تصمیم‌گیری قطعی و مناسبی را در مکان‌گزینی دقیق و جامع‌نگر برای احداث پارک در پی داشته باشند.

به علاوه، به‌کارگیری این روش برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه مشابه دیگر نیز سودمند است. خاطرنشان می‌شود که نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش با توجه به شرایط منطقه، بستگی زیادی به معیارهای ذکرشده ـ که به صورت لایه‌های اطلاعاتی بیان گردیدند ـ دارد. در این لایه‌های اطلاعاتی هر قدر تعداد و طبقه‌های نامناسب ـ به عنوان محدودیت‌ها ـ بیشتر باشد، می‌توان محدودیت‌های زیادتری را در مکان‌یابی اعمال کرد و به نتایج دقیق‌تری دست یافت.

۵- منابع

Chou, T., Hsu, C., Chen, M., 2008, **A Fuzzy Multi-criteria Decision Model for International Tourist Hotels Location Selection**, International Journal of Hospitality Management, Vol.27, PP. 293-301.

Dunnet et al., 2002, **Improving Urban Parks, Play Areas and Green Spaces**, Department of Landscape, University of Sheffield.

Gharagozlu, A., 2005, **GIS and Environmental Planning and Assessment,** National cartographic centre.

Hosseinian, Sh., Al sheikh, A., 2006**, Optimal Location of Urban Land Use via GIS (Case study: Green space Yasuj)**, Geomatic Conference Tehran.

Karimzadeh, Gh. And Bordbar, A., 2006, **Application Geographic Information System in Green Space Land Use Planning,** 3th Geographic Information System Conference Tehran.

Kathleen B. Aviso, Raymond R. Tan, Alvin B. Culaba, Jose B. Cruz Jr., 2011, **Fuzzy Input–output Model for Optimizing Eco-industrial Supply Chains Under Water Footprint Constraints**, Journal of Cleaner Production, Vol.19, PP. 187-196.

Khaleghzadeh Beig, S., 2009, **Preparation of Site Selection Model for Urban Park in GIS Enviroment (Case study: Bojnord City)**, M.Sc. Thesis, Tarbiat Modares University.

Ling-Zhong Lin, Tsuen-Ho Hsu, 2011, **Designing a Model of FANP in Brand Image Decision-Making**, Applied Soft Computing, Vol. 11, PP. 561-573.

Majnonian, H., 1996, **The Discussions about Parks, Green Spaces, and Promenades**, Tehran: Parks and Green Spaces Org., 260p; Tehran.

Neema, M.N., Ohgai, A., 2010, **Multi-objective Location Modeling of Urban Parks and Open Spaces: Continuous Optimization,** Computers, Environment and Urban Systems, Vol.34, PP. 359–376.

Önüt, S., Efendigil, T., Soner Kara, S., 2010, **A Combined Fuzzy MCDM Approach for Selecting Shopping Center Site: An Example from Istanbul**, **Turkey**, Expert Systems with Applications, Vol. 37, PP. 1973-1980.

Ozcan Kilincci, Suzan Aslı Onal, 2011, **Fuzzy AHP Approach for Supplier Selection in a Washing Machine Company**, Expert Systems with Applications, Vol. 38, PP. 9656-9664.

Pourmohammadi, M., 2003, **Urban Land Use Planning**, Tehran public, 220p.

Saeed Nia, A, 2003, **Green book**, 9th volume, Urban development, Urban planning studies center of ministry of the country.

Shishebori, D., Hejazi, R., 2009, **Application of Fuzzy AHP Technique to Selection the Most Efficient Method of Improving of Productivity**, Journal of Industrial Engineering, Vol.43, PP. 59-66.

Vahidnia, M.H., Alesheikh, A., Alimohammadi, A., 2009, **Hospital Site Selection Using Fuzzy AHP and Its Derivatives,** Journal of Environmental Management, Vol. 90, PP. 3048–3056.

Varesi, H.R., Mohamadi, J., Shahivandi, A., 2008, **Locating Urban Green Space Using GIS Model (Case study: KHORRAM AABAAD)**, Journal of Geography and Regional Development spring – winter, Vol. 10, PP. 83-103.

Zucca, A., Sharifi, M., Fabbir, A., 2008, **Application of Spatial Multi-criteria Analysis to Site Selection for a Local Park (A case study in the Bergoma Province, Italy)**, Journal of Environmental Management, Vol. 88, PP. 752-769.