مکان‌یابی اکوپارک در منطقه مرکزی استان اصفهان

آذین دراهکی[۱]، منصوره ملکیان[۱*] و سعید پورمنافی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۹)

چکیده

امروزه وضعیت موجود در شهرها ایجاب می‌کند که پارک‌های برنامه‌ریزی شده به‌منظور برقراری موازنه اکولوژیک احداث شود. بدین منظور در این پژوهش برای شناسایی پهنه‌های مستعد ایجاد اکوپارک در منطقه مرکزی استان اصفهان، معیارهای مؤثر شامل توپوگرافی، سیمای سرزمین، اقلیم، سنگ و خاک، منابع آب، حساسیت زیست محیطی و دسترسی درنظر گرفته شد. به‌منظور تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با اعمال نظرات کارشناسی استفاده شد. با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) کلیه لایه‌ها تلفیق شده و تناسب اراضی برای ایجاد اکوپارک ارزیابی شد. پس از ارزیابی و اولویت‌بندی منطقه‌های مناسب درنهایت یکی از مناطق با مساحت ۸۵/۲ هکتار که در مجاورت بستر رودخانه زاینده‌رود و در باغ بهادران قرار دارد، به‌دلیل داشتن شایستگی ناحیه‌ای سرزمین بالاتر و دسترسی و تسهیلات رفاهی بیشتر و مساحت بیشتر به‌عنوان مناسب‌ترین منطقه برای ایجاد اکوپارک معرفی شد. نتایج حاصل از همپوشانی نقشه تناسب اراضی برای ایجاد اکوپارک و نقشه پارک‌های موجود در منطقه نشان داد که پارک ساحلی سرارود در شهرستان مبارکه و پارک ساحلی زرین شهر از نظر معیارهای درنظر گرفته شده در این مطالعه، مکان‌های مناسبی برای این کاربری هستند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چندمعیاره، ترکیب خطی وزنی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mmalekian@cc.iut.ac.ir

مقدمه

اکوپارک (Ecological Park) مکانی است که در آن فعالیت‌های تفرجی همگام با شناسایی و چگونگی برخورد با مسائل زیست محیطی از جنبه‌های گوناگون صورت می‌گیرد (۱). بنابراین با تکیه بر قابلیت‌های موجود و کاربری‌های متنوع و مفید اکوپارک تأسیس این گونه فضاهای تفریحی و زیست‌محیطی شهری برای رسیدن و سوق به‌سمت توسعه پایدار شهری لازم است (۱۷). گردشگری به‌سبب اشتغال‌زایی و افزایش درامد ملی، توانایی اجرای شاخص‌های توسعه پایدار، توجه به محیط زیست و آموزش همگانی، اهمیت زیادی دارد که یکی از راهکارهای علم گردشگری برای هماهنگ‌سازی این اهداف، مکان‌یابی و ایجاد اکوپارک است (۱۶). به‌دلیل حفاظت و احیای تنوع زیستی، استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر مانند انرژی خورشید و باد، تقویت تنوع حیات وحش و ترویج فرهنگ بازیافت مواد و استفاده مجدد از آنها در اکوپارک‌ها، این پارک‌ها اهمیت زیادی دارند و مکان‌یابی این گونه پارک‌ها در تصمیم‌گیری صحیح برای احداث آنها بسیار مهم است. با گسترش ایده احداث اکوپارک در مقیاس و با اهداف گوناگون، چالش‌های تازه‌ای در علوم برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، محیط زیست و علوم مرتبط با تولید و انتقال انرژی الکتریسیته به‌وجود آمده که از آن جمله انتخاب مکان بهینه استقرار این کاربری خاص و معیارهای این انتخاب با توجه به هدف تأسیس و مقیاس عملکردی آن است (۲۲).

برنامه‌ریزی زیست‌محیطی بدون تعیین و ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین امکان‌پذیر نیست (۱۱). در بین روش‌های مختلف مکان‌یابی و ارزیابی تناسب سرزمین، روش‌های ارزیابی چندمعیاره این امکان را فراهم می‌آورد که معیارهای گوناگون به‌طور همزمان در تعیین بهترین گزینه و مناسب‌ترین شرایط به‌کار گرفته شوند. به‌طور کلی، می‌توان روش‌های ارزیابی توان و تناسب سرزمین را در سه گروه رویهم‌گذاری به‌کمک کامپیوتر، روش‌های ارزیابی چندمعیاره (Multi Criteria Evaluation: MCE)، شامل تصمیم‌گیری چندمعیاره (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) و تصمیم‌گیری چندصفته (MADM : Multi-Attribute Decision Making) و روش‌های هوش مصنوعی (Artificial Intelligence) شامل الگوریتم‌های تکاملی (Evolutionary Algorithm)، برنامه‌ریزی ژنتیک (Genetic Programming)، شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks)، شبکه‌های خودکار (Cellular Automatons) و سیستم‌های فازی (Fuzzy System) تقسیم‌بندی کرد. در میان روش‌های گفته شده، روش‌های ارزیابی چندمعیاره رایج‌تر هستند و کاربرد بیشتری در مطالعات مکان‌یابی دارند (۱۳). فرایند تحلیل سلسله مراتبی (Analytic Hierarchy Process : AHP) یکی از مهم‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است که اولین بار توسط ساعتی (۲۴) برای تخصیص منابع کمیاب و نیازهای برنامه‌ریزی معرفی شد. این روش، روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌کند، مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۵). از طرفی سامانه اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System :GIS) با توانایی‌هایی که دارد سبب افزایش دقت و سرعت ارزیابی و کاهش هزینه‌های ارزیابی می‌شود (۲، ۳ و ۱۵). تلفیق GIS و AHP دارای مزایای بسیاری در مکان‌یابی و نیز پهنه‌بندی برای استقرار تأسیسات انسانی، انواع فعالیت‌ها و ارزیابی‌های زیست‌محیطی است. با استفاده از فناوری‌های مذکور می‌توان مناطق مناسب و نامناسب برای استقرار انواع فعالیت‌ها در زمینه‌های کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست را شناسایی کرد (۱۱).

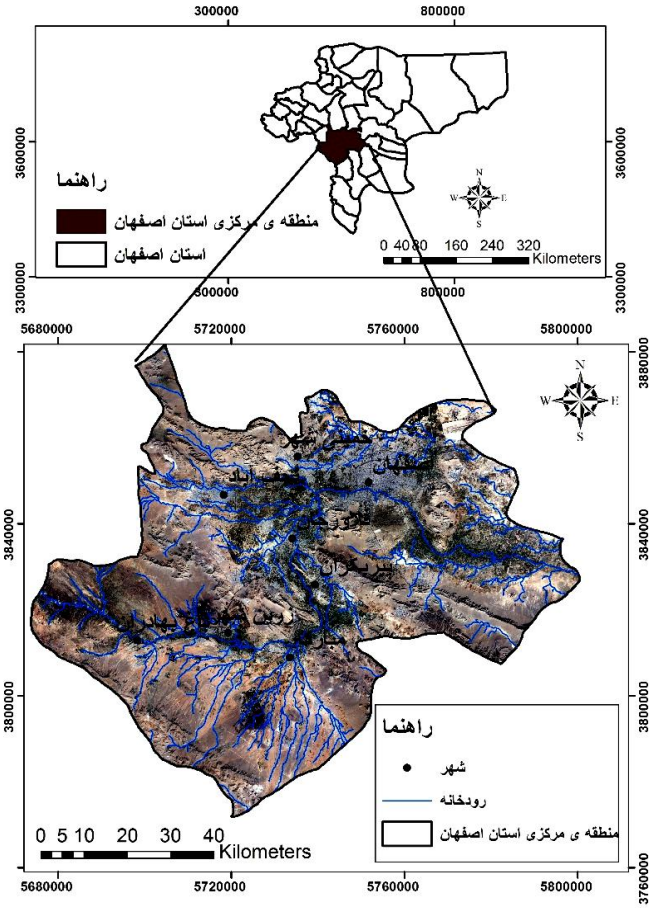
در زمینه ارزیابی قابلیت تفرجی و مکان‌یابی پارک‌ها بر اساس روش‌های چندمعیاره با تلفیق AHP و GIS مطالعات زیادی انجام شده است. پیران و همکاران (۲۱) برای مکان‌یابی پارک جنگلی در شهرستان بدره معیارهای زیست‌محیطی، اقتصادی- اجتماعی، ژئومورفولوژی را درنظر گرفتند. برای وزن‌دهی به معیارها از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد و با استفاده از تکنیک ترکیب خطی وزنی (WLC : Weighted Linear Combination) در محیط GIS، نقشه نهایی

مطلوبیت منطقه برای ایجاد پارک جنگلی تهیه شد. موحد و همکاران (۱۸) برای مکان‌یابی اکوپارک در ارتفاعات جنوب غربی مشهد با درنظر گرفتن لایه‌های تأثیرگذار در هر مدل و از طریق رویهم‌گذاری لایه‌های زیست‌محیطی، مدل اکولوژیک را به‌صورت تفرج متمرکز و گسترده و کاربری توسعه شهری برای سایت مورد مطالعه ایجاد کردند. نوروزی و همکاران (۱۹) برای مکان‌یابی اکوپارک شهری در پارک جنگلی پیشکوه در تربت حیدریه با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی یک ناحیه را از بین سه ناحیه مستعد برای ایجاد اکوپارک شهری انتخاب کردند. ژئورگیو و اسکارلاتوس (۶) در مکان‌یابی پارک خورشیدی در جنوب جزیره قبرس از ترکیب GIS و سنجش از دور و آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کردند. بعد از وزن‌دهی به معیارها با استفاده از الگوریتم AHP، نقشه‌های استانداردسازی شده از طریق روش وزن‌دهی تجمعی ساده (Simple Additive Weighting, : SAW) رویهم‌گذاری شدند و نقشه نهایی مناطق مناسب برای ایجاد پارک خورشیدی به‌دست آمد. اوی و ناکاگوشی (۲۹) برای مکان‌یابی فضای سبز در ویتنام معیارهای آلودگی هوا، آب، کاربری زمین، مناظر تاریخی و فرهنگی را درنظر گرفتند. در این مطالعه نیز برای مشخص شدن وزن معیارها، از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد و درنهایت با همپوشانی معیارها نقشه مناطق مستعد برای ایجاد فضای سبز تهیه شد. زوکا و همکاران (۳۱) برای مکان‌یابی پارک محلی در ایتالیا از روش ارزیابی چندمعیاره با درنظر گرفتن معیارها و مجموعه‌ای از محدودیت‌ها استفاده کردند. چهار مکان برای ایجاد پارک پیشنهاد شد. معیارهای جدیدی برای ارزیابی این مکان‌ها تعریف شد و ارزیابی چندمعیاره با استفاده از معیارهای جدید انجام و یک مکان از بین چهار مکان انتخاب شد. دسترسی به پارک‌ها و فضای سبز را می‌توان از دو بعد فقدان کاربری و عدم قرارگیری مناسب آن مورد بررسی قرار داد. فقدان یک فعالیت به منزله نیاز به احداث یک کاربری در یک منطقه است اما عدم قرارگیری مناسب به آن معنی است که یک مکان‌یابی مناسبی نداشته و منجر به اتلاف وقت، انرژی، افزایش هزینه رفت و آمد، کاهش دسترسی، اجبار به استفاده بیشتر از اتومبیل و... می‌شود (۷). مکان‌یابی اکوپارک در استان اصفهان نیز از این قاعده مستثنی نیست و ارتقاء سطح خدمت‌رسانی به مردم در این زمینه مستلزم اتخاذ راهکارهای مناسب برای بهره‌گیری در سطوح مختلف برنامه‌ریزی، مدیریتی و اجرایی است. هدف از این مطالعه استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌منظور امکان‌سنجی ایجاد اکوپارک در منطقه مرکزی استان اصفهان است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه برای مکان‌یابی اکوپارک، منطقه مرکزی استان اصفهان است که شامل بخش مرکزی شهرستان اصفهان و شهرستان‌های خمینی شهر، نجف آباد، فلاورجان، لنجان، مبارکه با مساحت حدود ۴۹۵۶۰۲ هکتار است (شکل ۱). منطقه مرکزی استان اصفهان بین ´ ۰۳ °۳۲ تا ´ ۵۳ °۳۲ عرض شمالی و ´ ۵۷ °۵۰۰ تا ´ ۰۶ °۵۲۰ طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. بر اساس طرح جامع گردشگری و مطالعات آمایش سرزمین استان اصفهان (۱۳۹۳) ۸۵ جاذبه طبیعی، تاریخی- فرهنگی و انسان‌ساخت در منطقه مورد مطالعه به ثبت رسیده است. یکی از بزرگ‌ترین رودخانه‌های داخلی فلات مرکزی ایران زاینده‌رود است که در منطقه مورد مطالعه جریان دارد. رودخانه زاینده‌رود با جهت غرب به جنوب شرق به تالاب گاوخونی می‌ریزد. تالاب گاوخونی، محور طبیعی زاینده‌رود، محور ناژوان، کوه آتشگاه و کوه صفه از جمله مهم‌ترین جاذبه‌های طبیعی و گردشگری در منطقه مورد مطالعه هستند (۲۶). در منطقه مرکزی استان اصفهان حدود ۱۰۳ پارک وجود دارد. این منطقه به‌دلیل پتانسیل گردشگری بالا و مرکزیت، جمعیت بالاتر، تعدد پارک‌ها و وجود پارک‌های شاخص و بزرگ استان اصفهان در این منطقه و به‌منظور بررسی تناسب این پارک‌ها برای تبدیل شدن به اکوپارک، برای مکان‌یابی اکوپارک درنظر گرفته شد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان

روش تحقیق

بر اساس هدف اصلی و با مرور منابع و مقالات مرتبط، معیارهای ارزیابی شناسایی شده و با اعمال نظرات کارشناسان هفت معیار و ۲۰ زیرمعیار انتخاب شد. معیارهای توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، سیمای سرزمین (کاربری اراضی و پوشش گیاهی) اقلیم (دما، بارندگی، ساعت آفتابی و سرعت باد غالب)، سنگ و خاک (بافت خاک، عمق خاک و سنگ‌شناسی)، منابع آب (فاصله از رودخانه و چشمه و چاه و قنات)، حساسیت زیست‌محیطی (فاصله از معادن، فاصله از گسل، فاصله از پارک ملی و پناهگاه حیات وحش)، دسترسی (فاصله از مناطق شهری، فاصله از جاذبه‌ها و فاصله از جاده) درنظر گرفته شدند. زیرمعیارهای ساعت آفتابی و سرعت باد غالب و جهت بدین منظور انتخاب شدند که در اکوپارک‌ها با نصب پایه‌های روشنایی مجهز به صفحه سولار، پنل خورشیدی و توربین بادی از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌شود. لذا جهت‌های آفتابگیر در این مطالعه برای ما حائز اهمیت هستند. زیرمعیار فاصله از پارک ملی و پناهگاه حیات وحش به این علت انتخاب شد که نزدیک بودن اکوپارک به پارک ملی به‌علت حفاظت از تنوع زیستی در اکوپارک با درنظر گرفتن حریم تعیین شده برای پارک ملی امری مثبت تلقی می‌شود، اما درصورتی که حساسیت زیست محیطی آن به خطر نیفتد. بدین منظور زیرمعیار فاصله از پارک ملی و پناهگاه حیات وحش در معیار حساسیت زیست محیطی جای گرفت. برای مکان‌یابی اکوپارک در منطقه مورد مطالعه باید منابع موجود در آن شناخته شوند و به‌صورت نقشه درآیند. به‌عبارت دیگر برای ارزیابی مکانی، باید نقشه متناظر هر یک از معیارها تهیه شود. نقشه طبقات دما از نقشه مدل رقومی ارتفاعی و معادله

گرادیان دما تهیه شد. برای تهیه نقشه بارندگی میزان بارش ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی منطقه مورد مطالعه دوره ۲۰ساله از سازمان هواشناسی استان اصفهان تهیه شد. سپس با توجه به شرایط نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از درون‌یابی و مدل کریجینگ میزان بارندگی برای منطقه مورد مطالعه به‌دست آورده شد. نقشه ساعت آفتابی نیز با استفاده از آمار مربوط به اداره هواشناسی استان اصفهان و از طریق درون‌یابی در نرم‌افزار ARC GIS به‌دست آمد. برای تهیه نقشه بارندگی میزان بارش ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی منطقه مورد مطالعه برای دوره ۲۰ ساله از سازمان هواشناسی استان اصفهان تهیه شد. نخست جهت باد غالب یعنی بادی که بیشترین فراوانی را در آن ایستگاه دارد مشخص شد. سپس میانگین سرعت باد غالب برای هر ایستگاه به‌دست آمد. با توجه به نرمال نبودن داده‌ها و عدم نرمال شدن آنها با روش‌های مختلف از طریق درون‌یابی به‌روش وزن‌دهی معکوس فاصله (Inverse Distance Weighted :IDW) در نرم‌افزار ARC GIS نقشه سرعت باد غالب ساخته شد.

پس از تعیین معیارها، از آنجایی که در فرایند ارزیابی و مکان‌یابی، همه معیارهای مورد استفاده دارای اهمیت یکسان نیستند، اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر باید تعیین شود. بنابراین باید از روش مناسبی برای وزن‌دهی معیارها استفاده شود (۹). در این مطالعه برای وزن‌دهی به معیارها از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. به‌منظور وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها ابتدا پرسش‌نامه‌ای تهیه و توسط هفده کارشناس خبره در امر مکان‌یابی و آشنا با مفهوم اکوپارک که در حوزه‌های مختلف محیط زیست، گردشگری، شهرسازی و کشاورزی فعالیت داشتند، تکمیل شد. به‌منظور تعیین وزن عوامل ابتدا ماتریس مربعی مقایسه زوجی عوامل تهیه شد. سپس مقایسه درجه اهمیت عوامل نسبت به یکدیگر (وزن‌های نسبی) بر اساس مقیاس نه عددی ساعتی توسط کارشناسان خبره انجام گرفت. درنهایت با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice وزن نهایی هر معیار و زیرمعیار و میزان ناسازگاری محاسبه و نقشه محدودیت‌های منطقه تهیه شد. محدودیت‌ها مناطقی را مشخص می‌کنند که به هیچ وجه قابلیت استفاده برای یک هدف خاص را ندارند. محدودیت‌ها با کمک تابع Reclassify در ARC GIS به‌صورت صفر و یک در آمدند. سپس با استفاده از منطق اشتراک AND رویهم‌گذاری شدند و حاصل‌ضرب محدودیت‌ها تحت عنوان لایه محدودیت تولید شد.

از آنجایی که معیارها ماهیت متفاوتی دارند، بنابراین معیار اندازه‌گیری آنها با یکدیگر متفاوت خواهد بود و لازم است قبل از ترکیب و همپوشانی با یکدیگر استانداردسازی شوند (۱۴). در این پژوهش، عمل استانداردسازی نقشه‌ها بر اساس منطق فازی صورت گرفت. در منطق فازی که برای استانداردسازی فاکتورها از آن استفاده شد، دامنه تغییرات استانداردسازی معمولاً بین صفر و یک (مقیاس اعداد حقیقی) یا صفر تا ۲۵۵ (مقیاس بایت) است که با یک تابع عضویت مشخص می‌شوند. دامنه صفر تا ۲۵۵ به‌دلیل اینکه تابع MCE با این دامنه بهینه شده است پیشنهاد می‌شود. به‌منظور فازی‌کردن نقشه‌های عامل، تعیین مقادیر آستانه معیارها و نوع و شکل تابع عضویت ضرورت دارد (۱۲). از آنجایی که استانداردهای مشخصی برای ارزیابی توان فعالیت‌های تفرجی وجود ندارد، لذا در اینجا با استفاده از نظرات کارشناسان خبره و مرور منابع (۹، ۲۱، ۲۶ و ۲۷) تعیین مقادیر آستانه معیارها صورت پذیرفت (جدول ۱ و ۲).

تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی اکوپارک بر اساس تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCE) و از طریق ترکیب لایه‌های فازی شده و با درنظر گرفتن وزن لایه‌ها با روش ترکیب خطی وزنی (WLC) انجام شد. به‌منظور ارزیابی با استفاده از روش WLC ابتدا با استفاده از رابطه (۱) هر یک از عوامل در وزن متناظر خود ضرب شد. سپس با جمع نتایج حاصل و ضرب آن در حاصل‌ضرب محدودیت‌ها، مناطق نامناسب حذف و نقشه تناسب منطقه برای کاربری مورد نظر به‌دست آمد (۸):

$$S=\sum Wi\ Xi \times Cj \qquad (۱)$$

S: مطلوبیت، Wi: وزن عامل i، Xi: ارزش فازی عامل i، Cj: امتیاز معیار محدودیت j، ×: نمایه حاصل‌ضرب (۴ و ۱۴).

درنهایت نقشه فازی حاصل با استفاده از تابع Reclassify طبقه‌بندی و پس از آن به نقشه وکتور تبدیل شد و شایستگی ناحیه‌ای سرزمین (Zonal Land Suitability :ZLS) در هر منطقه با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد (۱۲ و ۲۷). ابتدا بر

جدول ۱. لایه‌های استاندارد شده از طریق توابع فازی

زیرمعیار	منابع داده‌ها	شکل تابع	نوع تابع	نقاط کنترلی d	c	b	a
شیب (٪)	نقشه رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری	خطی	متقارن	۵۰	۲۰	۵	۰
ارتفاع (m)		خطی	کاهشی	۲۲۰۰	۱۸۵۰	-	-
دما (°C)	اداره هواشناسی استان اصفهان	خطی	افزایشی	-	-	۱۵	۱۱
بارندگی (mm)		خطی	افزایشی	-	-	۱۸۰	۱۲۰
ساعت آفتابی		خطی	افزایشی	-	-	۳۱۵۰	۳۰۶۰
فاصله از رودخانه (m)		خطی	کاهشی	۲۰۰۰	۱۰۰	-	-
فاصله از چشمه، چاه، قنات (m)		خطی	کاهشی	۲۰۰۰	۶۰	-	-
فاصله از معدن (m)	مطالعات آمایش سرزمین و سند راهبردی توسعه استان اصفهان (۱۳۹۳)	خطی	افزایشی	-	-	۲۰۰۰	۱۵۰۰
فاصله از مناطق شهری (m)		خطی	کاهشی	۵۰۰۰	۱۰۰۰	-	-
فاصله از جاده (m)		خطی	کاهشی	۲۰۰۰	۵۰۰	-	-
فاصله از گسل (m)	نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور	خطی	افزایشی	-	-	۱۵۰۰	۱۰۰۰
فاصله از پارک ملی (m)	سازمان حفاظت محیط زیست استان اصفهان	خطی	کاهشی	۸۰۰۰	۴۰۰۰	-	-
فاصله از جاذبه‌ها (m)	اسناد ثبتی سازمان میراث فرهنگی و گردشگری و طرح جامع گردشگری استان اصفهان	خطی	کاهشی	۲۰۰۰	۵۰۰	-	-

اساس مرور منابع انجام شده (۹ و ۲۷) و در مرحله بعد با بهره‌گیری از نظر کارشناسی مناطق با مساحت کمتر از ۲۰ هکتار به‌دلیل فقدان ارزش کافی برای مدیریت و برنامه‌ریزی طبیعت‌گردی حذف شدند. مناطق باقیمانده با تعریف سناریوهای گوناگون، بر اساس میزان شایستگی ناحیه‌ای سرزمین (ZLS) و مساحت به‌صورت نزولی اولویت‌بندی شد.

$$Sz = \frac{\sum(Li)z}{nz} \qquad (۲)$$

Sz: شایستگی ناحیه‌ای سرزمین، z (Li): میزان شایستگی سلول Li متعلق به منطقه z، nz: تعداد سلول‌های تشکیل‌دهنده منطقه z هستند.

نتایج

بعد از ادغام وزن‌های مربوط به پرسش‌نامه‌ها در نرم‌افزار Expert Choice ، وزن نهایی هر کدام از معیارها و زیرمعیارها به‌دست آمد (جدول ۳). ضریب ناسازگاری مقایسه‌های زوجی معادل ۰/۰۵ به‌دست آمد که چون کوچک‌تر از ۰/۱ است، قابل قبول و نسبتاً مطلوب است. با توجه به جدول ۳ فاصله از رودخانه از نظر کارشناسان دارای بیشترین اهمیت برای مکان‌یابی اکوپارک است و زیرمعیار دما دارای کمترین وزن و امتیاز برای دستیابی به هدف مطالعه است. با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) نقشه تناسب منطقه برای کاربری مورد نظر به‌دست آمد (شکل ۲- الف).

جدول۲. توابع گسسته استاندارد شده

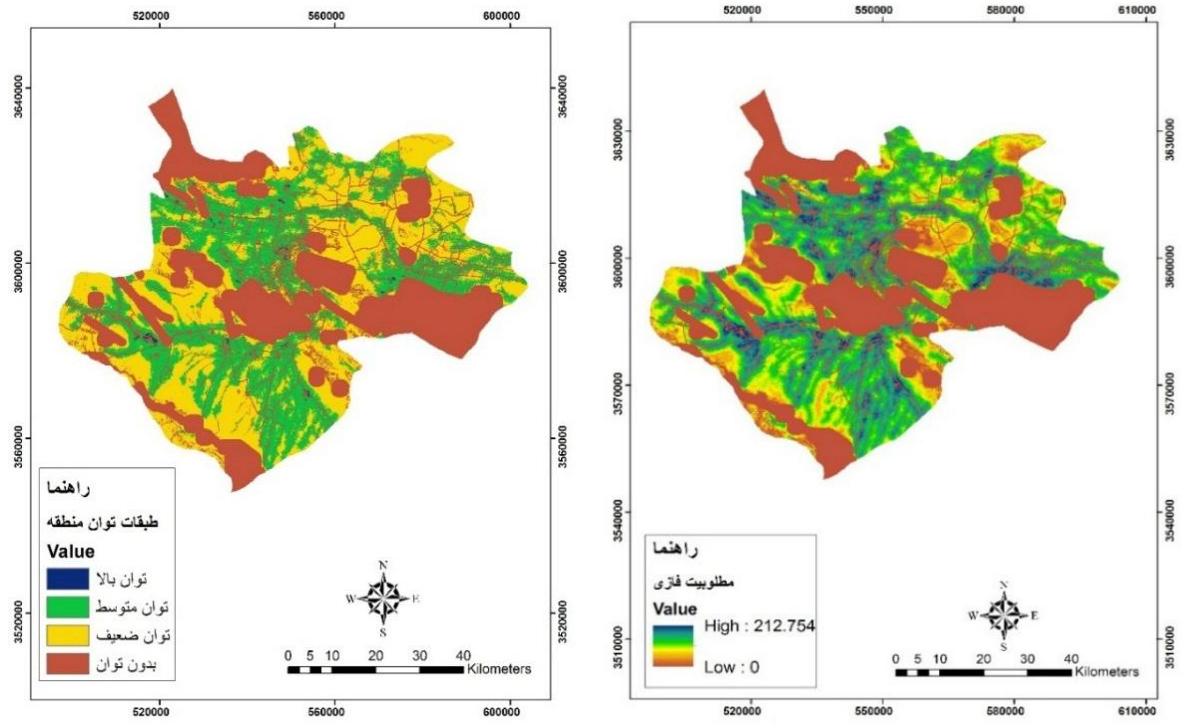
زیرمعیار	منابع داده‌ها	مطلوبیت
چهت	نقشه رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری	جنوبی (آفتابگیر) ۲۵۵، جنوب غربی ۲۲۳، غرب ۱۹۱، جنوب شرق ۱۶۰، شرق ۱۲۸، بدون جهت ۶۴، شمال غرب ۵۴، شمال شرق ۳۴، شمال ۲۶
کاربری اراضی	مطالعات آمایش سرزمین و سند راهبردی توسعه استان اصفهان (۱۳۹۳)	محدوده جنگلی ۲۵۵، مرتع متوسط ۲۲۰، مرتع ضعیف ۱۹۱، کشت دیم ۱۷۰، کشاورزی ۱۰۲، زمین بایر۹۶، باغ ۸۵، ماهیگیری۷۰، مناطق مسکونی و شهری ۵۰ و مناطق آبی، نمکزار، فرودگاه، مناطق صخره‌ای و بیرون‌زدگی سنگی ارزش فازی صفر
پوشش گیاهی	مطالعات آمایش سرزمین و سند راهبردی توسعه استان اصفهان (۱۳۹۳)	تراکم پوشش گیاهی ۵۰-۲۵ درصد ۲۵۵، ۲۵-۱۰ درصد ۱۹۱، کمتر از ۱۰ درصد ۱۲۸، تراکم پوشش گیاهی خیلی کم ۶۴، مناطق بدون پوشش گیاهی ۲۶
سرعت باد غالب	اداره هواشناسی استان اصفهان	سرعت ۲/۳۳- ۱/۸۴ متر بر ثانیه ۱۲۸، ۲/۷۴- ۲/۳۳ متر بر ثانیه ۱۹۱، ۳/۳۲- ۲/۷۴ متر برثانیه ۲۵۵
عمق خاک	نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ منابع اراضی موسسه تحقیقات آب و خاک	خاک‌های عمیق ۲۵۵، خاک‌های نیمه‌عمیق ۱۷۰ و خاک‌های کم‌عمق ۸۵
بافت خاک	نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ منابع اراضی موسسه تحقیقات آب و خاک	لومی، شنی لومی ،سیلتی لومی، سیلتی ۲۴۰، رسی لومی، شنی رسی لومی، سیلتی رسی لومی ۱۹۱، شنی، شنی لومی ۱۵۳، رسی، شنی رسی، سیلتی رسی ۶۴
سنگ‌شناسی	نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور	توف آتش‌فشانی آندزیتی و سنگ آهک و بستر انبوهی از ریف‌هایی از سنگ آهک خاکستری تیره و در قسمت بالایی دولومیت زرد ۲۵۵، بستر انبوهی از سنگ آهک دولومیتی بزرگ و مقدار کمی از بستر سنگ آهک و مارن۲۳۰، سنگ کرتاسه۲۳۰، کنگلومرا و ماسه سنگ۲۲۰، کنگلومرا ۱۹۱، ماسه سنگ و کوارتز و شیل و سنگ آهک ۱۲۸، تراس های آبرفتی ۱۲۸، شیل و کنگلومرا و ماسه سنگ و سنگ آهک۱۱۰، شیل و ماسه سنگ۹۰، مارن و شیل با تداخل سنگ آهک۸۰، تپه‌های ماسه‌ای و ورقه‌های ماسه‌ای۲۶، رس ۱۰

نقشه به‌دست آمده دارای مطلوبیتی بین صفر تا ۲۱۲/۷۵ است. پس از تهیه نقشه مطلوبیت فازی منطقه برای مدیریت بهتر و دسته‌بندی اطلاعات اقدام به طبقه‌بندی و رتبه‌بندی نقشه مطلوبیت فازی شد. طبقه یک (توان بالا) ارزش فازی ۱۹۲ تا ۲۱۲/۷۵، طبقه دو (توان متوسط) ارزش فازی ۱۵۰ تا ۱۹۲، طبقه سه (توان ضعیف) ارزش فازی صفر تا ۱۵۰ ، طبقه چهار (بدون توان) ارزش فازی صفر دارد (شکل ۲- ب). داشتن مساحت مناسب و مطلوبیت سرزمین برای ایجاد اکوپارک بسیار مهم است. بنابراین مناطقی که در طبقه با توان بالا (طبقه یک) بودند و مساحت بیش از ۲۰ هکتار داشتند انتخاب شدند. درنهایت هفت منطقه با مساحت بیش از ۲۰ هکتار و مطلوبیت بالا مشخص شدند که در مجموع ۲۴۵/۹ هکتار مساحت دارند (شکل ۳). سپس این هفت منطقه بر اساس میزان شایستگی ناحیه‌ای سرزمین (ZLS) الویت‌بندی شدند. با توجه به نتایج

جدول۳. نتایج حاصل از وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها

هدف	معیار	زیر معیار	وزن نهایی
مکان‌یابی اکوپارک	منابع آب (۰/۲۲۳)	فاصله از رودخانه (۰/۶۷۲)	۰/۱۵۰
		فاصله از چشمه و چاه و قنات (۰/۳۲۸)	۰/۰۷۳
	حساسیت زیست‌محیطی (۰/۲۰۸)	فاصله از معدن (۰/۳۳۳)	۰/۰۶۹
		فاصله از گسل (۰/۳۳۳)	۰/۰۶۹
		فاصله از مناطق حفاظت‌شده (۰/۳۳۳)	۰/۰۶۹
	دسترسی (۰/۱۵۹)	فاصله از مناطق شهری (۰/۳۲۰)	۰/۰۵۱
		فاصله از جاذبه‌ها (۰/۳۹۹)	۰/۰۶۳
		فاصله از جاده (۰/۲۸۱)	۰/۰۴۵
	توپوگرافی (۰/۱۲۵)	شیب (۰/۶۳۸)	۰/۰۷۹
		جهت (۰/۱۴۳)	۰/۰۱۸
		ارتفاع (۰/۲۲۰)	۰/۰۲۷
	سیمای سرزمین (۰/۱۲۰)	کاربری اراضی (۰/۶۱۴)	۰/۰۷۴
		تراکم پوشش گیاهی (۰/۳۸۶)	۰/۰۴۶
	اقلیم (۰/۱)	دما (۰/۱۳۱)	۰/۰۱۳
		بارندگی (۰/۲۵۱)	۰/۰۲۵
		ساعت آفتابی (۰/۳۱۴)	۰/۰۳۱
		سرعت باد غالب (۰/۳۰۴)	۰/۰۳۰
	سنگ و خاک (۰/۰۶۶)	عمق خاک (۰/۳۶۶)	۰/۰۲۴
		بافت خاک (۰/۲۹۵)	۰/۰۱۹
		سنگ شناسی (۰/۳۳۹)	۰/۰۲۲

حاصل از به‌دست آوردن شایستگی ناحیه‌ای سرزمین برای مناطق مشخص شده، منطقه هفت برای دستیابی به هدف مطالعه دارای مطلوبیت بیشتری است. مناطق به‌دست آمده از نظر نوع کاربری اراضی و وجود امکانات رفاهی و خدماتی مجدداً مورد بررسی قرار گرفتند و اولویت‌بندی شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از ارزیابی مناطق، منطقه هفت، پنج و سه نسبت به دیگر مناطق برای ایجاد اکوپارک مناسب‌تر هستند. منطقه هفت با مساحت ۸۵/۲ که در مجاورت بستر رودخانه زاینده‌رود و در باغ بهادران قرار دارد به‌دلیل داشتن شایستگی ناحیه‌ای سرزمین (ZLS) بالاتر و همچنین داشتن موقعیت مکانی، دسترسی، تسهیلات رفاهی بهتر و داشتن مساحت بالاتر بهترین منطقه برای ایجاد اکوپارک است



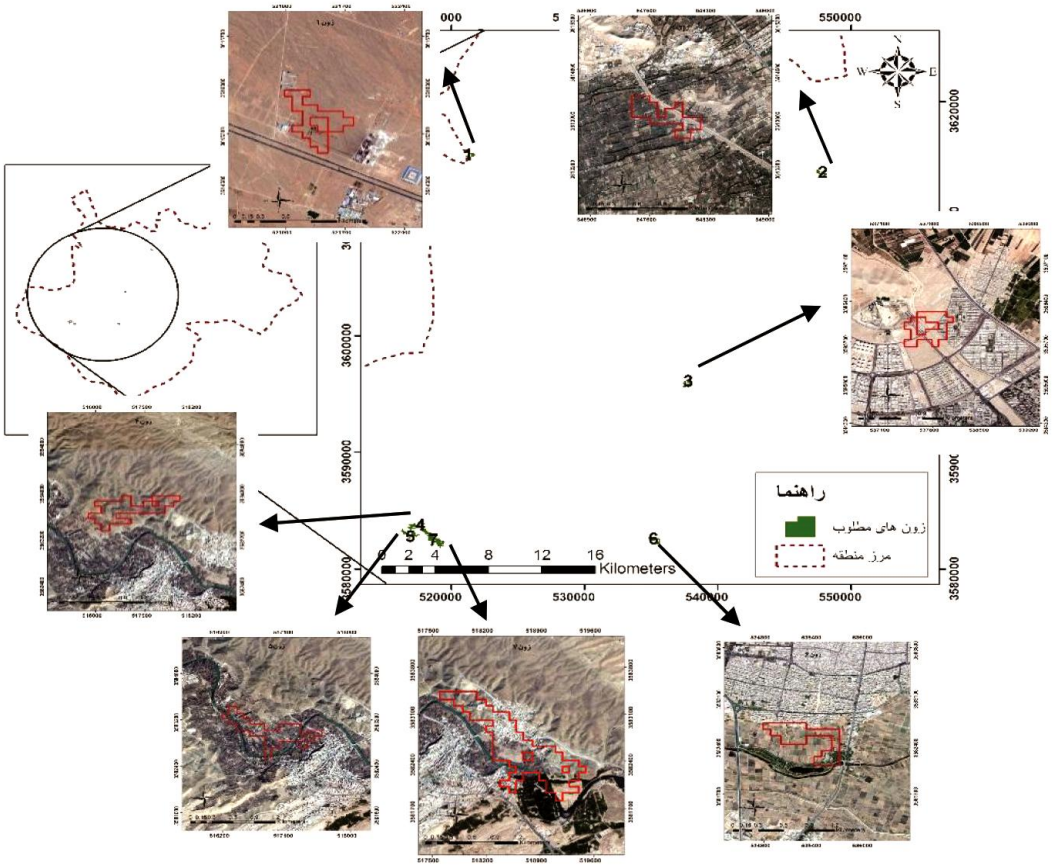
(الف) (ب)

شکل ۲. مطلوبیت منطقه مرکزی اصفهان برای ایجاد اکوپارک؛ الف) نقشه مطلوبیت فازی منطقه مرکزی اصفهان برای ایجاد اکوپارک و ب) نقشه طبقه‌بندی توان منطقه مرکزی اصفهان برای ایجاد اکوپارک (رنگی در نسخه الکترونیکی)

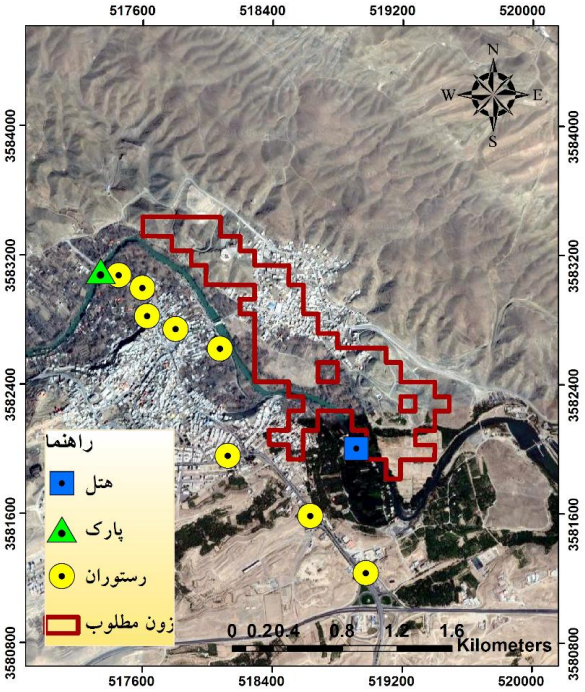
(شکل ۴). درنهایت توان پارک‌های موجود در منطقه برای تبدیل شدن به اکوپارک مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور لایه پارک‌های موجود در منطقه از طریق Google Earth به‌دست آمد. این لایه شامل ۱۰۳ پارک موجود در منطقه است. بعد از به‌دست آوردن نقشه طبقه‌بندی مطلوبیت فازی با رویهم‌گذاری این نقشه با لایه پارک‌های موجود در منطقه تناسب پارک‌های موجود در منطقه از لحاظ موقعیت مکانی برای تبدیل شدن به اکوپارک مورد بررسی قرار گرفت و پارک‌های موجود در هر طبقه توان مشخص شدند. در این مطالعه تناسب ۱۰۳ پارک موجود در منطقه فقط از جهت موقعیت مکانی برای تبدیل شدن به اکوپارک مورد بررسی قرار گرفت تا با برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح در جهت توسعه پارک‌های موجود در منطقه با تناسب بالا اقدام شود. پارک ساحلی سرارود در شهرستان مبارکه و پارک ساحلی زرین‌شهر در طبقه یک یا طبقه دارای توان بالا قرار گرفتند و با توجه به نتایج این مطالعه مناسب‌ترین مکان‌ها برای تبدیل شدن به اکوپارک هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که در فرایند طراحی اکوپارک به‌عنوان نمونه طراحی اکولوژیک، از یک‌سو باید برنامه فضایی فعالیتی و معیارهای طراحی اکوپارک تدوین شده و از سوی دیگر ارزیابی توان اکولوژیک سایت برای بارگذاری متناسب با پتانسیل‌های محدوده و دستیابی به بالاترین درصد بهره‌وری محیطی و کمترین تأثیرات منفی بر محیط زیست انجام شود. در این مطالعه برای امکان‌سنجی ایجاد اکوپارک در منطقه مرکزی استان اصفهان از تلفیق فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با GIS استفاده شد و یک منطقه به‌عنوان مناسب‌ترین منطقه برای ایجاد اکوپارک معرفی شد. مناطق معرفی شده در این مطالعه



شکل ۳. نقشه مناطق مطلوب برای ایجاد اکوپارک



شکل ۴. موقعیت منطقه مطلوب و انتخاب شده برای ایجاد اکوپارک

دارای توان بالقوه برای ایجاد اکوپارک از نظر معیارهای درنظر گرفته در این پژوهش هستند و احداث اکوپارک در این مناطق مستلزم مطالعات تفضیلی بیشتری است. نکته‌ای که در ارزیابی چندمعیاره برجسته است و در این پژوهش نیز آشکار بود، دقت و توجه کافی هنگام انتخاب داده‌ها و نیز امتیازدهی به آنها است. در این خصوص مقیاس خوب نقشه‌های خام و دقت بالای داده‌های ورودی موجب افزایش کارایی و نمایش بهتر نقشه‌های پهنه‌بندی نهایی می‌شود که بایستی از سوی پژوهشگران و کارشناسان امر مد نظر قرار گیرد (۵). قابلیت استفاده همزمان از روش‌های تصمیم‌گیری چندمتغیره و اخذ خروجی‌های با صحت بالا در مطالعات متعددی به اثبات رسیده است (۱۰، ۲۰ و ۳۰). رکن‌الدین افتخاری و همکاران (۲۳) با روش ارزیابی چندمعیاره، مناطق روستایی دارای پتانسیل را در رود دره‌های گردشگری استان تهران شناسایی و انتخاب کردند و نتایج حاکی از آن بود که این روش به‌خوبی توانسته است پتانسیل اکوتوریسم را در منطقه مطالعاتی تبیین کند. نتایج وزن‌دهی به معیارها در این مطالعه به مطالعه پیران و همکاران (۲۱) در زمینه مکان‌یابی پارک جنگلی در شهرستان بدره نزدیک است. زیرا در هر دو مطالعه معیار فاصله از رودخانه و بعد از آن شیب دارای وزن بیشتری است. همچنین در هر دو مطالعه معیار سنگ‌شناسی و بافت خاک وزن کمی داشتند. اهمیت معیارها و عوامل به‌طور کلی به شرایط منطقه بستگی دارد. با توجه به مشکل کمبود آب معیار نزدیکی به رودخانه و منابع آبی وزن بیشتری را از نظر کارشناسان در منطقه مورد مطالعه گرفت. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در منطقه به‌دلیل وجود مراکز خدماتی، رفاهی و اقامتی مانند هتل، رستوران، فروشگاه در اطراف منطقه انتخاب شده برای ایجاد اکوپارک یا منطقه هفت امکانات رفاهی مورد نیاز گردشگران در این منطقه فراهم می‌شود و این امر بر جاذبه گردشگری منطقه می‌افزاید. در مطالعه نوروزی و همکاران (۱۹) و سیادت و پیرعلی (۲۸) در زمینه مکان‌یابی اکوپارک نیز درنهایت معیار وجود تسهیلات رفاهی در رابطه با مناطق مستعد برای ایجاد اکوپارک مورد بررسی قرار گرفت و به‌عنوان معیاری مهم در زمینه گردشگری معرفی شد.

منابع مورد استفاده

1. Alipour, E., E. Hosseini and B. Alipour. 2012. A comprehensive approach to ecopark to achieve sustainability in modern cities. The First Regional Conference on Architecture & Urban Development, University of Applied Sciences, Saqez, Iran, 17 May 2012.
2. Bobade, S. V., B. P. Bhaskar, M. S. Gaikwad, P. Raja, S. S. Gaikwad, S. G. Anantwar, S. V. Patil, S. R. Singh and A. K. Maji. 2010. A GIS-based land use suitability assessment in Seoni district, Madhya Pradesh, India. *Tropical Ecology* 51(1): 41-54.
3. Chen, Y., J. Yu and S. Khan. 2010. Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation. *Environmental Modelling & Software* 25(12): 1582-1591.
4. Eastman, J. R. 2003. IDRISI Kilimanjaro: guide to GIS and image processing. Clark University, USA, 171 p.
5. Esfandiari, F. and M. Gharchurlu. 2018. Evaluating ecotourism potentials of Ahar county based on fuzzy multicriteria analysis. *Geography and Urban Development* 26: 45-62.
6. Georgiou, A. G. and D. Skarlatos. 2016. Optimal site selection for sitting a solar park using multi-criteria decision analysis and geographical information systems. *Geoscientific Instrumentation Method and Data Systems* 5: 321-332.
7. Ghadermarzi, H., S. Kashefidust, J. Ghadermarzi and D. Kashefidust. 2016. Analysis of the spatial-location distribution of green spaces and optimal location of city parks using ANP model and network analysis (case study: Piranshahr). *Geography and Development* 14(42): 145-160.
8. Giordano, L. and P. S. Riedel. 2008. Multi-criteria spatial decision analysis for demarcation of greenway: A case study of the city of Rio Claro, Sao Paulo, Brazil. *Landscape and Urban Planning* 84(3-4): 301-311.
9. Jafari, Z., A. R. Mikaeali, M. Mohammadzadeh and O. Abdi. 2010. Evaluation of ecotourism competence in Golestan National Park through weighted linear combination method. *Renewable Natural Resources Research* 4(2): 25-37.
10. Joerin, F. and A. Musy. 2000. Land management with GIS and multicriteria analysis. *International Transactions in Operational Research* 7(1): 67-78.
11. Mahdavi, A., O. Karami and J. Mirzaei. 2011. Evaluation ecotourism potentials of Badreh region in Ilam province using GIS. *Natural Ecosystems of Iran* 2(2): 63-74. (In Farsi).

12. Mahini, A. S. and M. Gholamalifard. 2006. Siting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in a GIS environment. *International Journal of Environmental Science & Technology* 3(4): 435-445.
13. Malczewski, J. 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in planning* 62(1): 3-65.
14. Masoudi, M., A. Salman mahini, M. Mohammadzadeh and H. Mirkarimi. 2016. Application of multi-criteria evaluation and GIS to ecotourism planning in protected area (case study: MianKale Wildlife Refuge). *Natural Environment* 1(69): 211-229. (In Farsi).
15. McNeil, B. E., R. E. Martell and J. M. Read. 2006. GIS and biogeochemical models for examining the legacy of forest disturbance in the Adirondack Park, NY, USA. *Ecological Modelling* 195(3-4): 281-295.
16. Mirzaei, F. 2015. Importance of the relationship between healthy environment and recycling of waste with tourist attraction through ecopark creation. The First National Conference on Tourism, Geography and Clean Environment, Hamedan, Iran, 21 May 2015.
17. Mofidishemirani, M., M. J. Mahdavinejad and E. Alavizadeh. 2009. Ecological park; natural- cultural Ecology. *Architecture and Urban Development* 3: 78-89.
18. Movahed, S., H. A. Leghaei and F. Habib. 2016. Ecological park design; A stage for environmental sustainability in cities (case study: southwest of Mashhad). *Urban Design & Management* 3(18): 203-221.
19. Norouzi, R., H. A. Leghaei and H. Bahmanpour. 2015. Urban ecopark Site selection for design, development and equipping using AHP method (case study: Torbat Heydarieh Ecopark). The First International Conference and the Third National Conference on Architecture, Construction & Urban Environment, Permanent Secretariat Conference, Hamedan, Iran, 19 December 2015.
20. Ok, K. 2006. Multiple criteria activity selection for ecotourism planning in Igneada. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 30(2): 153-164.
21. Piran, H., R. Maleknia, H. Akbari, J. Soosani and O. Karami. 2013. Site selection for local forest park using analytic hierarchy process and geographic information system (case study: Badreh County). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 6(7): 930-935.
22. Razzaghian, F. and M. R. Rahnama. 2012. Ecological analysis of urban parks (case study: Mashhad Metropolitan). *Ecology* 38(4): 155-168.
23. Roknaddin Eftekhari, A. R., H. A. Sajasi Gheidari, M. Pourtaheri and A. Azar. 2013. Application of integrated MCDM and GIS methods in identifying rural areas with ecotourism potentials. *Rural Research* 3(4): 641-660.
24. Saaty, T. L. 1980. The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority. Resource Allocation. RWS Publications, USA. 287 p.
25. Saaty, T. L. 1994. How to make a decision: the analytic hierarchy process. *Interfaces* 24(6): 19-43.
26. Safa, G. 2012. Evaluating ecotourism potentials of Isfahan Province using MCE. MSc. Thesis. Isfahan University of Technology. Isfahan, Iran. (In Farsi)
27. Salman Mahini, A., B. Riazi, B. Naeemi, S. Babaee Kafaki and A. Javadi Larijani. 2008. Evaluation of ecotourism potentials of Behshahr county based MCE and Using GIS. *Environmental Science and Technology* 1(11): 187-198.
28. Siyadat, S. and A. R. Pirali. 2014. Ecopark site selection in Qeshm Island using AHP. Second National Conference on Applied Research in Geography and Tourism, Applied Scientific University, Tehran, Iran, 16 December 2014.
29. Uy, P. D. and N. Nakagoshi. 2008. Application of land suitability analysis and landscape ecology to urban greenspace planning in Hanoi, Vietnam. *Urban Forestry & Urban Greening* 7(1): 25-40.
30. Zhou, P., B. W. Ang and K. L. Poh. 2006. Slacks-based efficiency measures for modeling environmental performance. *Ecological Economics* 60(1): 111-118.
31. Zucca, A., A. M. Sharifi and A. G. Fabbri. 2008. Application of spatial multi-criteria analysis to site selection for a local park: A case study in the Bergamo Province, Italy. *Journal of Environmental Management* 88(4): 752-769.

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

Ecopark Site Selection in Central Isfahan Province

A. Darahaki[1*], M. Malekian[1] and S. Pourmanafi[1]

(Received: March 03-2019; Accepted: July 31-2019)

Abstract

Today's situation in cities requires that planned parks be set up to create ecological equilibrium. The current study was aimed to identify suitable zones for establishing ecoparks in the central region of Isfahan province; this was done using seven effective criteria including topography, landscape, climate, rock and soil, water resources, environmental sensitivity, and accessibility. The weights of the criteria and the subcriteria were obtained using the analytic hierarchy process (AHP) with expert opinions. All layers were combined using weighted linear combination (WLC) and the land suitability maps for ecoparks were produced. After evaluating and prioritizing suitable zones, finally, the zone with an area of 85.2 hectares, which was located in the Bag Bahadoran district and adjacent to the Zayanderood River, was selected as the most suitable one due to its larger area, more access to the welfare facilities, and higher ecological potentials. Also, the results obtained from overlaying the ecopark's land suitability map and the map of existing parks in the region suggested that Sararud coastal park, in Mobarakeh, and the coastal park, in Zarrin Shahr, can be suitable places for establishing ecopark in the region.

Keywords: Multi-criteria evaluation, Weighted linear combination, Geographic information system, Analytic hierarchy process

1. Dept. of Environ., Faculty of Natur. Resour., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mmalekian@cc.iut.ac.ir