Biannual Journal of Urban Ecology Researches
Vol.12, No. 1, Series 23, Spring & Summer 2021 (1-20)
DOI: 10.30473/grup.2021.8615

دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی‌شهری
سال ۱۲، شماره ۱، پیاپی ۲۳، بهار و تابستان ۱۴۰۰ (۱-۲۰)

مقاله علمی پژوهشی

مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهر اردبیل با استفاده از مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی

موسی عابدینی[۱]، الناز پیروزی[۲]، *زهرا امینی[۳]، سمیه پرستار[۴]

۱. استاد، گروه جغرافیا طبیعی (ژئومورفولوژی) دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل ایران.
۲. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳. کارشناس ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۴. کارشناس ارشد، گروه هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت: ۰۴/ ۰۵/ ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۳

Optimal Location of Green Space in Ardabil City Using the Analytical Network Process Model (ANP), and Geographic Information System

Musa Abedini[1], Elnaz Piroozi[2], *Zahra Amini[3], Somayyeh parastar[4]

1. Professor Department of Department of Natural Geography (Geomorghology), Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.
2. Ph.D. Candidate, Department of Physical Geography (Geomorphology), Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.
3. Msc, Department of Geography and Urban Planning, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.
4. Msc, Department of Hydro Geomorphology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

Received: 2017/7/26 Accepted: 2018/8/25

Abstract

Green spaces and urban parks should be considered among the most fundamental factors fo the sustainability of natural and human life in today's urbanization. The Selection of optimal sites for the construction of green spaces and prioritization of these sites based on different criteria can be considered according to the spatial condation of the studied area. In this study, It is tried to provide sutible plase for the construction of green space in Ardabil whih criteria such as: Economic, situational and proximity in the form of ANP model using the overlapping functions of the geography information system. The analysis of data is used from ARC GIS, MATLAB, Super Decision and Excel software. According to the final map, the lands of Ardabil city have been classified into five groups with very high, high, medium, high and very low priorities for choosing the right place to use green space. In order to match the results obtained from the model presented in the urban green space survey with the facts available in the study area, it's land use map has been prepared in GIS environment and the results of the model mentioned in the land use map have been announced. The combined use of ANP model and GIS in prioritizing and determining the best places in the city to determine uses is the innovation of this research.

Keywords
Location, Urban Green Space, Ardabil.

چکیده

هدف از مطالعه حاضر مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهر اردبیل با استفاده از مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی بوده است و تلاش گردید، از معیارهای اقتصادی، موقعیتی و همجواری در قالب مدل ANP با استفاده از توابع همپوشانی سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان‌های مناسب برای احداث فضای سبز شهر اردبیل، ارائه شود. تحقیق حاضر از نوع تحلیلی- توصیفی با ماهت کاربردی ارائه شده است. با توجه به نقشه خروجی، زمین‌های شهر اردبیل برای انتخاب مکان مناسب کاربری فضای سبز، به پنج گروه با اولویت بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم طبقه‌بندی شده است. به منظور تطبیق نتایج به دست آمده از الگوی ارائه شده در مکان‌یابی فضای سبز شهری با واقعیات موجود در محدوده مورد پژوهش، نقشه کاربری اراضی آن در محیط GIS تهه شده و نتایج به دست آمده الگوی مذکور در نقشه کاربری اراضی منعکس گردیده است. با توجه به نقشه خروجی مدل ANP و مقایسه آن با نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه، مشخص شد که زمین‌های مناسب برای ایجاد فضای سبز تناسب زیادی با کاربری اراضی دارند. استفاده توام از مدل ANP و سیستم اطلاعات جغرافیایی در اولویت‌بندی و تعیین بهترین مکان‌های شهر برای تعیین کاربری‌ها نوآوری این تحقیق می‌باشد.

واژگان کلیدی
مکان‌یابی، فضای سبز شهری، اردبیل.

***نویسنده مسئول:** زهرا امینی
E-Mali: Aminizahra41@yahoo.com
***Corresponding Author:** Zahra Amini

مقدمه

فضای سبز بخشی از گستره فیزیکی شهر است که می‌تواند عملکردهای معینی داشته باشد. فضای سبز در برخی مواقع نقش تزئینی (زیباسازی سیمای شهری) و گاه نقش تفریحی (تفرجگاه) را به خود پذیرفته است. ولی با توسعه روزافزون مناطق شهری در دهه‌های اخیر و پیشی گرفتن شهرنشینی بر شهرسازی که با معضلات عدیده‌ای مانند افزایش بی‌رویه جمعیت، توسعه غیر هدفمند کالبدی شهرها و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی همراه بوده، این فضاها نقش مهمی در حفظ و تعادل محیط زیست شهری و تعدیل آلودگی هوا پیدا کرده‌اند (محمدی، ۱۳۸۰: ۱۵). در عصر کنونی افزایش شتاب زندگی مدرن شهری و فرهنگ «بی‌تفاوتی مدرن شهرنشینان» منجر به کاهش تعامل اجتماعی شهروندان با یکدیگر و غفلت از اهمیت فضاهای عمومی بسترساز برای این تعاملات اجتماعی شده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۴۹). پارک‌های شهری بخشی از فضاهای سبز عمومی هستند که علاوه بر دارا بودن جنبه‌های تفریحی، فرهنگی و زیست‌محیطی، جنبه خدمات‌دهی به مناطق مختلف شهر را نیز دارند (موسوی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲).

پارک‌های شهری دارای نقش اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی هستند، با مزایایی چون درمان بیماری‌های روحی و نیز محیطی مطلوب برای پرورش کودکان، یکپارچگی اجتماعی، حفظ آسایش و نظایر این‌ها که در عین حال شاخصی برای ارتقای کیفیت فضای زندگی و توسعه جامعه محسوب می‌شوند (Balram & Dragicevic, 2005: 149).

بی‌تردید فضای سبز و پارک‌های شهری را باید در زمره اساسی‌ترین عوامل پایداری حیات طبیعی و انسانی در شهرنشینی امروز به‌شمار آورد (اسماعیلی، ۱۳۸۱: ۱۱) که اگر به‌صورت صحیحی برنامه‌ریزی شوند، در سالم‌سازی جسم و روح انسان تأثیرات مطلوبی خواهند داشت (قربانی، ۱۳۸۶: ۵۴). بنابراین، تخصیص زمین‌های شهری به کاربری‌هایی چون پارک و فضای سبز شهری مسئله مهمی در شهرها به‌شمار می‌آید و مکان‌یابی مراکز خدمات‌رسانی در برنامه‌ریزی شهری از اهمیت خاصی برخوردار است.

مکان‌یابی بهینه خدمات شهری باعث کاهش هزینه‌های مدیریت شهری و هزینه دسترسی می‌شود و تحقق عدالت اجتماعی را به‌دنبال دارد و امکان زیست بهتر، رفاه و آسایش شهروندان را فراهم می‌آورد. مکان‌یابی نادرست فضاهای شهری در نهایت منجر به ایجاد ناهنجاری‌هایی از جمله: استفاده کم کاربران از فضاهای ایجاد شده، ایجاد محدودیت در ارائه طرح معماری مناسب، ایجاد محدودیت در انتخاب و چیدمان گیاه مناسب، آشفتگی در سیمای شهری، مشکلات مربوط به آبیاری و اصلاح خاک، عدم تعاملات اجتماعی نامناسب، مشکلات مدیریت و نگهداری، کاهش امنیت روانی و اجتماعی و غیره شده است (رحمانی، ۱۳۸۳: ۱۷).

جکوبز[1] منتقد شهرسازی معاصر معتقد است که پارک باید در جایی باشد که زندگی در آن موج می‌زند و محل فرهنگ و فعالیت‌های بازرگانی و مسکونی است. تعدادی از بخش‌های شهری دارای چنین نقاط کانونی ارزشمندی از زندگی هستند که برای ایجاد پارک‌های محلی یا میادین عمومی، مناسب به نظر می‌رسند بر این اساس مکان‌یابی فضای سبز باید از اصولی مانند «مرکزیت، سلسله مراتب و دسترسی» تبعیت کند (کیانی و سلیمانی فارسانی، ۱۳۸۵: ۷۵).

توسعه شتابان شهری در دهه‌های اخیر به ایجاد ناهماهنگی در چگونگی استفاده از زمین‌های شهری دامن زده است. در این میان به کرات شاهد هستیم که فضاهای سبز شهری علاوه بر پایین بودن سرانه‌شان در مقایسه با معیارهای شهرسازی، از اصل توزیع عادلانه تبعیت نمی‌کنند. به‌عنوان مثال، استاندارد فضای سبز در ایران ۱۳ متر مربع است، درحالی که استاندارد جهانی ۲۳ تا ۲۵ متر مربع است. این امر خود گواه بر فاصله زیاد استانداردهای سرانه فضای سبز در ایران با استانداردهای مطرح در سطح جهانی است (غفاری گیلانده، ۱۳۹۰: ۲). این وضعیت در شهر اردبیل با جمعیت در حال رشد نیز نمود برجسته‌ای به‌خود می‌گیرد. در واقع بر اساس سرانه ۷ متر مربع فضای سبز شهری به ازای هر شهروند که در طرح جامع اردبیل قید شده است وجود تراز منفی ۳۰۷ هکتاری در مقایسه با مساحت مورد نیاز را می‌توان تأییدی بر معظل ذکر شده، تلقی کرد (شرکت مهندسی طرح و کاوش، ۱۳۸۶).

معضل یاد شده با توزیع نامتعادل کاربری‌های فضای سبز نیز شکل حادتری به‌خود می‌گیرد. به‌عنوان مثال، در محدوده محلاتی جعفریه، زینال و قاسمیه با کمبود شدید کاربری‌های فضای سبز روبه‌رو هستیم در حالی‌که در محدوده محلاتی چون کوی رحمانیه و کوی آزادی، تراز مثبت در مقایسه مساحت مورد نیاز وجود دارد. بنابراین، توجه ویژه به ساماندهی مکانی- فضایی این کاربری‌ها، گامی مهم در تأمین رفاه و آسایش شهروندان و یکی از کلیدهای موفقیت برنامه‌ریزی شهری در ایران محسوب می‌گردد. در این شرایط اصل ساماندهی اقتضا می‌کند که علاوه بر تأمین سرانه‌ها در شرایط استاندارد و توزیع متعادل این کاربری‌ها در سطح شهر، به وضعیت سازگاری این کاربری با کاربری‌های هم‌جوار و موقعیت دسترسی مناسب آن‌ها نیز توجه ویژه‌ای مبذول شود.

1. Jacobs

امروزه بر عموم متخصصان و مدیران شهری مشخص گردیده است که مدیریت و اداره امور مختلف شهرها با ابزارهای سنتی غیرممکن است. انتخاب مکان مناسب برای فضاهای سبز شهری، یک فرآیند پیچیده است که نه تنها نیازمند توانایی‌های تکنیکی فراوانی است، بلکه نیازهای فضایی کالبدی، اقتصادی، اجتماعی، محیطی و سیاسی را نیز می‌طلبد. چنین پیچیدگی‌هایی ناگزیر استفاده از ابزارهای متعدد تصمیم‌گیری، از قبیل سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM) را می‌طلبد (احمدی‌زاده، ۱۳۸۹: ۹۷). از آن‌جا که هدف اصلی برنامه‌ریزی شهری، سلامت، آسایش و زیبایی است، مکان‌یابی فضای سبز شهری نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر محیط شهری سهم زیادی در مطلوبیت فضا از نظر شهروندان دارد، بنابراین، هدف کلی پژوهش، تعیین مکان‌های مناسب برای احداث فضای سبز و اولویت‌بندی این مکان‌ها با استفاده از تکنیک ANP، در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. بر همین اساس سؤال اصلی تحقیق به این صورت مطرح می‌شود که: چگونه می‌توان با استفاده تلفیقی از قابلیت‌های GIS و ANP به الگوی مناسب از چیدمان مکانی- فضایی فضای سبز شهری در شهر اردبیل دست یافت؟

مبانی نظری

چارچوب نظری

نقش و جایگاه فضای سبز در ارتقاء کیفی محیط شهری بر همگان آشکار بوده و نیازی به ذکر فواید و اثرات فضای سبز نیست. پارک‌ها و فضا-های سبز در حقیقت برای شهر به منزله ریه برای انسان است. مکان‌یابی و احداث کاربری‌های شهری مثل پارک و فضای سبز از نیازهای اساسی شهرهای امروزی می‌باشد که در راستای رفاه و آسایش شهروندان و حل مشکلات شهرها انجام می‌شود (وارثی، ۱۳۹۴: ۵۶).

امروزه پیامدهای توسعه شهری و پیچیدگی معضلات زیست‌محیطی، موجودیت فضای سبز و گسترش آن‌را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. شهرها به‌عنوان کانون‌های متمرکز فعالیت و زندگی انسان‌ها برای این‌که بتوانند پایداری خود را تضمین کنند چاره‌ای جز پذیرش ساختار و کارکردی متاثر از سیستم‌های طبیعی ندارند. در این میان، فضای سبز به‌عنوان جزء ضروری و لاینفک پیکره یگانه شهرها در متابولیسم آن‌ها، نقش اساسی دارند که کمبود آن‌ها می‌تواند اختلالات جدی در حیات شهرها به‌وجود آورد (مجنونیان، ۱۳۷۴: ۶).

فضای سبز شهری طیف گسترده‌ای از خدمات اکوسیستم را فراهم می‌نماید که می‌تواند با بسیاری از آسیب‌های شهری مبارزه کند و به بهبود زندگی ساکنان به‌خصوص سلامتی آن‌ها کمک کند (Dahmann, 2010: 432). بنابراین، خدمات اکوسیستم‌های ارائه شده توسط فضای سبز شهری نه تنها حمایت از یکپارچگی زیست‌محیطی شهرها، بلکه می‌تواند از سلامت عمومی جمعیت شهری محافظت کند. همچنین فضای سبز می‌تواند به حذف آلودگی، کاهش سر و صدا، تعدیل درجه حرارت، نفوذ آب باران و دوباره پر کردن آب‌های زیرزمینی کمک نماید (Escobedo , 2011: 2080).

شهرهای با کیفیت بالا و فضای سبز تجسم برنامه‌ریزی و مدیریت خوب و محیط سالم برای انسان است (Godefroid, 2001: 208). به‌گونه‌ای که در دسترس بودن فضای سبز جذاب بخشی جدایی‌ناپذیر از کیفیت زندگی شهری است (Herzele ; Wiede, 2003: 109). در این راستا دسترسی همگانی به خدمات شهری و عدالت اجتماعی، حکم می‌کند که همه طبقات شهری بتوانند به یکسان از فضاهای باز و سبز شهری، پارک‌ها و مکان‌های اوقات فراغت برخوردار شوند. نه این‌که طبقات بالای جمعیتی و افراد مرفه جامعه بتوانند قطعاتی از زیباترین چشم-اندازهای شهرها را برای زیست خود انتخاب کنند و به تدریج همه این چشم‌اندازها مختص طبقات مرفه جامعه شوند (احمدی، ۱۳۹۰: ۱۵۱).

از دیدگاه شهرسازی، فضای سبز شهری بخشی از استخوان‌بندی و مورفولوژی شهر محسوب می‌شود. به بیان دیگر، فضای سبز در کنار اسکلت فیزیکی شهر، تعیین‌کننده اندام و به‌طور کلی سیمای شهر می‌باشد (حسین‌زاده دلیر، ۱۳۷۰: ۱۵). پارک‌های شهری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فضاهای عمومی- خدماتی، شهر نقش زیادی در ارتقای شرایط اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی نواحی شهری دارند. این فضاها به‌موازات رشد و متراکم شدن نواحی شهری در جوامع مختلف مورد توجه قرار گرفته‌اند و راهبردهای گوناگونی برای مکان‌یابی و توزیع مناسب آن‌ها در محیط‌های شهری ابداع و استفاده شده است (قربانی و تیموری، ۱۳۸۸: ۵۰). بنابراین، گذشته از مزایای اجتماعی و فیزیولوژیکی، طبیعت و فضای سبز شهری می‌تواند مزایای اقتصادی را نیز، چه برای مدیران شهری و چه برای شهروندان فراهم سازد (Cheisura , 2004: 129).

به‌طور کلی، اراضی فضای سبز بر اساس سلسله مراتب خدمات شهری به شرح زیر توزیع می‌گردد:

- اراضی فضای سبز رده محله: شامل پارک محله‌ای و باغات موجود
- اراضی فضای سبز رده ناحیه: شامل پارک ناحیه‌ای و باغات موجود
- اراضی فضای سبز رده منطقه: شامل پارک منطقه‌ای و باغات موجود
- اراضی فضای سبز رده حوزه: شامل پارک حوزه‌ای و باغات موجود

• اراضی فضای سبز رده شهر و فراتر: شامل پارک‌های اصلی شهر، پارک‌های جنگلی، باغات، مزارع و اراضی کشاورزی، جنگل‌ها و فضاهای سبز حفاظت شده و حریم‌های سبز شهر (رضویان، ۱۳۸۱: ۱۳۴).

به‌طور کلی، مکان‌یابی، فعالیتی است که استقرارهای فضایی و غیرفضایی یک سرزمین را جهت انتخاب مکان مناسب برای کاربری خاص مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. فضای سبز شهری، بخشی از فضاهای 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 محیطی و رفاه شهروندان و مراکز جمعیتی غیر روستایی حفظ و نگهداری و یا احداث می‌شوند (اکبرپور سراسکانرود، ۱۳۸۸: ۷۸). در تعیین مشخصات مکانی هر نوع استفاده از زمین و یا هر نوع فعالیت شهری دو عامل هدایت‌کننده، یعنی عامل رفاه اجتماعی و عامل رفاه اقتصادی، ملاک سنجش قرار می‌گیرد (سعیدنیا، ۱۳۷۸: ۲۴). در مکان‌یابی پارک‌ها و فضاهای سبز شهری که بر اساس ظرفیت وسعت، جذبه فضایی و شعاع دسترسی طبقه‌بندی می‌شوند، در نظر گرفتن عوامل زیر حائز اهمیت است:

الف- دسترسی: محل احداث پارک از نظر در دسترس بودن برای تمامی اقشار قابل توجه است.

ب- ایمنی در دستیابی: پارک‌های عمومی باید به نحوی ساخته شوند تا برای تمامی اقشار جامعه با ساختار سنی و جنسی مختلف، به راحتی قابل استفاده و بدون خطر باشد.

ج- مرکزیت: این کاربری باید تا حد امکان در مراکز شهری، اعم از مراکز محلات، مراکز ناحیه و مناطق شهری مکان‌یابی شوند (علوی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۴۶).

پیشینه پژوهش

بالرام و دراجیسوایس[۲] (۲۰۰۵)، تحقیقی در ارتباط با فضای سبز شهری، مبنی بر یکپارچه‌سازی پرسشنامه و تکنیک GIS برای بهبود و اندازه‌گیری نگرش، با توزیع پرسشنامه در بین ۳۲۲ خانوار به اندازه‌گیری ابعاد نگرش شهروندان نسبت به فضای سبز در شهر مونترال کانادا پرداختند. تجزیه و تحلیل آنان نشان داد که خانواده‌ها توسط یک ساختار نگرش دو عاملی، رفتار و سودمندی نسبت به فضای سبز شهری مشخص می‌شوند. بنابراین، به این نتیجه رسیدند که نگرش فضای سبز شهری یک ساختار چند بعدی است.

میلوارد و صابر[۳] (۲۰۱۱)، مزایای یک پارک جنگلی شهری را مورد مطالعه قرار دادند. آن در پژوهش خود دریافتند که پارک‌های جنگلی شهری خدمات اجتماعی، محیطی و اقتصادی متعدد، با ارزش قابل اندازه‌گیری را برای شهرها فراهم می‌کنند.

بویادی[۴] و همکاران (۲۰۱۳)، تحقیقی در ارتباط با تاثیر رشد فضای سبز بر محیط زیست شهری، با استفاده از تصاویر به‌دست آمده از لندست، اثرات رشد پوشش گیاه بر دمای سطح زمین در فضای سبز شهر شاه علم پایتخت ایالت سلانگور انجام دادند. نتایج این بررسی نشان داد که درختان و پوشش گیاهی به کاهش اثرات جزیره گرمایی شهر (که یکی از مشکلات اقلیم شهری به‌شمار می‌رود) و هم‌چنین حفظ توسعه شهری و کیفیت بهتر زندگی کمک زیادی خواهد کرد.

ولچ[۵] و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی با عنوان فضای سبز شهری، بهداشت عمومی و عدالت زیست‌محیطی: چالش ساخت شهرهای دارای فضای سبز کافی، به بررسی ادبیات فضای سبز، به‌ویژه پارک‌های شهری انگلیس و امریکا اشاره کرده‌اند. طبق یافته‌های آن‌ها در بسیاری از شهرستان‌های ایالات متحده استراتژی عرضه فضای سبز به‌ویژه پارک محله‌ای ضعیف اجرا شده است. نتایج نهایی پژوهش آنان نشان داد که توزیع چنین فضاهایی اغلب نامتناسب و بیش‌تر به نفع جوامع مرفه است. بنابراین، ایجاد فضای سبز جدید می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی را کاهش دهد.

هوگی[۶] و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهشی با عنوان بررسی روابط بین در دسترس بودن پارک‌ها و شاخص‌های کیفیت، نقطه ضعف محله و ترکیب نژادی- قومی با استفاده از روش عدالت زیست‌محیطی به این نتیجه رسیدند که شناسایی و اصلاح نابرابری در کیفیت پارک‌ها و فضاهای سبز ممکن است به‌صورت جدایی‌ناپذیر به ایجاد محیط‌های پارک عادلانه در سراسر محله‌های گوناگون بی‌انجامد.

پاتارکالاشویلی[۷] (۲۰۱۷)، در یک کار تحقیقی با عنوان جنگل‌های شهری و فضاهای سبز تفلیس و مشکلات زیست‌محیطی شهر، پیشرفت تاریخی جنگل های شهری تفلیس و فضاهای سبز را برجسته می کند و برخی از چالش ها و چشم انداز شرایط زیست‌محیطی شهر

2. Balram & Dragicevic
3. Millward & Sabir
4. Buyadi
5. Wolch
6. Hughey
7. Patarkalashvili

را مشخص می‌کند و به این نتیجه رسیده است که تخریب گیاهان و افزایش روزافزون وسایل نقلیه به‌عنوان منبع اصلی آلودگی وضعیت زیست‌محیطی شهر را بدتر کرده است. به‌طوری‌که امروزه نقش فضای سبز در بهبود شرایط آب و هوایی شهر بسیار کم شده است.

اکبرپور سراسکانرود و همکاران (۱۳۸۸)، به ارزیابی و مکان‌یابی کاربری فضای سبز منطقه ۹ شهرداری تهران، با استفاده از نرم‌افزار GIS، پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که وجود فرودگاه مهرآباد و مراکز نظامی و صنعتی زیاد در منطقه، باعث شده پیدا کردن مکان بهینه برای احداث پارک شهری، مشکل‌تر شود. بنابراین، منطقه ۹ تهران با محدودیت احداث پارک شهری روبه‌رو می‌باشد.

محمدی و همکاران (۱۳۹۰)، تحقیقی در ارتباط با مکان‌یابی پارک‌های درون‌شهری در شهر کازرون، با استفاده از مدل AHP و مدل همپوشانی شاخص‌ها (IO)، به اولویت‌بندی زمین‌های شهر کازرون برای ایجاد فضای سبز جدید پرداختند و در نهایت زمین‌های این منطقه را به پنج دسته خیلی خوب، خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف تقسیم‌بندی کردند و به این نتیجه دست یافتند که زمین‌های دسته خوب و خیلی خوب برای ایجاد فضای سبز جدید (پارک محله‌ای و شهری) مناسب تشخیص داده شد.

یوسفی روبیات و همکاران (۱۳۹۳)، تحقیقی در ارتباط با تناسب فضای- مکانی فضای سبز شهری در پارک‌های منطقه‌ای شهر بیرجند، با بهره‌گیری از قابلیت ارزیابی چندمعیاره و در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی به این نتیجه دست یافتند که به‌طور کلی وضعیت تناسب پارک‌های منطقه‌ای در سطح قابل قبولی قرار دارد که البته با سطح ایده‌آل نیز فاصله چشم‌گیری وجود دارد.

وارثی و همکاران (۱۳۹۴)، در تحقیقی با عنوان تحلیل فضایی و مکان‌یابی بهینه فضاهای سبز شهری شهر نجف‌آباد با استفاده از GIS، مدل همپوشانی شاخص‌ها (IO) و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به این نتیجه دست یافتند که فضاهای سبز شهری در شهر نجف‌آباد، دارای مکان‌گزینی بهینه نیستند و قدرت پاسخ‌گویی به نیاز شهروندان را ندارند.

جعفری و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهشی با عنوان ارزیابی فضای سبز شهری جهت مکان‌یابی پارک‌های منطقه ۷ شهر تهران، با استفاده از مدل‌های فضایی و سنجش از دور، به این نتیجه رسیدند که از مساحت ۱۵۳۶ هکتاری منطقه ۱۱۹۰ هکتار معادل ۷۷/۴ درصد از کل مساحت منطقه دارای وضعیتی کاملا مناسب جهت گسترش فضای سبز است.

چهرآذر و همکاران (۱۳۹۶)، به مکان‌یابی پارک و فضای سبز شهری با استفاده از اطلاعات جغرافیایی به روش سیستم AHP ارزیابی چند معیاری در منطقه شش تهران، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که فضاهای سبز شهری دارای بازده اجتماعی و اکولوژیکی هستند که مهم‌ترین اثر فضای سبز در شهرها، کارکردهای محیط زیستی یا بازده اکولوژیکی آنهاست که شهرها را برای زیست مساعد می‌سازد. با توجه به نقشه نهایی مکان‌هایی که دارای امتیاز بالاتر هستند نظیر زمین‌های بایر و فضاهای باز و نزدیک به مراکز فرهنگی و آموزشی دارای اولویت بالاتری هستند.

با توجه به بررسی‌ها درباره ادبیات تحقیق، می‌توان گفت در خصوص فضاهای سبز شهری و مکان‌یابی آن‌ها، مطالعات و پژوهش‌های متعددی انجام شده، که در شهر اردبیل در خصوص مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از روش ANP هیچ پژوهشی تاکنون صورت نگرفته است. بیش‌تر مطالعات فضایی سبز شهری تنها با استفاده از ویژگی‌های وضع موجود فضای سبز و بدون توجه به فناوری‌های نوین به ارزیابی فضای سبز پرداخته‌اند، اما مطالعه حاضر متغیرهای مورد نظر را با مدل تحلیلی مناسب فضای سبز (ANP)، تحلیل کرده است. بنابراین، نتایج این مطالعه می‌تواند به برنامه‌ریزان شهری برای درک و اولویت‌بندی مسائل شهری و یافتن راه‌حل‌هایی برای رفع این مشکلات کمک شایانی نماید.

روش انجام پژوهش

تحقیق حاضر از نوع توصیفی – تحلیلی است که با ماهت کاربردی ارائه شده است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل اطلاعات مربوط به معیارها و ضوابطی هستند که در مکان‌یابی بهینه کاربری‌های فضای سبز شهری به‌کار می‌روند. در این رابطه به تناسب نیاز در تأمین اطلاعات مورد استفاده، مراجعه به ارگان‌ها و سازمان‌های دست اندرکار در موضوع، به‌ویژه سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری اردبیل و معاونت برنامه‌ریزی استانداری در برنامه کار قرار گرفت.

هم‌چنین از برجسته‌ترین ابزار و نرم‌افزارهای مورد استفاده در تحقیق شامل: Arc GIS، MATLAB، نرم‌افزار Super Decisions و نرم‌افزار Excel (برای محاسبات کمی). عمده‌ترین روش مورد استفاده قاعده تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی گزینه‌ها بر پایه تکنیک تحلیل شبکه‌ای که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است و همچنین سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شده است، فرآیندی که پس از وزن‌دهی معیارها در ANP وارد GIS شده، عملیات تجزیه و تحلیل بر روی آن صورت می‌پذیرد و نتایج این تلفیق به‌صورت خروجی در دسترس قرار می‌گیرد.

معیارهای مورد نظر در این پژوهش در جدول ۱، آورده شده است:

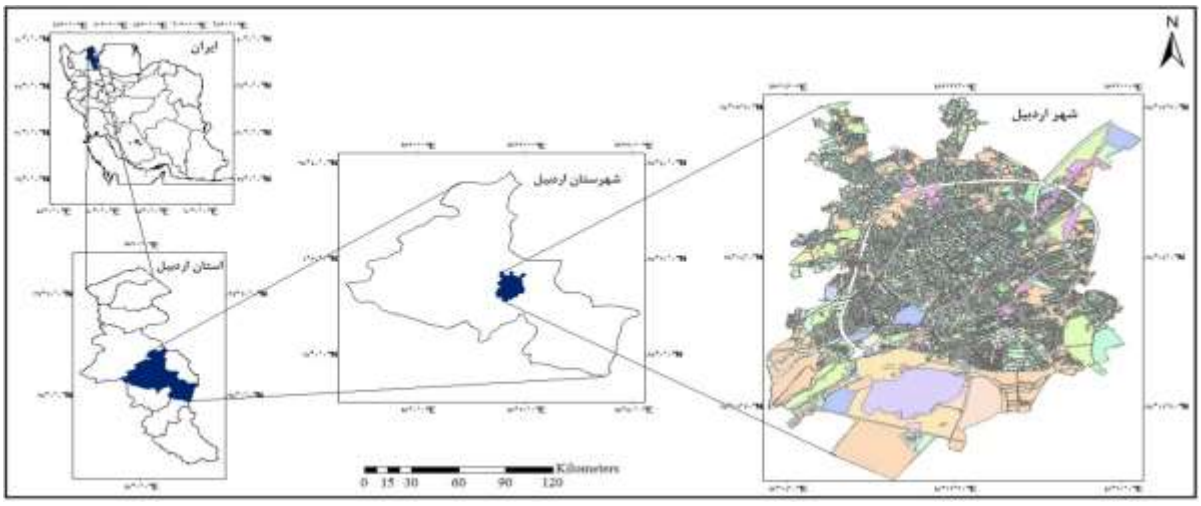
جدول۱. معیارهای مورد استفاده جهت مکان‌یابی کاربری فضای سبز شهری

سطح هدف	دسته‌بندی معیارها	سطح معیارها	نوع سازگاری	فاصله استاندارد نسبت به هر کاربری
الگوی مناسب مکان‌یابی کاربری فضای سبز	معیار موقعیتی	فاصله از شبکه‌های ارتباطی[۲]	سازگار	۱۵۰ متر
		وجود زمین خالی و بایر[۱]	سازگار	۱۵۰ متر
		فاصله از میادین اصلی شهر[۳]	سازگار	۱۵۰ متر
	معیار اقتصادی	ارزش زمین[۲]	سازگار	–
	معیار همجواری	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی[۳]	ناسازگار	۱۵۰– ۵۰۰ متر
		فاصله از مراکز مسکونی[۴]	سازگار	۱۵۰ متر
		فاصله از کاربریهای صنعتی و کارگاه[۱]	ناسازگار	۵۰– ۱۰۰ متر
		فاصله از سایر پارک‌های موجود[۱]	ناسازگار	۱۵۰ متر
		فاصله از مراکز بهداشتی ودرمانی[۳]	ناسازگار	۱۵۰ متر
		فاصله از کاربری‌های فرهنگی[۱]	سازگار	۱۵۰ متر
		فاصله از آرامستان[۳]	ناسازگار	۱۵۰– ۵۰۰ متر
		فاصله از مراکز مذهبی[۱]	سازگار	۱۵۰ متر
		فاصله از مراکز آموزشی[۴]	سازگار	۱۵۰ متر
		فاصله از کاربری‌های ورزشی[۳]	سازگار	۱۵۰ متر

ماخذ: ۱. (غفاری گیلانده و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۵۸)، ۲. (رضایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۷)، ۳– (فنی و کرمی، ۱۳۹۳: ۱۳۱) ۴– (تیموری و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۴۴).

محدوده مورد مطالعه

شهر اردبیل در شمال‌غربی ایران قرار گرفته است و به‌عنوان مرکز استان اردبیل می‌باشد. این شهر در مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی استقرار یافته است. شهر اردبیل در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا واقع بوده و در فلات اردبیل بین کوه‌های باغرو و سبلان واقع شده است. از لحاظ اقلیم، شهر اردبیل دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های ملایم است. براساس سرشماری سال ۱۳۹۰، جمعیت شهر اردبیل بالغ بر ۴۸۵ هزار نفر می‌باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه در شکل ۱، نشان داده شده است:



شکل ۱. نقشه موقعیت شهر مورد مطالعه

ماخذ: استانداری اردبیل، ۱۳۹۶

یافته‌ها

تهیه نقشه‌های معیار

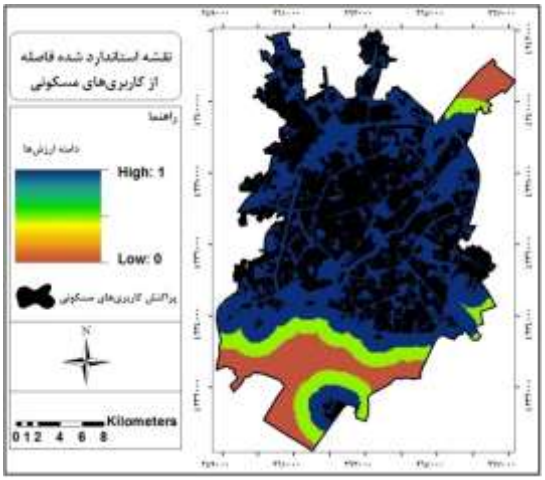
برای تعیین مناطق مناسب جهت ایجاد فضای سبز شهری نیاز به معیارهایی می‌باشد تا براساس آن‌ها اقدام به مکان‌یابی شود. یک معیار، استانداردی برای قضاوت و یا قاعده‌ای برای آزمون میزان مطلوبیت گزینه‌های تصمیم‌گیری به‌حساب می‌آید و از نقشه‌هایی که معرف تغییرات

صورت وضعیت و مقادیر معیار در فضای جغرافیایی هستند تحت عنوان نقشه‌های معیار یاد می‌شود(مالچفسکی، ۱۳۸۵: ۱۵۵).

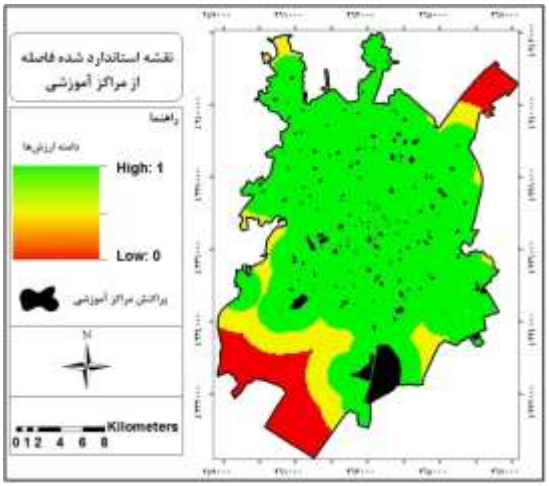
معیارهای مورد استفاده در بحث ارزیابی و تصمیم‌گیری، از کانال‌هایی چون مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای، بررسی ادبیات موضوع و پیمایش نظرات و عقاید افراد صاحب نظر، استخراج گردید. ابتدا در محیط GIS لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر معیار با رقومی‌سازی تهیه شد. برای این منظور، از نقشه پایه شهر در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰، نقشه رقومی شده کاربری‌های شهری در وضعیت موجود و نقشه رقومی شده مراکز نظامی، فرهنگی، آموزشی ورزشی، بهداشتی- درمانی، کارگاه‌های صنعتی، مناطق مسکونی، فضای سبز، شبکه ارتباطی، میادین، اراضی بایر و خالی و ارزش زمین به عنوان مواد پایه استفاده شد و با استخراج لایه های اطلاعاتی مربوط به هر یک از معیارهای مطرح در مکان‌یابی فضای سبز شهری، از روی نقشه های رقومی شده، لایه های اطلاعاتی مورد نیاز در فرآیند تحلیل آماده شدند.

معرفی معیارها و فازی سازی لایه ها

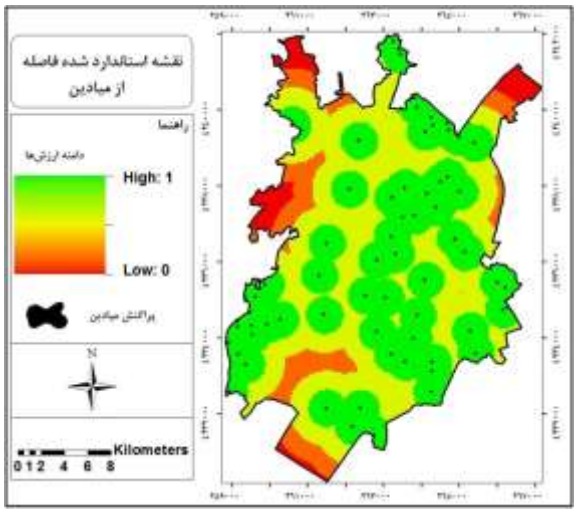
از آن‌جا که در اندازه‌گیری معیارها، دامنه متنوعی از مقیاس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، لذا لازم است که معیارها قبل از ترکیب با یکدیگر استاندارد گردد (سلمان ماهنی، ۱۳۸۷: ۱۹۰). استاندارد نمودن داده‌ها به معنی همسان کردن دامنه تغییرات داده‌ها بین صفر و یک و یا یک دامنه مشخص مانند (۰ الی ۲۵۵) است (آشور، ۱۳۹۰: ۱۳۱). در این مطالعه، مرحله مربوط به ارزش‌گذاری و استانداردسازی به صورت توأم و بر مبنای ارزش عضویت در مجموعه فازی در نظر گرفته شده است. ارزش عضویت یا درجه تعلق در یک مجموعه فازی را می‌توان با شماره‌ای که دامنه آن بین مقادیری چون۰ تا ۱ یا ۰ تا ۲۵۵ قرار دارد، تعیین کرد. درجه بالای ارزش عضویت یک عنصر به معنای نسبت بالای تعلق آن به مجموعه می‌باشد (افروز، ۱۳۹۰: ۱۰۸). نمونه‌ای از نقشه‌های استاندارد شده فاصله از مراکز آموزشی، فاصله از کاربری‌های مسکونی، فاصله از راه‌های ارتباطی، میادین، کاربری‌های فرهنگی، فاصله از آرامستان، فاصله از کاربری‌های صنعتی و فاصله از کاربری‌های ورزشی در شکل‌های ۲ تا ۹ آورده شده است:



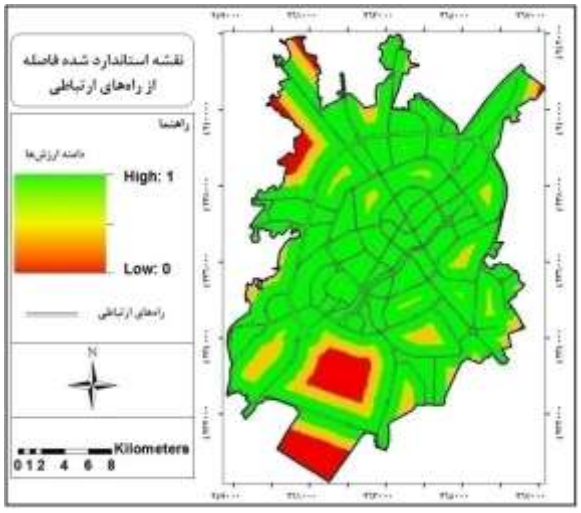
شکل۲. نقشه استاندارد شده فاصله از کاربری‌های مسکونی



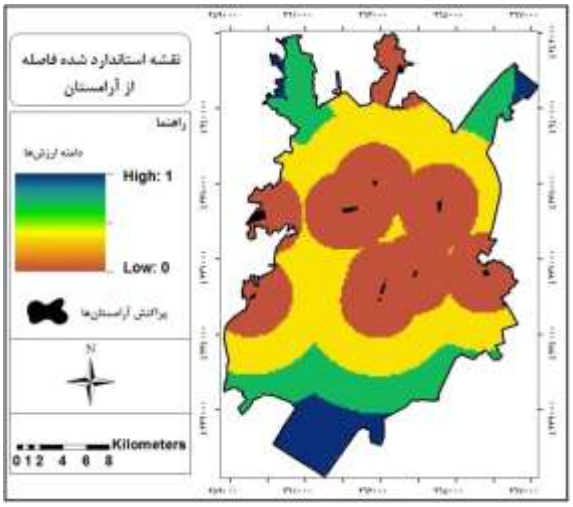
شکل ۳. نقشه استاندارد شده فاصله از مراکز آموزشی



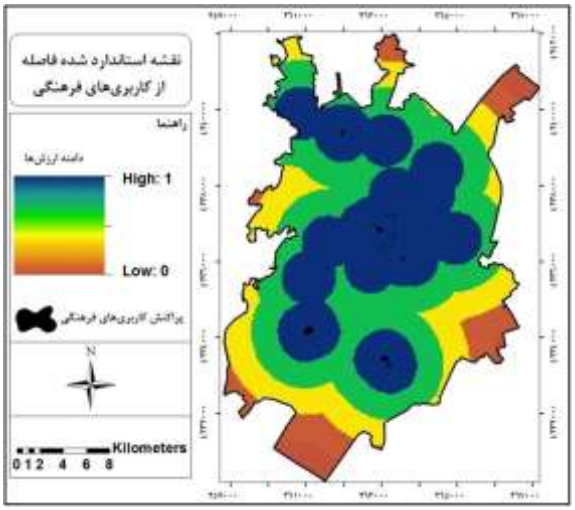
شکل۴. نقشه استاندارد شده فاصله از میادین



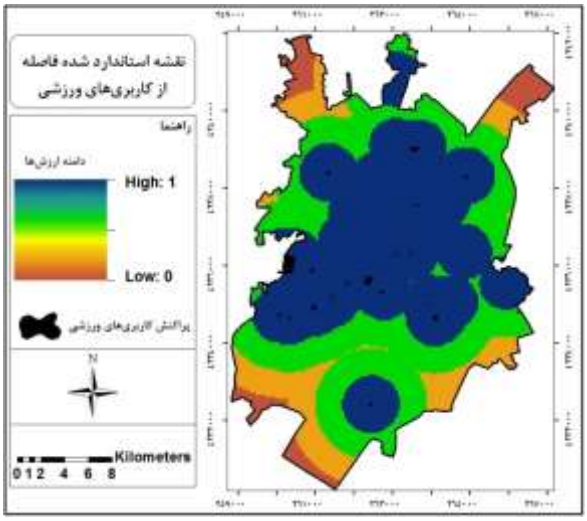
شکل ۵. نقشه استاندارد شده فاصله از راه‌های ارتباطی



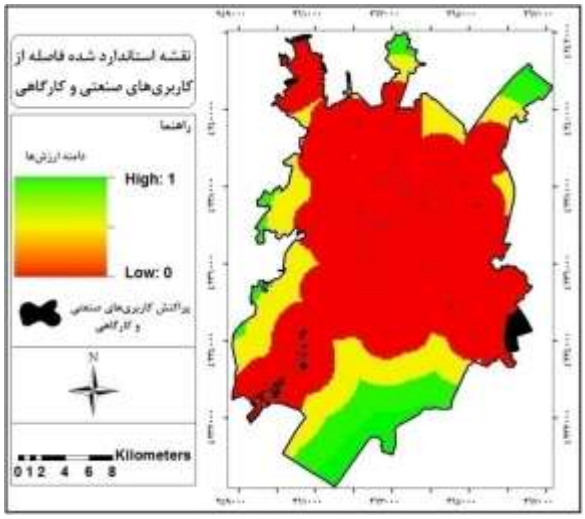
شکل ۶. نقشه استاندارد شده فاصله از آرامستان



شکل ۷. نقشه استاندارد شده فاصله از کاربری‌های فرهنگی



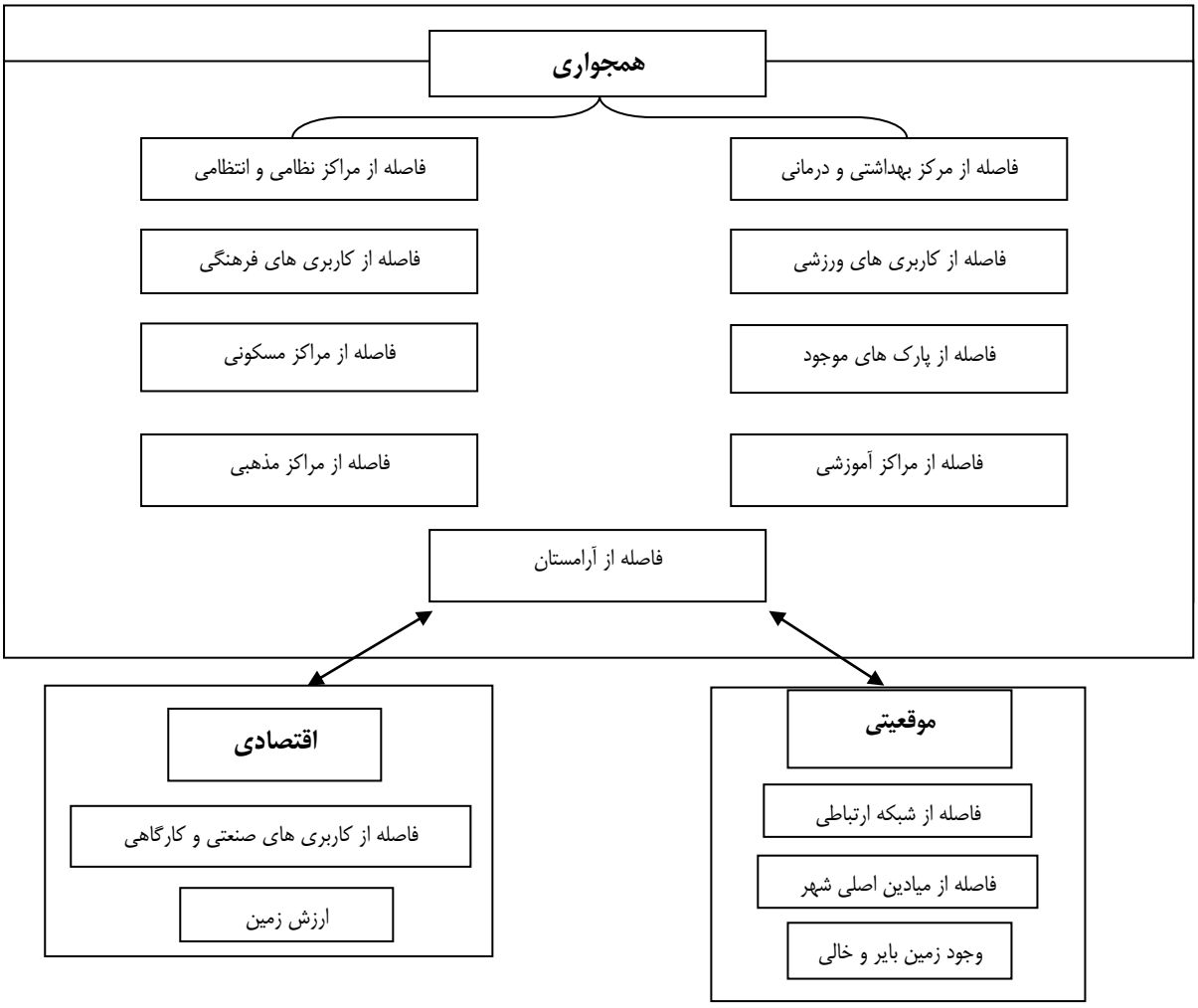
شکل ۸. نقشه استاندارد شده فاصله از کاربری‌های ورزشی



شکل ۹. نقشه استاندارد شده فاصله از کاربری‌های صنعتی وکارگاه

ساخت مدل

در این گام، مسأله تصمیم‌گیری به ساختار شبکه‌ای تجزیه گردید. هر شبکه از مجموعه‌ای از خوشه‌ها تشکیل شده است که هر خوشه شامل مجموعه‌ای از عناصر می‌باشد. شکل ۱۰، نمونه مدل را جهت مکان‌یابی فضاهای سبز شهری در شهر اردبیل، در نرم‌افزار Super Decisions را نشان می‌دهد:



شکل ۱۰. نمای کلی از خوشه‌ها و عناصر برای بررسی مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهر اردبیل

ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی

مشابه با روش AHP، زوج‌های عناصر تصمیم‌گیری در هر خوشه به نسبت اهمیت‌شان در جهت شرط‌های کنترلی آن‌ها مقایسه شدند. خود خوشه‌ها نیز به نسبت سهم‌شان در هدف، مقایسات زوجی گردید. از تصمیم گیرنده‌ها در مورد یک سری از مقایسات زوجی از دو عنصر یا دو خوشه بر حسب توزیع‌هایشان در معیارهای سطح بالایی مختص آن‌ها پاسخ دریافت شد. سپس وابستگی‌های درونی بین عناصر یک خوشه نیز به‌صورت جفتی مورد آزمون قرار گرفت و تأثیر هر عنصر بر روی عنصر دیگر توسط یک بردار ویژه نمایش داده شود. مقادیر اهمیتی مرتبط توسط ساعتی در بازه اعداد ۱ تا ۹ بیان شده است به طوری که عدد ۱ مشخص کننده اهمیت مساوی بین دو عنصر و عدد ۹ مشخص کننده اهمیت فوق‌العاده بالای یک عنصر است. مقادیر متقابل نیز در مقایسات معکوس در نظر گرفته شد.

جدول ۲، مقایسه زوجی از دو عنصر مطرح در مطالعه حاضر را نشان می‌دهد.

جدول۲ . نمایی از مقایسه زوجی دو عنصر موقعیتی و اقتصادی در مدل ANP

	منفی								خنثی								مثبت								
موقعیتی	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	اقتصادی
همجواری	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	اقتصادی
همجواری	>=۹/۵	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	>=۹/۵	موقعیتی

تشکیل سوپرماتریس اولیه یا غیر وزنی

عناصرANP با یکدیگر در تعامل قراردارند، این عناصر می‌توانند واحد تصمیم گیرنده، معیارها، زیرمعیارها، نتایج حاصل، گزینه‌ها و هر چیز دیگری باشند. که معیارهای مطرح در مطالعه حاضر و تعیین میزان فاصله از معیارها، با مرور منابع و ادبیات و سوابق پژوهشی (مانند مطالعه کتاب‌ها، مقالات چاپ شده در مجلات علمی- پژوهشی و نیز مقالات ارائه شده در کنفرانس‌های معتبر) و با توجه به نظرات کارشناسی (مانند مشورت با اساتید دانشگاه‌ها و کارشناسان) به دست آمده است. وزن نسبی هر ماتریس براساس مقایسه زوجی شبیه روش AHP محاسبه گردید. وزن‌های حاصل در سوپرماتریس وارد می‌شوند که رابطه متقابل بین عناصر سیستم را نشان می‌دهند سوپرماتریس به دست آمده در این مرحله سوپرماتریس اولیه معرفی گردیده است (جدول۳):

جدول۳- الف. سوپرماتریس غیر وزنی یا اولیه

		همجواری												موقعیتی				اقتصادی	
		فاصله از کاربری های ورزشی	فاصله از کاربری های فرهنگی	فاصله از پارک های موجود	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	فاصله از مراکز مسکونی	فاصله از مراکز مذهبی	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	فاصله از مراکز آموزشی	فاصله از آرامستان	وجود زمین بایر و خالی	فاصله از میادین اصلی شهر	فاصله از شبکه های ارتباطی	فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	ارزش زمین
همجواری	فاصله از کاربری های ورزشی	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۹۹	۰/۷۵۰	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	فاصله از کاربری های فرهنگی	۰/۵۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۰۰	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۱
	فاصله از پارک های موجود	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۸۷۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۸۷
	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۰۰	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۷۵۰	۰/۰۰۰	۰/۳۲۳
	فاصله از مراکز مسکونی	۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۲۵	۰/۲۵۰	۰/۰۰۰	۰/۰۸۸
	فاصله از مراکز مذهبی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	فاصله از مراکز آموزشی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	فاصله از آرامستان	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
موقعیتی	وجود زمین بایر و خالی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	فاصله از میادین اصلی شهر	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	فاصله از شبکه های ارتباطی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
اقتصادی	ارزش زمین	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

جدول۳- ب. سوپرماتریس غیر وزنی یا اولیه

		همجواری												موقعیتی				اقتصادی	
		فاصله از کاربری های ورزشی	فاصله از کاربری های فرهنگی	فاصله از پارک های موجود	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	فاصله از مراکز مسکونی	فاصله از مراکز مذهبی	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	فاصله از مراکز آموزشی	فاصله از آرامستان	وجود زمین بایر و خالی	فاصله از میادین اصلی شهر	فاصله از شبکه های ارتباطی	فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	ارزش زمین
همجواری	فاصله از آرامستان	۰/۰۲۱	۰/۵۰۰	۰/۰۹۷	۰/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۸۷۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۳	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۸۰
	فاصله از مراکز آموزشی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۷۰	۰/۱۱۳	۰/۱۲۵	۰/۰۰۰	۰/۱۳۲
	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	۰/۳۷۳	۰/۵۰۰	۰/۵۶۹	۰/۰۰۰	۰/۴۳۹	۰/۱۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۷۹	۰/۲۹۶	۰/۲۷۹	۰/۰۰۰	۰/۰۵۷
	فاصله از مراکز مذهبی	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۰۰۰	۰/۱۷۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۶۶	۰/۵۵۱	۰/۰۴۷	۰/۰۰۰	۰/۰۵۷
	فاصله از مراکز مسکونی	۰/۲۴۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۶۹	۰/۲۳۲	۰/۰۰۰	۰/۱۷۵
	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	۰/۱۴۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۶۶۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۰۶	۰/۱۵۰	۰/۰۰۰	۰/۱۷۷
	فاصله از پارک های موجود	۰/۱۱۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۱۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۵۶	۰/۰۶۹	۰/۰۸۷	۰/۰۰۰	۰/۱۴۷
	فاصله از کاربری های فرهنگی	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۳۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۵۶
	فاصله از کاربری های ورزشی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۴	۰/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۶۶	۰/۰۰۰	۰/۱۲۳	۰/۰۴۵	۰/۰۳۴	۰/۰۰۰	۰/۰۹۰

تشکیل سوپرماتریس وزنی

در واقع ستون‌های سوپرماتریس از چند بردار ویژه تشکیل می‌شودکه جمع هر کدام از بردارها برابر یک است. بنابراین، این امکان وجود دارد که جمع هر ستون سوپرماتریس اولیه بیش از یک باشد (متناسب با بردارهای ویژه‌ای که در هر ستون وجود دارند). برای آن که از عناصر ستون متناسب با وزن نسبی‌شان فاکتور گرفته شود و جمع ستون برابر یک شود، هر ستون ماتریس استاندارد می‌شود. در نتیجه ماتریس جدیدی به دست می‌آید که جمع هر یک از ستون‌های آن برابر یک خواهد بود. این موضوع شبیه زنجیره مارکوف است که جمع احتمال همه وضعیت‌ها معادل است. ماتریس جدید، ماتریس وزنی یا ماتریس استوکاستیک گفته می‌شود (فرجی‌سبک‌بار و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۳۵).

همان طور که گفتیم تفاوت مدل ANP با سایر مدل‌های تصمیم‌گیری در این بود که این مدل، معتقد به ارتباط بین عناصر بود. در مدل ANP نه تنها خوشه‌ها بر عناصر و عناصر بر گزینه، گزینه بر عناصر و... تأثیر می‌گذارند، بلکه حتی عناصر بر خودشان و بر دیگر خوشه‌ها نیز اثرگذارند. این مرحله چون یکی از مراحل مهم می‌باشد تأکید بر این است که از پرسش‌نامه و مدل ویژه تعیین روابط استفاده شود. مدلی که برای تعیین روابط بین عناصر استفاده می‌شود، دیماتل[۱۲]می‌باشد که از طریق پرسش‌نامه این امر صورت می‌گیرد.

مراحل کلی تعیین روابط با مدل دیماتل به صورت زیر می‌باشد:

۱. تهیه پرسش‌نامه مربوط به دیماتل برای تعیین ارتباطات بین عناصر؛
۲. محاسبه نتایج پرسش‌نامه از طریق مدل در برنامه Excel و Matlab؛
۳. اعمال نتایج به دست آمده در عناصر و خوشه‌ها.

جدول۴، سوپرماتریس وزنی مربوط به مدل را نشان می‌دهد.

جدول۴- الف. سوپرماتریس وزنی

		همجواری												اقتصادی	موقعیتی					
		فاصله از کاربری های ورزشی	فاصله از کاربری های فرهنگی	فاصله از پارک های موجود	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	فاصله از مراکز مسکونی	فاصله از مراکز مذهبی	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	فاصله از مراکز آموزشی	فاصله از آرامستان	وجود زمین بایر و خالی	فاصله از میادین اصلی شهر	فاصله از شبکه های ارتباطی	فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	ارزش زمین
همجواری	فاصله از آرامستان	۰/۰۰۲	۰/۰۷۳	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۱۲۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷
	فاصله از مراکز آموزشی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۵۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۷	۰/۰۱۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶
	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	۰/۰۴۳	۰/۰۷۳	۰/۰۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۲۱	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۲	۰/۰۴۸	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱
	فاصله از مراکز مذهبی	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۴۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۸	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴
	فاصله از مراکز مسکونی	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۷	۰/۰۳۷	۰/۰۰۰	۰/۰۱۵
	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۶۶۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۳	۰/۰۲۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۵
	فاصله از پارک های موجود	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۵	۰/۰۱۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۲
	فاصله از کاربری های فرهنگی	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴
	فاصله از کاربری های ورزشی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۰۷۷	۰/۰۰۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷

12 . Dematel

جدول ۴-ب. سوپرماتریس وزنی

		همجواری												موقعیتی		اقتصادی	
		فاصله از کاربری های ورزشی	فاصله از کاربری های فرهنگی	فاصله از پارک های موجود	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	فاصله از مراکز مسکونی	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	فاصله از مراکز آموزشی	فاصله از مراکز مذهبی	فاصله از آرامستان	وجود زمین بایر و خالی	فاصله از میادین اصلی شهر	فاصله از شبکه های ارتباطی	فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	ارزش زمین	فاصله از کاربری های ورزشی
اقتصادی	ارزش زمین	۰/۳۴۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۴۱	۰/۰۰۰	۰/۶۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۵۳		۰/۴۰۴	۰/۲۶۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	۰/۳۴۱	۰/۸۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۴۱	۰/۸۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۴۸۵		۰/۱۳۴	۰/۲۶۹	۰/۰۰۰	۰/۶۲۸
موقعیتی	فاصله از شبکه های ارتباطی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		۰/۲۵۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۶۷
	فاصله از میادین اصلی شهر	۰/۰۹۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰	۰/۱۷۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۹۶		۰/۰۰۰	۰/۲۲۲	۰/۰۰۰	۰/۰۹۲
	وجود زمین بایر و خالی	۰/۰۹۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		۰/۰۳۷	۰/۰۷۴	۰/۰۰۰	۰/۰۲۵

محاسبه بردار وزنی عمومی یا سوپرماتریس حدی

در مرحله بعد، سوپرماتریس وزنی، براساس ماتریس به دست آمده، بردار وزن عمومی مشخص شد (رابطه ۲). ماتریسی که در نتیجه به توان رسیدن و ماتریس وزنی به دست آمد، ماتریس حدّی جدول۵، می‌باشد. در این ماتریس، مقادیر هر سطر آن با هم برابر می‌باشد. اگر سوپرماتریس اثر زنجیره‌واری داشته باشد، ممکن است دو یا چند سوپرماتریس داشته باشیم (رابطه ۳).

رابطه ۲. $\lim_{K\to\infty} W^K$

رابطه ۳. $\lim_{n\to\infty} () \sum W^k_i$

جدول ۵-الف. سوپرماتریس حدی

		همجواری												موقعیتی		اقتصادی	
		فاصله از کاربری های ورزشی	فاصله از کاربری های فرهنگی	فاصله از پارک های موجود	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	فاصله از مراکز مسکونی	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	فاصله از مراکز آموزشی	فاصله از مراکز مذهبی	فاصله از آرامستان	وجود زمین بایر و خالی	فاصله از میادین اصلی شهر	فاصله از شبکه های ارتباطی	فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	ارزش زمین
اقتصادی	ارزش زمین	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۰۰۰	۰/۱۱۰
	فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۴۳۷	۰/۰۰۰	۰/۴۳۷
موقعیتی	فاصله از شبکه های ارتباطی	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۰۰	۰/۰۶۴
	فاصله از میادین اصلی شهر	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۶۴	۰/۰۰۰	۰/۰۶۴
	وجود زمین بایر و خالی	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۰۰	۰/۰۲۳

جدول ۵-ب. سوپرماتریس حدی

		همجواری												اقتصادی	موقعیتی						
		فاصله از کاربری های ورزشی	فاصله از کاربری های فرهنگی	فاصله از پارک های موجود	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	فاصله از مراکز مسکونی	فاصله از مراکز مذهبی	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	فاصله از مراکز آموزشی	فاصله از آرامستان	وجود زمین بایر و خالی	فاصله از میادین اصلی شهر	فاصله از شبکه های ارتباطی	فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	ارزش زمین
همجواری	فاصله از آرامستان	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶	۰/۰۰۰	۰/۰۲۶
	فاصله از مراکز آموزشی	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸
	فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۰۰	۰/۰۳۲
	فاصله از مراکز مذهبی	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱	۰/۰۰۰	۰/۰۵۱
	فاصله از مراکز مسکونی	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱
	فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	۰/۰۰۰	۰/۰۴۸
	فاصله از پارک های موجود	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷
	فاصله از کاربری های فرهنگی	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۸۹	۰/۰۰۰	۰/۰۸۹
	فاصله از کاربری های ورزشی	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۰۰	۰/۰۲۴

نتایج ماتریس خوشه‌ها

پس از محاسبه سوپرماتریس حدی، آخرین مرحله برای تعیین ارزش و ضریب نهایی عناصر، محاسبه نتایج ماتریس خوشه‌ها و نرمال‌سازی ضریب عناصر در سوپرماتریس حدی توسط ضریب خوشه‌ها می‌باشد، نتیجه مقایسات زوجی بین گروه‌ها که جدول اوزان گروه‌ها نامیده می‌شود که در جدول ۶، آورده شده است:

جدول ۶. ماتریس وزن های گروه‌ها

گروه ها	اقتصادی	موقعیتی	همجواری
اقتصادی	۰/۶۲۸۱۹۶	۰/۵۳۹۶۱۴	۰/۶۸۳۳۴۱
موقعیتی	۰/۲۸۵۳۷۷	۰/۲۹۶۹۶۱	۰/۱۹۹۸۱۰
همجواری	۰/۰۸۶۴۲۷	۰/۱۶۳۴۲۴	۰/۱۱۶۸۵۰

نتیجه نهایی عناصر

در مرحله آخر، ضرایب سوپرماتریس در ضرایب ماتریس خوشه‌ها نرمال شده و در نهایت، نتیجه نهایی عناصر و اولویت آن‌ها مشخص گردید. جدول۷، نتیجه نهایی مدل ANP را نشان می‌دهد.

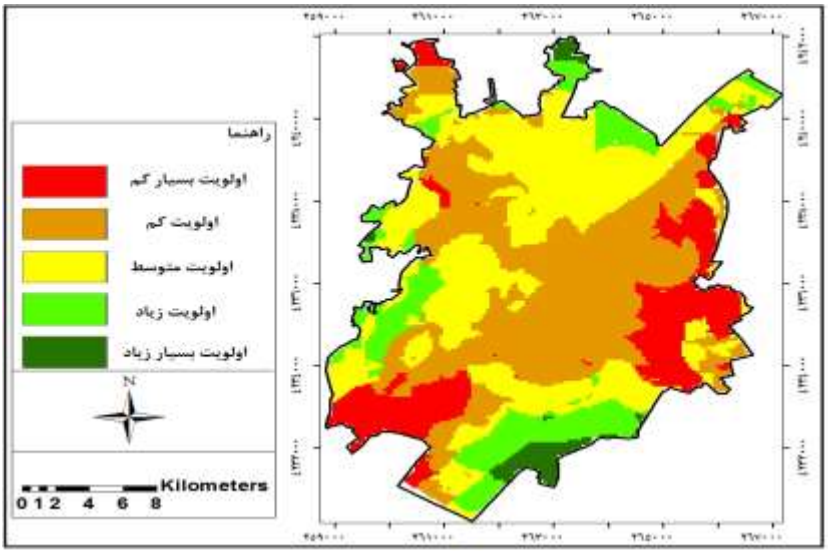
جدول۷. نتایج نهایی مدل ANP جهت مکان‌یابی فضای سبز شهری در سطح شهر اردبیل

	خوشه های نرمال شده	محدوده
ارزش زمین	۰/۲۰۲۱۶	۰/۱۱۰
فاصله از شبکه های ارتباطی	۰/۴۲۱۵۵	۰/۰۶۴
فاصله از میادین اصلی شهر	۰/۴۲۲۸۲	۰/۰۶۴
وجود زمین بایر و خالی	۰/۱۵۵۶۴	۰/۰۲۳
فاصله از آرامستان	۰/۰۸۷۴۵	۰/۰۲۶
فاصله از مراکز آموزشی	۰/۰۲۶۸۷	۰/۰۰۸
فاصله از مراکز بهداشتی و درمانی	۰/۱۰۷۶۸	۰/۰۳۲
فاصله از مراکز مذهبی	۰/۱۷۱۵۷	۰/۰۵۱
فاصله از مراکر مسکونی	۰/۰۳۸۹۳	۰/۰۱۱
فاصله از مراکز نظامی و انتظامی	۰/۱۶۳۳۳	۰/۰۴۸
فاصله از پارک های موجود	۰/۰۲۴۶۸	۰/۰۰۷
فاصله از کاربری های فرهنگی	۰/۲۹۸۷۶	۰/۰۸۹
فاصله از کاربری های ورزشی	۰۸۰۷۴	۰/۰۲۴
فاصله از کاربری های صنعتی و کارگاه	۰/۷۹۷۸۴	۰/۴۳۷

طبق نتایج این مدل، در بین عناصر، عنصر فاصله از کاربری‌های صنعتی با ضریب ۰/۴۳۷، بیش‌ترین ارزش و اهمیت را برای مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری دارد و بعد از آن، عناصر ارزش زمین با ضریب ۰/۱۱۰ و فاصله از کاربری‌های فرهنگی با ضریب ۰/۰۸۹ عناصر برتر و مهم تلقی می‌شوند.

تهیه نقشه نهایی مکان‌یابی فضای سبز در شهر اردبیل

برای تهیه نقشه مکان‌یابی فضای سبز شهری، مرحله اول، ساخت لایه اطلاعاتی برای عنصر می‌باشد. در این پژوهش از ۱۴ معیار یا عنصر استفاده شد. سپس آن‌ها را رتبه‌بندی و رستری کرده و با استفاده از تابع فازی استانداردسازی گردید. سپس با استفاده از ضرایب نهایی مدل ANP، ضریب هر عنصر را به نقشه همان عنصر با استفاده از تابع Raster Calculater ضرب نموده و با ترکیب لایه‌های اطلاعاتی با هم، نقشه نهایی تهیه گردید (شکل ۱۱). همان‌گونه که در نقشه نهایی حاصل از روش تحقیق نشان داده شده است، سطح شهر اردبیل را به لحاظ مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری، به پنج گروه با اولویت بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم طبقه‌بندی گردید.



شکل ۱۱. نقشه مکان‌یابی فضای سبز شهری در سطح شهر اردبیل با استفاده از مدل ANP

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهر اردبیل با استفاده از مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی بوده است و تلاش گردید، از معیارهای اقتصادی، موقعیتی و همجواری در قالب مدل ANP با استفاده از توابع همپوشانی سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان¬های مناسب برای احداث فضای سبز شهر اردبیل، ارایه شود.

شهرهای جهان به‌طور فزاینده‌ای در حال تبدیل شدن به شهرهای متراکم و آلوده هستند. فضای سبز شهری طیف گسترده‌ای از خدمات اکوسیستم را فراهم می‌کند که می‌تواند با بسیاری از آسیب‌های شهری مبارزه کند و به بهبود زندگی ساکنان به‌خصوص سلامتی آن‌ها کمک کند. بی‌تردید فضای سبز و پارک‌های شهری را باید در زمره اساسی‌ترین عوامل پایداری حیات طبیعی و انسانی در شهرنشینی امروز به‌شمار آورد که اگر به‌صورت صحیحی برنامه‌ریزی شوند، در سالم‌سازی جسم و روح تاثیرات مطلوبی خواهند داشت.

شهر اردبیل با وجود این‌که در ایجاد فضای سبز با داشتن شرایط و موقعیت خاص از استعداد مناسبی برخوردار است، اما از توزیع غیرعادلانه و نامناسب فضای سبز و پارک‌ها برخوردار است و سال‌هاست از فقر فضای سبز رنج می‌برد، به‌گونه‌ای که در برخی از محله‌ها تعداد مناسبی پارک وجود دارد، اما در برخی دیگر از محلات، هیچ پارکی در دسترس ندارند. در این مناطق وجود انبوه ساختمان‌های کوچک با بافت دانه‌ریز و ساکنان فراوان و تردد بی‌شمار اتومبیل‌ها هوای ناپاکی را ایجاد کرده است که جز با افزایش فضای سبز نمی‌توان با آن مقابله کرد. درحال حاضر مساحت فضای سبز شهری موجود در شهر اردبیل طوری است که سرانه کل فضاهای سبز را به ۷ متر مربع به ازای هر نفر می‌رساند، این مقدار در برنامه چهارساله (پایان سال ۱۳۹۰) پیش بینی شده است که به ۱۲ مترمربع برای هر نفر برسد.

بنابراین، عملکرد هر یک از سیستم‌های شهری وابسته به زیرساخت‌ها و هم‌چنین در مکان‌گزینی بهینه آن می‌باشد. این موضوع باعث گرایش به روش‌های نوین در مکان‌گزینی عناصر و اجزای شهری شده است. استفاده از روشی نوین در این پژوهش که ترکیبی از مدل ANP و GIS FUZZY می‌باشد، منجر به سطح بالای از اطمینان در وزن‌دهی شده است.

در این پژوهش پس از انتخاب معیارهای مؤثر از طریق مطالعه منابع اسنادی و نظرات متخصصین امر به ساخت لایه اطلاعاتی برای عنصر پرداخته شد، سپس آن‌ها را رتبه‌بندی و رستری کرده، با استفاده از تابع فازی استاندارد سازی گردید. سپس با استفاده از ضرایب نهایی مدل ANP، ضریب هر عنصر را به نقشه همان عنصر با استفاده از تابع Raster Calculater ضرب نموده و با ترکیب لایه‌های اطلاعاتی با هم، نقشه نهایی تهیه گردید (شکل ۱۳). همان‌گونه که در نقشه نهایی حاصل از روش تحقیق نشان داده شده است، سطح شهر اردبیل را به لحاظ مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری، به پنج گروه با اولویت بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم طبقه‌بندی گردید و طبق شکل ۱۳، محدوده‌های با رنگ سبز پر رنگ (کلاس ۵) بالاترین اولویت را جهت استقرار کاربری فضای سبز در شهر اردبیل نمایش می‌دهند و با حرکت به سمت کلاس ۱ از کیفیت مکان جهت استقرار کاربری فضای سبز کاسته می‌شود.

از مهم‌ترین مسائلی که پس از انتخاب و مکان‌یابی کاربری‌های شهری باید مورد توجه قرار گیرد، بررسی این موضوع است که مناطق تعیین شده تا چه حد با واقعیت و شرایط منطقه تطابق دارد. به منظور تطبیق نتایج به‌دست آمده از الگوی ارائه شده در مکان‌یابی فضای سبز شهری با واقعیت‌های موجود در محدوده مورد پژوهش، نقشه کاربری اراضی آن در محیط GIS تهه شده و نتایج به‌دست آمده الگوی مذکور در نقشه کاربری اراضی منعکس گردید.. با توجه به نقشه خروجی مدل ANP و مقایسه آن با نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه، مشخص شد که زمین‌های مناسب برای ایجاد فضای سبز تناسب زیادی با کاربری اراضی دارند، این مکان‌ها نزدیک به مراکز آموزشی، مسکونی، شبکه ارتباطی و مراکز فرهنگی هستند و از پارامترهای دیگر مانند پارک‌های موجود فاصله مناسبی دارند. باید توجه داشت که اولویت‌بندی نشان داده شده به تناسب معیارهای مورد استفاده و بار وزنی آن‌ها، به‌دست آمده است. با این اوصاف اگر پهنه‌های دارای امتیاز بالا، در وضعیت موجود توسط کاربری‌های دیگر اشغال شده‌اند بالطبع باید سراغ اولویت‌های بعدی رفت. از مهم‌ترین امتیازات مکان‌های دارای اولویت برای استقرار فضای سبز در محدوده مورد مطالعه، عنصر فاصله از کاربری‌های صنعتی با ضریب ۰/۴۳۷، بیش‌تر ین ارزش و اهمیت و بعد از آن، عناصر ارزش زمین با ضریب ۰/۱۱۰ و فاصله از کاربری‌های فرهنگی با ضریب ۰/۰۸۹ عناصر برتر و مهم تلقی می‌شوند.

نتایج حاصله نشان می‌دهد که استفاده توأم از مدلANP و سیستم اطلاعات جغرافیایی در اولویت‌بندی و تعیین بهترین مکان‌های شهر برای تعیین کاربری‌ها، روش بسیار توانمندی می‌باشد؛ زیرا کاستی‌های همدیگر را از بین برده و در مدیریت و برنامه‌ریزی شهری نتایج رضایت‌بخشی را به‌وجود می‌آورند. با این حال نباید از نظر دور داشت که فنون و نرم‌افزارها، را باید در حد ابزار کار در نظر گرفت. هرچه قدرت کارشناسی پژوهش‌گران قوی‌تر باشد به همان نسبت انتظار می‌رود که استفاده از این فنون و ابزار با نتایج مثبت و برجسته‌تری همراه باشد.

راهکارها

با توجه به نتایج تحقیق راهکارهای زیر پیشنهاد می گردد:

- ✓ باز توزیع فضاهای سبز متراکم و فشرده؛
- ✓ تخصیص بودجه و برنامه‌ریزی جهت ایجاد پراکنش متعادل فضای سبز شهری در سطح مناطق؛
- ✓ توزیع متناسب و متعادل فضای سبز شهری برای ایجاد مطلوبیت و مطبوعیت برای همه شهروندان؛
- ✓ ضرورت اجتناب از صدور مجوز تاسیس کاربری‌های ناسازگار در مجاورت مکان های انتخاب شده.

منابع

احمدی، عاطفه؛ موحد، علی و شجاعیان، علی (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*، شماره ۱۵، ۱۶۲-۱۴۷.

احمدی‌زاده، سید سعید و بنای رضوی، مسعود (۱۳۸۹). تحلیل مکان مناسب فضای سبز شهری با استفاده از GIS و AHP، مطالعه موردی شهر بیرجند، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، شماره ۹۳، ۱۱۸- ۹۷.

استانداری اردبیل (۱۳۹۶). *نقشه تقسیمات سیاسی استان اردبیل*، اردبیل.

اسماعیلی، اکبر و عسگری، علی (۱۳۸۱). *بررسی و تحلیل فضای سبز (پارک‌های درون شهری) از دیدگاه برنامه‌ریزی شهری در مناطق ۱ و ۸ شهرداری تبریز*، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

آشور، حدیثه و غفاری گیلانده، عطا (۱۳۹۰). *بررسی و تحلیل تناسب و جاذبه‌های شهرک صنعتی آمل در مکان‌گزینی واحدهای صنعتی (صنایع کوچک و متوسط)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

افروز، بهنوش و غفاری گیلانده، عطا (۱۳۹۰). *ارائه الگوی مناسب در سطح‌بندی عملکرد مدیریت شهری در بسترسازی برای توسعه کارآفرینی (مطالعه موردی شهری اردبیل)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری و روستایی، دانشگاه محقق اردبیلی.

اکبرپور سراسکانرود، محمد؛ قرخلو، مهدی و نوروزی، محبوبه (۱۳۸۸). ارزیابی و مکان‌یابی کاربری فضای سبز منطقه ۹ شهرداری تهران، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، شماره ۱۴، ۱۰۴-۷۵.

تیموری، راضیه؛ روستایی، شهریور؛ اکبری زمانی، اصغر و احدنژاد، محسن (۱۳۸۹). ارزیابی تناسب فضایی- مکانی پارک‌های شهری با استفاده از GIS (مطالعه موردی، پارک‌های محله‌ای منطقه ۲ شهرداری تبریز). *مجله علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی*، سال ۱۰، شماره ۳۰، ۱۶۸- ۱۳۷.

جعفری، غلام‌حسن؛ وثوقی‌راد، لیلا و صالحی میشانی، حیدر (۱۳۹۵). ارزیابی فضای سبز شهری جهت مکان‌یابی پارک‌های محله‌ای (مطالعه موردی منطقه ۷ شهر تهران). *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، سال ۳۱، شماره ۳، ۱۷۲- ۱۶۰.

چهرآذر، یحیی؛ کریمی، سعید؛ چهرآذر، فایزه و خزایی، علی (۱۳۹۶). مکان‌یابی پارک و فضای سبز شهری با استفاده از اطلاعات جغرافیایی به روش سیستم AHP ارزیابی چندمعیاری، نمونه موردی منطقه شش تهران، *چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست*، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، ۹- ۱.

حاله، حسن، کریمیان، حسین (۱۳۸۹). انتخاب مناسب‌ترین ساختار برای بهبود قابلیت اعتماد سیستم با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP). *نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید*، شماره ۳، ۲۸-۲۴.

حسین‌زاده دلیر، کریم (۱۳۷۰). کاربرد فضای سبز شهری در طرح‌های جامع و اصول طراحی پارک‌ها، *مجله رشد جغرافیا*، شماره ۱۲:۲۷-۱۹.

درّی، بهروز و حمزه‌ای، احسان (۱۳۸۹). تعیین استراتژی پاسخ به ریسک در مدیریت ریسک به وسیله تکنیک (ANP). مطالعه موردی، پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی، *مدیریت صنعتی*، ۲(۴)، ۹۲-۷۵.

رحمانی، محمدجواد (۱۳۸۳). بررسی روند تصمیم‌گیری در مکان‌یابی پارک‌ها و فضای سبز عمومی تأثیر آن بر ایمنی آن‌ها، *مجله سبزینه شرق*، ۳(۶)، ۱۹- ۱۶.

رضایی، محمدرضا؛ شکور، علی؛ شمس‌الدینی، علی؛باقری، غلامرضا و یدیساری، فرزاد (۱۳۹۱). پایش و ارزش‌گذاری اراضی شهری به منظور ایجاد پارک‌ها و فضای سبز در شهر یاسوج، *مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۲(۷)، ۵۲- ۳۹.

رضویان، محمدتقی (۱۳۸۱). *برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری*، تهران، *انتشارات منشی*.

سعیدنیا، احمد (۱۳۷۸). *کتاب سبز راهنمای شهرداری‌ها*، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری وزارت کشور. تهران.

سلمان ماهنی، عبدالرسول؛ ریاضی، برهان؛ نعیمی، بابک؛ بابایی کفکایی، ساسان و جوادی لاریجانی، عظیمه (۱۳۸۷). ارزیابی توان طبیعت گردی شهرستان بهشهر بر مبنای روش ارزیابی چندمعیاره با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۱(۱)، ۱۸۹-۱۷۸.

شرکت مهندسی طرح و کاوش (۱۳۸۶). خلاصه گزارش طرح جامع اردبیل با همکاری مهندسین مشاور شهرسازی، معماری و گردشگری پارسوماش، *سازمان مسکن و شهرسازی استان اردبیل*.

غفاری‌گیلانده، عطا؛ غلامی، عبدالوهاب؛ صیامی، رویا و حسین‌پناه، شهرام (۱۳۹۰). کاربرد مدل AHP فضایی در ارائه الگوی مناسب مکان‌گزینی فضای سبز شهری (مطالعه موردی، شهر اردبیل). *سمینار ملی کاربردGIS در برنامه‌ریزی اقتصادی، اجتماعی و شهری*، ۸-۱.

غفاری گیلانده، عطا؛ یزدانی، محمدحسن و روشن‌رودی، سمیه (۱۳۹۳). سنجش پراکنش و فشردگی شهر اردبیل در سطح محلات با استفاده از تکنیک‌های خودهمبستگی فضایی، *فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، ۶(۲۱)، ۱۶۸- ۱۴۹.

علوی، سیدعلی؛ جعفری، بهبود؛ معزز برآبادی، محدثه و ابراهیمی، محمد (۱۳۹۴). مکان‌یابی مراکز فضای سبز با استفاده از مدل منطق فازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی، منطقه هشت تهران). *مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۶(۲۰)، ۱۵۶- ۱۳۹.

فرجی سبک‌بار، حسنعلی؛ سلمانی، محمد؛ فریدونی، فاطمه؛ کریم‌زاده، حسین و رحیمی، حسن (۱۳۸۹). مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی با استفاده از مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)؛ مطالعه موردی، نواحی روستایی شهرستان قوچان، *فصل‌نامه مدرس علوم انسانی*، ۱۴(۱)، ۱۴۹-۱۲۷.

فنی، زهره و کرمی، اعظم (۱۳۹۳). ارزیابی و مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از GIS و روش AHP (مورد مطالعه، منطقه ۷ شهرداری تهران). *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی شهری*، ۲(۵)، ۱۴۳-۱۱۷.

قربانی، رسول و تیموری، راضیه (۱۳۸۸). تحلیلی بر نقش پارک‌های شهری در ارتقای کیفیت زندگی شهری با استفاده از الگوی Seeking-Escaping نمونه موردی، پارک‌های شهر تبریز، *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، شماره ۷۲، ۶۲- ۴۷.

قربانی، رسول (۱۳۸۶). *تحلیل فضایی توزیع پارک‌های شهری تبریز و نارسائی‌های موجود در آن*، طرح تحقیقاتی، دانشگاه تبریز.

کیانی، گشتاسب و سلیمانی فارسانی، زهرا (۱۳۸۵). ضوابط استانداردها، قوانین و مقررات در فضای سبز و منظر شهری، *انتشارات سازمان شهرداری ها و دهاری های کشور*، ۵(۸)، ۷۸- ۷۳.

مالچفسکی، یاچک، پرهیزگار، اکبر و غفاری، عطا (۱۳۸۵). *سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری*، انتشارات سمت.

مجنونیان، هنریک (۱۳۷۴). *مباحثی پیرامون پارک‌ها، فضای سبز و تفرجگاه‌ها*، انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز تهران.

محمدی، جمال (۱۳۸۰). سامانه اطلاعات جغرافیایی در مکان‌یابی فضای سبز شهری، *نشریه شهرداری‌ها*، شماره ۴۴، ۱۵- ۱.

محمدی، جمال؛ ضرابی، اصغر و پورقیومی، حسین (۱۳۹۰). تحلیل فضایی و مکان‌یابی پارک‌های درون‌شهری نمونه موردی، شهر کازرون، *نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، سال ۱۶، شماره ۳۸، ۱۵۲-۱۲۳.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). *سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر اردبیل*.

موسوی، میرنجف، رشیدی، اصغر، حصاری، ابراهیم و روشن‌رودی، سمیه (۱۳۹۱). مکان‌یابی بهینه فضای سبز شهری، مورد مطالعه شهر بناب، *جغرافیا و مطالعات محیطی*، ۱(۳)، ۱۴- ۱.

مؤمنی، منصور و شریفی سلیم، علیرضا (۱۳۹۰). *مدل‌ها و نرم‌افزارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه AHP, ANP, TOPSIS, PROMETHEE*، نشر مؤلفین.

وارثی، حمیدرضا؛ تقوایی، مسعود و شریفی، نسرین (۱۳۹۴). تحلیل فضایی و مکان‌یابی بهینه فضاهای سبز شهری (نمونه موردی، شهر نجف‌آباد). *مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۶(۲۱)، ۷۲- ۵۱.

نجفی، اسدالله (۱۳۸۹). به کارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در تحلیل چالش‌های ساختاری و محیط اجرایی سازمان مدیریت پروژه‌ها، *نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید*، شماره ۱، جلد ۲۱، ۷۶-۶۳.

یوسفی روبیات، الهام؛ قسامی، فاطمه؛ صالحی، اسماعیل و جهانی، فاطمه (۱۳۹۳). تناسب فضای- مکانی فضای سبز شهری در پارک‌های منطقه‌ای شهر بیرجند، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۴(۳۳)، ۱۳۰-۱۱۳.

Balram, S; Dragicevic, S. (2005). Attitudes Toward Urban Green Space: Integrating Questionnaire Survey and Collaborative GIS Techniques to Improve Attitude Measurements, *Landscape and Urban Planning*, 71(2–4), 147–162.

Buyadi, S., Wan Mohd, W & Misni, A. (2013). Green Spaces Growth Impact on the Urban Microclimate, *Procedia - Social and Behavioral* Sciences, 105, 547 – 557.

Chiesura, Anna. (2004). *The Role of Urban Parks for The Sustainable Sity*. Landscape andUrban Plannig. www.elsevir.com/locate/landrob plan.

Dahmann, N., Wolch, J., Joassart-Marcelli, P., Reynolds, K., & Jerrett, M. (2010). The active city?

Disparities in provision of urban public recreation resources. *Healthand Place*, 16(3), 431–445.

Escobedo, F., Kroeger, T, ; Wagner, J. (2011), Urban forests and pollution mit-igation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*, 159(8), 2078–2087.

Godefroid, S. (2001), Temporal analysis of the Brussels flora as indicator for changing environmental quality. *Landscape and Urban Planning*, No. 52, 203–224.

Herzele. A., Wiedemann, T. (2003), A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. *Landscape and Urban Planning*, 63(2), 109–126.

Hughey. M.,Walsemann, K, Child, S., Powers, A., Reed, Julian A., Kaczynski & Andrew T. (2016), Using an environmental justice approach to examine the relationships between park availability and quality indicators, neighborhood disadvantage, and racial/ethnic composition, *Journal of Landscape and Urban Planning*, No.148, 159-169.

Millward, A., Sabir, S.(2011), Benefits of a forested urban park: What is the value of Allan Gardens to the city of Toronto, Canada,*Landscape and Urban Planing* No. 100, 177-188.

Patarkalashvili, T. (2017), Urban forests and green spaces of Tbilisi and ecological problems of the city, *Annals of Agrarian Science*, No. 15,187- 191.

Rafiee, R., salman mahini, A & khorasani, N. (2009), assessment of change in urban greenspase of Mashhad city using satellite data, *internasinal journal of applaid earth observation and geoinformation*, No. 11, 431-438.

Wolch. J., Byrne, J & Newell, J P. (2014), Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough, *Landscape and Urban Planning*, No. 125, 234–244.

Copyrights

© 2022 by the authors. Lisensee PNU, Tehran, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY4.0) (http:/creativecommons.org/licenses/by/4. 0)