

## ارزیابی توان طبیعت گردی پارک ملی گلستان با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره و GIS

ضحی جعفری<sup>۱\*</sup>، علیرضا میکائیلی تبریزی<sup>۲</sup>، مرجان محمدزاده<sup>۳</sup> و امید عبدی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> رشته کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

نویسنده مسئول: zoha\_jafari@yahoo.com

<sup>۲</sup> دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

<sup>۳</sup> استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

<sup>۴</sup> کارشناس ارشد جنگلداری، اداره منابع طبیعی گرگان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۶/۱۲

### چکیده

توسعه گردشگری در مناطق حفاظت شده، هم برای مدیریت منطقه و هم برای گردشگران مزایای فراوانی به همراه دارد. اما باید این مسئله را در نظر داشت که انجام فعالیت‌های گردشگری در غیاب برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح و بدون محاسبه ظرفیت و توان منطقه برای گردشگری، می‌تواند بر تجارب گردشگران و از آن مهم‌تر بر کیفیت و ویژگی‌های مناطق گردشگری اثر منفی داشته باشد. از این رو شناسایی مناطق مناسب و دارای توان، جهت گسترش و توسعه طبیعت گردی در مناطق حفاظت شده و پارک‌های ملی، به منظور بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی اهمیت به‌سزایی دارد. پارک ملی گلستان، به‌عنوان یکی از مناطق حفاظت شده، از جذابیت‌های توریستی قابل توجهی برخوردار است. تحقیق حاضر با استفاده از شیوه‌ای از روش ارزیابی چند معیاره به نام ترکیب خطی وزن دار WLC، با به کارگیری فن‌آوری GIS و روش وزن‌دهی AHP به تعیین مناطق مناسب گردشگری در پارک ملی گلستان پرداخته است. معیارهای به کار رفته در مراحل ارزیابی شامل فاصله از رودخانه، جاده، روستا، منابع آبی، زیستگاه حیات وحش، شیب و تراکم پوشش گیاهی بودند. در نهایت مناطق مناسب برای طبیعت گردی با درجات متفاوتی از توان و مطلوبیت تعیین گردید. طبق نقشه طبقه‌بندی شده توان طبیعت گردی، مناطق با توان بسیار بالا با ۰/۲۵ درصد کمترین مساحت و مناطق با توان بالا با ۱۲/۵ درصد بیشترین مساحت را به خود اختصاص دادند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که استفاده از روش WLC و روش وزن‌دهی AHP در فرآیند مکان‌یابی مناطق تفریحی کارایی بالایی دارد.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی چند معیاره، طبیعت گردی، وزن‌دهی، توان.

### مقدمه

غیاب برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح و بدون محاسبه توان منطقه، می‌تواند بر تجارب گردشگران و از آن مهم‌تر بر کیفیت مناطق مقصد اثر منفی داشته باشد. تعیین توان مناطق گردشگری می‌تواند به‌عنوان یکی از راه‌های موثر در کاهش میزان اثرات منفی در مناطق مقصد به خصوص در پارک‌های ملی محسوب شود.

منطقه مورد مطالعه این تحقیق - پارک ملی گلستان - اولین پارک ملی ایران است. فعالیت‌های

ترویج گردشگری در مناطق حفاظت شده، به‌عنوان ساز و کاری برای خودگردانی مالی، پشتوانه‌ای برای حفاظت و ابزاری برای تسهیل مدیریت این مناطق محسوب می‌شود (دربیگی، ۱۳۸۷). توسعه گردشگری در مناطق حفاظت شده، هم برای مدیریت منطقه و هم برای گردشگران مزایای فراوانی به همراه دارد، اما باید در نظر داشت انجام فعالیت‌های گردشگری در

در میان روش‌های ذکر شده، روش‌های ارزیابی چند معیاره رایج‌ترند و کاربرد بیشتری در مطالعات مکان‌یابی دارند.

موسوی (۱۳۸۹)، با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره و با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی به ارزیابی توان سیمای سرزمین برای کاربری تفرجی در منطقه ناژوان در استان اصفهان پرداخت. او پس از تهیه نقشه‌ها و تعیین وزن هر معیار، اقدام به ترکیب آن‌ها با استفاده از نوعی از روش ارزیابی چند معیاره به نام روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) نمود و زون‌های تفرجی را با کمک روش مکان‌یابی چند هدفه<sup>۸</sup> (MOLA) در کنار هم آرایش مکانی داد.

در نهایت تناسب منطقه ناژوان برای کاربری تفرجی تعیین شد. در مطالعه‌ای دیگر، Salman- (2006) Mahini & Gholamalifard، به مکان‌یابی لندفیل در شهر گرگان پرداختند. به این منظور، آن‌ها از روش WLC و روش وزن‌دهی (AHP) استفاده نمودند و مطلوبیت ناحیه‌ای سرزمین<sup>۹</sup> (ZLS) را برای این مناطق تعیین نمودند. Sener (2006) *et al.*، نیز در سال ۲۰۰۶، برای انتخاب مکان لندفیل از دو روش ارزیابی چند معیاره به نام تحلیل سلسله مراتبی و روش میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی<sup>۱۰</sup> (OWA) با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کردند که نتایج هر دو روش با یکدیگر سازگاری داشتند. روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)، یکی از روش‌های متداول در ارزیابی چند معیاره است که کاربرد وسیعی در GIS پیدا کرده است و در فرآیند ارزیابی و تهیه

تفرجی در این منطقه از سابقه طولانی برخوردار است (مجنونیان، ۱۳۷۸). با وجود میزان تقاضای بالای گردشگری در این منطقه، ارزیابی توان و تناسب آن جهت توسعه طبیعت‌گردی و بهره‌برداری پایدار از منابع این پارک، اهمیت به‌سزایی دارد. از این رو، این تحقیق به مکان‌یابی مناطق دارای توان برای گردشگری در این منطقه پرداخته است.

تفرج و حفاظت از اهداف مدیریتی اولیه در پارک‌های ملی می‌باشند. بر این اساس، در مراحل مکان‌یابی مناطق تفرجی، در کنار معیارهای گردشگری، ویژگی‌های حفاظتی نیز باید مد نظر قرار گیرند. برای دستیابی به این هدف، در بین روش‌های مختلف مکان‌یابی و ارزیابی تناسب سرزمین، روش‌های ارزیابی چند معیاره<sup>۱</sup> این امکان را فراهم می‌آورد که معیارهای گوناگون به‌طور همزمان در تعیین بهترین گزینه و مناسب‌ترین شرایط به کار گرفته شوند. به‌طور کل، می‌توان روش‌های ارزیابی توان و تناسب سرزمین را در سه گروه روی هم‌گذاری به کمک کامپیوتر، روش‌های ارزیابی چند معیاره، شامل تصمیم‌گیری چند معیاره و تصمیم‌گیری چندصفتی و روش‌های هوش مصنوعی<sup>۲</sup> شامل الگوریتم‌های تکاملی<sup>۳</sup>، برنامه‌ریزی ژنتیک<sup>۴</sup>، شبکه‌های عصبی مصنوعی<sup>۵</sup>، شبکه‌های خودکار<sup>۶</sup> و سیستم‌های فازی<sup>۷</sup> تقسیم بندی کرد (Malczewski, 2004).

<sup>1</sup> Multi-Criteria Evaluation

<sup>1</sup> Artificial Intelligence

<sup>2</sup> Evolutionary Algorithm

<sup>3</sup> Genetic Programming

<sup>4</sup> Artificial Neural Networks

<sup>5</sup> Cellular Automaton

<sup>6</sup> Fuzzy Systems

<sup>7</sup> Multi Objective Land Allocation

<sup>8</sup> Zonal Land Suitability

<sup>9</sup> Ordered Weighted Average

نقشه تناسب اراضی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطابق با نظر موسوی به نقل از هاپکینز (۱۹۷۷)، این روش بهترین روش برای تلفیق چند معیاره و ارزیابی چندمنظوره در محیط GIS است (موسوی، ۱۳۸۹). در مرحله ترکیب معیارها، بعضی از معیارها در برآورد مطلوبیت نهایی یک منطقه مهم هستند، درحالی‌که دیگر معیارها اهمیت کمتری دارند. این محدودیت را می‌توان، با وزن‌دار کردن فاکتورها و ترکیب آنها با روش ترکیب خطی وزن‌دار، برطرف نمود (سلمان‌ماهینی و کامیان، ۱۳۸۸). در این روش هر فاکتور استاندارد شده در وزن متناظر با آن فاکتور ضرب شده و نتایج تمامی فاکتورها با یکدیگر جمع و بر تعداد فاکتورها تقسیم می‌شوند (موسوی، ۱۳۸۹). تحقیق حاضر، با استفاده از روش WLC، با به کارگیری فن‌آوری GIS و روش وزن‌دهی AHP به تعیین مناطق مناسب به‌منظور توسعه پایدار گردشگری در پارک ملی گلستان می‌پردازد.

### مواد و روش‌ها

پارک ملی گلستان، منطقه‌ای کوهستانی است که در منتهی‌الیه شرق جنگل‌های شمال کشور (شکل ۱) واقع شده است. این پارک در سال ۱۳۵۷ با وسعت ۹۱۸۹۵ هکتار به‌عنوان اولین پارک ملی در ایران تحت حفاظت قرار گرفت. این پارک، از نظر موقعیت جغرافیایی در حد فاصل ۳۴" و ۱۶' و ۳۷° تا ۳۱" و ۰۰' و ۳۷° عرض شمالی و ۰۰" و ۴۳' و ۵۵° تا ۴۵" و ۱۷' و ۵۶° طول شرقی قرار دارد (مجنونیان، ۱۳۷۸). پست‌ترین نقطه آن (تنگراه)، ۴۵۰ متر و بلندترین

نقطه آن (دیوور کچی)، ۲۴۱۱ متر از سطح دریا ارتفاع دارد (دهداردرگاهی و مخدوم، ۱۳۸۱). این پارک، در مسیر بزرگراه آسیایی تهران-مشهد واقع شده است و در حوزه قضایی سه استان خراسان، گلستان و سمنان قرار دارد. اما از نظر تشکیلات و مسئولیت حفاظتی تحت نظر اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان قرار دارد (مجنونیان، ۱۳۷۸).

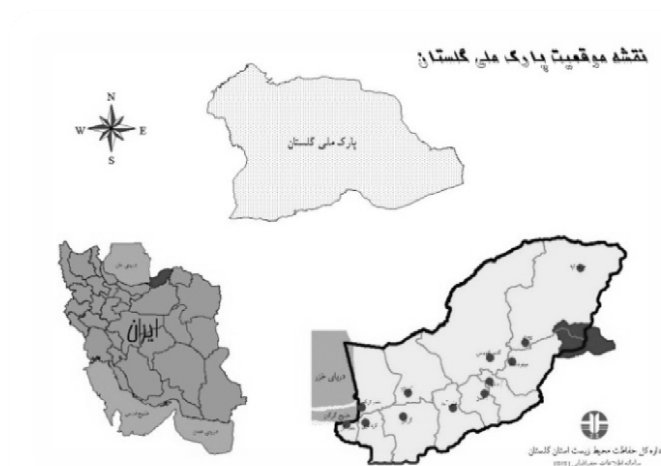
در این مطالعه برای تعیین مکان‌های مناسب برای تفرج گسترده و متمرکز در این پارک، از روش ترکیب خطی وزن‌دار استفاده گردید. مراحل کار ارزیابی چند معیاره به روش ترکیب خطی وزن‌دار به قرار زیر است:

- نوشتن مدل حرفی و تعیین معیارهای مؤثر برای مکان‌یابی؛
- ایجاد ساختار سلسله مراتبی معیارهای اصلی و فرعی؛
- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی معیارها و تعیین وزن هر معیار؛
- استاندارد کردن داده‌ها؛
- اعمال وزن‌ها و ترکیب و تلفیق نقشه‌های معیارها (جدول ۱) بر اساس روش ترکیب خطی-وزنی؛

- تحلیل نتایج و اطلاعات تولید شده. در طی این تحقیق از نرم‌افزارهای گوناگونی نظیر Arc-GIS جهت رقومی کردن داده‌ها و آماده‌سازی نقشه‌ها، نرم افزار Expert Choice به‌منظور تحلیل پرسشنامه‌های AHP و تعیین وزن هر معیار و نرم افزار Idrisi Klimanjarو به‌منظور اعمال توابع فازی بر روی نقشه‌ها و ادغام لایه‌ها به روش ترکیب وزنی خطی استفاده گردید.

پژوهش‌ها به دلیل کمبود وقت و نبود امکانات کافی انجام نمی‌شود (قدیمی، ۱۳۸۹). مطابق با سوابق، عموماً ساختار داده رستری به‌عنوان رهیافتی مناسب‌تر برای کاربردهای ارزیابی تناسب سرزمین شناخته شده است (Malczewski, 2004). از این‌رو کلیه نقشه‌ها به ساختار رستری تبدیل گردیدند. منطقه مورد مطالعه در زون  $n \times 40$  سیستم مختصات UTM واقع شده است و کلیه نقشه‌ها به این سیستم مختصات و اندازه سلول ۳۰ متر تبدیل شدند.

این نقشه‌ها با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شدند. به‌منظور استفاده از نقشه‌ها و تلفیق نهایی آن‌ها در محیط GIS، نکاتی نظیر وارد کردن لایه‌های اطلاعاتی با فرمت و مدل مناسب به محیط GIS، زمین مرجع کردن و انطباق دادن تمامی لایه‌ها با یکدیگر، یکسان ساختن اطلاعات از نظر اندازه سلول‌ها و سیستم مختصات جغرافیایی باید رعایت شوند (سلمان‌ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸). انجام این اصلاحات یکی از مهم‌ترین، وقت‌گیرترین و اساسی‌ترین نیازهای هر پژوهش در سامانه اطلاعات جغرافیایی است که بعضاً در



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

دارای اهمیت یکسان نیستند، اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر باید تعیین شود. بنابراین باید از روش مناسبی برای وزن‌دهی معیارها استفاده شود. در میان روش‌های وزن‌دهی، می‌توان به انواع روش‌های تکنیک ساده درجه‌بندی چند صفتی<sup>۱</sup>،

قابل ذکر است، با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه یکی از مناطق حفاظت شده و زیستگاه گونه‌های منحصر به فرد و حساس است، با توجه به وضعیت حفاظتی گونه‌ها (جدول ۲) و نقشه پراکنش گونه‌های کمیاب اقدام به تهیه نقشه محدودیت مناطق حفاظتی گردید.

پس از تعیین معیارها، از آنجایی که در فرآیند ارزیابی و مکان‌یابی، همه معیارهای مورد استفاده،

<sup>1</sup> Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)

قضاوت‌ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی گروهی است (قدسی‌پور، ۱۳۸۹). میانگین هندسی از رابطه ۱ محاسبه می‌گردد (جوزی و همکاران، ۱۳۸۸؛ قدسی‌پور، ۱۳۸۹).

رابطه (۱)

$$a_{12} = [a_{12}^1 \times a_{12}^2 \times \dots \times a_{12}^N]^{\frac{1}{N}}$$

که در آن N تعداد نظرات کارشناسی و  $a_{12}$  نتیجه قضاوت جمعی درباره اهمیت یک معیار نسبت به معیار دیگر است. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice وزن نهایی هر معیار و مقدار ناسازگاری (جدول ۵) به دست آمد. پس از وزندهی معیارها لازم است تمامی آن‌ها با روشی مناسب استاندارد گردند. زیرا معیارها در واحدهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌شوند و نقشه‌های معیار با یکدیگر قابل مقایسه نیستند. بر این اساس قبل از اینکه بتوان نقشه‌های معیار را در تصمیم‌گیری چند معیاره مورد استفاده قرار داد، باید آن‌ها را به صورت استاندارد درآورد (موسوی، ۱۳۸۹).

در روش ارزیابی چند معیاره به‌منظور استاندارد کردن داده، معیارها در دو دسته محدودیت و فاکتور جای می‌گیرند.

محدودیت شامل آن دسته از معیارها هستند که تحلیل را برای مناطق خاص جغرافیایی محدود می‌کنند. در واقع تصاویر لایه‌های محدودیت بر اساس جبر بولین<sup>۷</sup>، که در آن صفر نشان‌دهنده عدم تناسب و یک نشان‌دهنده تناسب است، نشان داده می‌شود. پس در هر لایه محدودیت، فقط دو عدد

<sup>۱</sup> Boolean

سویینگ<sup>۱</sup>، سایموس<sup>۲</sup>، موازنه‌ای- جایگشتی<sup>۳</sup>، رتبه‌بندی<sup>۴</sup>، درجه‌بندی<sup>۵</sup> و مقایسه دویه‌دو<sup>۶</sup> اشاره کرد (موسوی، ۱۳۸۹). در این مطالعه، برای وزندهی معیارها از روش مقایسه دویه‌دو استفاده گردید. روش مبتنی بر مقایسه دویه‌دو توسط ساعتی (۱۹۸۰)، در متن یک فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی ارائه شد (موسوی، ۱۳۸۹).

این روش از پیچیدگی‌های مدل به‌طور قابل توجهی می‌کاهد، زیرا تنها دو مؤلفه در یک زمان بررسی می‌گردند. این روش در سه مرحله انجام می‌گیرد: الف) تهیه ماتریس مقایسه در هر سلسله مراتب که از بالا آغاز شده و به پایین ادامه می‌یابد؛ ب) محاسبه وزن‌های هر عنصر سلسله مراتب؛ و ج) تخمین نسبت توافق. وی بیان می‌کند که اگر نسبت توافق بیشتر از ۰/۱ باشد، بهتر است تصمیم‌گیرنده در تصمیم خود تجدیدنظر کند (قدسی‌پور، ۱۳۸۹). وزن‌های نسبت داده شده در طیف عددی ۱/۹ تا ۹ قرار دارند. این مقادیر در جدول ۳ ارائه شده‌اند.

به‌منظور وزندهی به معیارها ابتدا پرسشنامه‌هایی تهیه و توسط تعدادی از متخصصین و کارشناسان تکمیل شد. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط افراد متخصص و کارشناس، مرحله ترکیب نظرات اعضای گروه (جدول ۴) صورت گرفت. اکزل و ساعتی نشان داد که میانگین هندسی، بهترین روش برای تلفیق

<sup>۲</sup> Sowing

<sup>۳</sup> Simos

<sup>۴</sup> Trade Off

<sup>۵</sup> Ranking

<sup>۶</sup> Rating

<sup>۷</sup> Pair wise comparison

جدول ۱. مواد و نقشه‌های معیار جهت مکان‌یابی

ردیف	نقشه‌های مورد نیاز	ردیف	نقشه‌های مورد نیاز
۱	نقشه شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا (تهیه شده از نقشه‌های توپوگرافی)	۶	نقشه تراکم پوشش گیاهی (تهیه شده از تصویر ماهواره‌ای landsat سال ۲۰۰۹ با روش NDVI <sup>۱</sup> )
۲	نقشه راه‌ها و خطوط ارتباطی (تهیه شده از نقشه توپوگرافی)	۷	منابع آبی، چشمه‌ها و قنات‌ها (تهیه شده از نقشه توپوگرافی)
۳	نقشه گسل‌ها (استخراج شده از نقشه‌های زمین‌شناسی)	۸	نقشه مناطق حفاظت شده (تهیه شده از سازمان حفاظت محیط‌زیست)
۴	نقشه فاصله از رودخانه (تهیه شده از نقشه توپوگرافی)	۹	نقشه زمین‌شناسی (تهیه شده از سازمان زمین‌شناسی)
۵	نقشه روستاها (سازمان حفاظت محیط‌زیست)	۱۰	نقشه مهمانسراها (سازمان حفاظت محیط‌زیست)

جدول ۲. طبقه‌بندی حفاظتی پستانداران شاخص منطقه (ضیایی، ۱۳۸۹)

نام گونه	قوانین شکار و صید (۷۸)	لیست سرخ IUCN	ضمایم CITES (۲۰۰۷)
خرس قهوه‌ای	حمایت شده	-	در معرض خطر
آهو	حمایت شده	آسیب پذیر	-
مرال	حمایت شده	-	-
پلنگ	حمایت شده	در معرض خطر	در معرض نابودی
قوچ و میش	حمایت شده	آسیب پذیر	در معرض خطر
کل و بز	-	آسیب پذیر	-

جدول ۳. مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی

مقدار عددی	ترجیحات (قضایات شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۸،۶،۴،۲	ترجیحات بین فواصل فوق

تئوری سری‌های فازی، به منظور استاندارد کردن معیارها به کار می‌رود.

به منظور فازی کردن نقشه‌های فاکتور، ابتدا باید نوع تابع فازی و نقاط آستانه<sup>۱</sup> تعیین شود. مرحله تعیین نقاط آستانه برای هر معیار به وسیله توابع فازی، با توجه به نظرات تصمیم‌گیران تغییر می‌کند. انتخاب تابع فازی مناسب و تعیین نقاط کنترل مناسب مرحله‌ای مهم در استاندارد کردن معیار است (Gorserski, 2010).

صفر و یک دیده می‌شود. فاکتورها معیارهایی هستند که درجات مطلوبیت را برای تمام مناطق جغرافیایی تعریف می‌کنند.

امتیاز فاکتور در محاسبه مطلوبیت کلی هر موضوع ممکن است زیاد و یا کم باشد (سلمان‌ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸). فاکتورها به مقیاس پیوسته مطلوبیت از ۰ تا ۲۵۵ (روش فازی) استاندارد می‌شوند و از تصمیم‌های سخت‌گیرانه بولین، که در آن هر منطقه از لحاظ معیار به مطلوب و نامطلوب تقسیم می‌شود، اجتناب شده است. اغلب همراه با روش WLC

<sup>۱</sup> Control Points

جدول ۴. مدل حرفی طبیعت گردی

معیارها	مطلوبیت	نوع تابع عضویت
شیب سرزمین	۰ تا ۵۰ درصد از ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۵۰ درصد معادل ۰	کاهنده خطی یکنواخت
تراکم پوشش گیاهی	بدون تراکم معادل ۱۵۰، نیمه تراکم معادل ۲۵۵ تراکم تا نیمه تراکم معادل ۲۰۰، تراکم معادل ۰	گسسته
فاصله از روستا	۰ تا ۴۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا صفر، بیش از ۴۰۰۰ معادل ۰	کاهنده خطی یکنواخت
فاصله از رودخانه	۰ تا ۱۰۰ متری معادل ۰، ۱۰۰ تا ۳۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا صفر بیش از ۳۰۰۰ متری معادل ۰	کاهنده خطی یکنواخت
فاصله از آبراهه	۰ تا ۲۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا ۰	کاهنده خطی یکنواخت
فاصله از راه اصلی	۰ تا ۱۰۰ متری معادل ۰، از ۱۰۰ تا ۳۰۰ معادل ۲۵۵ ، ۳۰۰ تا ۵۰۰ متری از ۲۵۵ تا ۰، بیش از ۵۰۰ معادل ۰	کاهنده خطی یکنواخت
فاصله از راه فرعی	از ۰ تا ۳۰۰۰ از ۲۵۵ تا ۰	کاهنده خطی یکنواخت
فاصله از مناطق حفاظتی	۰ تا ۱۰۰ متر ۰، از ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر از ۰ تا ۲۵۰ ، بالاتر از ۳۰۰ معادل ۲۵۰	افزاینده خطی یکنواخت
فاصله از منابع آبی	۰ تا ۲۰۰۰ متر از ۲۵۵ تا ۰	کاهنده خطی یکنواخت

درصد و مناطق حفاظتی هستند. پس از تعیین وزن و استاندارد نمودن نقشه‌ها، می‌توان اقدام به ترکیب آن‌ها نمود. به منظور ارزیابی با استفاده از روش WLC ابتدا بر اساس رابطه ۲، هر یک از عوامل در وزن متناظر خود ضرب گردید. سپس با جمع نتایج حاصل و ضرب آن در حاصلضرب محدودیت‌ها، مناطق نامناسب حذف و نقشه تناسب منطقه برای کاربری مورد نظر به دست آمد.

$$S = \sum W_i X_i \text{ II } c_j \quad (2) \text{ رابطه}$$

که در آن  $S$ : مطلوبیت،  $W_i$ : وزن عامل  $i$ ،  $X_i$ : ارزش فازی عامل  $i$ ،  $C_j$ : امتیاز معیار محدودیت  $j$ ،  $II$ : نمایه حاصلضرب می‌باشد. (سلیمان ماهینی، ۱۳۸۷).

در نهایت با استفاده از نقشه فازی حاصل نقشه طبقات توان منطقه تهیه گردید. نقشه فازی حاصل (شکل ۲)، با استفاده از تابع Reclassify طبقه‌بندی و پس از آن به نقشه وکتور تبدیل گردید و پس از محاسبه مساحت هر زون، از آنجایی که واحدهای با مساحت کوچک در

توابع عضویت فازی، در نرم‌افزار Idrisi وجود دارند و عبارت از توابع S شکل<sup>۱</sup>، J شکل<sup>۲</sup>، خطی افزایشی<sup>۳</sup>، خطی کاهششی<sup>۴</sup> و توابع تعریف شده توسط کاربر<sup>۵</sup> هستند (موسوی، ۱۳۸۹). نوع تابع انتخاب شده برای هر معیار به مدل حرفی نوشته شده برای آن معیار بستگی دارد. لایه‌های فاکتور استفاده شده در این مطالعه و مدل حرفی هر یک در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که ذکر گردید در روش ارزیابی چند معیاره و به‌طور خاص در روش ترکیب خطی وزن‌دار یکسری از معیارها به صورت فاکتور و به روش فازی و یکسری به صورت محدودیت و به روش بولین استاندارد می‌شوند. معیارهای محدودیت در این مطالعه، شامل محدوده ۱۰۰ متری اطراف جاده، ۱۰۰ متری اطراف رودخانه اصلی، شیب بالای ۵۰

<sup>1</sup> Sinusoidal, and Users Defined

<sup>2</sup> J-Shaped

<sup>3</sup> Linear Increasing

<sup>4</sup> Linear Decreasing

<sup>5</sup> Users Defined

در محیط نرم‌افزار Expert Choice به‌دست آمد (جدول ۶). البته امکان محاسبه وزن نهایی هر معیار در نرم‌افزار Arc GIS 9.3 نیز وجود دارد. در نهایت، نتیجه ناسازگاری مقایسه‌های زوجی معادل ۰/۰۳ به‌دست آمد که قابل قبول و نسبتاً مطلوب است.

مدیریت نقش کمی دارند، اقدام به ادغام واحدهای کوچکتر از ۲۰ هکتار گردید.

### نتایج

وزن‌های به‌دست آمده از مجموع نظرات کارشناسی در متن یک جدول مقایسه‌های زوجی (جدول ۵) ارائه گردیده است. با استفاده از داده‌های این جدول، وزن هر معیار به روش AHP

جدول ۵. مقایسه دو به دو معیارهای طبیعت‌گردی

معیار ۱	معیار ۲	مقیاس
شیب	۱	۱
فاصله تا رودخانه	۱/۷	۱
فاصله تا جاده	۱/۶	۲
تراکم پوشش گیاهی	۱/۴	۳
فاصله تا منابع آب	۱/۸	۱/۲
فاصله تا مناطق روستایی	۱/۹	۱/۳
فاصله تا زیستگاه حساس	۱/۵	۲

جدول ۶. وزن تعیین شده برای هر معیار

ردیف	معیار	وزن
۱	شیب	۰/۱۸۵
۲	تراکم پوشش گیاهی	۰/۰۹۰
۳	فاصله از جاده	۰/۳۸۵
۴	زیستگاه حیات وحش	۰/۰۷۱
۵	فاصله از رودخانه	۰/۰۶۱
۶	فاصله از منابع آبی	۰/۰۹۷
۷	فاصله از روستا	۰/۱۱۱

این وزن‌ها و ترکیب نقشه‌های فازی و بولین با استفاده از مدل WLC در محیط نرم‌افزار ایدریسی

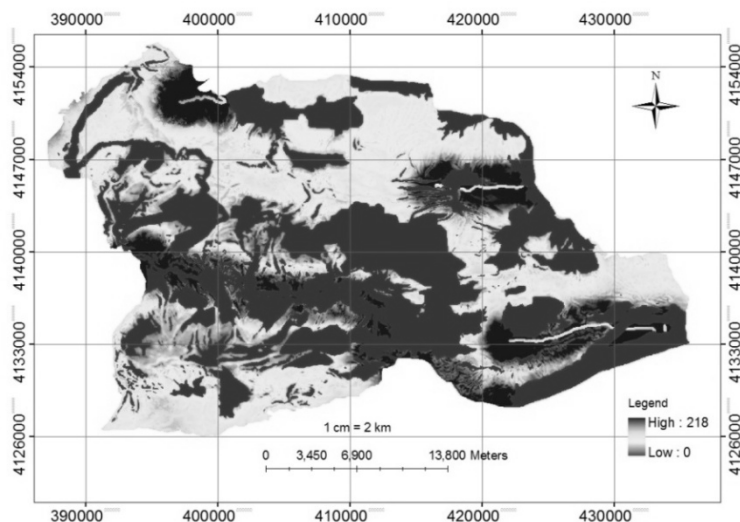
نتایج این وزن‌دهی، میزان اثر هر نقشه فازی را در ترکیب نهایی نقشه‌ها تعیین نمود. نتیجه اعمال



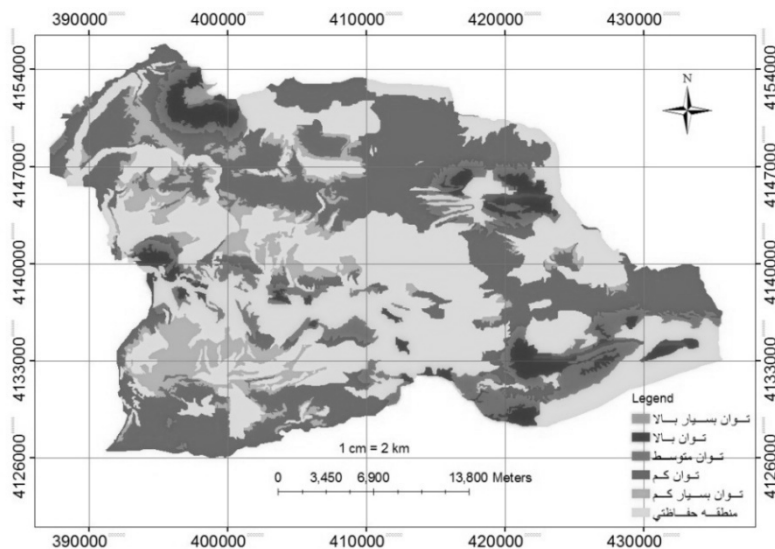
نهایت، منطقه مورد مطالعه، در ۶ طبقه با توان گردشگری بسیار بالا، بالا، متوسط، کم و بسیار کم و منطقه حفاظتی رتبه بندی شد. سپس نقشه رتبه بندی شده به نقشه وکتوری تبدیل شد و مبادرت به ادغام واحدهای با مساحت کمتر از ۲۰ هکتار گردید.

نقشه‌ای فازی است (شکل ۲)، که درجاتی از مطلوبیت را بر اساس ارزش‌هایی در محدوده ۰ تا ۲۵۵ برای تمام مناطق پارک تعریف می‌کند.

پس از تهیه نقشه فازی توان طبیعت گردی، برای مدیریت بهتر منطقه و دسته بندی اطلاعات، اقدام به رتبه بندی مطلوبیت (شکل ۲) گردید.



شکل ۱. نقشه فازی حاصل از روش ارزیابی چند معیاره WLC



شکل ۲. نقشه طبقه بندی شده توان طبیعت گردی

**بحث و نتیجه گیری**

در این مطالعه به منظور تعیین مناطق مناسب گردشگری، ۷ لایه فاکتور و ۴ لایه محدودیت به کار رفت. با توجه به نقشه رتبه‌بندی شده توان سرزمین برای کاربری طبیعت گردی، مناطق دارای توان بسیار بالا ۰/۲۵، دارای توان بالا ۱۲/۵، توان متوسط ۸/۸۹، دارای توان کم ۰/۳۴ و دارای توان بسیار کم ۹/۶۱ درصد مساحت پارک را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین مناطق دارای اهمیت بالای حفاظتی و مناطق دارای محدودیت ۴۲ درصد پارک، به مساحت ۳۸۱۸۵ هکتار را تشکیل داده‌اند. از بین مناطق دارای توان گردشگری، مناطق دارای توان متوسط بیشترین و مناطق دارای توان بسیار بالا کمترین مساحت را دارند.

به منظور وزن‌دهی معیارها در این مطالعه از روش مقایسه زوجی استفاده شد. این روش از پیچیدگی‌های مدل به طور قابل توجهی می‌کاهد، زیرا تنها دو مؤلفه در یک زمان بررسی می‌گردند. از دیگر مزیت‌ها اینکه، کلیه افراد اعم از متخصصین و افراد غیرمتخصص می‌توانند این روش را به کار ببرند. همچنین این روش چارچوبی را جهت مشارکت گروهی در قضاوت‌ها فراهم می‌کند.

در فرآیند وزن‌دهی، بیشترین وزن به جاده اصلی، شیب و فاصله از مناطق روستایی اختصاص داده شد. از این رو بیشترین ارزش در نقشه فازی (مناطق با توان بالا و متوسط) نیز در مناطق اطراف بزرگراه آسیایی (که از روستای تنگراه در منطقه غربی پارک وارد و رباط قره‌بیل در منطقه شرقی پارک خارج می‌شود) و روستاها مشاهده گردید. نکته حائز اهمیت اینکه ترتیب اهمیت معیارها در این مطالعه با نتایج مطالعه

محمودی و دانه‌کار در سال (۱۳۸۸) که به منظور تحلیل معیارها و عوامل محیطی - اکولوژیک مؤثر بر توان تفریحی سامان عرفی منج در جنگل‌های شهرستان لردگان از طریق ارزیابی چند معیاره بر اساس بررسی مطالعات پیشین انجام شد، مشابهت دارد. او نشان داد که شیب، امکان دسترسی، وجود و کیفیت منابع آبی بیشترین تأثیر را بر فرآیند ارزیابی توان تفریحی دارد.

روش به کار رفته به منظور ترکیب لایه‌های اطلاعاتی در این تحقیق روش ترکیب خطی وزن‌دار است که مزایای فراوانی نسبت به روش ترکیب بولین دارد. نتایج مطالعه ایرجی (۱۳۸۷) در منطقه حفاظت‌شده عباس‌آباد نیز این مطلب را تأیید می‌نماید. در منطق بولین، نتایج حاصله دارای ریسک کمتری بوده و از اطمینان بیشتری برخوردار است، اما در روش بولین، اینکه در میان مناطق منتخب کدامیک با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده بهترین هستند، نامفهوم است. روش WLC از طریق تعیین میزان ارجحیت معیارها نسبت به یکدیگر، امکان در نظر گرفتن شرایط انعطاف‌پذیرتر را فراهم ساخته و مکان‌یابی را در حالت‌های مختلف از لحاظ ریسک و جبران میسر می‌سازد. مزیت دیگر این روش اینکه، امکان بررسی همزمان معیارهای مربوط به توان اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی را فراهم می‌کند.

سرزمین یک منبع محدود و آسیب‌پذیر است، اما بسیاری از سودمندی‌های آن اگر بی‌جا از آن استفاده نشود، ابدی و قابل تجدیدن (مخدوم، ۱۳۸۵). در سال‌های اخیر، برنامه‌ریزی برای تعیین نوع استفاده از سرزمین و تعیین قابلیت سرزمین برای بهره‌برداری، به‌عنوان راهی مطمئن برای تضمین پایداری منابع مد نظر قرار گرفته است. در

این راستا، سیستم اطلاعات جغرافیایی از دهه ۱۹۶۰ پیشرفت قابل لمسی را در برنامه‌ریزی فضایی استفاده از سرزمین ایجاد نمود (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۳) تا به توسعه روش‌های مختلف تعیین قابلیت سرزمین برای کاربری‌های مختلف سرعت بخشید. تا آنجایی که در حال حاضر، به‌کارگیری روش‌های ارزیابی توان و تناسب مناطق، در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، جایگاهی اساسی را در مدیریت منابع و مناطق طبیعی به خود اختصاص داده است.

تعیین معیارها و وزن هر معیار یکی از مراحل اصلی و تأثیرگذار در روش‌های ارزیابی چند معیاره است. از این رو انجام مطالعاتی به‌منظور تعیین معیارها از جنبه‌های گوناگون اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیک و همچنین سنجش میزان اهمیت آنها از دید گردشگران و کارشناسان می‌تواند به افزایش کیفیت و بالا بردن سطح نتایج کمک کند.

مناطق گردشگری را می‌توان از نظر انواع معیارها نظیر تسهیلات، نوع مسیرهای دسترسی، نوع وسایل حمل و نقل، نوع گونه‌های قابل مشاهده، ارزش گونه‌های قابل مشاهده و بسیاری معیارهای دیگر، طبقه‌بندی نمود. این کار از طرفی فرصت انتخاب مناطق مقصد گردشگری را به انواع گردشگران با علایق گوناگون می‌دهد و از طرف دیگر این مطالعات تصویری کلی از مناطق گردشگری را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد. Deng *et al* (2002)، به‌منظور ارزیابی کیفیت مناطق برای بازدیدکنندگان، از رتبه بندی مناطق حفاظت شده با روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده کرد. او در این ارزیابی معیارهای منابع گردشگری، تسهیلات

گردشگری، جوامع محلی، دسترسی و جاذبه‌های پیرامونی را مد نظر قرار داد.

از آنجایی که داشتن چشم انداز مناسب یکی از معیارهای مهم و با ارزش در جلب گردشگران به مناطق تفریحی است، استفاده از روش‌های ارزیابی سیمای منظر و تعیین نقاط دارای چشم‌انداز و میدان دید وسیع می‌تواند در تعیین مناطق مناسب تر تفریحی در مراحل نهایی و در مقیاس‌های بزرگ‌تر کار مکان‌یابی مؤثر باشد.

### منابع

- ۱) ایرجی، ف.، ۱۳۸۷. ارزیابی پتانسیل‌های گردشگری طبیعی مناطق حفاظت‌شده استان اصفهان و مکان‌یابی محل‌های مناسب تفرج در یکی از این مناطق. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۶۰ صفحه.
- ۲) جوزی، ع.، و مرادی‌مجد، ن.، و عبداللهی، ه.، ۱۳۸۸. ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه بوالحسن دزفول به‌منظور استقرار کاربری گردشگری به روش تصمیم‌گیری چند معیاره. پژوهش‌های مجله علوم و فنون دریایی، سال ۴ (۴): ۷۱-۸۴.
- ۳) دربیگی، م.، ۱۳۸۷. ترجمه راهنمای مدیریت و برنامه‌ریزی گردشگری پایدار در مناطق حفاظت‌شده. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۷ صفحه.
- ۴) دهداردگاهی، م.، و مخدوم، م.، ۱۳۸۱. زون‌بندی پارک ملی گلستان، محیط شناسی. شماره ۲۹: ۷۷-۷۱.
- ۵) سلمان‌ماهینی، ع. ۱۳۸۷. ارزیابی توان طبیعت‌گردی در شهرستان بهشهر با روش ارزیابی چند معیاره و GIS. علوم تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۱ (۱): ۱۹۸-۱۸۷.

- زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۴ صفحه.
- موسوی، ز.، ۱۳۸۹. استفاده از روش ارزیابی چند معیاره ثر محیط GIS برای زون‌بندی منطقه نازوان در شهر اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته محیط زیست، دانشکده شیلات، مرتع و محیط زیست، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحات ۷۰-۱۰.
- 15) Deng, J., King, B., and T., Bauer. 2002. Evaluation natural attractions for tourism. *Annals of Tourism Research*, 29: 422-438.
- 16) Gorsevski, P. V., and Jankowski, P., 2010. An optimized solution of multi-criteria evaluation analysis of landslide susceptibility using fuzzy sets and Kalman filter. *Computers & Geosciences*, 36: 1005-1020.
- 17) Malczewski. J., 2004. GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. *Progress in planning*, 62 (2004): 3-65.
- 18) Salmanmahini, A., Gholamalifard, M., 2006. Sitting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in GIS environment. *Int. J. Envi. Sci. Tech.*, 3(4): 435-445.
- 19) Sener, B., Lutfi-Suzen, M., and Doyuran, V., 2006. Landfill site selection by using geographic information system. Department of Geological Engineering Original Article. *Enviro Geol.*, 49 : 376-388.
- ۶) سلمان‌ماهینی، ع.، و کامیاب. ح. ر.، ۱۳۸۸. سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. تهران: انتشارات مهر مهدیس، صفحات: ۲۷۴-۲۰۷.
- ۷) ضیایی، ه.، ۱۳۸۹. راهنمای صحرایی پستانداران. انتشارات کانون آشنایی با حیات وحش ایران. چاپ دوم، ۴۲۰ صفحه.
- ۸) قدسی‌پور، ح.، ۱۳۸۹. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر تهران. ۲۲۰ صفحه.
- ۹) قدیمی، م.، ۱۳۸۹. طبقه‌بندی منطقه حفاظت‌شده قرخود در استان خراسان شمالی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۱۰) مجنونیان، ه.، ۱۳۷۸. پارک ملی گلستان. انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۲۳ صفحه.
- ۱۱) محمودی، ب.، و دانه‌کار، ا.، ۱۳۸۸. تحلیل معیارها و عوامل محیطی - اکولوژیک مؤثر بر توان تفرجی سامان عرفی منج در جنگل‌های شهرستان لردگان از طریق ارزیابی چند معیاره (با بهره‌گیری از GIS). *مجله آمایش سرزمین*، سال ۱ (۱): ۵۵-۶۹.
- ۱۲) مخدوم، م.، ۱۳۸۵. شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۵ صفحه.
- ۱۳) مخدوم، م.، درویش‌صفت، ع.، جعفرزاده، ه. و مخدوم، ع.، ۱۳۸۳. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط

## Evaluation of Ecotourism Competence in Golestan National Park through Weighted Linear Combination Method

Z. Jafari<sup>\*1</sup>, A. R. Mikaeali-Tabrizy<sup>2</sup>, M. Mohammadzadeh<sup>3</sup> and O. Abdi<sup>4</sup>

- 1\*) M. Sc. Student in Environmental Science, Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University, Iran. Corresponding Author: zoha\_jafari@yahoo.com
- 2) Associate Professor, Environmental Science Department, Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University, Iran.
- 3) Assistant Professor, Environmental Science Department, Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan University, Iran.
- 4) Master of Natural Resources (GIS, RS), Gorgan University, Iran.

### Abstract

Development of tourism in preserved areas has many advantages both for their management and for tourists. But we should consider that tourism activities can have negative effects on tourism experiences and tourist resorts qualities and characteristics in the absence of an appropriate planning and management and without determining the capacity and capability of the area. Therefore, determining suitable areas for expansion and development of tourism in preserved areas and national parks is crucially important for sustainable exploitation of natural resources. Golestan National Park, as one of the preserved areas, has many significant tourist attractions. This study used weighted linear method, AHP and GIS to determine suitable ecotourism sites in this area. The criteria used in this study included the distance to the river, to the road, to the village, to water sources, to wildlife habitat, and the distance to slope and vegetation densities. Finally, appropriate areas for ecotourism with different degrees of suitability were determined. According to the classification map, the regions with very high potential have the minimum area of 0.25% and the regions with the high potential have the maximum area of 12.5% of the total study area. The research results indicated that the AHP weighting method and WLC method has high applicability in tourism site selection studies.

**Keywords:** Multi Criteria Evaluation, Ecotourism, Weighting, Potential/Competence.