بوم‌شناسی کاربردی/ سال سیزدهم / شماره اول / بهار ۱۴۰۳/ صفحات ۴۷ تا ۶۰

پهنه‌بندی چندهدفه مناطق تحت حفاظت با استفاده از روش‌های MCE و MOLA (مطالعه موردی: پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد، استان اصفهان)

رضا پیکانپورفرد[۱]، علیرضا سفیانیان[۲*]، محسن احمدی[۳] و سعید پورمنافی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۵)

چکیده

پهنه‌بندی مناطق تحت حفاظت راهکاری برای کاهش تعارضات بین اهداف مدیریتی متفاوت مانند حفاظت از تنوع‌زیستی به عنوان مهم‌ترین هدف و سایر اهداف فرعی نظیر بازسازی، گردشگری و کاربری پهنه‌های چندگانه و همچنین بسترسازی برای اتخاذ برنامه‌ها، اولویت‌ها و اقدامات مدیریتی می‌باشد. هدف این پژوهش، تخصیص پهنه‌های حفاظتی، بازسازی، گردشگری و چندگانه در پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد با در نظر گرفتن تداخل حاصل از سایر پهنه‌ها برای چیدمان بهینه پهنه‌های به ظاهر ناسازگار، با استفاده از ارزیابی چند معیاره (Multi Criteria Evaluation, MCE) می‌باشد. در این پژوهش، برای استانداردسازی معیارها از مدل‌های فازی و برای تعیین وزن آنها از مدل وزن‌دهی بهترین-بدترین استفاده شد. نقشه‌های مطلوبیت هر کاربری بصورت مجزا با استفاده از روش میانگین وزنی مرتب شده و نقشه پهنه‌بندی با استفاده از روش تخصیص بهینه (Multi Objective Land Allocation, MOLA) اراضی تهیه گردید. براساس نتایج، مطلوبیت نهایی پهنه ها در این مطالعه **بین صفر (کمترین مطلوبیت) و یک (بیشترین مطلوبیت) قرار دارد. در منطقه مورد نظر میانگین مطلوبیت پهنه‌های حفاظتی ۰/۸۲، بازسازی و احیا ۰/۹۸، گردشگری ۰/۸۲ و چندگانه ۰/۸۴ بوده است. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند به‌عنوان الگویی جهت برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی استفاده‌های سرزمین، در مناطق تحت حفاظت، مورد توجه قرار گیرد.**

واژه‌های کلیدی: مناطق حفاظت شده، تخصیص بهینه اراضی، میانگین وزنی مرتب شده، روش وزن‌دهی بهترین - بدترین

۱. دانشجوی دکتری آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. استاد. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۳. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۴. دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: soffianian@iut.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

مقدمه

برخی از پهنه‌های طبیعی منحصربه فرد هستند و به دلیل وجود زیست‌مندان موجود در آن ارزش حفاظتی دارند. در همه کشورها چنین مناطقی مورد حفاظت قرار می‌گیرند تا تمامی نسل‌ها بتوانند از آن استفاده کنند. این مناطق در ایران به ترتیب اولویت حفاظتی با نام‌های: پارک ملی، آثار طبیعی ملی، پناهگاه حیات‌وحش و مناطق حفاظت شده شناخته می‌شوند (۱۱).

حفاظت از تنوع زیستی در مناطق حفاظت شده به نحوه استفاده از مناطق اطراف آنها بستگی دارد. استفاده‌های مختلف از زمین در داخل یا مجاورت یک منطقه حفاظت شده، به دلیل تداخل در فرایندهای بوم‌شناختی، بر منطقه حفاظت شده تأثیر منفی می‌گذارد و حفاظت از گونه‌های موجود در منطقه را در معرض خطر قرار می‌دهد (۱). در نتیجه اهمیت هر منطقه حفاظت شده باتوجه به مقتضیات زمان و مکان مخصوص به خود، باید به سمت توسعه پایدار حرکت کند تا از مشکلات ذکر شده جلوگیری شود (۵).

هدف از پهنه‌بندی پارک‌ها و مناطق حفاظت شده ارائه راهکاری است که از طریق آن تعارضات مناطق حفاظت شده کاهش‌یافته و فرصت لازم برای اتخاذ تدابیر موردنیاز فراهم شود. مدیریت مناطق حفاظت شده براساس پتانسیل منابع طبیعی، سطح تعامل با مردم محلی و میزان اهمیت منطقه اعمال می‌شود. همچنین تعیین پهنه‌ها نیز نیازمند درنظرگرفتن توان منطقه موردنظر است که چه نوع پهنه‌هایی مورد نیاز است (۴ و ۱۵). برای شناسایی و تخصیص کاربری‌های مختلف به طور هدفمند در یک منطقه حفاظت شده، پهنه‌بندی آن ضرورت دارد. در این راستا توجه به روش هایی که براساس معیارهای حفاظت از منابع فیزیکی، زیستی و توسعه متناسب برای هر پهنه عمل می کنند، بسیار اهمیت دارد تا بهتر بتوان به تدوین فعالیت‌های هر پهنه رسید(۲۰).

پهنه‌بندی در مناطق تحت حفاظت مانند پناهگاه‌های حیات‌وحش ازآن‌جهت اهمیت پیدا می‌کند که بخش مهمی از قابلیت‌های اکوتوریستی ایران در این مناطق قرار دارد ولی تجارب محدودی در خصوص استفاده از قابلیت این‌گونه مناطق جهت توانمندسازی و توسعه پایدار کشور ارائه شده است (۸). در مناطق تحت حفاظت بسته به طبقه حفاظتی منطقه، علاوه بر حفاظت از گونه‌ها، زیستگاه‌ها و چشم‌اندازهای منطقه به‌عنوان اولویت اول، اهداف دیگری نظیر گردشگری، آموزش و پژوهش و ترویج و همچنین در برخی مناطق استفاده‌های پایدار انسانی هم تعریف شده است؛ درعین‌حال اجرایی‌شدن تمام این اهداف باید در راستای حفاظت از منابع ژنتیکی و زیستگاه‌های منطقه برنامه‌ریزی شوند (۱۲). پهنه‌بندی مناطق تحت حفاظتی راهکاری برای کاهش تعارضات بین اهداف یاد شده می‌باشد (۶). به‌طورکلی ۱۱ پهنه یا زون می‌تواند در مدیریت مناطق چهارگانه لحاظ شود. در پهنه‌بندی پناهگاه‌های حیات‌وحش حداقل دو پهنه حفاظت شده و استفاده چندگانه اجباری بوده و سایر پهنه‌ها مانند پهنه‌های بازسازی و گردشگری نیز براساس توان منطقه می‌تواند لحاظ شوند (۱۲).

باتوجه به اولویت و اهداف متفاوت، وجود معیارهای ناهمگون و گاهی متضاد طبیعی می‌باشد و درعین‌حال تصمیم‌گیری را برای پهنه‌بندی سخت خواهد کرد. روش‌ها و رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره باتوجه به ویژگی‌هایی که دارند تصمیم‌گیری در چنین شرایطی را ممکن و عملیاتی می‌کنند. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره که مراحل مختلف آن بر پایه نظرات کارشناسان و خبرگان می‌باشد به نسبت کارا بوده و چارچوب مناسبی برای کمک به تصمیم‌گیری‌های پیچیده ارائه می‌کنند. این تکنیک‌ها مجموعه‌ای از روش‌های تحلیلی است که به تصمیم‌گیرندگان در حل مسائل پیچیده کمک می‌کند (۱۳ و ۱۴).

همان‌طور که اهداف جدید برای افزایش حفاظت مبتنی بر منطقه مورد بحث قرار می‌گیرد، نگرانی فزاینده‌ای وجود دارد که چنین گسترشی ممکن است مردم محلی را نادیده بگیرد یا به حاشیه رلند (۹ و ۱۷). چگونگی تعیین اولویت‌های بالا به پایین

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

برای اجرای مناطق حفاظت شده جدید که تعامل مردم محلی و وابستگی آنها به تنوع زیستی را آشتی می‌دهد، همچنان یک چالش است که با نگاه سیستمی به آن می‌توان این چالش را برطرف کرد (۲۱). روش‌های آمایش سرزمین، ارزیابی سیستماتیک توان محیط‌زیست برای کاربری‌های مختلف است که هدف آن، انتخاب و اتخاذ بهترین کاربری ممکن باتوجه به توان بوم‌شناختی و پیشنهاد اجرای آن کاربری باتوجه به شرایط اقتصای-اجتماعی می‌باشد، به‌نحوی‌که کاربری اتخاذ شده نیازهای جاری مردم را به بهترین شکل در نظر بگیرد و درعین‌حال منابع را برای آینده حفظ کند (۱۶). به عنوان نمونه برای پهنه‌بندی پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو و کاهش تضاد بین کاربری‌های منطقه از روش ارزیابی چند معیاره (Multi Criteria Evaluation, MCE) و تخصیص اراضی چند هدفه (Multi Objective Land Allocation, MOLA) استفاده شد (۷). این مطالعه نشان داد که برای پهنه‌بندی مناطق تحت حفاظت می‌توان از روش‌های تخصیص چندگانه سرزمین استفاده کرد. در پژوهشی در چین (۲۲) از ادغام یک فرایند مشارکتی با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره براساس روش‌های ترکیب خطی وزنی ((Weighted Linear Combination (WLC) و میانگین وزنی مرتب شده ((Ordered Weighted (OWA) Average) برای پهنه‌بندی مناطق حفاظت شده استفاده شد. نتایج نشان داد که برنامه‌های مدیریتی تا قبل از سال‌های ۲۰۱۳ برای ذخایر طبیعی در چین بی‌اثر بوده و اهداف موردنظر را برای ایجاد تعادل بین حفاظت و توسعه برآورده نمی‌کند.

پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد با غنای بالای زیستی و تنوع توپوگرافی یکی از مناطق حفاظت شده شاخص فلات مرکزی ایران واقع در استان اصفهان است.

هدف از این پژوهش، تخصیص پهنه‌های حفاظتی، بازسازی، گردشگری و اهداف چندگانه در پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد با استفاده از تکنیک‌های ارزیابی چندمعیاره است. برای دستیابی به هدف پژوهش، ارزیابی توان منطقه و پهنه‌بندی پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد به ترتیب براساس روش مطلوبیت اراضی (OWA) و تخصیص اراضی چند هدفه (MOLA) انجام شد.

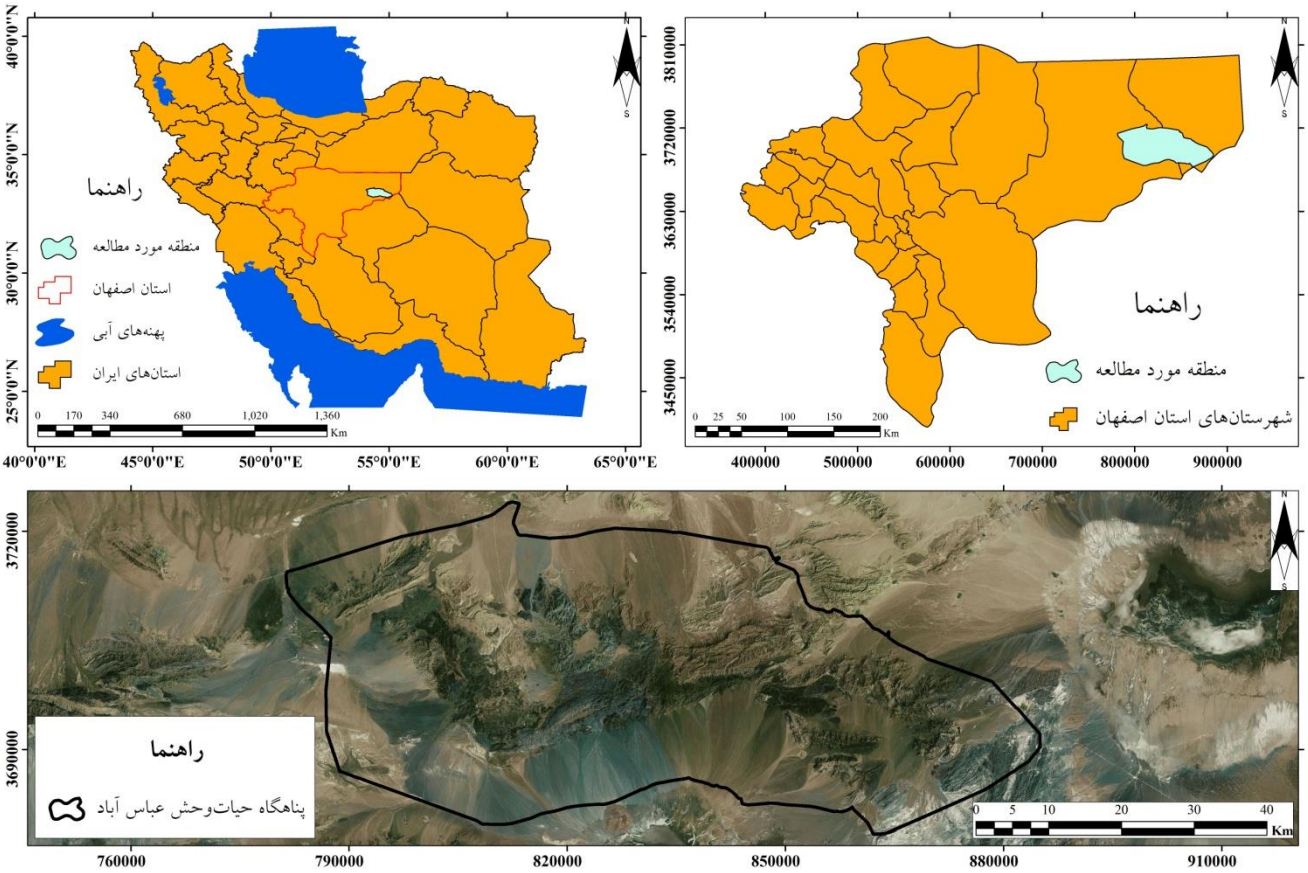
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد پژوهش

پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد در شرق استان اصفهان و در محدوده شهرستان‌های نائین و خور و بیابانک واقع شده است. مرز غربی این منطقه از ۹۰ کیلومتری جاده نائین-چوپانان آغاز و به سمت شرق تا دو شاخ بیاضه امتداد دارد (شکل ۱). این پهنه باتوجه به مرز قرادادی وسعتی برابر با ۳۰۵۰۰۰ هکتار دارد (باتوجه به کوهستانی بودن منطقه مساحت بیشتر است). این منطقه یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های یوزپلنگ آسیایی است. علاوه بر یوزپلنگ، جمعیت‌های قابل‌توجهی از گونه‌های کمیاب و در خطر انقراض کشور در آن زیست می‌کنند. تنوع و وسعت کوه ها، آن هم در یک منطقه بیابانی از دیگر امتیاز های این منطقه است، همچنین وجود معادن در بخش غربی، پتانسیل گردشگری در بخش شمالی پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد و وجود تعدادی زیادی روستا در داخل و مجاورت منطقه، اهمیت داشتن یک برنامه راهبردی و بر اساس پهنه‌بندی منطقه را نشان می‌دهد (۲).

میانگین ارتفاع پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد ۱۲۲۲ متر می‌باشد. پست‌ترین نقطه پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد با ارتفاع ۷۵۲ متر واقع در نواحی دشتی جنوبی پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد و بالاترین ارتفاع در حدود ۲۴۲۶ متر در نواحی مرکزی و جنوب‌شرقی منطقه قرار دارد. بررسی نقشه شیب پناهگاه حیات‌وحش منطقه عباس‌آباد نشان می‌دهد، شیب غالب آن، شیب ۰-۵ درصد می‌باشد. همچنین از نظر اقلیمی، میانگین بارندگی سالانه در پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد حدود ۸۶/۱ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۷/۹ درجه سلسیوس، میانگین دمای حداکثر در گرم‌ترین ماه سال ۳۷/۴ درجه سلسیوس، میانگین دمای حداقل

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]
[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]



شکل ۱. پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد و موقعیت جغرافیایی آن در استان اصفهان

در سردترین ماه سال ۲/۵- درجه سلسیوس و میانگین سالانه تعداد روز آفتابی در منطقه، ۲۷۰/۹ روز است (۳).

تعیین معیارها و استانداردسازی

در مدیریت و پهنه‌بندی مناطق تحت حفاظت، مهم‌ترین هدف حفاظت از گونه‌های موجود در منطقه است. در این پژوهش برای پهنه بندی مدیریتی پناهگاه حیات وحش عباس آباد، معیارها بر اساس شاخص های زیستی، فیزیکی، کالبدی، بوم شناختی، کالبدی، جاذبه ها و فعالیت ها تعریف شدند. با توجه به هدف اصلی مدیریت منطقه یعنی حفاظت ، از نیازهای زیستگاهی ۹ گونه چتر شامل یوز پلنگ (*Acinoyx jubatus*)، پلنگ (*Panthera pardus*)، سیاه گوش (*Caracal caracal*)، گربه شنی (*Felis margarita*)، روباه شنی (*Vulpes rueppellii*)، قوچ و میش (*Ovis orientalis*)، کل و بز (*Capera aegagrus*)، جبیر (*Gazella bennettii*) و هوبره (*Chlamydtis macqucenii*) در مدل های مفهومی استفاده گردید.

تمام شاخص‌ها، معیارها و زیر معیارها و حدود مطلوبیت‌ها براساس بررسی منابع علمی (۲۲، ۱۵، ۱۲، ۱۱، ۸، ۷)، پرسشنامه، نظرات خبرگان از جمله محیطبان‌های شاغل در پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد و کار میدانی به دست آمده است (جدول‌های ۱ الی ۴). استاندارد سازی لایه‌های اطلاعاتی براساس مدل‌های فازی و در محدوده صفر تا یک انجام گرفت.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

جدول ۱. مولفه‌های مورد نیاز در پهنه حفاظتی

شاخص	معیار	زیرمعیار	مرجع داده	حد مطلوبیت
زیستی	جانوران	پلنگ	نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه شده براساس مدل Maxent	۰≤ x ≤۱
		یوزپلنگ		۰≤ x ≤۱
		کاراکال		۰≤ x ≤۱
		گربه شنی		۰≤ x ≤۱
		روباه شنی		۰≤ x ≤۱
		جبیر		۰≤ x ≤۱
		کل و بز		۰≤ x ≤۱
		قوچ و میش		۰≤ x ≤۱
		هوبره		۰≤ x ≤۱
	پوشش گیاهی	بیشینه پوشش گیاهی	Google Earth Engine	۰≤ x ≤۱
فیزیکی	ناپایدار	منابع نقطه‌ای (چشمه)	سازمان جغرافیای نیروهای مسلح	۰ =x≥۴ ،۰<x<۱=۴تا۰/۴ ،۱ = (کیلومتر) ۰/۴ تا ۰
		خشکسالی	سازمان هواشناسی	براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک
کالبدی	فعالیت‌ها	معادن	اداره کل صنایع و معادن استان اصفهان	۱ =x≥۳ ،۰<x<۱=۳تا۰/۵ ،۰ = (کیلومتر) ۰/۵ تا ۰
	زیر ساخت‌ها	جاده‌ها	سازمان جغرافیای نیروهای مسلح	۱ =x≥۲ ،۰<x<۱=۲تا۰/۲ ،۰ = (کیلومتر) ۰/۲ تا ۰
		سکونتگاه‌ها		۱ =x≥۱ ،۰<x<۱=۱تا۰/۵ ،۰ = (کیلومتر) ۰/۵ تا ۰
		سطوح آبگیر		براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک
		آبشخور		۰ =x≥۵ ،۰<x<۱=۵تا۲/۵ ،۱ = (کیلومتر) ۲/۵ تا ۰

وزن‌دهی به معیارها

برای وزن‌دهی از روش بهترین- بدترین (Best-Worst Method, BWM) استفاده شد. کسب نظرات خبرگان از جمله محیط‌بان‌های شاغل در پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد با استفاده از پرسشنامه بدست آمد. در روش بهترین- بدترین، تعدادی گزینه باتوجه به تعدادی شاخص ارزیابی می‌شود تا بهترین گزینه انتخاب شود. براساس این روش، بهترین و بدترین شاخص توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو شاخص (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها بین ۱ (اهمیت برابر) تا ۹ (بیشترین اهمیت) صورت می‌گیرد (۱۸)؛ سپس یک مسئله حداکثر - حداقل برای مشخص‌کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌شود و در نهایت نرخ سازگاری مقایسات انجام شده مشخص میگردد. اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد مقایسات انجام شده و وزن های بدست آمده قابل اطمینان هستند(۱۹).

مطلوبیت پهنه‌های مختلف

از روش OWA برای ایجاد مطلوبیت کاربری‌های مختلف استفاده شد. مقادیر این روش از صفر تا یک متغیر است و مقادیر بالاتر (از

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

جدول ۲. مولفه‌های مورد نیاز در پهنه بازسازی و احیاء

شاخص	معیار	مرجع داده	حد مطلوبیت
بوم‌شناختی	زیستگاه‌های تحت‌تأثیر خشکسالی*	Google Earth Engine و مشاهدات میدانی	براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک
	نقاط داغ تنوع زیستی	نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه شده براساس مدل Maxent	۰≤x≤۱
	تغییرات سطوح آبگیر*	Google Earth Engine	براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک
فعالیت‌ها (محدودیت)	معادن	اداره کل صنایع و معادن استان اصفهان	۰ تا ۰/۱(کیلومتر) = ۱، ۰/۱تا۰/۵=۱>x>۰، ۰/۵≤x= ۰

* براساس تفاوت در سال پرآب ۲۰۱۹ و سال خشک ۲۰۲۱ و مشخصا در اردیبهشت ماه ارزیابی شده است.

جدول ۳. مولفه‌های مورد نیاز در پهنه گردشگری پایدار

شاخص	معیار	زیرمعیار	مرجع داده	حد مطلوبیت
جاذبه	طبیعی	–	سازمان جغرافیای نیروهای مسلح	۰ تا ۰/۵(کیلومتر) = ۱، ۰/۵تا۳=۱>x>۰، ۳≤x= ۰
	تاریخی و فرهنگی	–		۰ تا ۰/۵(کیلومتر) = ۱، ۰/۵تا۱/۵=۱>x>۰، ۱/۵≤x= ۰
اقلیم	ارزیابی آب‌وهوای گردشگری	نقاط سایه و روشن بازتاب خورشیدی خطوط هم‌باران	کاربر	براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک
	گردوغبار	–	Google Earth Engine	براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک
کالبدی	سکونتگاه	–	سازمان جغرافیای نیروهای مسلح	۰ تا ۲ (کیلومتر) = ۱، ۲تا۴=۱>x>۰، ۴≤x= ۰
	واحه	–		۰ تا ۰/۵(کیلومتر) = ۱، ۰/۵تا۳=۱>x>۰، ۳≤x= ۰
	جاده	–		۰ تا ۰/۵(کیلومتر) = ۱، ۰/۵تا۲=۱>x>۰، ۲≤x= ۰
	فعالیت‌ها	ناسازگار (معادن)	اداره کل صنایع و معادن استان اصفهان	براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک
		سازگار (کشاورزی)	سازمان جغرافیای نیروهای مسلح	براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک
فیزیکی (توپوگرافی و خاک)	جهت	–	United States Geological Survey (USGS)	براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک
	شیب	–		۰ تا ۴۵ درصد= ۱، ۴۵تا۵۰=۱>x>۰، ۵۰≤x= ۰
	فرسایش	فرسایش بادی	دفتر حفاظت آب‌وخاک	براساس کلاس‌های مناسب بین صفر الی یک

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

جدول ۴. مولفه‌های مورد نیاز در پهنه استفاده چندگانه

شاخص	معیار	زیرمعیار	مرجع داده	حد مطلوبیت
زیستی	بخشی از جانوران	روباه شنی	نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه شده براساس مدل	۰≤x≤۱
		گربه شنی		۰≤x≤۱
		هوبره		۰≤x≤۱
	کشاورزی	–	سازمان جغرافیای	۰ تا ۰/۱(کیلومتر) = ۱، ۰/۱تا۰/۵=۱>x>۰، ۰/۵≤x= ۰
	منابع آب	چاه و قنات	نیروهای مسلح	۰ تا ۰/۱(کیلومتر) = ۱، ۰/۱تا۰/۵=۱>x>۰، ۰/۵≤x= ۰
کالبدی	فعالیت‌ها	معادن	اداره کل صنایع و معادن استان اصفهان	۰ تا ۰/۵(کیلومتر) = ۱، ۰/۵تا۱/۵=۱>x>۰، ۱/۵≤x= ۰
	زیر ساخت‌ها	سکونتگاه‌ها و مراکز انسانی	سازمان جغرافیای نیروهای مسلح	۰ تا ۰/۱(کیلومتر) = ۱، ۰/۱تا۰/۵=۱>x>۰، ۰/۵≤x= ۰

صفر به سمت یک) مناطق مطلوب‌تری را نشان می‌دهد. همچنین مقدار ریسک و تبادل بین لایه‌ها در این روش توسط کاربر قابل کنترل است (۱۰). در این پژوهش با اعمال سطح منطقی از تبادل اطلاعات بین لایه‌ها، ریسک ۰/۷ در نظر گرفته شد. دلیل استفاده از ریسک ۰/۷ ایجاد همگنی بیشتر وزن‌ها می‌باشد که این عدد با آزمون و خطا به دست آمده است. عدد ریسک بین صفر الی یک می‌باشد هر چقدر ریسک از صفر به سمت یک میل کند داد و ستد بین لایه‌ها بیشتر می‌شود و به این معنی است که ممکن است در اعدادی مثل ۰/۸ تا ۱ نقاط ضعف یک لایه توسط نقاط قوت لایه دیگر مرتفع شود.

بررسی و مقایسه چیدمان مکانی پهنه‌های مختلف

پس از تهیه نقشه‌های مطلوبیت برای هر کاربری به‌صورت مجزا، برای تعیین مناسب‌ترین محدوده‌ها برای هر کاربری و تهیه نقشه پهنه بندی از روش تخصیص چندهدفه سرزمین استفاده شد). MOLA یک روش چندمنظوره است که سعی می‌کند هر واحد زمین که بخشی از یک واحد بزرگ‌تر است را به مناسب‌ترین کاربری از بین چند کاربری اختصاص دهد. روش MOLA برای مواردی که اهداف کاربری‌ها با هم تضاد دارند، راه‌حلی برای مشکلات تخصیص زمین چندهدفه تعریف می‌کند (۱۶). در روش MOLA علاوه بر نقشه تناسب که تبدیل به نقشه رتبه‌بندی می‌شود مؤلفه‌هایی نظیر اهمیت هر کدام از کاربری‌ها و مساحت مورد نیاز نیز در نظر گرفته می‌شود. همچنین این روش در نرم‌افزار Idrisi TerrSet قابل‌اجرا است.

نتایج

اهمیت معیارها

ضریب ناسازگاری یا نمایه توافق باید کمتر از ۰/۱ باشد تا محاسبات قابل قبول باشند برای هر چهار کاربری در روش OWA و همچنین روش BMW ضریب ناسازگاری کمتر از ۰/۱ بود. نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که در هر دو روش برای تعیین وزن‌ها (BWM و OWA) در کاربری حفاظت معیار جانوران، در کاربری گردشگری معیار جاذبه طبیعی، در کاربری چندگانه معیار مربوط به جانوران و در کاربری بازسازی معیار زیستگاه‌های تحت تاثیر خشکسالی بیشترین وزن و تاثیر را در ایجاد نقشه مطلوبیت داشته‌اند. همچنین برای کاربری‌های حفاظت، گردشگری، چندگانه و بازسازی به ترتیب معیارهای فاصله از جاده‌ها، فرسایش، فاصله

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

جدول ۵ وزن‌های بدست امده برای معیارهای مختلف با استفاده از روش های BWM و OWA

پهنه	حفاظت			گردشگری		
شماره	معیار	وزن		شماره	معیار	وزن	
		BWM	OWA			BWM	OWA
۱	جانوران	۰/۳۶۲	۰/۲۵۴	۱	جاذبه‌های طبیعی	۰/۳۱	۰/۲۰۱
۲	گیاهان	۰/۱۸	۰/۱۹۶	۲	جاذبه‌های تاریخی و فرهنگی	۰/۱۵۵	۰/۱۶۴
۳	منابع آب	۰/۱۹۴	۰/۱۵۱	۳	آسایش گردشگری	۰/۱۷۳	۰/۱۳۴
۴	اقلیم (خشکسالی)	۰/۰۹۷	۰/۱۱۶	۴	گردوغبار	۰/۰۸۶	۰/۱۰۹
۵	فعالیت‌ها	۰/۱۱۱	۰/۰۸۹	۵	سکونتگاه	۰/۰۵۲	۰/۰۸۹
۶	آبشخور	۰/۰۲۶	۰/۰۶۹	۶	واحه	۰/۰۵۲	۰/۰۷۳
۷	دشت‌های سیلابی	۰/۰۱۵	۰/۰۵۳	۷	جاده	۰/۰۵۱	۰/۰۶
۸	سکونتگاه‌ها	۰/۰۱	۰/۰۱۴	۸	معادن	۰/۰۱۱	۰/۰۴۹
۹	جاده‌ها	۰/۰۰۶	۰/۰۳۱	۹	کشاورزی	۰/۰۰۵	۰/۰۴
				۱۰	جهت	۰/۰۵۱	۰/۰۳۳
پهنه	چندگانه			۱۱	شیب	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶
شماره	معیار	وزن		۱۲	فرسایش بادی	۰/۰۲۵	۰/۰۲۱
		BWM	OWA	پهنه	بازسازی		
۱	بخشی از جانوران	۰/۳۳۴	۰/۳۹۶	شماره	معیار	وزن	
۲	کشاورزی	۰/۱۶۷	۰/۲۵۷			BWM	OWA
۳	چاه و قنات	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۱	زیستگاه‌های تحت‌تأثیر خشکسالی	۰/۳۶۲	۰/۴۶۱
۴	معادن	۰/۲۲۲	۰/۱۰۹	۲	تغییرات سطوح آبگیر	۰/۱۹۴	۰/۲۷۶
۵	زیر ساخت‌ها	۰/۱۱۱	۰/۰۷۱	۳	نقاط داغ تنوع زیستی	۰/۱۱۱	۰/۱۶۵
	-			۴	فعالیت‌ها (محدودیت)	۰/۳۳۳	۰/۰۹۸

از زیر ساخت‌ها و فعالیت‌ها (محدودیت) کمترین وزن و تاثیر را در ایجاد نقشه مطلوبیت دارند.

چیدمان پهنه‌های حفاظتی، بازسازی، گردشگری و چندگانه

شکل ۲ نقشه مطلوبیت پهنه‌های حفاظتی، بازسازی، گردشگری و چندگانه را برای روش OWA با مقادیر بین ۰ تا ۱ نشان می‌دهند. مساحت‌ها و وزن‌های مورد نیاز در پناهگاه حیات‌وحش برای برای پهنه های مختلف در جدول ۶ قابل مشاهده است. نتایج حاصل از تلفیق پهنه‌های حفاظتی، بازسازی، گردشگری و چندگانه با استفاده از روش MOLA در شکل ۳ آورده شده است.

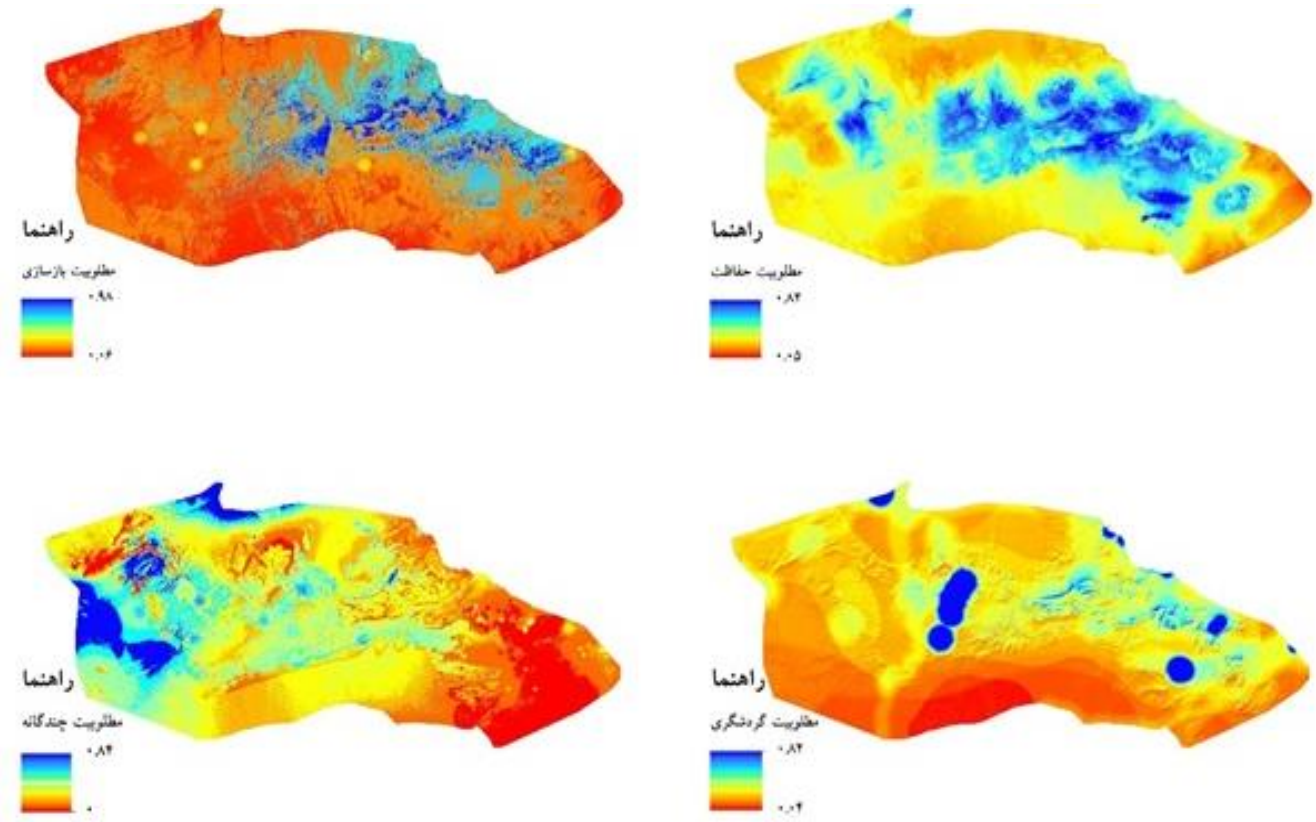
نتایج روش MOLA حاکی از آن است که تمام مناطق پیشنهادی پس از تلفیق کاربری‌ها شامل آن دسته از پیکسل‌هایی

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

جدول۶. اطلاعات مربوط به تخصیص پهنه های مختلف برای اجرای MOLA

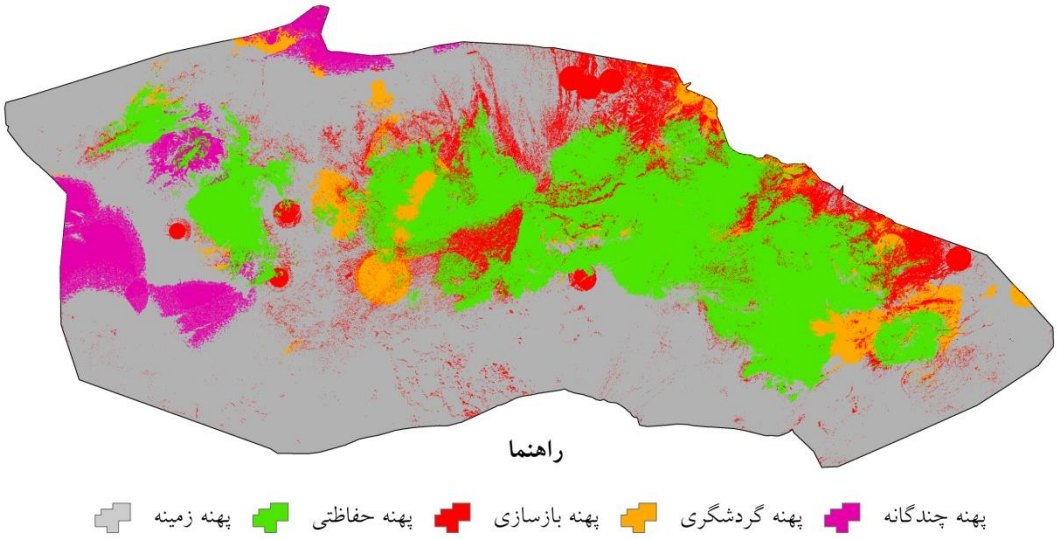
نوع پهنه	اراضی تخصیصی (هکتار)	وزن پهنه	درصد از کل منطقه
حفاظت تنوع زیستی	۷۶۲۵۰	۰/۲۵	۲۵
بازسازی و احیا	۳۰۵۰۰	۰/۲۵	۱۰
گردشگری پایدار	۱۵۲۵۰	۰/۲۵	۵
کاربری چندگانه	۱۵۲۵۰	۰/۲۵	۵



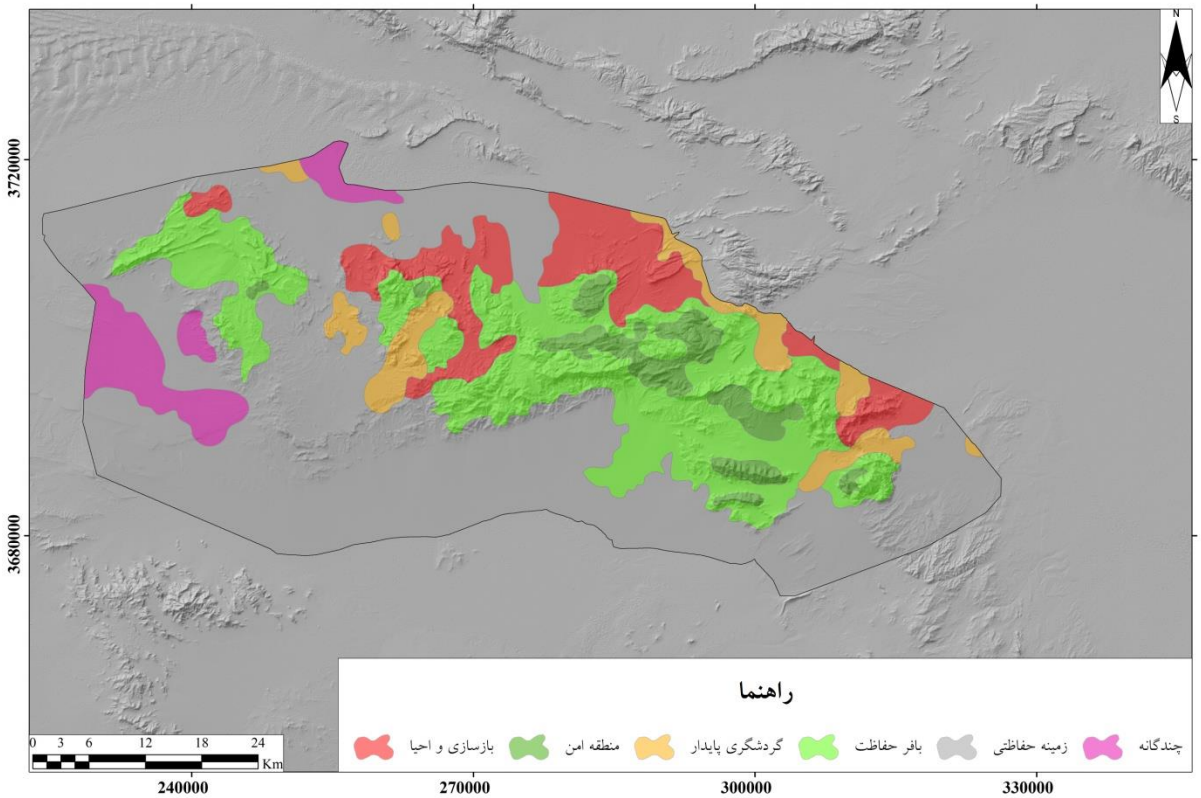
شکل ۲. نقشه مطلوبیت پهنه‌های مختلف مدیریتی در پناهگاه حیات‌وحش عباس آباد

هستند که مقادیر مطلوبیت آنها در نقشه‌های مطلوبیت حاصل از OWA برای پهنه حفاظتی از ۰/۸۲، برای پهنه بازسازی از ۰/۹۸، برای پهنه گردشگری از ۰/۸۲ و برای پهنه چندگانه از ۰/۸۴ بیشتر بوده است. نتایج روش OWA در این پژوهش بر پایه وزن‌دهی دوباره وزن‌های حاصل از روش BWM بوده است و نشان می دهد اگر میزان ریسک کوچکتر از ۰/۵ باشد تصمیم ریسک گریز بوده است؛ اگر میزان ریسک برابر با ۰/۵ باشد تصمیم خنثی یا میانه بوده است و اگر میزان ریسک بزرگتر از ۰/۵ باشد تصمیم ریسک‌پذیر بوده است. در این پژوهش پس از آزمون و خطا عدد ۰/۷ که به نوعی حد واسط ریسک‌پذیری می‌باشد بهترین نتایج را با بالاترین میزان مطلوبیت برای هر پهنه ارائه کرد.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]
[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]



شکل ۳. نقشه تخصیص اراضی پهنه‌های مختلف پناهگاه حیات‌وحش عباس آباد با استفاده از روش MOLA



شکل۴. پهنه‌های شناسایی شده در پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، برای کاربری حفاظت معیار جانوران، بیشترین وزن و تاثیر را در ایجاد نقشه مطلوبیت داشته‌اند، که نشان دهنده مناسب‌بودن زیستگاه‌های منحصر بفرد منطقه از لحاظ تمامی معیارهای بوم‌شناختی و در راستای تامین نیازهای زیستگاهی گونه‌های چتر می‌باشد. دلیل وزن پایین معیار فاصله از جاده‌ها مربوط به ماهیت آن است که بیشترین تعارض را با حفاظت ایجاد کرده است. در کاربری گردشگری دلیل وزن بالای معیار جاذبه‌های طبیعی مربوط به مناسب بودن آن مناطق برای گردشگری است و دلیل وزن پایین معیار فرسایش بادی این است که این پدیده محدود به برخی از ماه های سال می باشد.

در کاربری چندگلنه معیار جانوران بیشترین وزن را دارد که دلیل آن اهمیت توجه به حفاظت برای این کاربری است و وزن پایین معیار زیر ساخت‌ها (سکونتگاه و مراکز انسانی) به این دلیل است که قادر به حذف و یا جابه‌جایی این‌گونه مناطق نخواهیم بود. همچنین در کاربری بازسازی وزن بیشتر معیار زیستگاه‌های تحت‌تأثیر خشکسالی مربوط به ماهیت این کاربری است و وزن پایین معیار فعالیت‌ها (معادن) به این دلیل است که به راحتی قادر به حذف و یا جابه‌جایی این‌گونه مناطق نیستیم. لازم به ذکر است باتوجه به هدف پژوهش که ایجاد پهنه‌ها و چیدمان فضایی آنها برای نیل به مدیریت پایدار منطقه عباس آباد بود، پهنه‌های در نظر گرفته شده برای گردشگری (پایدار) با هدف تفرج گسترده است. طبق شکل ۴ در کاربری چندگانه سه بخش اصلی مشاهده می‌شود که لکه شمالی کاربری چندگانه منطقه می‌تواند به عنوان سایت فعالیت‌های گردشگری به دلیل نزدیکی به روستاهای منطقه و ریگ جن مطرح گردد و دو لکه غربی کاربری چندگانه واقع در غرب منطقه عباس‌آباد به دلیل وجود معادن نیز بایستی مورد توجه حفاظت قرار گیرد. این محدوده ها دارای مرز مشترک با پهنه‌های حفاظت و بازسازی- احیا نیستند. پهنه‌های گردشگری گسترده نیاز به برنامه‌ریزی همه‌جانبه به خصوص در طول فصل جفت‌گیری و زادآوری حیات‌وحش دارد.

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود تمام لکه‌های هسته مرکزی توسط بخش حفاظت احاطه شده‌اند این دو پهنه با یکدیگر هیچگونه تعارضی ندارند (۱۶۶ کیلومتر مرز مشترک بین دو کاربری هسته مرکزی وحفاظت). پهنه‌های چندگانه فقط در بخش شمالی با بخش گردشگری مرز مشترک دارند که باتوجه به ماهیت این دو کاربری هیچگونه تعارضی در میان آنها نیز نمی‌باشد (۲/۳ کیلومتر مرز مشترک بین دو کاربری چندگانه و گردشگری). دربخش‌ها میانی و شمال شرقی منطقه، پهنه‌های حفاظت و بازسازی و احیا با یکدیگر مرز مشترک دارند که باتوجه به ماهیت این دو کاربری هیچگونه تعارضی در میان این پهنه‌ها نیز وجود ندارد. (۹۹/۵ کیلومتر مرز مشترک بین دو کاربری حفاظت و بازسازی و احیا).

در بخش‌های میانی، شمال شرقی و شرق منطقه پهنه گردشگری با پهنه‌های حفاظت و بازسازی - احیا مرز مشترک دارد. لذا این محدوده ها به دلیل تعارض نیاز به پهنه سپر دارند (۵۶ کیلومتر مرز مشترک بین دو کاربری حفاظت و گردشگری، ۴۲ کیلومتر مرز مشترک بین دو کاربری بازسازی-احیا و گردشگری و در مجموع ۹۸ کیلومتر مرز نامتعارض وجود دارد).

این پژوهش با هدف پهنه‌بندی پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد از روش MOLA و بصورت پیکسل پایه انجام گرفت. مطالعات مشابه در دهه اخیر چه از لحاظ موضوع و چه روش‌شناسی به این مطالعه نزدیک بوده است در این بخش مورد تحلیل و بحث قرار می‌گیرد. در مطالعه‌ای در ایران نویسندگان برای پهنه‌بندی مناطق حفاظت شده و کاهش تضاد بین کاربری‌های مختلف به پردازش داده‌ها و تحلیل مکانی برای تعیین پهنه‌های پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو از تکنیک های MCDM استفاده کرده‌اند (۷). این مطالعه مزایای استفاده از روش خودکار MCE و MOLA برای پهنه بندی مناطق حفاظت شده را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این پژوهش

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

نشـان داد که پناهگاه حیات‌وحش عباس‌آباد به چهار منطقه تقسـیم اسـت که شـامل ۶۹٪ مناطق حفاظتی، ۲۱٪ تفریحی، ۹/۵٪ احیا و ۰.۵٪ فرهنگی می‌باشد.

در دیگر مطالعه محققان به تحقیق در مورد ادغام یک فرایند مشارکتی با تجزیه‌وتحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره برای پهنه‌بندی مناطق حفاظت شـده در چین پرداخته‌اند. این مطالعه بیان می‌کند که برنامه‌های مدیریت تا قبل از سال‌های ۲۰۱۳ برای ذخایر طبیعی در چین بی‌اثر بوده و اهداف مورد نظر خود را برای ایجاد تعادل بین حفاظت و توسـعه برآورده نمی‌کند. پهنه‌بندی مناطق حفاظت شده رویکردی است که می‌تواند با تخصیص اراضی به واحدهای کاربری مختلف که برای سـطوح مختلف فعالیت انسـانی مدیریت می‌شوند، تعارضات را کاهش دهد (۲۲).

در مطالعه‌ای دیگر پژوهشـگران برای برنامه‌ریزی کاربری اراضـی بر پایه توان سـرزمین به چیدمان بهینه کاربری اراضـی در یکی از شـهرستان‌های ایران (شـهرستان مبارکه) پرداخته‌اند. روش مورداسـتفاده آنها در پژوهش مذکور برای به‌دسـت‌آوردن ارزیابی توان منطقه به روش OWA بوده اسـت. آنها تلفیق کاربری‌های کشـاورزی، صـنعتی و کشـاورزی را به کمک روش MOLA انجام داده‌اند (۱۶).

با مقایسـه نتایج حاصـل از مقالات مورد بررسـی در حوزه روش‌های پیکسـل پایه ازجمله پژوهش حاضـر، می توان مزایای متعددی را دریافت کرد. برای نمونه، کارایی سـاده این روش در تخصیص چندهدفه اراضی، مدیریت ساده برای استفاده شاخص‌ها و عدم نیاز به برنامه‌نویسی پیشـرفته اسـت. همچنین روش پیکسـل پایه دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشـد از جمله ایراد عمده این روش وجود پیکسـل‌های متفاوت در کنار یک مجموعه پیکسـل یکسـان اسـت که مربوط به یک کاربری می‌باشـد (تصـویر فلفل نمکی). همچنین به این دلیل که پیکسل‌ها با مرزهای طبیعی منطقه منطبق نیسـتند نیاز به مدیریت و برنامه‌ریزی دوباره محدوده مورد پژوهش احساس می‌شود.

براسـاس نتایج این پژوهش، تکنیک‌های ارزیابی چندمعیاره و تخصیص اراضی با درنظرگرفتن تعارضات حاصل از کاربری‌های مختلف، روشی کارآمد برای برنامه‌ریزی سرزمین در زمینه دستیابی به توسـعه پایدار اسـت. ازآنجایی‌که روش مورداسـتفاده در این پژوهش محدود بـه مکـان و زمـان نمی‌باشـد می‌توان آن را بـه حوزه‌های دیگر تعمیم داد.

تشکر و قدردانی

این مقاله از رسـاله دکتری اسـتخراج شـده که با حمایت مادی و معنوی دانشـگاه صـنعتی اصـفهان انجام شـده اسـت. بدین‌وسـیله از محیط‌بان‌های محترم منطقه حفاظت شـده عباس آباد، جناب آقای حلوانی و جناب آقای طاهری که در جمع اوری داده، اطلاعات و بازدیدهای میدانی مساعدت کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Ahmadi, M., M. S. Farhadinia, S. A. Cushman, M. R. Hemami, B. Nezami Balouchi, H. Jowkar and D.W. Macdonald. 2020. Species and space: a combined gap analysis to guide management planning of conservation areas. *Landscape Ecology* 35: 1505-1517.
2. Akbari feizabadi, H., M., Naderi, S. Ashrafi and M.R. Hemami. 2018. Space partitioning among two sympatric species, sand cat (Felis margarita) and rüppell's fox (*Vulpes rueppellii*), in a desert landscape in central Iran. Polish *Journal of Ecology* 66: 194-204.
3. Bagheri, S. 2016. Detection of climate change in Nayin. Esfahan meteorlogical administration. Avaible online at: https://esfahanmet.ir/fa/researches. (In Persian)
4. Ebrahimzadeh, I., and M. Mousavi. 2017. Methods and Techniques for Territorial Spatial Arrangement. Samt publisher,

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

Tehran, Iran
5. Freitas Lima, E. A. C., and V. E. L. Ranieri. 2018. Land use planning around protected areas: Case studies in four state parks in the Atlantic forest region of southeastern Brazil. *Land Use Policy* 71:8-453.
6. Ghanie, B. 2020. Identifying and determining the potential of ecotourism (tourism) in the protected area of Sorkhe Hesar by using multi-criteria decision analysis based on geographic information system (GIS). M.Sc. Thesis. The University of Hakim Sabzevari. Khorasan Razavi, Iran. (In Persian).
7. Hajehforooshnia, S., A. Soffiania, A. S. Mahiny and S. Fakheran. 2011. Multi objective land allocation (MOLA) for zoning Ghamishloo Wildlife Sanctuary in Iran. *Journal for Nature Conservation* 19 (4):62 -254.
8. Jomepour, M., and S. Yaghoobifaz. 2018. The location of tourist resorts in the central alborz protected area with a sustainable development approach. *Tourism Management Studies* 13 (42), 1-19.
9. Joppa L. N., and A. Pfaff. 2009. High and far: biases in the location of protected areas. *PLoS ONE* 4 (12):e8273.
10. Kang, B., Y. Deng, K. Hewage, R. Sadiq and Z. Generating. 2018. number based on OWA weights using maximum entropy. *International Journal of Intelligent Systems* 33 (8):55 -1745.
11. Majnounian, H. 2014. Protected Areas. Dey Negar, Tehran, Iran. (In Persian)
12. Majnounian, H. 2016. Park Management: Management Planning of National Parks and Protected Areas. Dey Negar, Tehran. (In Persian)
13. Malczewski, J. 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning* 62 (1):3-65.
14. Malczewski, J. 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science* 20 (7):26 -703.
15. Nadalizadeh, A. 2020. Identifying and determining the potential of ecotourism (tourism) in the protected area of Sorkhe Hesar. M.Sc. Thesis, The University of Zanjan, Zanjan. (In Persian).
16. Peykanpour Fard, R., H. Moradi, A. Lotfi, S. Pourmanafi and N. Bihamta Toosi. 2023. Advancing the mapping of optimal land use structure in industrialized areas: incorporating AERMOD modeling and MCE approach. *GeoJournal* 88 (2):95 -1979.
17. Reyes-García, V., Á. Fernández-Llamazares, Y. Aumeeruddy-Thomas, P. Benyei, R. W. Bussmann, S. K. Diamond, D. García-Del-Amo, S. Hanazaki, N. Kosoy and M. Lavides. 2022. Recognizing indigenous peoples' and local communities' rights guadilla-sáez, and agency in the post-2020 biodiversity agenda. *Ambio* 51(1): 84-92.
18. Rezaei, J. 2015. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega* 53:49-57.
19. Rezaei, J. 2016. Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega* 64:30-126.
20. Shepard, R. 2005. Quantifying Environmental Impact Assessments Using Fuzzy Logic. Springer, Germany.
21. Tamburini, D., R. Torres, T. Kuemmerle, C. Levers and J. Nori. 2023. Priority areas for promoting co-benefits between conservation and the traditional use of mammals and birds in the Chaco. *Biological Conservation* 277:109-827.
22. Zhang, Z., R. Sherman, Z. Yang, R. Wu, W. Wang and M. Yin. 2013. Integrating a participatory process with a GIS-based multi-criteria decision analysis for protected area zoning in China. *Journal for Nature Conservation* 21(4): 225-40.

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]

Multi-objective Zoning of Protected Areas Using MCE and MOLA Methods (Case Study: Abbasabad Wildlife Sanctuary, Isfahan Province)

R. Peykanpour Fard[1], A. R. Soffianian[2] *, M. Ahmadi[3] and S. Pourmanafi[4]

(Received: August 5-2024; Accepted: October 16-2024)

Abstract

Zoning of protected areas is an effective solution for reducing conflicts between various objectives, such as prioritizing conservation while also addressing secondary goals like rehabilitation, tourism, and multiple-use zones. Achieving these objectives is not feasible without zoning. This study aimed to allocate areas for conservation, rehabilitation, tourism, and multiple-use zones within the Abbasabad Wildlife Sanctuary, considering the interactions among different zones to optimize the arrangement of incompatible areas through multi-criteria evaluation method. Fuzzy models were used to standardize criteria, and Best-worst Weighting Model (BWM) was used to determine their weights. Suitability maps for each land use were prepared separately using the Ordered Weighted Average (OWA) method, while the zoning map for optimal land allocation was created using the multi objective land allocation (MOLA). The results indicated that the final suitability of the designated zones ranged from zero (the lowest suitability) to one (the highest suitability). The suitability scores for conservation, rehabilitation, tourism, and multiple zones were 0.82, 0.98, 0.82, and 0.84, respectively. The findings of this research can be used as a model for planning and prioritizing land use in protected areas.

Keywords: Protected areas, Best-worst weighting method, Multi objective land allocation, Ordered weighted average.

1- PhD Student, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
2- Professor, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
4- Associate Professor, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
*: Corresponding Author, Email: soffianian@iut.ac.ir

[Downloaded from ijae.iut.ac.ir on 2024-12-22]

[DOI: 10.47176/ijae.13.1.1416.4]