

# اولویت‌بندی بهسازی بوم‌شناختی در پارک ملی خجیر با تحلیل سلسله مراتبی

راضیه دوره‌گر زواره\*، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

سیما فاخران اصفهانی، استادیار دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

علیرضا سفیانیان، دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

محمود رضا همای، دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

E-mail\* : Dorehgar@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۰ - پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۱

## چکیده

پارک ملی خجیر از نزدیک‌ترین پارک‌های ملی همجوار شهر تهران است. این پارک ملی از ارزشمندترین بوم‌سازگان‌های طبیعی است که متأسفانه به شدت مورد تهاجم انواع آشفته‌گی‌های انسانی قرار گرفته است. بهترین راه برای به حداقل رساندن آسیب‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی، بهسازی بوم‌شناختی تشخیص داده شده است. هدف اصلی این مطالعه بررسی اولویت‌بندی مکانی پارک ملی خجیر جهت بهسازی بوم‌شناختی با توجه به حفاظت از تنوع زیستی است. ابتدا با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی ساختار حل مساله شکل گرفت، سپس پایگاه داده‌ها شامل لایه‌های معیار تشکیل شد. به منظور کسب اهمیت معیارها که در دو گروه اصلی بیوفیزیکی و آشفته‌گی‌ها جای گرفتند، با استفاده از پرسشنامه نظر کارشناسان خبره گردآوری و داده‌های به دست آمده در نرم افزار *Expert choice* تجزیه و تحلیل شد. به دلیل این که معیارها در دامنه متنوعی از مقیاس‌های مختلف قرار داشتند، لذا لازم بود که هر یک از معیارها قبل از ترکیب با یکدیگر استاندارد گردد. بنابراین استانداردسازی نقشه‌های عامل براساس منطق فازی صورت پذیرفت، در نهایت لایه‌های اهمیت معیارها و لایه‌های استاندارد شده به منظور انتخاب مناطق نیازمند بهسازی با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی ترکیب شدند. زیرمعیار فاصله از جاده با وزن ۰/۲۳۱ در بین سایر زیرمعیارها بالاترین وزن را دریافت کرد. نقشه نهایی اولویت‌بندی در پنج طبقه کیفی تولید شد که در آن یک لکه با بالاترین اولویت مشخص شد. این لکه با زیستگاه گونه‌های حساس تطابق داشت که ضرورت به‌کارگیری تکنیک‌های بهسازی به منظور حفاظت از تنوع زیستی را بیان می‌کند.

واژه‌های کلیدی: بهسازی بوم‌شناختی، پارک ملی خجیر، تحلیل سلسله مراتبی، ترکیب خطی وزنی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

## ۱- مقدمه

با وجود آشفته‌گی‌ها و دگرگونی‌های بی‌سابقه بوم‌سازگان‌های زمین توسط انسان، بهسازی بوم‌شناختی برای توقف روند رو به تخریب زمین ضروری است (Higgs et al., 2014) و یک ابزار مهم جهت مدیریت، حفاظت و ترمیم بوم‌سازگان‌های مختلف را فراهم می‌کند (Orsi, Geneletti and Hobbs and Harris, 2001)

بهسازی بوم‌شناختی شاخه‌ای از مهندسی بوم‌شناسی می‌باشد و مهندسی بوم‌شناسی بدین صورت تعریف شده که "طراحی بوم‌سازگان‌های پایدار، به نحوی که جوامع انسانی را با محیط زیست طبیعی آنها برای سودرسانی به هر دوی آنها، یکپارچه‌سازی می‌کند" (Mitsch and Jørgensen, 2003).

شیراز پرداخته‌اند تا از تخریب و ساده‌شدن رودخانه‌های درون شهر در توسعه‌های کالبدی شهر جلوگیری شود (کوکبی و امین زاده، ۱۳۸۷).

همان‌طور که مشخص است مطالعاتی که مربوط به بهسازی بوم‌شناختی در ایران باشند بسیار اندک بوده و همچنین مطالعات انجام شده قبلی در سطح خرد می‌باشد و با توجه به کارایی و اهداف بسیار مثبتی که کارکرد این علم در پی دارد، نیاز ضروری به بررسی و توجه بیشتر به مباحث بهسازی بوم‌شناختی احساس می‌شود. در همین راستا در این مطالعه به پارک ملی خجیر که از نادرترین و ارزشمندترین بوم‌سازگان‌های طبیعی کشور است پرداخته شده است. احداث جاده پارچین- پاسداران از قلب پارک ملی خجیر، کانون‌های متمرکز انسانی، احداث سد ماملو، آتش سوزی، شکار، صید غیر مجاز، تعرض و تصرف اراضی به وسیله نهادهای نظامی از جمله تهدیداتی مهم برای پارک ملی خجیر به حساب می‌آید و لازم است که توسعه‌های انسانی در این منطقه ارزشمند متوقف شود. در کشور ایران به دلیل بالا بودن میزان رشد اقتصادی و فعالیت‌های توسعه‌ای، مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت از محیط زیست نیز با انواع آشفتگی‌ها، آسیب‌ها و درگیری‌ها مواجه شده است، بنابراین باید چاره دیگری برای جلوگیری از آسیب‌های وارده و کاهش مقدار آن‌ها اندیشید. به همین جهت لازم است اقداماتی برای بهسازی این پارک ملی با ارزش صورت گیرد از آنجا که فعالیت‌های بهسازی بودجه، وقت و تلاش زیادی را می‌طلبد و از طرفی به دلیل مطالعات بسیار اندکی که در این زمینه در کشور ما صورت گرفته است و با توجه به محدودیت‌های پیش‌رو، اولویت‌بندی مکانی برای بهسازی پارک بسیار دارای اهمیت می‌باشد. بنابراین در این تحقیق دو هدف اصلی که شامل موارد ذیل است پیگیری شد:

الف- پهنه‌بندی آشفتگی‌های موثر بر پارک ملی خجیر بر پایه سیستم اطلاعات جغرافیایی؛

ب- اولویت‌بندی بهسازی مکانی پارک ملی خجیر با تکیه بر نقشه آشفتگی‌ها.

(Newton, 2011). تغییرات ایجاد شده توسط انسان و خطرات تخریب‌هایش روی بوم‌سازگان‌های زمین، بهسازی بوم‌شناختی را یکی از کلیدی‌ترین استراتژی‌های حاضر و اساسی قرار داده است (Luis et al., 2014) و (Trabucchi et al., 2012). اما با توجه به گستردگی آسیب‌های وارد شده به محیط زیست توسط انسان و همین‌طور در نظر گرفتن هزینه‌های هنگفت بهسازی، منطقی‌ترین کار اولویت‌بندی مناطق آسیب دیده به منظور بهسازی بوم‌شناختی می‌باشد. با توجه به این‌که عوامل زیادی در مکان‌یابی مناطق نیازمند بهسازی نقش دارند، استفاده از سامانه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)<sup>۱</sup> به دلیل توانایی آن در مدیریت حجم زیادی از داده‌های مکانی یک روش بسیار مطلوب است (افضلی، میرغفاری و سفیانیان، ۱۳۹۲). پایین‌ترین سطح هر تصمیم‌گیری چندمعیاری (MCDM)<sup>۲</sup> مجموعه‌ای از گزینه‌های تعریف شده به لحاظ جغرافیایی است که از بین آن‌ها یک گزینه با رعایت یک مجموعه معینی از معیارهای ارزیابی انتخاب شود. در این تحلیل ترکیب قابلیت‌های GIS و MCDM از اهمیت کلیدی برخوردار است.

از سال ۱۹۸۰ پژوهش‌های زیادی در مورد بهسازی بوم‌شناختی انجام شده است. بهسازی بوم‌شناختی یک ابتکار انتخابی است که باعث بازگشت پایدار بوم‌سازگان‌هایی است که کارکرد یا کیفیت آن‌ها تنزل داشته، آسیب دیده یا تخریب شده است (Jin, 2011) و (Trabucchi et al., 2012).

شفیعی و همکاران (۱۳۸۲) با استفاده از اصول بوم‌شناسی منظر و یافته‌های ناشی از الگوهای ساختاری منظر در حاشیه رودخانه جاجرود در پارک ملی خجیر، راهکارهایی به‌صورت توصیه‌های طراحی مبتنی بر بوم‌شناسی و زمینه منظر، ارائه داده‌اند (شفیعی و همکاران، ۱۳۸۲).

کوکبی و امین‌زاده (۱۳۸۷) با استفاده از بوم‌شناسی سیمای سرزمین به بررسی حفاظت و بهسازی رودخانه خشک

## ۲- روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

پارک ملی خجیر با وسعتی برابر ۱۱۵۷۰ هکتار در فاصله بین ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه و ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه و ۲۰ ثانیه و ۵۱ درجه و ۴۹ دقیقه طول شرقی در داخل منطقه حفاظت شده جاجرود قرار دارد. ارتفاع منطقه از ۱۲۰۰ متر تا ۲۱۳۸ متر متغیر است (شفیعی و همکاران، ۱۳۸۲).

### ۲-۲- روش کار

در این مطالعه تحلیل تصمیم از طریق روش تصمیم‌گیری چندمعیاری<sup>۳</sup> که از معمول‌ترین روش‌های تحلیل تصمیم می‌باشد، انجام شده است. تحقیق حاضر با استفاده از شیوه‌ای از روش ارزیابی چندمعیاری به نام روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)<sup>۴</sup> به منظور اولویت‌بندی مکانی پارک ملی خجیر جهت بهسازی صورت پذیرفته است. با به کارگیری منطق فازی و روش WLC، منطقه مطالعاتی در محدوده بین صفر تا ۲۵۵ (مقیاس بایت) طبقه‌بندی شد که در آن مطلوبیت صفر نشان‌دهنده مناطق بدون تناسب و مطلوبیت ۲۵۵ نشان‌دهنده مناطق دارای بیش‌ترین میزان تناسب جهت بهسازی بوم‌شناختی می‌باشد. به منظور بهسازی، به‌طور همزمان اهمیت هر کدام از معیارها که به روش سلسله مراتبی به دست آمده است و نقشه‌های معیار که جایگاه عددی آن‌ها به روش استانداردسازی فازی یکسان‌سازی شده است تلفیق شد.

### ۲-۲-۱- تلفیق اطلاعات مکانی به روش ترکیب خطی وزنی

در این روش در سیستم اطلاعات جغرافیایی وزن هر یک از معیارها در اهمیت آن‌ها ضرب شد و بدین ترتیب گزینه‌های تصمیم طبق رابطه زیر رتبه‌بندی شدند (ریسی، سفیانیان و قدوسی، ۱۳۹۳، Mitsch and Jørgensen, 2003).

$$s = \sum w_i x_i \prod c_j \quad \text{رابطه ۱:}$$

S: وزن نهایی گزینه‌های تصمیم؛

$W_i$ : وزن هر یک از لایه‌ها؛

$X_i$ : لایه‌های فازی استانداردشده؛

C: لایه محدودیت J.

### ۲-۲-۲- انتخاب معیارها

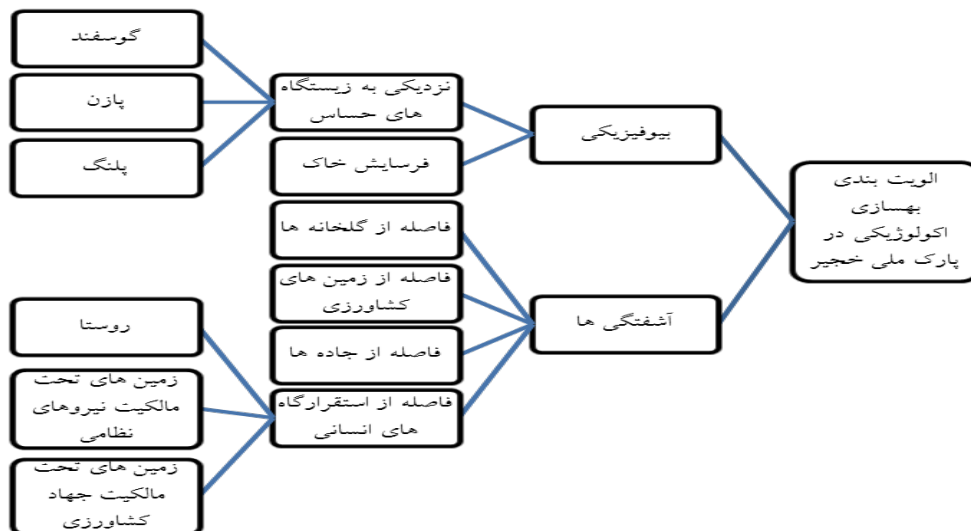
در این مرحله پس از بررسی مطالعات مشابه و با استفاده از نظر کارشناسان خبره، معیارهایی که در راستای حفظ حیات وحش بودند و همین‌طور قابلیت اجرایی شدن پروژه‌های بهسازی را فراهم می‌کردند، شناسایی شدند. از هر کدام از معیارهای مورد استفاده، یک لایه اطلاعاتی به صورت نقشه تهیه شد (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۳). معیارها طبق شکل شماره ۱ در درخت سلسله مراتبی مرتب شدند.

### ۲-۲-۳- استانداردسازی فازی لایه‌های اطلاعات

از آن جایی که معیارها در دامنه متنوعی از مقیاس‌های مختلف قرار می‌گیرند، بنابراین باید که هر یک از معیارها قبل از ترکیب با یکدیگر استاندارد گردد. در این جا، استانداردسازی نقشه‌های عامل براساس منطق فازی در مقیاس بایت (۰ تا ۲۵۵) با تعریف توابع عضویت صورت پذیرفته است که در این بازه مقدار عضویت بالاتر که معادل ۲۵۵ بایت است، مطلوبیت بیش‌تر و مقدار عضویت پایین‌تر که معادل ۰ بایت است، مطلوبیت کمتر را نشان می‌دهد (ماهینی و همکاران، ۱۳۸۳). نقشه‌ها طبق جدول شماره ۱ با استفاده از توابع فازی استاندارد شده‌اند.

### ۲-۲-۴- محدودیت

به منظور نقشه نهایی اولویت‌بندی بهسازی لازم است مناطقی که امکان بهسازی در آن‌ها وجود ندارد از نقشه حذف شود. با توجه به این که امکان فعالیت‌های حفاظتی در مناطق نظامی وجود ندارد، در این مطالعه مناطق نظامی تا شعاع ۲۰۰۰ متری به عنوان لایه محدودیت انتخاب شد.



شکل ۱. درخت سلسله مراتبی

جدول ۱. معیارهای استاندارد شده با استفاده از توابع فازی مرتبط

معیار مورد ارزیابی	نوع تابع فازی	نقاط موجود در منحنی تابع
نزدیکی به زیستگاه قوچ و میش	خطی کاهشی	$a=0$ متر، $b$ =مرز پارک
نزدیکی به زیستگاه کل و بز	خطی کاهشی	$a=0$ متر، $b$ =مرز پارک
نزدیکی به زیستگاه پلنگ	خطی کاهشی	$a=0$ متر، $b$ =مرز پارک
فرسایش خاک	کاهشی یکنواخت S شکل	$a=0$ متر، $b$ =مرز پارک
فاصله از گلخانه‌های موجود	خطی افزایشی	$a=0$ متر، $b=500$ متر، $c$ =مرز پارک
فاصله از زمین‌های کشاورزی	خطی افزایشی	$a=0$ متر، $b=1000$ متر، $c$ =مرز پارک
فاصله از جاده‌ها	خطی افزایشی	$a=0$ متر، $b=1500$ متر، $c$ =مرز پارک
فاصله از روستا	خطی افزایشی	$a=0$ متر، $b=2000$ متر، $c$ =مرز پارک
فاصله از زمین‌های نظامی	خطی افزایشی	$a=0$ متر، $b=2000$ متر، $c$ =مرز پارک
فاصله از زمین‌های جهاد کشاورزی	خطی افزایشی	$a=0$ متر، $b=2000$ متر، $c$ =مرز پارک

داشتند، قرار گرفت. معیارها و زیرمعیارها با استفاده از مقیاسی بین ۰ تا ۹ به ترتیب از بی‌اهمیت تا اهمیت زیاد (حدادی نیا) وزن دهی شدند. پس از جمع‌آوری نظرات کارشناسان نتایج به دست آمده در نرم‌افزار  $EC^1$  مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

#### ۲-۲-۶- ترکیب لایه‌های معیار با استفاده از ترکیب

##### خطی وزنی

در نهایت به منظور نتیجه‌گیری پایانی وزن هر یک از معیارها که با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به

#### ۲-۲-۵- تعیین وزن معیارها با استفاده از تحلیل

##### سلسله مراتبی

به منظور مشخص کردن اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار در این مطالعه از روش تحلیل سلسله مراتبی که توسط ساعتی بنیان گذاشته شده، استفاده شد. در این روش برای وزن دهی معیارها و زیرمعیارها از ماتریس مقایسه‌های جفتی به منظور ورود به مدل استفاده می‌شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۳). این ماتریس‌ها از طریق پرسشنامه‌ای در اختیار هفت کارشناس صاحب نظر که تسلط کافی به مدل‌سازی (AHP)<sup>۵</sup>

همان‌گونه که مشخص است فاصله از جاده‌ها با وزن ۰/۲۳۱ بیشترین اهمیت را دارد و این موضوع حاکی از تاثیر شدید جاده‌ها است، به‌ویژه جاده اصلاحی پارچین- پاسداران که منطقه را به دو نیم تقسیم کرده، می‌باشد. اهمیت بعدی را زیرمعیار فاصله از زمین‌های با مالکیت نظامی با عدد ۰/۱۹۰ به خود اختصاص داده است.

در پارک ملی خجیر نیروهای نظامی که وابسته به وزارت صنایع دفاع هستند تاثیرگذاری شدیدی دارند و این موضوع با وزن نهایی این زیرمعیار تطابق دارد. نرخ سازگاری نهایی ۰/۰ است و این نشان از دقت بالای ماتریس‌ها می‌باشد بنابراین نتایج حاصله کاملاً قابل اعتماد می‌باشند.

### ۳-۲ نتایج حاصل از نقشه‌سازی

نقشه‌های عامل موثر در این پژوهش ابتدا در نرم افزار ArcGIS آماده شد و سپس به منظور استانداردسازی، وزن‌گیری توسط AHP و تلفیق لایه‌های نهایی از نرم افزار IDRISI استفاده شد.

طبق جدول ۴ که از بررسی نقشه‌های مربوط به زیستگاه گونه‌های حساس در نرم‌افزار ArcGIS حاصل شده، مشاهده می‌شود که قوچ و میش در حدود ۵ هکتار از مساحت پارک حضور دارد و در کل بیش از نیمی از مساحت پارک مشتمل بر ۶/۵۶۶ هکتار از مساحت پارک جزء زیستگاه‌های حساس به‌شمار می‌رود. این مسأله نگاه ویژه به مدیریت حفاظتی و بهسازی زیستگاه‌های آسیب‌دیده را می‌طلبد.

جدول ۴. مساحت زیستگاه گونه‌های حساس در پارک

گونه‌های حساس	مساحت زیستگاه (هکتار)
پلنگ	۲/۴۷۳
قوچ و میش	۴/۹۰۶
کل و بز	۱/۹۷۴
مساحت کل زیستگاه‌های حساس = ۶/۵۶۶	

همان‌طور که در جدول ۵ مشخص است، زمین‌های تحت مالکیت نیروهای نظامی که وابسته به وزارت صنایع دفاع

دست آمده بود در نقشه‌های فازی شده مربوط به خود ضرب شد و مجموع آن‌ها نقشه نهایی اولویت‌بندی بهسازی بوم‌شناختی پارک ملی خجیر را ارائه داد.

### ۳- نتایج

#### ۳-۱- تحلیل نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی

جهت یافتن مناطق نیازمند بهسازی، در ابتدا معیارها در ماتریس‌های جفتی جای گرفتند و توسط کارشناسان نسبت به یکدیگر اولویت‌بندی شدند. جدول ۲ وزن نهایی معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۲. وزن نهایی معیارها بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی

معیارها	وزن نهایی
آشفتگی‌ها	۰/۷۱۲
بیوفیزیکی	۰/۲۸۸

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود معیار آشفتگی‌ها وزن بیشتری نسبت به معیار بیوفیزیکی دریافت کرده و این نشان از اهمیت بیشتر آشفتگی‌ها در منطقه از دید کارشناسان دارد. نرخ سازگاری این جدول ۰/۰ به دست آمد که بیان‌کننده سازگاری بالای ماتریس است و می‌توان به وزن‌های به‌دست آمده اعتماد کرد. در جدول ۳ زیرمعیارها براساس وزن نهایی لیست شده‌اند.

جدول ۳. وزن نهایی زیرمعیارها بر اساس روش تحلیل

#### سلسله مراتبی

زیرمعیارها	وزن نهایی
فاصله از جاده‌ها	۰/۲۳۱
فاصله از زمین‌های تحت مالکیت نظامی	۰/۱۹۰
فرسایش	۰/۱۰۶
فاصله از زمین‌های کشاورزی	۰/۰۹۴
نزدیکی به زیستگاه پلنگ	۰/۰۹۳
فاصله از زمین‌های تحت مالکیت جهاد کشاورزی	۰/۰۹۲
فاصله از روستا	۰/۰۶۳
فاصله از زیستگاه قوچ و میش	۰/۰۶۴
فاصله از زیستگاه کل و بز	۰/۰۴۴
فاصله از گلخانه‌ها	۰/۰۴۴

است با زیستگاه‌های حساس به‌طور ناچیزی تداخل دارد، اما با توجه به قدرت سیاسی و اجرایی این سازمان، تاثیر شگرفی در منطقه دارد. به عنوان مثال در ورودی پارک با سردر بزرگی از وزارت صنایع دفاع مواجه می‌شویم و این پارک ملی را تحت عنوان منطقه نظامی خجیر می‌شناسند، طولانی‌ترین و تاثیرگذارترین جاده در این منطقه، جاده اختصاصی وزارت صنایع دفاع با نام جاده پارچین- پاسداران است و یک سمت جاده توسط این سازمان فنس کشی شده است که شدیداً بر روی محصور شدن زیستگاه حیات وحش تاثیر گذاشته است.

شکل ۲ همپوشانی آشفته‌گی‌های موجود در منطقه را با زیستگاه‌های حساس نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است، جاده اصلی تقریباً منطقه را به دو قسمت تقسیم کرده است و با توجه به روی هم گذاری نقشه جاده‌ها با نقشه زیستگاه‌های حساس مشخص شد که این جاده که موجب اتصال شمال غربی به جنوب شرقی این پارک ملی است موجب قطعه قطعه شدن زیستگاه‌های حساس شده و توانایی جابه‌جایی حیوانات بین قسمت‌های مختلف پارک را پایین آورده است. این جاده ۱۱/۵۴ کیلومتر طول و ۱۵ متر عرض دارد و از سمت شمال غرب به جنوب شرقی در سمت راست جاده به طور کامل توسط نیروهای نظامی منطقه فنس کشی شده است. نتیجه این فنس کشی در درازمدت بسیار نگران کننده است زیرا از تبادل ژنتیکی گونه‌های دو سمت جاده به دلیل محدودیت فیزیکی جلوگیری می‌شود و بیماری‌ها، مصائب طبیعی، خشکسالی و بسیاری از مسایل دیگر می‌تواند بر گونه‌ها غالب شود و آن‌ها را به مرز نابودی بکشاند.

در برخی مناطق هم‌پوشانی زیستگاه‌های حساس را با استقرارگاه‌های انسانی شاهد هستیم که خطرات زیادی برای نابودی حیوانات در بر خواهد داشت. همان‌طور که در مناطقی و در برخی مناطق همجوار استقرارگاه‌های انسانی شاهد محصورتر شدن زیستگاه‌های حساس هستیم.

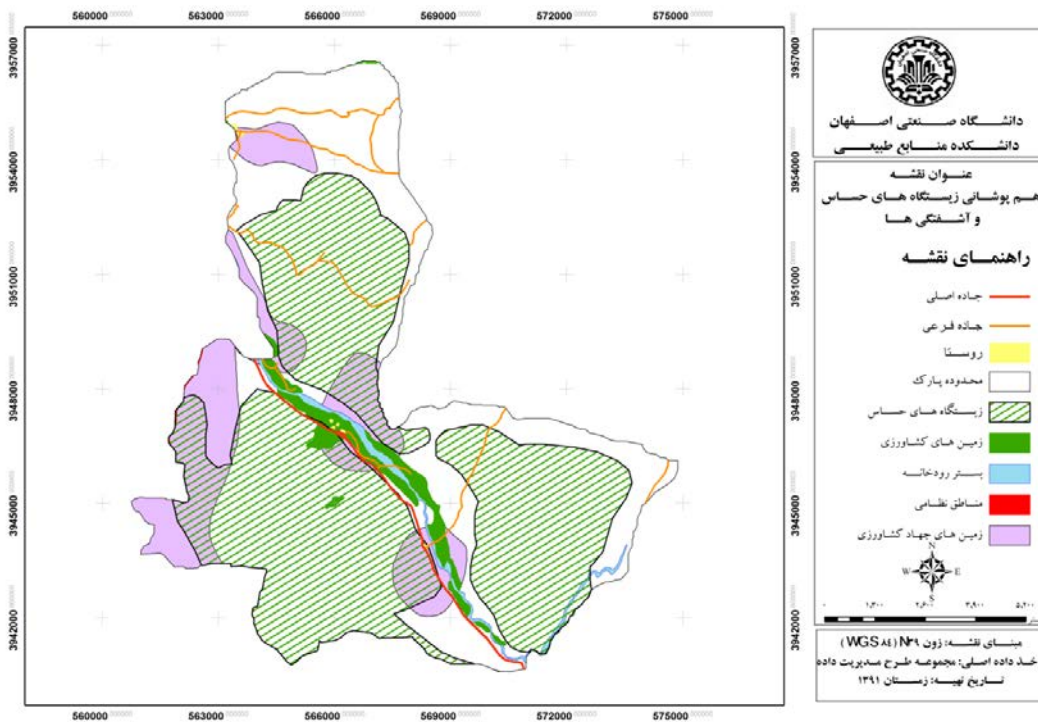
از ترکیب نقشه‌های استاندارد شده طبق روش ترکیب

خطی وزنی، نقشه نهایی با طیفی از مطلوبیت‌های کمینه و بیشینه به وجود آمد. سپس این لایه در لایه محدودیت‌ها ضرب شد و بدین ترتیب اولویت‌نهایی به جهت بهسازی با کسر مکان‌های دارای محدودیت در پنج طبقه تولید شد. طبق شکل ۳ اولویت‌مندترین مناطق برای بهسازی مشخص شده‌اند که به‌منظور قابلیت بررسی راحت‌تر این نقشه در پنج طبقه کیفی قرار گرفته و مکان‌های دارای محدودیت انجام بهسازی از آن کسر شده است. بالاترین اولویت‌های بهسازی در مناطقی که ارزش حفاظتی بالایی دارند قرار گرفته است و با توجه به این که یکی از اهداف اولویت‌بندی بهسازی بوم‌شناختی حفظ تنوع زیستی بوده است می‌توان به صحت نتایج کار اطمینان کرد.

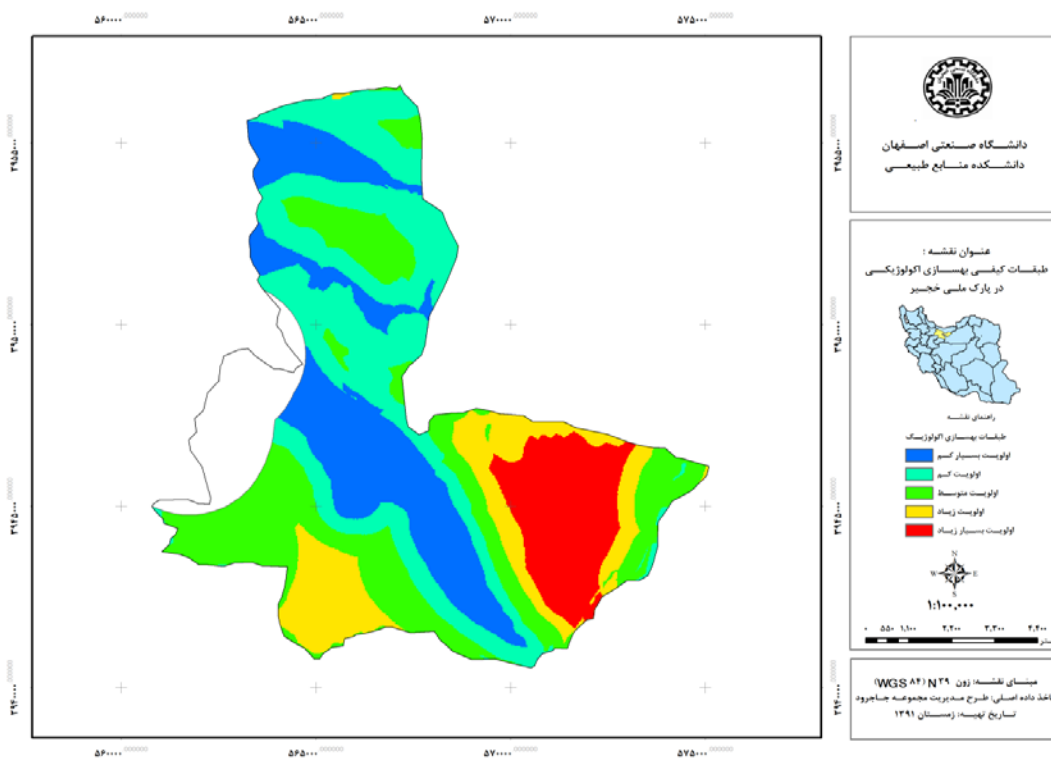
#### ۴- نتایج و بحث

یکی از مهم‌ترین اهداف ایجاد پارک‌های ملی در همه کشورها حفظ گونه‌ها و جلوگیری از تداوم تخریب در بوم‌سازگان‌ها است، زیرا حفاظت از این مناطق می‌تواند نقش اساسی در مدیریت صحیح سایر مناطق به خصوص مناطق همجوار داشته باشد. متأسفانه این روند در پارک‌های ملی ایران در چند دهه اخیر به سوی تخریب مناطق حفاظت شده بوده است که منجر به افزایش نگرانی‌ها در مورد این مناطق شده است.

با توجه به ناهمگونی تهدیدها، آسیب‌ها و تنوع بوم‌شناختی در پارک ملی خجیر، به‌منظور بهسازی بوم‌شناختی با هدف حفظ تنوع زیستی نیاز به مدلی دقیق به منظور تعیین اولویت مکانی می‌باشد. مکان‌یابی فرآیند بسیار پیچیده‌ای است و به دامنه وسیعی از معیارها وابسته است. بنابراین می‌توان مکان‌یابی را فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ای دانست که برای اولویت‌بندی معیارهای مختلف و انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه‌های ممکن دانست. با مکان‌یابی می‌توان از هدر رفت هزینه‌ها جلوگیری کرد و مکان‌های با احتمال موفقیت بالاتر در پروژه‌های بهسازی را شناسایی کرد. بدین ترتیب گامی مهم در راستای نیل به توسعه پایدار برداشته می‌شود.



شکل ۲. نقشه همپوشانی آشفته گی ها با زیستگاه های حساس در پارک ملی خجیر



شکل ۳. نقشه طبقات کیفی الویتمندترین مناطق جهت بهسازی در پارک ملی خجیر

در انتخاب معیارهای مورد نیاز جهت نیل به اهداف تحقیق از مطالعه منابع مرتبط و نظرات کارشناسان زبده‌ای استفاده شد و در نهایت دو معیار اصلی شامل: معیار بیوفیزیکی و معیار آشفستگی‌ها انتخاب شدند. معیار بیوفیزیکی خود به دو شاخه فرسایش خاک و نزدیکی به زیستگاه‌های حساس تقسیم شد. کوکبی و امین‌زاده (۱۳۸۷) نیز به منظور بررسی حفاظت و بهسازی رودخانه خشک شیراز در مقیاس سیمای سرزمین شاخص‌های مرتبط با کار خود را در قالب فعالیت‌های انسانی و واحدهای بیوفیزیکی جای داده‌اند که با این پژوهش همخوانی دارد.

به منظور بررسی زیستگاه‌های حساس زیستگاه گوسفند وحشی، پازن و پلنگ که هر سه از نظر حفاظتی مورد توجه هستند انتخاب شد. کرمانی‌القریشی زیستگاه گوسفند وحشی را در پارک ملی خجیر و سرخه حصار بررسی کرده و این نشان از اهمیت زیستگاه این جانور در منطقه مورد مطالعه دارد. در شاخه آشفستگی‌ها چهار زیرمعیار فاصله از گلخانه، فاصله از زمین‌های کشاورزی، فاصله از جاده‌ها و فاصله از استقرارگاه‌های انسانی تعریف شده است، که به دلیل وجود چندین نوع استقرارگاه، زیرمعیار فاصله از استقرارگاه‌های انسانی به سه زیرمعیار روستا، زمین‌های با مالکیت نیروهای نظامی و زمین‌های با مالکیت جهاد کشاورزی تقسیم شد. پس از تشکیل درخت سلسله مراتبی در سه سطح هدف، معیارها و گزینه‌ها طی پرسشنامه‌ای نظر کارشناسان در مورد اهمیت معیارها در ماتریس‌های مقایسه جفتی در مقیاس ۱ تا ۹ عددی مشخص شد که عدد یک نشان از اهمیت برابر دو معیار دارد و عدد ۹ نشان از اهمیت بسیار زیاد معیار اول نسبت به معیار دوم دارد. سپس میانگین نظرات کارشناسان حساب شد و به منظور تعیین صحت این نظرسنجی نرخ سازگاری ماتریس‌ها محاسبه شد و عدد ۰/۰ به دست آمد که صحت بالای ماتریس‌ها را تایید کرد. سپس این وزن‌ها با لایه‌های معیار استاندارد شده توسط منطق فازی با استفاده از روش WLC ترکیب شد و

لایه‌نهایی اولویت‌بندی منطقه به جهت بهسازی مشخص شد. در نقشه نهایی، اولویت‌ها در طیفی از مطلوبیت بالا برای بهسازی و مطلوبیت پایین برای بهسازی مشخص شدند که بسته به مقدار مساحتی که با توجه به بودجه، زمان و سایر محدودیت‌ها تعیین خواهد شد بالاترین اولویت‌ها برای بهسازی انتخاب خواهند شد. سیر نتیجه‌گیری این تحقیق با مطالعه جی‌کاراولی و همکاران (۲۰۰۴) برای اولویت مکانی بهسازی و ایجاد جنگل‌های بومی پارک ملی اسنودنیا در انگلستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مطابقت داشت و در این مطالعه نیز اولویت مناطق در بازه ۰ تا ۲۵۵ از اولویت کم تا بالا طبقه‌بندی شده بود. با این تفاوت که سیستم وزن‌دهی آن‌ها به این صورت بوده که به هریک از معیارها بسته به اهمیت‌شان عددی بین ۰ تا ۱۰ تعلق گرفته است (Gkaraveli, Good and Williams, 2004). همچنین نتایج تحقیق با نتایج مطالعه سی‌پلینی و همکاران (۲۰۰۶) که از آنالیزهای تصمیم‌گیری به منظور ایجاد چهارچوب سیستماتیکی برای انتخاب مناطق بهسازی چمنزار در حاشیه آپالاجیا واقع در جنوب آهایو در آمریکا استفاده کرده بودند، مطابقت داشت. شاخص‌های تاثیرگذار در مطالعه آن‌ها توسط هفت متخصص وزن نسبی دریافت کردند. سپس برای اولویت‌بندی چمنزارها و مدیریت آن‌ها وزن‌ها ترکیب شدند. در پایان اولویت مناطق در سیستم اطلاعات جغرافیایی مشخص شد (Cipollini, Maruyama and Zimmerman, 2005).

#### ۵- نتیجه‌گیری

نقشه نهایی اولویت مکانی بهسازی پارک ملی خجیر یک لکه با اولویت قابل توجه تولید شده است، جالب است که این لکه با زیستگاه‌های حساس، منطقه‌ای با فرسایش خاکی متوسط و همچنین با رعایت فاصله از آشفستگی‌های انسانی که موفقیت پروژه‌های بهسازی را پایین می‌آورند و زون هسته مرکزی تطابق دارد و این نشان از نیل سیر پژوهش این مطالعه به اهدافی چون حفظ تنوع زیستی



- Balaguer, L., Escudero, A., Martín-Duque, J., Mola, I., Aronson, J., (2014) "The historical reference in restoration ecology: Re-defining a cornerstone concept", *Biological Conservation*, Vol. 176, pp.12-20.

- Cipollini, K. A., Maruyama, A. L., and Zimmerman, C. L., (2005) "Planning for restoration: a decision analysis approach to prioritization", *Restoration Ecology*, Vol. 13, No. 3, pp. 460-470.

- Gkaraveli, A., Good, J., and Williams, J., (2004) "Determining priority areas for native woodland expansion and restoration in Snowdonia National Park, Wales.", *Biological Conservation*, Vol. 115, No. 3, pp. 395-402.

- Higgs, E., Falk, D. A., Guerrini, A., Hall, M., Harris, J., Hobbs, R. J., Throop, W. (2014) "The changing role of history in restoration ecology", *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 12, No. 9.

- Hobbs, R. J., and Harris, J. A., (2001) "Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium", *Restoration Ecology*, Vol. 9, No. 2, pp. 239-246.

- Jin, J., Wang, R., Li, F., Huang, J., Zhou, C., Zhang, H. and Yang, W., (2011) "Conjugate ecological restoration approach with a case study in Mentougou district, Beijing", *Ecological Complexity*, Vol. 8, No. 2, pp. 161-170.

- Light, A. and Higgs, E. S., (2008) "The politics of ecological restoration", *Environmental Ethics*, Vol. 18, No. 3, pp. 227-247.

- Mitsch, W. J. and Jørgensen, S. E., (2003) "Ecological engineering: a field whose time has come", *Ecological Engineering*, Vol. 20, No. 5, pp.363-377.

- Orsi, F., Geneletti, D. and Newton, A. C., (2011) "Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel-based approach", *Ecological Indicators*, Vol. 11, No. 3, pp.337-347.

- Trabucchi, M., Ntshotsho, P., O'Farrell, P. and Comín, F. A., (2012) "Ecosystem service trends in basin-scale restoration initiatives: A review", *Journal of environmental management*, Vol. 111, pp.1

منطقه و انجام پروژه‌های با قابلیت امکان‌پذیری بهسازی در پارک ملی خجیر می‌باشد.

## ۶- پی‌نوشت‌ها

1. Geographical Information System
2. Multi-Criteria Decision Making
3. Multi-Criteria Evaluation
4. Weighted linear Combination
5. Analytic Hierarchy Process
6. Expert Choice

## ۷- منابع

- سلمان ماهینی، ع.، ریاضی، ب.، نعیمی، ب.، بابایی کفاکی، س.، (۱۳۸۸) "ارزیابی توان طبیعت‌گردی شهرستان بهشهر بر مبنای روش ارزیابی چند معیاره با استفاده از GIS"، *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، جلد ۱۱، شماره ۱: ۱۸۷-۱۹۸.

- شفیع، ب.، ایرانی بهبهانی، ه.، مخدوم، م.، یآوری، ا.، کریمی، ک.، (۱۳۸۲) "ارائه الگوهای طراحی و احیاء در مناطق رودکناری با رعایت اصول اکولوژیک منظر، (مطالعه موردی: حاشیه رودخانه جاجرود واقع در پارک ملی خجیر)"، *محیط‌شناسی*، شماره ۳۲: ۱-۱۴.

- ریسی، م.، سفیانیان، ع.، قدوسی، ح.، (۱۳۹۳) "امکان‌سنجی استقرار صنایع در منطقه اصفهان بزرگ با استفاده از روش ترکیب خطی وزن دار در محیط GIS"، *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره شانزدهم، شماره ۴: ۸۵-۹۶.

- ملکیان، آ.، سلاجقه، ع.، قاسمی، ع.، اسمعیلی عوری، ا.، (۱۳۹۳) "بررسی سیل‌خیزی و تعیین عوامل مؤثر در آن در حوضه رودخانه بالقلی چای با استفاده از تکنیک RS و GIS"، *محیط‌شناسی*، دوره ۴۰، شماره ۲: ۳۸۹-۴۰۰.

