پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۱۰، شماره ۱۹، بهار و تابستان ۱۳۹۸، از صفحه ۱۲۹ تا ۱۴۱

ارزیابی مطلوبیت زیستگاه بز و پازن (*Capra aegagrus aegagrus*) در منطقه حفاظت شده لشگردر همدان

فرزانه صفریان[۱]، علیرضا ایلدرمی*[۲]، میرمهرداد میرسنجری[۳]، محمد قربانی[۴]

۱ کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ایران
۲ دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ایران
۳ استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ایران
۴ کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده انرژی و محیط‌زیست، علوم و تحقیقات تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۲؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۴/۱۰)

چکیده

مدیریت و حفاظت موثر جمعیت‌های حیات‌وحش به درک و پیش‌بینی انسان از ارتباطات زیستگاه حیات‌وحش وابسته است. تعیین پراکنش گونه برای حفظ و مدیریت جمعیت‌ها، به ویژه برای گونه‌های در حال تهدید یک امر ضروری است. یکی از روش‌های تعیین پراکنش گونه‌ها ارزیابی زیستگاه است که با استفاده از مدل‌هایی می‌توان محدوده پراکنش گونه را پیش‌بینی نمود که ابزار مناسبی برای اهداف حفاظتی و مدیریتی است. گونه بز و پازن گونه‌ای از راسته زوج‌سمان با پراکنش در مناطق کوهستانی اروپا، آسیای صغیر، آسیای مرکزی و خاورمیانه می‌باشد که جز گونه‌های آسیب‌پذیر در فهرست سرخ IUCN محسوب می‌شود. در پژوهش حاضر، مطلوبیت زیستگاه این گونه در منطقه حفاظت شده لشگردر ملایر بررسی شد. به منظور مدل‌سازی زیستگاه این گونه از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) در نسخه چهارم نرم‌افزار بایومپرBiomapper استفاده شد. در این مطالعه از نقاط حضور گونه به عنوان متغیر وابسته و از لایه‌های اطلاعاتی شامل نقشه طبقات ارتفاع، شیب، جهت، فاصله تا جاده و مناطق روستایی و تنوع پستی و بلندی‌ها (ژئومورفولوژی) به عنوان متغیر مستقل استفاده شد. نتایج مطلوبیت زیستگاه نشان داد که زیستگاه انتخابی بز و پازن در ارتفاعات بیش از ۲۴۰۰ متر و در مناطق صخره‌ای با فاصله زیاد از جاده و روستا و به طور عمده در دامنه‌های توده سنگی شیب‌دار (شیب‌های ۳۰ تا۶۰ و بیش از ۶۰ درصد) با تخریب مکانیکی شدید و مناطق واریزه‌ای قرار دارد. همچنین نتایج تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که بز و پازن در این منطقه، زیستگاه‌های حاشیه‌ای را انتخاب می‌کنند و آشیان بوم‌شناختی باریکی دارند.

کلید واژه‌ها: مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، تجزیه تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، بایومپر، منطقه حفاظت شده لشگردر، همدان

*نویسنده مسئول: Email: Ildoromi@gmail.com

سرآغاز

تعیین محدوده پراکنش گونه‌ها و مطلوبیت زیستگاه آن‌ها در مقیاس کوچک و برای گونه‌هایی که فراوانی کمی داشته و جز گونه‌های نادر و در خطر انقراض به حساب می‌آیند، مشکل و در بسیاری از موارد غیرقابل انجام است. برای حل این مشکلات فنون مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه بر اساس تحلیل رابطه بین گونه و زیستگاه ابداع شدند (Gibson et al., 2003). این مدل‌ها احتمال حضور گونه را بر اساس متغیرهای محیط‌زیستی پیش‌بینی می‌کنند. پیشرفت فنون آماری و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) سبب شد تا مدل‌سازی در قالب فضا انجام شود (Jacqain et al., 2005). با توجه به این که در ایران مطالعه درباره مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها کمتر صورت گرفته است، چنین مطالعه‌هایی می‌توانند الگویی برای کاربرد روش‌های نوین مدیریتی باشند.

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه به مدیران حیات‌وحش کمک می‌کند تا با صرف زمان و هزینه کمتر، عوامل تهدیدکننده جمعیت‌ها و زیستگاه‌های بالفعل و بالقوه را شناسایی کنند (Madani, 2007). هدف از این مطالعه تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه پازن[۱] در منطقه حفاظت شده لشگردر با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی (ENFA) [۲] است. این گونه از علف‌خواران شاخص ارتفاعات صخره‌ای ایران بوده و نقش مهمی در اکوسیستم‌های کوهستانی، به عنوان تنها علف‌خوار مناطق صعب‌العبور داشته و یکی از مهم‌ترین طعمه‌های گونه پلنگ[۳] می‌باشد (Omidi, 2008).

(Trail & Bigalke, 2007) به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه نشخوارکنندگان بزرگ جثه و توانایی آنها برای مدیریت حیات‌وحش پرداختند. در این پژوهش به منظور ساخت نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه از تکنیک ENFA استفاده شد. نتایج مدل‌سازی روی ابزارهای در دسترس برای مدیریت، زیرساخت‌های لازم برای توسعه و تخمین سرعت بازسازی این منطقه متمرکز بود.

در پژوهشی که توسط (Mostafavi, 2009) انجام شد به بررسی مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه‌های بهاره و تابستانه گونه بز و پازن در پارک ملی لار تهران پرداخته شد. در این پژوهش از تکنیک ENFA برای مدل‌سازی استفاده شد. نقشه مطلوبیت زیستگاه به دست آمده نشان داد که زیستگاه مطلوب بز و پازن در این منطقه در ارتفاعات بیش از۳۰۴۰ متر از سطح دریا، در شیب‌های بالای ۴۲ درصد بوده و پوشش گیاهی نقش مهمی در مطلوبیت زیستگاه برای گونه دارد.

(Strubbe & Matthysen, 2009) به پیش‌بینی روند پراکنش گونه مهاجم (*Psittacula krameri*) در شمال بلژیک با رویکرد آشیان بوم‌شناختی پرداختند. در این پژوهش به منظور مدل‌سازی زیستگاه از روش ENFA استفاده شد که نتایج حاصله نشان داد این گونه تمایل بالایی به اشغال زیستگاه‌های به نسبت نادر در سطح منطقه دارد و با وجود تحمل‌پذیری بالا نسبت به شرایط محیطی، لکه‌های جنگلی کهن‌سال، پارک‌ها و مناطق مسکونی را ترجیح می‌دهد.

(Godarzi et al., 2015) با مقایسه گزینه‌های مختلف مدیریتی برای حفاظت از گوزن زرد ایرانی با استفاده از روش تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین گزینه‌های مدیریتی برای حفاظت از گوزن زرد را شناسایی نمودند. نتایج نشان داد که حفاظت از گوزن زرد ایرانی در ایستگاه‌های فعلی، بهترین اقدام برای حفاظت از این گونه است.

(Fallahi et al., 2015) در بررسی تاثیر عشایر کوچ‌رو بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز در پارک ملی لار (*Capraaegagrus aegagrus*) به این نتیجه رسیدند که بیش از ۲۰ درصد زیستگاه‌های مطلوب پس از حضور عشایر کوچ‌رو از دسترس گونه خارج می‌شود. علاوه بر آن میزان حاشیه‌گرایی گونه افزایش می‌یابد، بدین معنی که جمعیت به زیستگاه‌های حاشیه‌ای رانده می‌شود و آشیان بوم‌شناختی گونه کاهش پیدا می‌کند.

(Khaki et al., 2016) مدل‌سازی نیازمندی‌های زیستگاهی کفتار راه‌راه (*Hyaena hyaena*) در منطقه حفاظت شده لشگردر، استان همدان به بررسی وضعیت پراکندگی و زیستگاه کفتار راه‌راه در منطقه حفاظت شده لشگردر پرداختند. نتایج نشان داد که ارتفاع و تیپ زیستگاهی، فاصله از مناطق مسکونی و شدت تغییر کاربری زمین در تعیین زیستگاه مطلوب گونه نقش به سزایی دارد.

(Ranjbar et al., 2016) در ارزیابی فصلی مطلوبیت زیستگاه بزوحشی در مناطق کوهستانی پارک ملی کلاه قاضی به روش حداکثر آنتروپی به این نتیجه رسیدند که بیشترین مساحت طبقه مطلوب در فصل بهار (۳۸۸۲/۲۵ هکتار) و کمترین مساحت این طبقه در فصل تابستان (۱۳۶۲/۵ هکتار) به دست آمد و مقادیر

مربوط به سطح زیر منحنی (AUC) در مدل‌های به‌دست آمده، کارایی خوبی را نشان داده است.

(Hosseini et al., 2016) در ارزیابی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) در منطقه حفاظت شده هفتاد قله استان مرکزی با استفاده از دو رویکرد مکسنت و رگرسیون لجستیک به این نتیجه رسیدند که آهو مناطقی با ارتفاع کم، شیب کم، نزدیک به منابع آبی و دور از جاده‌ها، مزارع و معادن را ترجیح می‌دهد.

(Zarandian et al., 2016) در مدل‌سازی آثار تغییر پوشش زمین بر کیفیت زیستگاه در سرزمین جنگلی سرولات و جواهردشت از مجموعه مدل‌های یکپارچه ارزشیابی اقتصادی خدمات اکوسیستمی (InVEST) و تلفیق نتایج اجرای آن‌ها استفاده نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که تغییرات در خارج از منطقه حفاظت شده به عنوان منابع جدید تهدیدها و محرکه‌های بیرونی تغییر، بر کیفیت زیستگاه در درون منطقه اثر سو خواهد داشت.

(Rezaei et al., 2017) در بررسی مطلوبیت زیستگاه کفتار راه‌راه (*Hyaena hyaena*) در منطقه حفاظت شده هفتاد قله اراک با استفاده از مدل‌های مکسنت و شبکه‌عصبی نشان دادند که نتایج حاصل از روش مکسنت دارای قدرت ارزیابی و پیش‌بینی بالاتر از مدل شبکه عصبی مصنوعی و به واقعیت نزدیک‌تر است.

(Vesali et al., 2017) در ارزیابی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی *(Panthera pardus saxicolor)* با روش آنتروپی بیشینه در استان گلستان از ۱۱ متغیر محیط‌زیستی در مدل‌سازی زیستگاه استفاده نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که هیچ‌گونه همبستگی بالای ۰/۹ بین متغیرها وجود ندارد و زیستگاه مطلوب پلنگ در استان گلستان در ارتفاع ۲۱۰۰ متری از سطح دریا و شیب حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد قرار دارد. همچنین نتایج گویای این است که مدل با میزان AUC برابر ۰/۹۷۲ قابلیت پیش‌بینی عالی دارد.

(Abdollahi et al., 2018) در بررسی مقیاس‌های مختلف به منظور تعیین پارامترهای زیستگاهی پلنگ در پارک ملی گلستان برای مدل‌سازی زیستگاه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی به این نتیجه رسیدند که متغیرهای ارتفاع، چشمه و منابع آبی و جاده مهم‌ترین پارامترهای زیستگاهی موثر در پراکنش گونه پلنگ در مقیاس‌های مختلف در پارک ملی گلستان هستند.

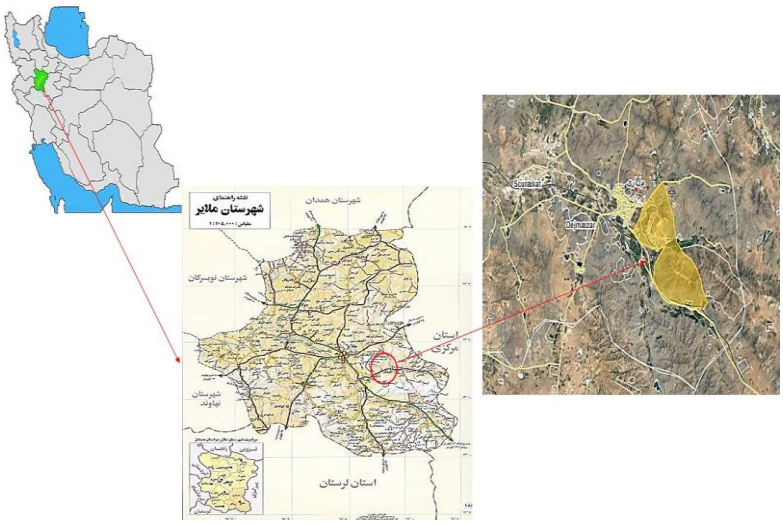
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه جز مناطق حفاظت شده سازمان محیط‌زیست ایران است. این منطقه با وسعت ۱۶ هزار هکتار و با ارتفاع ۲۷۵۸ متر از سطح دریا در منطقه‌ای کوهستانی واقع در شرق و جنوب شرقی ملایر و در عرض شمالی ۳۴ درجه ۱۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه و طول شرقی آن بین ۴۸ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۴۹ درجه واقع شده است. محدوده مورد مطالعه، با در بر داشتن زیستگاه‌های حساس برای جوامع حیات‌وحش یکی از اکوسیستم‌های بارز رشته کوه‌های زاگرس به حساب می‌آید. مراتع غنی و منابع آبی فراوان، مناطق کوهستانی و صخره‌ها و گونه‌های جانوری متنوع همراه با زمستان‌های سرد و تابستان‌های نه‌چندان گرم از ویژگی‌های این منطقه کوهستانی است شکل (۱).

این منطقه دارای آب و هوای نیمه‌خشک و سرد و معتدل بوده و رژیم بارندگی آن از تیپ اقلیم مدیترانه‌ای است. متوسط میزان بارندگی منطقه فوق معادل ۲۸۹ میلی‌متر در سال و میانگین درجه حرارت سالیانه معادل ۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. با وجود کم بودن میزان نزولات جوی (حدود ۳۰۰ میلی‌متر سالانه) و محدودیت منابع آبی و استقرار اکوسیستم خشک و سرد، این منطقه از تنوع‌زیستی به ویژه پوشش گیاهی برخوردار بوده و از این‌رو رشد و تکثیر حیات‌وحش آن در خور توجه است. بر اساس معیارهای پستی و بلندی‌ها، ویژگی‌های اقلیمی، نوع پوشش زمین و همچنین جامعه جانوران موجود، منطقه حفاظت شده لشگردر را می‌توان به سه زیستگاه کلان تقسیم نمود. تمامی این زیستگاه‌ها بخشی از اکوسیستم‌های خشکی هستند و عبارتند از:

- زیستگاه کوهستانی
- زیستگاه دشتی
- زیستگاه تپه‌ماهوری



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه

روش پژوهش

در این پژوهش ابتدا با، بررسی میدانی منطقه، استفاده از نرم‌افزار مربوطه، تهیه نقشه‌ها و بررسی عکس‌های هوایی، مقاله‌ها و کتاب‌های متعدد اطلاعات لازم در خصوص گونه بز و پازن جمع‌آوری شد. همچنین برای کسب اطلاعات در مورد گونه موردنظر در منطقه از آمار مشاهده‌های سال‌های قبل، و نتایج سرشماری‌های کارشناسان سازمان محیطزیست استان همدان، محیطبانان منطقه نیز استفاده و بر این اساس کلیه مکان‌های مشاهده‌های گونه ثبت شدند. سپس نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰و تصویر ماهواره‌ای منطقه تهیه و مورد بررسی مقدماتی قرار گرفت تا در کاوش‌های میدانی از آن‌ها استفاده شود. در ادامه الگوی رد پا و سرگین پازن مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت تا با اطلاع از بوم‌شناسی و رفتارشناسی گونه مورد مطالعه بتوان اطلاعات موثق و دقیق‌تری در منطقه به دست آورد. به طور مختصر مراحلی که در این تحقیق طی شده عبارتند از:

الف. مراحل عملیاتی روش تحقیق

۱. تهیه نقشه‌های متغیرهای محیطزیستی به منظور استفاده از آن‌ها برای آنالیز *ENFA*، به عنوان مثال محاسبه تناوب وجود منابع روی نقشه‌ها، استاندارد کردن داده‌ها، ماسک کردن و ...)
۲. تهیه نقشه حضور یا پراکنش افراد گونه
۳. وارد نمودن نقشه‌های متغیرهای محیطزیستی محیطی و نقشه حضور یا پراکنش افراد گونه به نرم‌افزار
۴. بررسی و محاسبه نقشه‌های متغیرهای محیطزیستی محیطی با آمارهای توصیفی (آنالیز توزیع مقادیر و ...)
۵. بررسی نقشه‌ها به شکل دوبعدی و سه‌بعدی
۶. آماده‌سازی نقشه‌ها مانند نرمال‌سازی پراکنش داده‌ها، اجزای آنالیز *Ciran*، *Distan* بررسی همبستگی داده‌ها
۷. اجرای آنالیز تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA)
۸. تهیه و بررسی نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه
۹. ارزیابی صحت پیش‌بینی مدل برآورد شده از طریق میانگین‌های *Cross-Validation*
۱۰. محصول نهایی (*post production*) (Hirzel et al., 2004)

ب. تهیه داده‌های مورد نیاز

اول رستری نمودن متغیرهای (نقشه‌ها) و وارد نمودن آن‌ها به نرم‌افزار و سپس کمی نمودن این نقشه‌هاست. شامل داده‌های کمی: مانند ارتفاع از سطح دریا، شیب، میانگین دما، بارندگی و .... داده‌های کیفی: مانند تیپ خاک، تیپ پوشش گیاهی و .... داده‌های بولی: مانند حضور/ عدم حضور گونه، شهرها، جاده‌ها، دریاچه‌ها و .... برخی از این داده‌ها پس از رستری نمودن مستقیم وارد نرم‌افزار شده اما برخی دیگر با یک سری تیمارها بر آنها اعمال و به کارگیری شده‌اند. انتخاب متغیرهای متناسب برای ورود به آنالیز و برآورد مدل انتخاب محیط زیستگاه از جمله مهم‌ترین گام‌ها محسوب می‌شوند. سه ویژگی اصلی مدل‌ها در

کلیه روش‌های مدل‌سازی محیط زیستگاه عبارتند از: عمومیت‌پذیری، دقت و صحت. بنابراین، بر اساس شیب تغییرات فاکتورهای اکولوژیک می‌توان یکی از سه دسته از متغیرهای مستقل را برای پیش‌بینی متغیر وابسته (حضور گونه) در مدل به کار گرفت: متغیرهای مربوط به منابع مورد نیاز گونه (VarilablesResources) مانند منابع غذایی، آب، نور و .... متغیرهای مستقیم (Direct Variables) که دارای اهمیت فیزیولوژیکی برای گونه هستند ولی به طور مستقیم مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، مانند دما، اسیدیته و..... متغیرهای غیرمستقیم (Indirect Variables) مانند شیب، جهت، ارتفاع، پوشش گیاهی، شکل پستی و بلندی و .... که ارتباط فیزیولوژیکی مستقیمی بر عملکرد گونه ندارند. متغیرهای غیرمستقیم به خوبی در صحرا جمع‌آوری می‌شوند و به واسطه ارتباط خوبی که با الگوهای پراکنش گونه‌ها دارند به گستردگی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از سوی دیگر (Guisan et al., 2000) معتقدند که این متغیرها می‌توانند جایگزین مناسبی برای ترکیبی از منابع مورد نیاز گونه (Resources Varilables) و متغیرهای مستقیم (Direct Variables) باشند. از آنجا که این مطالعه در وسعت به نسبت متوسط (۱۶۰۰۰ هکتار) به اجرا در می‌آید، بنابراین مدل‌سازی احتمال حضور گونه با استفاده از متغیرهای غیرمستقیم می‌تواند تخمین بهتری ارایه نماید (Guisan & Zimmermann,2000). لایه‌های اطلاعاتی وارد شونده به آنالیز ENFA در نرم‌افزار Biomapper به دو دسته کلی طبقه‌بندی می‌شوند.

نقشه کاری(۶)

این نقشه شامل مناطق حضور گونه مورد مطالعه در سطح منطقه است. این نقشه می‌تواند یک نقشه رستری نقطه‌ای (نقاط حضور گونه) و یا پلی گونی (محدوده گستره خانگی گونه) باشد. در خصوص حداقل تعداد نقاط حضور گونه برای این نرم‌افزار باید گفت که به عوامل متعددی بستگی دارد. به عنوان مثال به تغییرپذیری ناحیه مورد مطالعه، میزان تخصصی بودن گونه و میزان دقت مطالعه.

(Hirzel et al., 2004) معتقد است که با حدود ۲۰ الی ۳۰ نقطه نتایج بسیار مشابه با نتیجه استفاده از صدها نقطه حاصل می‌شود. همچنین (Hirzel et al., 2002) پیشنهاد نمودند که تعداد متغیرهای محیط زیستگاهی وارد شونده به آنالیز نباید بیش از ۱۰ متغیر باشد. برای این مطالعه، در ابتدا بر اساس مشاهده‌های مستقیم گونه، نمایه‌های حضور گونه (سرگین) و همچنین مشاهده‌های محیطبانان و مردم محلی، نقاط حضور گونه (۲۳ نقطه) توسط GPS ثبت و سپس در نرم‌افزار Arc view 3.2 لایه وکتوری آن تهیه شد. این نقشه ابتدا به فرمت رستری و سپس به نقشه بولی تبدیل شد تا قابل ورود به آنالیز ENFA باشد. این نقشه به عنوان متغیر وابسته وارد آنالیز شد.

نقشه‌های اکولوژیکی(۷)

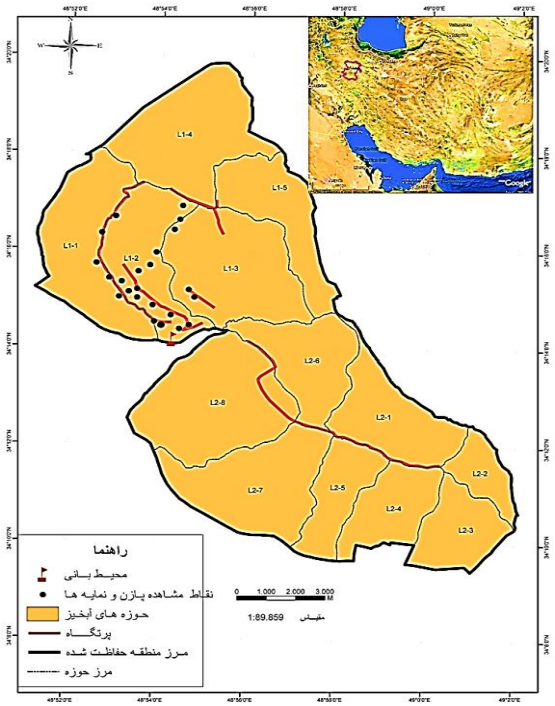
نقشه‌های اکولوژیکی شامل اطلاعات متغیرهای مستقل محیط زیستگاهی هستند که حضور و یا عدم حضور گونه به آن‌ها بستگی دارد. (Hirzel et al., 2002) پیشنهاد نمودند که تعداد متغیرهای محیط زیستگاهی وارد شونده به آنالیز نباید بیش از ۱۰ متغیر باشد. متغیرهای محیط زیستگاهی عمومی مورد استفاده در این مطالعه عبارتند از: ۱. نقشه ارتفاع، ۲. نقشه شیب، ۳. نقشه جهت (Fallahi et al., 2015; Hosseini et al., 2016; Ranjbar et al., 2016) این سه نقشه حاوی اطلاعاتی از وضعیت فیزیوگرافی منطقه هستند. برای تهیه این نقشه‌ها از نقشه رقومی ارتفاع (Model/DEMElevationDigital) استفاده شد. در واقع نقشه DEM به عنوان نقشه پایه برای تهیه سایر نقشه‌های مورد نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقشه ارتفاع، شیب و جهت به شکل پیوسته تهیه و به آنالیز وارد شد.

یافته‌ها

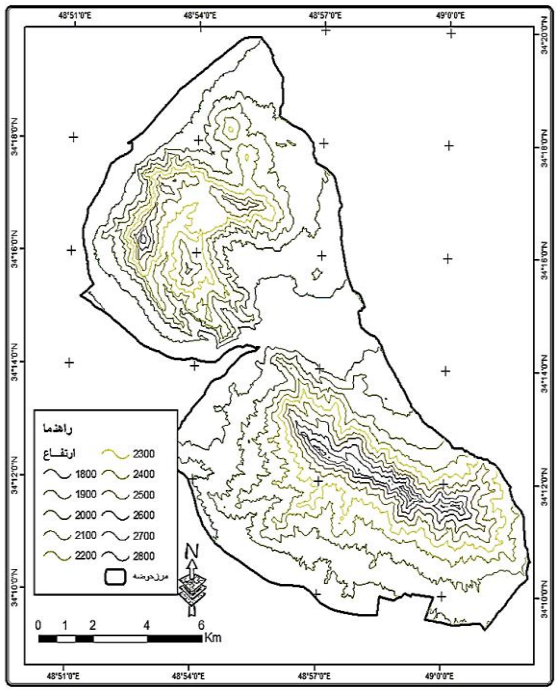
تهیه نقشه‌های اکولوژیکی مدل ENFA

در این بررسی ابتدا نقشه مناطق حضور گونه تهیه شد که در آن به تعداد ۲۳ نقاط حضور گونه توسط GPS ثبت موقعیت شد شکل (۲). ابتدا به صورت رستری و سپس به نقشه بولی تبدیل شد. سپس با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ نقشه‌های اکولوژیکی شامل طبقات ارتفاع شکل (۳) شیب شکل (۴) و جهت شکل (۵) تهیه شده است.

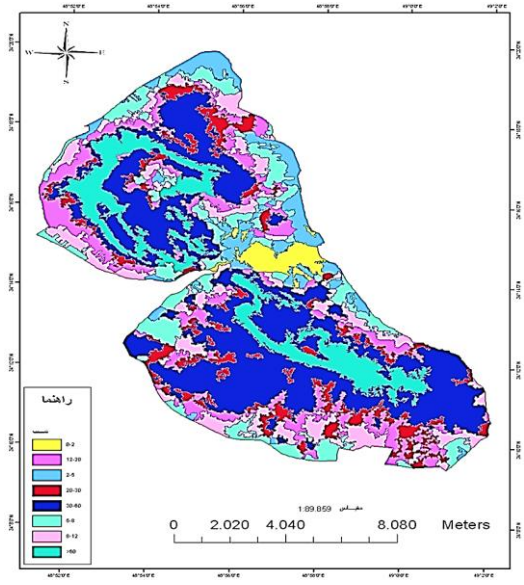
از این مرحله به بعد نقشه‌های مورد نیاز با توجه به اطلاعات به دست آمده از محیط‌زیستی شناسی پازن و وابستگی‌های محیط زیستگاهی احتمالی و همچنین در دسترس بودن اطلاعات منطقه تهیه شد (Mostafavi, 2009) که برخی از آنان عبارتند از:



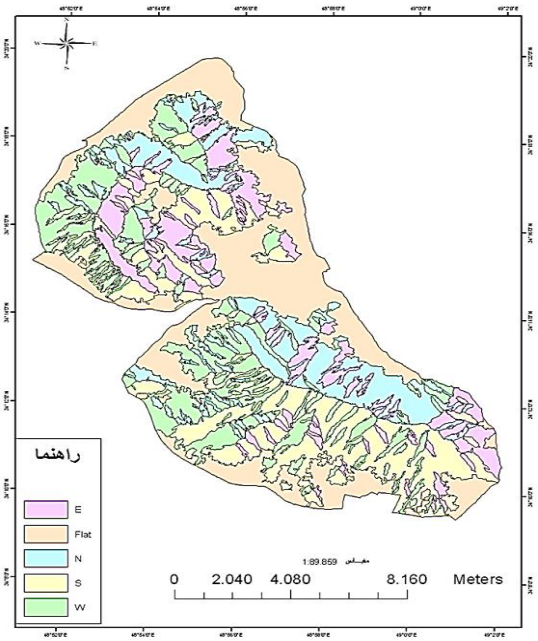
شکل (۲): نقشه نقاط مشاهده پازن و نمایه‌ها



شکل(۳): طبقات ارتفاع منطقه حفاظت شده لشگردر



شکل (۴): طبقات شیب منطقه حفاظت شده لشگردر



شکل (۵): طبقات جهت منطقه حفاظت شده لشگردر

بررسی ژئومورفولوژی محیط زیستگاه

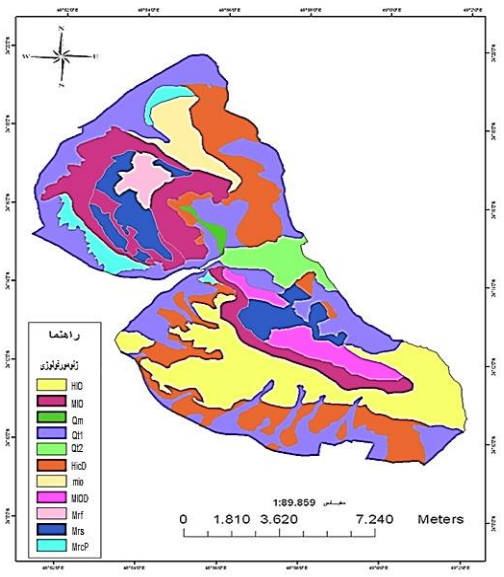
تنوع ژئومورفولوژی زیستگاه عامل مهمی برای گزینش و در ارتباط مستقیم با مطلوبیت زیستگاه گونه‌های مختلف به واسطه فراهم‌آوری گریزگاه و پناه مهم است. بنابراین در نظر گرفتن یک شاخص که معرف شرایط زیستگاهی گونه باشد، می‌تواند نقش موثری در تهیه مطلوبیت زیستگاه آن داشته باشد شکل (۶) جدول (۱).

جدول(۱): واحدهای ژئومورفولوژی منطقه حفاظت شده لشگردر

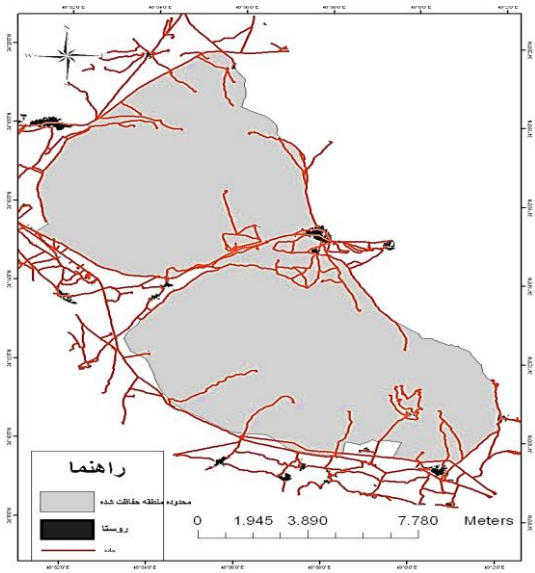
واحد	تیپ	رخساره	شرح رخساره‌ای
کوهستان	دامنه‌های نامنظم	MIO	دامنه‌های توده سنگی با شیب زیاد و تخریب مکانیکی شدید و پهنه‌های واریزه‌ای
		mio	دامنه‌های نامنظم با شیب بیش از۶۰ درصد و بیرون‌زدگی سنگی بیش از ۷۵ درصد فرسایش سطحی و انحلالی و الگوی آبراهه درختی
	دامنه‌های منظم	Mrf	پهنه به نسبت هموار و مسطح با شیب کمتر از ۱۰درصد با فرسایش سطحی
		Mrs	پهنه‌های به نسبت منظم با شیب بین ۳۰ تا ۶۰ درصد و فرسایش سطحی و انحلال آبراهه شاخه درختی
		MrcP	دامنه‌های نامنظم با شیب زیاد و بیرون‌زدگی سنگی بیش از ۵۰ درصد، پهنه‌های واریزه‌ای و الگوی آبراهه موازی
تپه ماهور	دامنه‌های نامنظم	Hio	پهنه‌های نامنظم با شیب بین ۳۰ تا۶۰ درصد و فرسایش سطحی و انحلال آبراهه شاخه درختی
		HicD	دامنه‌های منظم با شیب کم تا متوسط و بیرون‌زدگی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد و فرسایش سیاری و در بعضی قسمت‌ها خندقی و الگوی آبراهه‌ای شاخه درختی
رودخانه	پهنه‌های آبرفتی	Qt1	نهشته‌های کوهپایه‌ای مسطح بلند وبادزن‌های آبرفتی
		Qt2	مخروطه افکنه (رسوبات آبرفتی پست)
		Qm	تراس آبرفتی (مارن و گل سفید رنگ)

نقشه فاصله از نواحی مسکونی (جاده و روستا)

این نقشه براساس اطلاعات موجود و نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه تهیه شده است شکل (۷).



شکل (۶): ساختارهای ژئومورفولوژی منطقه حفاظت شده لشگردر



شکل (۷): جاده‌ها و روستاهای اطراف منطقه حفاظت شده لشگردر

چگونگی آماده‌سازی نقشه‌ها برای ورود به Biomapper

برای ورود نقشه‌ها به Biomapper لازم است تا تمامی نقشه‌ها قابلیت روی‌هم‌گذاری داشته باشند. به این منظور قالبی یکسان برای تمامی نقشه‌ها در نظر گرفته شد و تمامی نقشه‌ها بر اساس این قالب اصلاح شدند. با توجه به این که در این مطالعه اکثر نقشه‌ها با الگوبرداری از نقشه طبقات ارتفاعی (DEM) ساخته شده‌اند، بنابراین قالب DEM به عنوان مرجع استفاده شد. علاوه

بر این نوع داده‌ها باید Real یا Byte باشد که برای تبدیل نوع داده می‌توان از فرمان Convert در نرم‌افزار Idrisi استفاده نمود.

اجرای مدل و ورود داده‌ها

آنالیز ENFA بر اساس لایه‌های اطلاعاتی رستری در این نرم‌افزار به اجرا در می‌آید. بنابراین، اولین گام برای اجرای این آنالیز، ورود داده‌ها به نرم‌افزار است. نقشه‌ها به دو طبقه شامل نقشه حضور گونه و نقشه‌های متغیرهای مستقل محیطی دسته‌بندی و وارد نرم‌افزار Biomapper4 شدند.

بررسی وضعیت نرمال بودن لایه‌ها

روش تحلیل فاکتوری آشیان بوم‌شناختی تا حدود زیادی به نرمال بودن داده‌های اولیه حساس است و عدم رعایت این اصل سبب انحراف از محاسبه‌های صحیح و تولید خروجی‌های بی‌اعتبار خواهد شد. بنابراین، پس از بررسی وضعیت نرمال بودن پراکنش داده‌ها، برخی از متغیرهای مستقل محیط‌زیستی محیطی به روش Box-Cox نرمال شدند (Hirzel, 2001). Box-Cox یک مجموعه مفید و خاص تغییر شکل داده است که به منظور نرمال‌سازی داده‌ها به کار می‌رود و به صورت زیر به کار گرفته شد.

$$T(x)= (X^{Y}-1)/Y \qquad (۱)$$

X: متغیر اصلی.

T(x): مقادیر تغییر شکل یافته.

Y: ضریب همبستگی بین لایه‌های مستقل محیط زیستگاهی است و اگر مقدار آن صفر باشد از لگاریتم داده‌ها به جای فرمول بالا استفاده می‌شود.

ماسک کردن لایه‌های اطلاعاتی

ماسک کردن به معنی دادن ارزش صفر به سلول‌های بدون اطلاعات (Back ground) در خارج از محدوده مورد مطالعه است (Hirzel, 2001).

بررسی میزان همبستگی لایه‌ها

از تابع Correlation Mtrix در نرم‌افزار Biomapper4 برای اجرای ماتریس همبستگی استفاده شد. میزان همبستگی بین متغیرها کمتر از میزان بحرانی برای حذف یکی از متغیرها بود بنابراین، تمامی متغیرها برای آنالیز ENFA مورد استفاده قرار گرفتند جدول (۲).

جدول(۲): ماتریس همبستگی متغیرهای مستقل محیطی

ردیف	جهت	ژئومورفولوژی	شیب	ارتفاع	فاصله تا جاده و روستا
جهت	۱	۰/۱۶۵	۰/۰۳۵	۰/۱۴۰	۰/۰۶۴
ژئومورفولوژی	۰/۱۶۵	۱	۰/۲۰۵	−۰/۱۷۳	−۰/۱۳۲
شیب	۰/۰۳۵	۰/۲۰۵	۱	۰/۲۵۲	−۰/۰۱۶
ارتفاع	۰/۱۴۰	۰/۱۷۳	۰/۲۵۲	۱	۰/۳۸۵
فاصله تا جاده و روستا	۰/۰۶۴	−۰/۱۳۲	−۰/۰۱۶	۰/۳۸۵	۱

از تابع Covariance Matrix در نرم‌افزار Biomapper4 برای اجرای ماتریس کوواریانس استفاده شد. این ماتریس برای اجرای آنالیز ENFA مورد نیاز است جدول (۳).

جدول(۳): ماتریس واریانس- کوواریانس متغیرهای مستقل محیطی

جهت	ژئومورفولوژی	شیب	ارتفاع	فاصله تا جاده و روستا
۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۵۹	۰/۱۳۴
۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۶	۱/۵۷۸	−۴/۵۷۶
۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	−۰/۰۷۹	−۰/۳۰۰
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۱۶۰	−۰/۰۵۱
۰/۰۵۹	۰/۰۷۹	۰/۱۶۰	۸۶/۷۲۳	۱۶۶/۵۱۰
۰/۱۳۴	−۰/۳۰۰	−۰/۰۵۱	۱۶۶/۵۱۰	۲۱۵۲/۳۲۱

اجرای آنالیز تحلیل فاکتوری آشیان بوم شناختی (ENFA)

آنالیز ENFA هسته مرکزی آنالیز Biomapper را تشکیل می‌دهد و اجرای این آنالیز خروجی‌های زیر را تولید نموده است که شامل :

۱. نمایش بصری همبستگی متغیرها در ۲ فاکتور اولیه ENFA.
۲. Eigen Values: نشان‌دهنده میزان اطلاعاتی است که در هر فاکتور وجود دارد.
۳. Score Matrix (Eigen Vectors): نشان دهنده این است که هر فاکتور این آنالیز با متغیرهای مورد استفاده در آنالیز چه میزان همبستگی دارد و اهمیت هر متغیر در مدل به ارزش‌های آن متغیر در فاکتورهای مختلف مرتبط است. به عنوان مثال، اگر متغیری دارای ارزش نزدیک به صفر در همه فاکتورها باشد، می‌توان آن را حذف نمود.

آنالیز ENFA خروجی‌های زیر را به دنبال داشت:

- ماتریس همبستگی جهانی[۸]
- ماتریس کوواریانس گونه[۹]
- بردار میانگین جهانی[۱۰]
- بردار میانگین گونه [۱۱]
- ارزش‌ها و توضیح‌های واریانس (مقادیر ویژه) [۱۲]
- ماتریس نمرات (بردار ماتریس مقادیر)[۱۳]

یکی از خروجی‌های حاصل از اجرای آنالیز تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی Eigen values(ENFA) حاوی اطلاعات مهمی است و نشان‌دهنده میزان اطلاعاتی می‌باشد که در هر نقشه مستقل (EGV) وجود دارد. یکی دیگر از خروجی‌های حاصل از اجرای اکه در این پژوهش برای ما حایز اهمیت است، آنالیز ماتریس امتیازدهی Score matrix می‌باشد که حاوی اطلاعات بسیار مهمی است. اطلاعات موجود در این ماتریس نشان‌دهنده آن است که هر فاکتور حاصل از این متغیرهای مستقل محیطی مورد استفاده در آنالیز چه میزان همبستگی دارند جدول (۴). اولین ستون از این ماتریس، فاکتور حاشیه گزینی[۱۴] است. سایر ستون‌ها برابر با فاکتورهای تخصص‌گرایی[۱۵] است. ردیف‌ها در این ماتریس شامل میزان شرکت یا سهم متغیرهای محیطزیستی محیطی در ساخت فاکتورها است. مقادیر مثبت در این فاکتور نشان‌دهنده این است که گونه موردنظر محیط زیستگاه‌هایی را ترجیح می‌دهد که دارای مقادیر بیشتری از متغیر مربوطه نسبت به میانگین کل این متغیر در سطح منطقه است و بر عکس مقادیر منفی نشان‌دهنده این است که گونه موردنظر مقادیر کمتری از متغیر مربوطه را نسبت به میانگین کل این متغیر در سطح منطقه ترجیح می‌دهد (Hirzel et al., 2002).

$$S = {S_G}/{S_S} \qquad (۲)$$

$$M = {|m_S - m_G|}/{1.96 S_G} \qquad (۳)$$

m_G: میانگین توزیع گونه (میانگین توزیع متغیر مربوطه در نقاط حضور گونه)

m_S: میانگین توزیع عمومی (میانگین توزیع متغیر مربوطه در کل منطقه مورد مطالعه)

S_G : انحراف استاندارد از توزیع عمومی

S_S : انحراف استاندارد از توزیع گونه جدول (۴)

جدول(۴): ماتریس امتیازات متغیرهای مستقل محیط زیستی

ردیف	Marginality	S1	S2	S3	S4
جهت	-۰/۰۷۲	۰/۰۷۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۸۷	-۰/۲۵۰
ژئومورفولوژی	۰/۲۶۰	۰/۹۶۳	۰/۲۱۷	۰/۱۱۹	-۰/۲۴۸
شیب	۰/۳۲۴	-۰/۰۷۶	-۰/۰۴۸	-۰/۸۹۹	-۰/۰۳۶
ارتفاع	۰/۷۱۲	-۰/۱۸۱	-۰/۵۷۲	۰/۳۹۳	۰/۳۲۶
فاصله تا جاده و روستا	۰/۴۸۸	-۰/۱۲۷	۰/۷۸۷	-۰/۰۹۷	۰/۲۰۳

Marginality= ۰/۷۸۴ tollerance=۰/۲۵۶ Specialization=۳/۶۹۷

حاشیه گزینی کل (Global Marginality)

نشان‌دهنده حاشیه گزینی گونه موردنظر نسبت به تمامی متغیرهای مستقل محیط زیستگاهی است که وارد مدل شده است و چگونگی تفاوت محیط زیستگاه گونه مورد مطالعه از

شرایط موجود در کل منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. مقدار کم (نزدیک به صفر) نشان می‌دهد که گونه مربوطه تمایلی به زندگی در شرایط میانه در محدوده منطقه مطالعاتی خود دارد و ارزش بالا (بالاتر از یک) نشان‌دهنده آن است که گونه تمایل به زندگی در محیط زیستگاه‌های بسیار کرانه‌ای را دارد Hirzel et al., 2004).

$$\text{Global Mrginality}=\frac{\sqrt[2]{\sum M_i^2}}{1.96} \quad (۴)$$

M_i : حاشیه گزینی نسبت به متغیر محیط زیستگاهی i.

V: تعداد متغیرهای محیط زیستگاهی

تحمل‌پذیری کل (Global Tolerance)

با تخصص‌گرایی نسبت عکس دارد. مقدار کم (نزدیک به صفر) این متغیر نشان‌دهنده یک گونه متخصص است (یک گونه با توان تحمل پایین در محدوده شرایط محیط‌زیستی خود و یا گونه‌ای با میدان اکولوژیک کم عرض) که تمایل به زندگی در محدوده باریکی از شرایط محیط‌زیستی خود دارد و مقدار بالا (نزدیک به یک) نشان‌دهنده یک گونه با توان تحمل بالا در محدوده شرایط محیط‌زیستی خود است (Acevedo et al., 2007)

$$T = 1/S \quad (۵)$$

Global Specialization (تخصص گرایی کل)

دارای معنی معکوس نسبت به تحمل‌پذیری کل است. اما از آن جا که بین ۱ تا بی نهایت متغیر است. بنابراین، تفسیر آن دشوارتر از تخصص‌گرایی است (Hirzel et al., 2002).

$$\text{Global Specialization}= \lambda_i/v \quad (۶)$$

λ_i: Eigen Values برای متغیر i

V: تعداد متغیرهای محیط زیستگاهی

مقادیر Eigen ValuesScore Mat, rixMarginality, Specialisation, Tolerance, تا حد زیادی به منطقه مطالعاتی وابسته هستند (Falcucci, 2007).

محاسبه فاکتورهای ENFA

گام اول در محاسبه نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه محاسبه فاکتورهای ENFA است. نتایج این آنالیز برای محاسبه نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه الزامی است. نکته حایز اهمیت در این آنالیز تعیین تعداد نقشه‌های ENFA وارد شونده به آنالیز Habitat suitability است. به منظور محاسبه فاکتورهای ENFA از تابع Factor map در نرم‌افزار Biomapper استفاده شد.

تهیه نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه

به منظور تهیه نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه از تابع Habitat suitability map در نرم‌افزار استفاده شد. برای تهیه نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه (HS) در Biomapper امکان به کارگیری الگوریتم‌های متفاوتی شامل میانه (Median)، میانگین هندسی (Distance geometric mean)، میانگین هارمونیک (Distance harmonic mean) و حداقل فاصله (Minimum distance) فراهم شده است با توجه به این که نتایج حاصله بر مبنای انتخاب و به کارگیری هر الگوریتم متفاوت خواهد بود. بنابراین، انتخاب یک الگوریتم مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است جدول (۵).

جدول(۵): مقایسه شاخص Boyce در الگوریتم‌های مختلف

ردیف	الگوریتم	Boyce Index±SD
۱	Median	۰/۲۳۷۲ +- ۰/۷۵۲
۲	Geometric	۰/۵۵۵ +- ۰/۳۲۷۹
۳	Harmonic	۰/۷۸۴ +- ۰/۳۸۹۲
۴	Minima	۰/۷۰۵ +- ۰/۳۰۲۴

ارزیابی صحت پیش‌بینی مدل برآورد شده

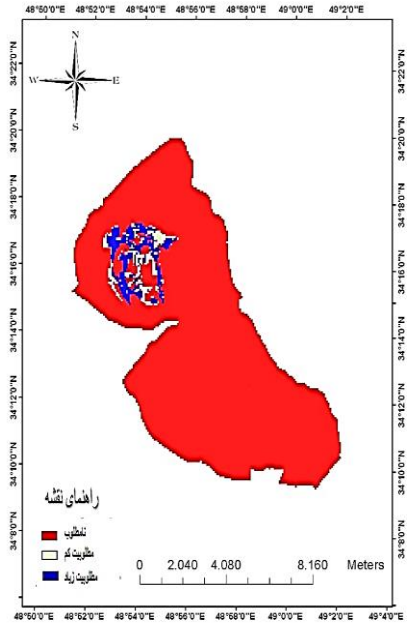
ارزیابی صحت مدل در نرم‌افزار Biomapper توسط آزمون Cross-Validation و با استفاده از شاخص بویس پیوسته انجام گرفت. مقدار شاخص Boyce از ۱- تا ۱+ متغیر است. مقادیر مثبت نشان‌دهنده مدلی است که محاسبه آن به واسطه نقاط پراکنش حضور گونه در آنالیز داده‌ها استفاده می‌شود و مقادیر نزدیک به صفر نمایانگر یک مدل تصادفی است. مقادیر منفی نیز نشان‌دهنده نواحی از زیستگاه با کیفیت پایین است. گونه موردنظر از این نواحی استفاده نمی‌برد و فقط به عنوان محل رفت و آمد و گذر حیوان است.

(Hirzel et al., 2004) (a). در این مطالعه همان‌طورکه از جدول (۵) مشخص است، مقادیر شاخص بویس (هارمونیک) به

سمت ۱ گرایش دارد و در الگوریتم به کار گرفته شده نیز میزان این شاخص ۰/۷۸۴ به دست آمد که این مقدار نشان‌دهنده صحت قابل قبول مدل است.

طبقه‌بندی نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه

برای طبقه‌بندی نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه با توجه به نمودار F_i تعداد طبقه‌ها و فراوانی آن‌ها تعیین شد. این طبقه‌بندی بر اساس شیب نمودار F_i انجام گرفت. بر اساس به کارگیری شاخص بویس، (هارمونیک) تعداد ۳ کلاس برای نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه تعیین شد. طبق نتایج حاصله، بیشترین مساحت مربوط به کلاس ۱ (محیط زیستگاه نامطلوب) و کمترین مساحت متعلق به کلاس ۲ (محیط زیستگاه با مطلوبیت کم) و مطلوبیت زیاد نیز وسعت قابل توجهی ندارد شکل (۸).



شکل(۸): نقشه طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه

بحث و نتیجه‌گیری

به منظور مدل‌سازی محیط زیستگاه پازن در منطقه حفاظت شده لشگردر با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) و به کارگیری نرم‌افزار Biomapper 4 مطلوبیت محیط زیستگاه گونه به دست آمد. در این مطالعه لایه‌های اطلاعاتی به عنوان فاکتورهای مستقل محیطی شامل نقشه طبقات ارتفاعی، نقشه شیب، نقشه جهت، نقشه ژئومورفولوژی و نقشه فاصله تا جاده و روستا وارد آنالیز شدند. همچنین با ثبت ۲۳ نقطه، محل‌های حضور پازن در منطقه، به عنوان فاکتور وابسته به سایر عوامل اکولوژیکی در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از تفسیر نقشه مطلوبیت محیط زیستگاه مشخص می‌کند که مهم‌ترین عامل در تعیین مطلوبیت محیط زیستگاه پازن در منطقه حفاظت شده لشگردر ارتفاع و فاصله تا جاده و روستا است. بعد از این متغیرها شیب و ژئومورفولوژی حایز اهمیت بوده و عامل جهت از کمترین درجه اهمیت برخوردار است، زیستگاه انتخابی پازن در ارتفاعات بیش از ۲۴۰۰ متر از سطح دریا در دامنه‌های توده سنگی با شیب زیاد (شیب‌های ۳۰ تا۶۰ و بیشتر از ۶۰ درصد) و تخریب مکانیکی شدید و پهنه‌های واریزه‌ای با فرسایش سطحی و انحلال آبراهه شاخه درختی در دامنه‌های شرقی و جنوبی قرار دارد. بر اساس نتایج (Mostafavi, 2009) نخستین عامل در تعیین مطلوبیت محیط زیستگاه بز و پازن در پارک ملی لار ارتفاع بوده است. همچنین (Fallahi et al., 2015) در بررسی تاثیر عشایر کوچرو بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز در پارک ملی لار به این نتیجه رسیدند که بیش از ۲۰ درصد زیستگاه‌های مطلوب پس از حضور عشایر کوچرو از دسترس گونه خارج می‌شود. علاوه بر آن میزان حاشیه‌گرایی گونه افزایش می‌یابد، بدین معنی که جمعیت به زیستگاه‌های حاشیه‌ای رانده می‌شود و آشیان بوم‌شناختی گونه کاهش پیدا می‌کند. همچنین پازن‌ها زیستگاه‌های با شیب بالا و ارتفاع زیاد را انتخاب می‌کردند. بنابراین، می‌توان گفت نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج این مطالعه‌ها همخوانی دارد.

بر اساس نتایج حاصله میزان حاشیه‌گرایی (Marginality) برای گونه موردنظر ۰/۷۸۴ به دست آمد که نشان‌دهنده این است که این جانور تمایل به زندگی در محیط زیستگاه‌های حاشیه‌ای دارد. بررسی عامل تخصص‌گرایی (Specialisation) و دامنه تحمل (Tolerance). در این مطالعه نشان می‌دهد که دامنه تحمل ۰/۲۵۶ است و مقدار کم این عدد (نزدیک به صفر) نشان‌دهنده این است که پازن یک گونه متخصص در محدوده منابع محیط زیستگاه خود در منطقه حفاظت شده لشگردر می‌باشد. به عبارت دیگر نشان‌دهنده این است که گونه با توان تحمل پایین در محدوده شرایط محیطی خود است و دارای میدان اکولوژیک کم عرض است که به زندگی در محدوده باریکی از شرایط محیطی خود تمایل بیشتری دارد و برای گریز از طعمه‌خواران به نواحی مرتفع صخره‌ای با شیبی تند وابستگی تام دارند که این مساله با

شرایط فیزیکی و رفتارشناختی پازن در شیب‌های تند و صعب‌العبور کوهستانی همخوانی دارد. در نتیجه پیشنهاد می‌شود که پارامترهای مختلف زیستگاه و شرایط اکولوژیکی آن همراه با تهیه نقشه‌های اولیه در قالب یک طرح تحقیقاتی مورد بررسی قرار گیرد تا ضمن شناسایی عوامل موثر در ناپایداری زیستگاه به ویژه در خصوص تیپ پوشش گیاهی که به شدت می‌تواند وضعیت زیستگاه را در رابطه با بهره‌برداری و تغییر کاربری اراضی در خصوص گونه بز و پازن و وضعیت طعمه‌خواران متاثر سازد با استفاده از سایر مدل‌های مطلوبیت زیستگاه مورد بررسی قرار گیرد.

یادداشت‌ها

1. *Capra aegagrus aegagrus*
2. Ecological Niche Factor Analysis
3. *Pantera pardus*
4. *O.o.arkali & O.o.gemelini*
5. *Equus hemionus onager*
6. Work map
7. Ecogeographic map
8. The global correlation matrix
9. The species covariance matrix
10. The global mean vector
11. The specie mean vector
12. The values and their explained variance (Eigenvalues)
13. The scores matrix(Eigen vector matrix
14. Marginality Factor
15. Specialisation

فهرست منابع

Abdollahi, S. & Salman Mahini, A. R. 2018. Investigation of Different Scales to Determine Habitat Parameters Case Study: Golestan National Park Journal of Environmental Research. 9(18): 181-188.(In Persian).

Acevedo, P.; Cassinello, J.; Hortal, J. & Gortázar, C. 2007. Invasive exotic aoudad (Ammotragus lervia) as a major threat to native Iberian ibex (Capra pyrenaica): a habitat suitability model approach. Diversity and Distributions.13(5): 587-597.

Falcucci, A. 2007. Conservation of large carnivores in a human dominated landscape: Habitat models and potential distribution (Doctoral dissertation, University of Idaho).1-196 pp.

Falahi, M.; Kabuli, M.; Mehrabi, K.; Goljani, M.; Mostafavi, A. & Seyyed Mahdi, R. 2015. Investigation of the effect of small nomads on the utility of whole and goat habitats in Lar National Park (Capraaegagrus aegagrus), Research Journal. 6(11): 111-121. (In Persian).

Gibson, L. A.; Wilson, B. A.; Cahill, D. M. & Hill, J. 2003. Modeling habitat suitability of swamp Antechinus (Antechinus minimus maritimus) in the costal heathlands of southern Victoria , Australia. International Journal of Biological Conservation. 117: 143- 150.

Goodarzi, F.; Bashari, H. & Hamami, M. 2015. Comparison of Different Management Options to Protect Iranian Yellow Deer Using Multi Criteria Decision Analysis Method, Journal of Environmental Research. 5. (10): 3-12. (In Persian).

Guisan, A. & Zimmermann, N. E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological modeling.135(2): 147-186.

Hirzel, A. 2001.When GIS come to life. Linking landscape and population ecology for large population management modeling: the case of Ibex (Capra ibex) in Switzerland , phd thesis, university de Lausanne, 106-112pp.

Hirzel, A. & Guisan, A. 2002. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modelling. Ecological modeling. 157(2): 331-341.

Hirzel, A. H.; Hausser, J.; Chessel, D. & Perrin, N. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data. Ecology.83 (7): 2027-2036.

Hirzel, A. H.; Posse, B.; OGGIER, P. A.; Crettenand, Y.; Glenz, C. & Arlettaz, R. 2004. Ecological requirements of reintroduced species and the implications for release policy: the case of the bearded vulture. Journal of Applied Ecology. 41(6): 1103-1116.

Hosseini, G.; Shams Esfand Abad, B.; & Alizadeh Shabani, A. 2016. Evaluation of Iranian Deer (Gazella subgutturosa) habitat suitability in Seventy Peaks Protected Area of Central Province. Natural Environment Journal. 69(4): 965-979. (In Persian).

Jacquin, A.; Chéret, V.; Denux, J. P.; Gay, M.; Mitchley, J. & Xofis, P. 2005. Habitat suitability modelling of Capercaillie (Tetrao urogallus) using earth observation data. Journal for Nature Conservation. 13(2): 161-169.

Khaki, S.; Alizadeh Shabani, A.; Kaboli, M.; Nouri, Z.; & Yari, A. 2016. Modeling habitat requirements of the Rahrah hyena (Hyaena hyaena in Lashkar Protected Area, Hamadan Province, Environmental Research Journal. 7 (13): 11-20. (In Persian).

Madani, N. 2002. Distribution and Distribution Modeling of the Asian Zebra Population in the Korea Turan Environmental Reserve, MSc Thesis, School of Environmental Engineering, University of Tehran. 92pp. (In Persian).

Mostafavi, M. 2009. Mapping of Utility of Spring Habitat Habitats (Capra eagagrus aegagrus) in Lar National Park, MSc Thesis, Islamic Azad University. 4-16pp. (In Persian).

Omidi, M. 2008. Modeling the Leopard Habitat Environment (P.p.saxicolor) in Kelah-Ghazi National Park by ENFA Method, MSc Thesis, Islamic Azad University.11pp. (In Persian).

Ranjbar, N.; Hemami, M.; & Shahgholian, J. 2016. Seasonal Evaluation of Wild Goat Habitability in Mountainous Areas of Kelah Ghazi National Park by Maximum Entropy Method, Journal of Applied Ecology. 5(16): 69-83. (In Persian).

Rezaei, S.; Naderi, S.; & Karami, P. 2017.Evaluation of Hyaena hyaena habitat suitability in seventy peaks of Arak Protected Area, Journal of Animal Research. 31(2): 147-158. (In Persian).

Strubbe, D. & Mattysen, E. 2008. Predicting the potential distribution of invasive ring necked parakeets psittacula krameri in northen Blegium using an ecological niche modeling approach, Biological Invasions online, Available at http:// www.springerlink.com/ content/ nnw 78 qq 86 kxo j 671 / fulltext.pdf. Accessed 1 may 2008. 221-232pp.

Traill, L. W. & Bigalke, R. C. 2007. A presence-only habitat suitability model for large grazing African ungulates and its utility for wildlife management. African Journal of Ecology.45(3): 347-354.

Vesali, S.; Moradi, H. & Salman Mahini, A. 2017. Evaluation of Panthera pardus saxicolor habitat suitability using Maximum Entropy Method in Golestan Province, Environmental Research Journal. 8 (15): 101-112. (In Persian).

Zarandian, A.; Yavari, A. R.; Jafari, H. R. & Amirnejad, H. 2016. Modeling the effects of land cover change on habitat quality in Sarvolat and Javaherdasht forest lands, Journal of Environmental Research. 6(12): 183-194. (In Persian).