

شناسایی بلوک‌ها و کریدورهای زیستگاهی خرس سیاه ایرانی (*Ursus thibetanus gedrosianus*) در استان هرمزگان

- کامران الماسیه: گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی ۴۱۱۱
- محمد کابلی*: گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی ۴۱۱۱
- فاطمه رسولی: گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی ۴۱۱۱
- طاهر قدیریان: مؤسسه حیات وحش میراث پارسیان، تهران
- هادی فهیمی: انجمن حفاظت گران بدون مرز، تهران
- الهام آبتین: اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان سیستان و بلوچستان، زاهدان

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۵

چکیده

خرس سیاه ایرانی (*Ursus thibetanus gedrosianus*) زیرگونه به شدت در آستانه انقراض در جنوب شرق کشور است که به واسطه تخریب و تکه‌تکه شدن زیستگاه و کاهش اندازه جمعیت در تهدید قرار دارد. این مطالعه با هدف شناسایی و ارزیابی بلوک‌های زیستگاهی و مدل‌سازی لکه‌ها و کریدورهای زیستگاهی خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان انجام شد. ارزیابی بلوک‌های زیستگاهی توسط پیمایش میدانی، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه توسط نرم‌افزار MaxEnt و مدل‌سازی لکه‌های زیستگاهی و کریدورهای زیستگاهی توسط نرم‌افزار CorridorDesigner انجام گرفت. تعداد ۹ بلوک زیستگاهی برای خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان شناسایی شد. بزرگ‌ترین لکه جمعیتی با مساحتی در حدود ۱۰۴۱ کیلومتر مربع در مهم‌ترین بلوک زیستگاهی یعنی منطقه بشاگرد واقع است. بلوک‌های زیستگاهی بشاگرد و رودان توسط مهم‌ترین کریدور که بیش‌ترین طول را نیز با حدود ۷۰ کیلومتر دارا بود، به هم متصل می‌شوند. هر چند که تراکم جاده‌های داخل کریدورهای زیستگاهی خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان پایین بود (۲۷/۷۳ متر بر کیلومتر مربع)، اما بسیاری از کریدورهای زیستگاهی توسط جاده‌های اصلی به صورت عرضی قطع می‌شوند و جاده‌ها امنیت افراد خرس سیاه در حال حرکت در کریدورهای زیستگاهی را به خطر می‌اندازند. لکه‌های زیستگاهی به عنوان پناه و استراحتگاه در داخل کریدورهای زیستگاهی در حدود ۱۳ درصد مساحت کریدورهای زیستگاهی خرس سیاه ایرانی را در برمی‌گیرند. حفاظت از بلوک‌های زیستگاهی خرس سیاه ایرانی به همراه کریدورهای زیستگاهی از مواردی است که باید برای حفاظت این زیرگونه در معرض انقراض، مورد توجه سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار گیرد.

کلمات کلیدی: خرس سیاه ایرانی، بلوک زیستگاهی، کریدور زیستگاهی، لکه زیستگاهی، استان هرمزگان



مقدمه

بنابراین، خرس‌ها یکی از مناسب‌ترین گونه‌های کانونی برای طراحی کریدورهای زیستگاهی هستند.

خرس سیاه آسیایی (۱۸۲۳، *Ursus thibetanus*, G. Cuvier) از خرس‌های با اندازه متوسط به‌شمار می‌آید و در برگیرنده ۷ زیر گونه در جهان است (Hwang و همکاران، ۲۰۰۸). زیرگونه ایرانی خرس سیاه (۱۸۷۷، *Ursus thibetanus gedrosianus*, Blanford)، غربی‌ترین گستره پراکنش این گونه را در سطح جهان به‌خود اختصاص داده است. این زیرگونه در کشورهای ایران و پاکستان حضور داشته و به خرس سیاه بلوچی نیز شهرت دارد. پراکندگی این زیرگونه در ایران به مناطق کوهستانی استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و کرمان محدود است (Fahimi و همکاران، ۲۰۱۱). اگرچه خرس سیاه آسیایی در فهرست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی^۲ در طبقه آسیب‌پذیر^۳ قرار گرفته است، اما زیرگونه خرس سیاه ایرانی به‌علت کاهش اندازه جمعیت و انزوای زیستگاهی (Yusefi و همکاران، ۲۰۱۴)، در طبقه به‌شدت در معرض خطر^۴ قرار دارد (Garshelis و Steinmetz، ۲۰۰۸). برای حفاظت از خرس سیاه ایرانی، در کنار حفاظت از بلوک‌های زیستگاهی، شناسایی و تضمین پایداری کریدورهای زیستگاهی به‌عنوان مناطقی کم‌عرض و طولانی اما حساس و حیاتی، ضروری به‌نظر می‌رسد. در این مطالعه در ابتدا پیمایش‌های صحرایی گسترده‌ای در بلوک‌های زیستگاهی خرس سیاه در استان هرمزگان به‌منظور بررسی فعال بودن و حضور خرس انجام شد. هم‌چنین، احتمال وجود بلوک‌های زیستگاهی جدید مورد ارزیابی قرار گرفت. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه خرس سیاه ایرانی در محدوده استان هرمزگان انجام شده و لکه‌های زادآوری و جمعیتی مدل‌سازی شده این زیرگونه به‌دست آمدند. سرانجام، از روش تحلیل حداقل هزینه به‌منظور شناسایی کریدورهای زیستگاهی میان بلوک‌های زیستگاهی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه: محدوده مورد مطالعه در این پژوهش دربرگیرنده استان هرمزگان است (شکل ۱). جنگل‌های پراکنده در مناطق خشک کوهستانی با پوشش تنک و گونه‌های درختی مانند *Pistacia atlantica* و *khinjuk* P. و پوشش درختچه‌ای مانند *Nannorrhops ritchiana* و *Tamarix* ssp. زیستگاه‌های

تکه‌تکه شدن زیستگاه‌های حیات‌وحش به‌واسطه افزایش جمعیت انسان و اشغال این زیستگاه‌ها توسط انسان از نگرانی‌های اصلی در زمینه حفاظت از حیات‌وحش هستند (Sanjayan و Crooks، ۲۰۰۶). در سال‌های اخیر، زیستگاه‌های طبیعی به‌ویژه مناطق حفاظت‌شده عمدتاً حالت جزیره‌ای و لکه‌ای یافته و در ماتریسی از کاربری‌های انسانی محاصره شده‌اند (Wikramanayake و همکاران، ۲۰۰۴). در چنین شرایطی وجود یا برقراری ارتباط بین لکه‌های زیستگاهی می‌تواند اثرات تکه‌تکه شدن جمعیت‌های حیات‌وحش را کاهش داده (Beier و Noss، ۱۹۹۸) و جریان ژن میان لکه‌های زیستگاهی منزوی می‌تواند تا حدودی پیامدهای منفی تجزیه شدن زیستگاه‌ها را کاهش دهد (Haddad و همکاران، ۲۰۰۳).

طراحی مدل‌های کریدور زیستگاهی با هدف حفظ، نگهداری و تأمین بخشی از نیازهای حیات‌وحش و تا حدودی تضمین انتقال و جابه‌جایی افراد جمعیت‌ها بین دو یا چند بلوک زیستگاهی، یکی از بارزترین جنبه‌های مدیریت حیات‌وحش محسوب می‌شود. هدف از طراحی ارتباط زیستگاهی، شناسایی سرزمین‌هایی است که به‌عنوان کریدور زیستگاهی امکان جابه‌جایی افراد جمعیت‌های حیات‌وحش را میان بلوک‌های زیستگاهی برقرار می‌سازند (Beier و همکاران، ۲۰۰۸). بلوک‌های زیستگاهی مناطقی هستند که جمعیت‌های گونه در آن حضور داشته و بتوانند شرایط به نسبت طبیعی خود را برای این جمعیت‌ها تا مدتی طولانی حفظ کنند.

مدل‌سازی براساس روش حداقل هزینه^۱ (Adriaensen و همکاران، ۲۰۰۳)، به‌عنوان اصلی‌ترین روش در طراحی کریدور زیستگاهی (Beier و همکاران، ۲۰۰۸)، در راستای شناسایی مناطق با کم‌ترین مقاومت (هزینه) برای عبور گونه‌های کانونی میان بلوک‌های زیستگاهی کاربرد دارد. گونه‌های کانونی، گونه‌هایی هستند که به یک زیستگاه خاص وابسته بوده و در برابر از بین رفتن ارتباط‌های زیستگاهی آسیب‌پذیر هستند (Beier و همکاران، ۲۰۰۸). خرس‌ها پستانداران بزرگ جثه‌ای از خانواده Ursidae هستند که در زیستگاه‌های خود تراکم پایینی داشته و اولین گونه‌هایی هستند که با از بین رفتن ارتباط زیستگاهی میان فراجمعیت‌ها آسیب می‌بینند (Singleton و همکاران، ۲۰۰۲).

^۲ Vulnerable (VU)

^۴ Critically endangered (CR)

^۱ Least cost method

^۲ International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN)



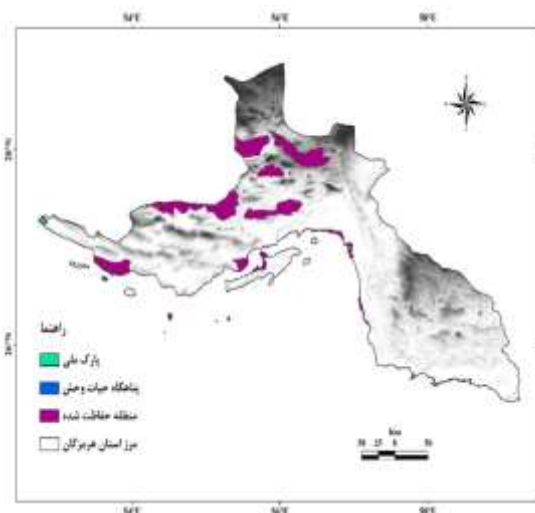
دما^۴، تغییرات فصلی بارندگی^۵، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از نخلستان‌ها و فاصله از جاده‌ها به‌عنوان لایه‌های محیط زیستی برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه انتخاب شدند.

لایه مدل رقومی ارتفاع و نقشه موقعیت توپوگرافی با اندازه سلول یک کیلومتر از لایه توپوگرافی انتخاب شدند. نقشه موقعیت توپوگرافی با شعاع ۳ سلول همسایگی از مدل رقومی ارتفاع به‌دست آمد (Majka و همکاران، ۲۰۰۷). بدین ترتیب که ارتفاع یک سلول نسبت به میانگین سلول‌های اطرافش سنجیده شده و بر حسب تغییرات ارتفاعی، آن سلول به‌عنوان یکی از عوارض دره یا پرتگاه، تپه یا قله، شیب ملایم و شیب تند شناخته شد.

از میان ۱۹ لایه متغیرهای اقلیمی موجود (Hijmans و همکاران، ۲۰۰۵)، لایه‌های میانگین دمای سالانه^۵، انحراف معیار تغییرات فصلی دما، بارندگی سالانه^۶ و ضریب تغییرات فصلی بارندگی با اندازه سلول یک کیلومتر انتخاب شدند. اما به‌دلیل همبستگی بالای لایه‌های میانگین دمای سالانه و بارندگی سالانه با لایه مدل رقومی ارتفاع، این لایه‌ها از تحلیل‌ها حذف شدند و فقط لایه‌های انحراف معیار تغییرات فصلی دما و ضریب تغییرات بارندگی فصلی در تحلیل‌ها به‌کار رفتند. لایه پوشش زمین به‌عنوان لایه مهم مرتبط با غذا و پناه و همچنین آشفتنگی‌های انسانی در مواردی مانند مناطق شهری (Beier و همکاران، ۲۰۰۷) براساس اندازه سلول مدل رقومی ارتفاع در نظر گرفته شد. به‌منظور تصمیم‌گیری بهتر تعداد طبقات تشکیل‌دهنده لایه پوشش زمین به ۹ مورد براساس شباهت آن‌ها، کاهش داده شد. با توجه به این‌که خرس‌ها از جاده دوری می‌کنند (Brody و

Pelton، ۱۹۸۹)، نقشه فاصله از جاده‌ها با ابزار فاصله اقلیدسی در محیط نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۰/۲ تهیه شد. زیرگونه خرس سیاه در ایران برخلاف زیرگونه‌های دیگر خرس سیاه آسیایی در زیستگاه خشک و گرم زندگی می‌کند و منابع آبی به‌ویژه رودخانه‌های فصلی و دائمی نقش مهمی در بقای آن دارند. بنابراین، نقشه فاصله از رودخانه‌ها نیز در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه استفاده شد. همچنین، با توجه به اهمیت نخلستان‌های خرما برای خرس سیاه ایرانی، نقشه پراکنش نخلستان‌های خرما در استان هرمزگان از شیت‌های ۱/۲۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری تهیه شد و نقشه فاصله از نخلستان‌ها به‌عنوان یک لایه جداگانه در نظر گرفته شد.

خرس سیاه ایرانی را در استان هرمزگان تشکیل می‌دهند. همچنین این زیرگونه، در نخلستان‌های پیرامون کوهستان‌ها مشاهده می‌شود (Pishvaei و Ghadirian، ۲۰۱۴). در استان هرمزگان ۱۷ منطقه حفاظت شده، ۲ پناهگاه حیات وحش (هندورابی و شیدور) و قسمتی از پارک ملی ناپبند وجود دارد (شکل ۱).



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

شناسایی بلوک‌های زیستگاهی و به‌دست آوردن نقاط

حضور: با انجام بازدیدهای میدانی از اوایل شهریور ۱۳۹۳ تا اواخر مهرماه سال ۱۳۹۳ و همچنین استفاده از داده‌های موجود در اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان هرمزگان و انجمن طرح سرزمین، نقاط حضور خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان به‌دست آمد. داده‌های حضور نامعتبر از تحلیل‌ها کنار گذاشته شدند. مناطق حفاظت‌شده که زیستگاه خرس محسوب می‌شوند به‌عنوان بلوک زیستگاهی در نظر گرفته شدند. همچنین، در مناطق غیرحفاظت‌شده، طبق روش Li و همکاران (۲۰۱۳)، بلوک‌های زیستگاهی به‌دست آمد. بدین‌صورت که نقاط حضور پیرامونی نزدیک به هم که طی سال‌های گذشته جمع‌آوری شده است به هم متصل شده و بلوک‌های زیستگاهی ایجاد شدند.

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه: نقشه مطلوبیت زیستگاه با استفاده از لایه‌های موجود محیط زیستی و نقاط حضور خرس سیاه ایرانی به‌دست آمد. لایه‌های مدل رقومی ارتفاع^۱، نقشه موقعیت توپوگرافی^۲، پوشش زمین، انحراف معیار تغییرات فصلی

^۴ Precipitation seasonality: BIO_{۱۰}

^۵ Annual mean temperature: BIO_۱

^۶ Annual precipitation: BIO_{۱۲}

^۱ Digital Elevation Model (DEM)

^۲ Topographic position map

^۳ Temperature seasonality: BIO_{۱۰}



عرض کریدور ثابت است، عرض کریدور براساس میزان مطلوبیت زیستگاه در مکان‌های مختلف یک کریدور تغییر می‌کند. در میان کریدورهای رسم شده با تکرار زیاد و در نظر گرفتن فاصله بین دو بلوک زیستگاهی، عرض کریدور مناسب مشخص گردید. طول کریدورها، تراکم جاده‌ها و رودخانه‌ها در داخل کریدورها و سهم هریک از طبقات پوشش زمین و لکه‌های زیستگاهی داخل کریدورها با استفاده از نرم‌افزار CorridorDesigner Evaluation Tools به‌دست آمد (Jenness و همکاران، ۲۰۱۴).

نتیجه

شناسایی بلوک‌های زیستگاهی و به‌دست آوردن نقاط

حضور: پیمایش صحرایی نشان داد که علاوه بر مناطق شرقی استان هرمزگان شامل مناطق بشاگرد و رودان که به‌عنوان زیستگاه‌های اصلی خرس سیاه در این استان هستند، این زیرگونه در شمال و غرب این استان نیز پراکنش دارد. در این پژوهش، تعداد ۹ بلوک زیستگاهی برای خرس سیاه با مساحت در حدود ۴۹۹۳ کیلومتر مربع در استان هرمزگان شناسایی شد (شکل ۲). از میان تعداد ۹ بلوک زیستگاهی ذکر شده، خرس سیاه در ۷ بلوک زیستگاهی فعال است. از ۲ بلوک باقیمانده، گزارش تأیید شده‌ای از حضور خرس سیاه ایرانی در منطقه حفاظت شده کوه هماگ وجود ندارد، هرچند که مردم محلی در منطقه حفاظت شده کوه هماگ خبر از خرس می‌دهند. همچنین در منطقه حفاظت شده کوه گنو گزارش‌هایی از حضور خرس سیاه وجود دارد، اما تاکنون آثار و نشانه‌های خرس سیاه در این منطقه یافت نشده است. در این مطالعه برای اولین بار حضور خرس سیاه ایرانی با استفاده از نمایه رد پا در بلوک زیستگاهی منطقه شقه‌رود گزارش شد. همچنین، بلوک زیستگاهی منطقه حفاظت شده هرمد که ردپای خرس سیاه ایرانی در آن توسط انجمن طرح سرزمین به ثبت رسیده است غربی‌ترین پراکنش خرس سیاه آسیایی را در ایران و جهان تشکیل می‌دهد.

تعداد ۴۲ نقطه حضور از خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان به‌دست آمد. با در نظر گرفتن شعاع یک کیلومتر به منظور به حداقل رساندن خود همبستگی مکانی داده‌های نقاط حضور، تعداد نقاط حضور استفاده شده در تحلیل به ۳۰ عدد کاهش یافت.

به‌منظور به‌حداقل رسانیدن خودهمبستگی مکانی^۱ بین داده‌های حضور از فاصله یک کیلومتر استفاده شد (Velez-Liendo و همکاران، ۲۰۱۳). نقشه مطلوبیت خرس سیاه آسیایی با استفاده از نرم‌افزار MaxEnt نسخه ۳.۳.۳.k به‌دست آمد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). در ابتدا جزایر جنوب ایران از تحلیل‌ها حذف شدند. در تحلیل MaxEnt، ۷۵٪ نقاط حضور به‌عنوان داده‌های تعلیمی و ۲۵٪ باقی‌مانده به‌عنوان داده‌های آزمون انتخاب گردیدند. تعداد ۱۰۰۰۰ نقطه شبه حضور به‌عنوان بهترین تعداد با بالاترین صحت پیش‌بینی (Phillips و Dudik، ۲۰۰۸)، در تحلیل MaxEnt در نظر گرفته شد. از معیار سطح زیرمنحنی^۲ ویژگی عامل دریافت‌کننده^۳ به‌منظور ارزیابی اعتبار و کیفیت مدل استفاده شد. آزمون جک نایف به‌منظور ارزیابی سهم مشارکت هر لایه در مدل و همچنین منحنی‌های پاسخ به‌منظور نشان دادن احتمال حضور خرس سیاه در هر طبقه از لایه‌های طبقه‌بندی شده (پوشش زمین و نقشه موقعیت توپوگرافی) در نظر گرفته شدند.

لکه‌های زیستگاهی و کریدورهای زیستگاهی: مدل‌سازی

لکه‌های زیستگاهی و کریدورهای زیستگاهی خرس سیاه ایرانی در نرم‌افزار CorridorDesigner در محیط نرم‌افزار ArcGIS انجام شد (Majka و همکاران، ۲۰۰۷). پس از تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه، لکه‌های زادآوری و لکه‌های جمعیتی مطابق گستره خانگی خرس سیاه مدل‌سازی گردید. به‌این منظور با در نظر گرفتن همسایگی ۳ سلول برای هر سلول و آستانه کیفیت ۶۰ از نقشه مطلوبیت زیستگاه با داشتن حداقل اندازه لکه زادآوری و حداقل اندازه لکه جمعیتی خرس سیاه، لکه‌های زادآوری و جمعیتی تولید شد. حداقل اندازه لکه تولیدمثلی براساس اندازه گستره خانگی خرس ماده سیاه آسیایی که در مطالعه Yamamoto و همکاران (۲۰۱۲) به آن پرداخته شده است، ۱۰ کیلومتر مربع و حداقل اندازه لکه جمعیتی ۵۰ کیلومتر مربع (۵ برابر لکه تولیدمثلی (Beier و همکاران، ۲۰۰۷)) در نظر گرفته شده است. CorridorDesigner از لکه‌های زیستگاهی داخل هر یک از بلوک‌های زیستگاهی برای تهیه نقاط شروع و پایان استفاده کرده و با استفاده از نقشه مطلوبیت زیستگاه با آستانه کیفیت ۶۰، با در نظر گرفتن همسایگی ۳ سلول برای هر سلول و با داشتن حداقل اندازه لکه زادآوری و حداقل اندازه لکه جمعیتی خرس سیاه، کریدورهای زیستگاهی را با روش کریدور با حداقل هزینه^۴ برآورد نمود. در این روش برخلاف روش مسیر با حداقل هزینه^۵ که

^۴ Least cost corridor

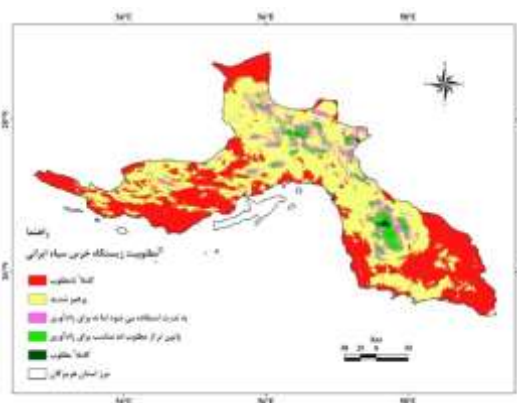
^۵ Least cost path

^۱ Spatial autocorrelation

^۲ Area under the Curve (AUC)

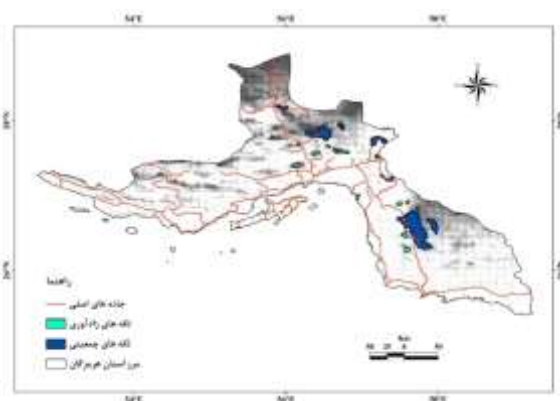
^۳ Receiver Operating Characteristic (ROC)



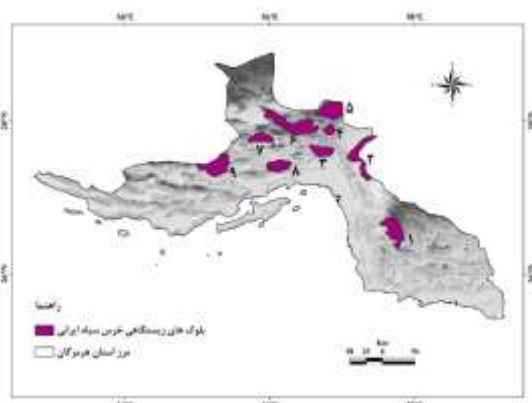


شکل ۳: نقشه طبقه‌بندی شده مطلوبیت زیستگاه خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان

لکه‌های زادآوری مساحتی در حدود ۳۷۱ کیلومتر مربع و لکه‌های جمعیتی مساحتی در حدود ۱۸۹۴ کیلومتر مربع را تشکیل می‌دهند. بزرگ‌ترین لکه جمعیتی با مساحتی در حدود ۱۰۴۱ کیلومتر مربع در منطقه بشاگرد واقع است و بعد از آن لکه واقع در منطقه حفاظت شده کوه هماگ با مساحت در حدود ۳۶۹ کیلومتر مربع، بزرگ‌ترین لکه جمعیتی را تشکیل می‌دهد. لکه جمعیتی منطقه رودان نیز با مساحت ۱۵۲ کیلومتر مربع، سومین لکه جمعیتی بالقوه بزرگ موجود در استان بوده و بدون شک بلوک زیستگاهی منطقه رودان دومین بلوک زیستگاهی مهم استان هرمزگان است. هم‌چنین منطقه شقه‌رود جز مناطقی بود که در آن لکه جمعیتی وجود دارد. در سایر بلوک‌های زیستگاهی معرفی شده لکه زادآوری وجود داشته و منطقه کوشا احمدی تنها بلوک زیستگاهی بود که در آن لکه‌ای تشخیص داده نشد.



شکل ۴: نقشه لکه‌های زیستگاهی مدل‌سازی شده خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان



شکل ۲: بلوک‌های زیستگاهی خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان (۱: منطقه بشاگرد، ۲: منطقه رودان، ۳: منطقه کوه نیان، ۴: منطقه شقه‌رود، ۵: منطقه کوشا احمدی، ۶: منطقه حفاظت شده کوه هماگ، ۷: منطقه حفاظت شده کوه باز، ۸: منطقه حفاظت شده گنو، ۹: منطقه حفاظت شده هرمد).

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه: عدد سطح زیرمنحنی

ویژگی عامل دریافت‌کننده ۰/۹۴۷ به‌دست آمد که نشان‌دهنده اعتبار بالای مدل است. آزمون جک نایف نشان داد که ضریب تغییرات فصلی بارندگی و سپس مدل رقومی ارتفاع بیش‌ترین تأثیر را در مدل به تنهایی داشته‌اند. هم‌چنین منحنی پاسخ نقشه موقعیت توپوگرافی نشان داد که دره‌ها و سپس مناطق شیب‌دار بیش‌ترین احتمال حضور خرس سیاه ایرانی را دارند. منحنی پاسخ لایه پوشش زمین نیز نشان داد که کوهستان‌های صخره‌ای، مناطق مرتعی و جنگل‌های تنک به ترتیب بیش‌ترین احتمال حضور خرس سیاه ایرانی را دارند.

نقشه مطلوبیت زیستگاه به‌دست آمده براساس روش Beier و همکاران (۲۰۰۷)، طبقه‌بندی شد، به این صورت که از نقشه با مطلوبیت صفر تا ۱۰۰، مناطق با ارزش صفر به‌عنوان کاملاً نامطلوب، ۱ تا ۳۰ پرهیز شدید، ۳۰ تا ۶۰ به‌عنوان طبقه به‌دردت استفاده می‌شود اما نه برای زادآوری، ۶۰ تا ۸۰ مناطق پایین‌تر از مطلوب اما مناسب برای زادآوری گونه و بالای ۸۰، به‌عنوان مناطق کاملاً مطلوب برای خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان در نظر گرفته شد (شکل ۳).

لکه‌های زیستگاهی و کریدورهای زیستگاهی مدل‌سازی

شده: نقشه لکه‌های زیستگاهی مدل‌سازی شده خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان مطابق شکل ۴ به‌دست آمد. ۱۵ لکه زادآوری و ۷ لکه جمعیتی بالقوه برای خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان در نظر گرفته شد.



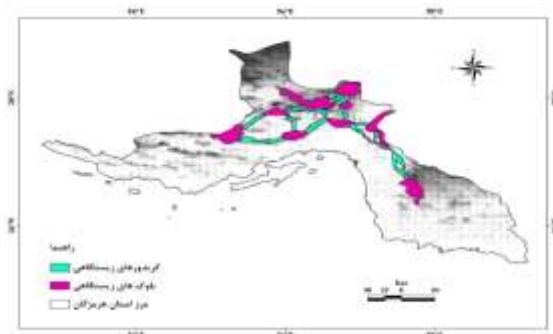
بلوک زیستگاهی برای خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان مشخص شد. منطقه بشاگرد و منطقه رودان، مهم‌ترین بلوک‌های زیستگاهی در استان هستند که متأسفانه تاکنون تحت حفاظت سازمان محیط زیست قرار نگرفته‌اند. بلوک زیستگاهی شقه‌رود که اولین حضور ثبت شده از خرس سیاه ایرانی در آن اعلام گردید، میان زیستگاه‌های کوشا احمدی و رودان قرار گرفته و می‌تواند به‌عنوان پلی برای اتصال زیستگاهی خرس سیاه از شرق استان هرمزگان به شمال و سپس به غرب این استان محسوب گردد. هرچند که حضور خرس سیاه ایرانی در برخی از بلوک‌های زیستگاهی تأیید نشده است اما این بلوک‌ها برای معرفی مجدد خرس سیاه ایرانی در نظر گرفته شد، چرا که بلوک‌های زیستگاهی مطلوب مانند منطقه بشاگرد و منطقه رودان می‌توانند نقش مهمی به‌عنوان صادرکننده افراد خرس سیاه از طریق کریدورهای زیستگاهی به بلوک‌های زیستگاهی اشغال نشده اما مطلوب و مناطقی که خرس سیاه در آن‌ها منقرض شده است، ایفا کنند.

تعداد ۴ بلوک زیستگاهی خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان شامل منطقه حفاظت شده کوه باز، منطقه حفاظت شده هرمز، منطقه حفاظت شده گنو و منطقه حفاظت شده کوه هماگ تحت حفاظت سازمان محیط زیست قرار دارند. این در حالی است که بلوک‌های مهم زیستگاهی خرس سیاه ایرانی شامل منطقه بشاگرد و منطقه رودان که جمعیت اصلی خرس سیاه را در استان هرمزگان تشکیل می‌دهند تاکنون تحت حفاظت سازمان محیط زیست قرار نگرفته‌اند.

نتایج منحنی‌های پاسخ دو متغیر طبقه‌بندی شده موقعیت توپوگرافی و پوشش زمین نشان داد که خرس سیاه ایرانی از دره‌های موجود در کوهستان‌ها با پوشش گیاهی کنار رودخانه‌ای و نخلستان‌های رها شده برای برآورده کردن نیازهای غذایی خود و هم‌چنین پوشش علفی و درختی موجود در شیب‌های کوهستانی به‌عنوان پناه استفاده می‌کند. زیرگونه ایرانی خرس سیاه وابسته به مناطق کوهستانی سخت و صخره‌ای و هم‌چنین کوهستان‌های با پوشش علفی و تنک درختی است و به‌شدت از مناطق هموار و دشت‌های وسیع دوری می‌کند.

لکه‌های جمعیتی مدل‌سازی شده نشان داد که بلوک زیستگاهی بشاگرد بهترین زیستگاه خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان محسوب می‌شود. هم‌چنین منطقه حفاظت شده کوه هماگ توانایی حمایت مجدد از خرس سیاه ایرانی را از طریق ورود مجدد این زیرگونه از بلوک‌های زیستگاهی مجاور و از طریق

کریدورهای زیستگاهی میان بلوک‌های زیستگاهی موجود به‌روش کریدور حداقل هزینه ترسیم گردید (شکل ۵). بیش‌ترین طول کریدور (داخل کریدور و نه به‌صورت خط مستقیم) در حدود ۷۰ کیلومتر بود که بلوک‌های زیستگاهی بشاگرد و رودان را به هم متصل می‌سازد. بلوک زیستگاهی کوه نیان از طریق منطقه حفاظت شده کوه هماگ به منطقه حفاظت شده کوه باز متصل می‌شود و این کریدور با طول در حدود ۶۷ کیلومتر دومین کریدور زیستگاهی خرس سیاه با طول بلند در استان هرمزگان است.



شکل ۵: نقشه کریدورهای زیستگاهی مدل‌سازی شده خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان

تراکم جاده‌ها و رودخانه‌ها در کریدورهای زیستگاهی خرس سیاه ایرانی به ترتیب ۲۷/۷۳ متر بر کیلومتر مربع و ۵۷/۸۲ متر بر کیلومتر مربع به‌دست آمد. لایه پوشش زمین در داخل کریدورهای زیستگاهی مورد بررسی قرار گرفت و زمین‌های مرتعی، ۵۴٪ و کوهستان‌های صخره‌ای و جنگل‌های تنک هر کدام ۱۲٪ از مساحت داخل کریدورها را تشکیل می‌دهند. لکه‌های زیستگاهی داخل کریدورهای زیستگاهی در حدود ۱۳٪ مساحت کریدورهای زیستگاهی را دربر می‌گیرند. این لکه‌ها، زیستگاه‌های مناسبی هستند که خرس سیاه ایرانی به‌عنوان پناه و استراحتگاه افراد در کریدورهای زیستگاهی از آن‌ها استفاده می‌کند و از آن‌ها به‌عنوان سنگ زیر پا^۱ یاد می‌شود.

بحث

این مطالعه به‌دنبال شناسایی بلوک‌های زیستگاهی خرس سیاه ایرانی و کریدورهای زیستگاهی میان این بلوک‌ها در استان هرمزگان بود. در این راستا، براساس پیمایش صحرائی، تعداد ۹

^۱ Stepping stones



توسط جاده‌های اصلی به صورت عرضی قطع می‌شوند و جاده‌ها امنیت افراد خرس سیاه در حال حرکت در کریدورهای زیستگاهی را به خطر می‌اندازند. رخداد دو سانحه تصادف خرس سیاه با سواری پژو و خودروی سنگین در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۳ و از بین رفتن دو فرد خرس سیاه ایرانی در این دو سانحه در حاشیه منطقه رودان، نشان از اهمیت بحث جاده‌ها در امنیت تردد حیات وحش و به خصوص خرس‌های سیاه ایرانی میان بلوک‌های زیستگاهی این زیرگونه در آستانه انقراض در استان هرمزگان دارد.

تراکم رودخانه‌های موجود در کریدورهای زیستگاهی خرس سیاه ایرانی نیز پایین بوده، هرچند که بسیاری از کریدورهای زیستگاهی توسط رودخانه‌ها قطع شده‌اند و در مواردی مانند کریدورهای زیستگاهی میان بلوک‌های زیستگاهی منطقه حفاظت شده کوه باز و منطقه حفاظت شده هرمد و میان بلوک‌های زیستگاهی منطقه کوه نیان و منطقه حفاظت شده کوه هماگ، رودخانه‌ها در طول کریدورهای زیستگاهی وجود دارند و عبور افراد خرس سیاه را در دره‌های رودخانه‌ای با پوشش گیاهی مناسب فراهم می‌آورند. لکه‌های زیستگاهی درون کریدورهای زیستگاهی به عنوان سنگ زیر پا میان بلوک‌های زیستگاهی منطقه بشاگرد و منطقه رودان، منطقه حفاظت شده گنو و کوه نیان، منطقه حفاظت شده کوه هماگ و کوه نیان، منطقه حفاظت شده کوه هماگ و منطقه شقه‌رود و منطقه حفاظت شده کوه باز وجود دارند و عبور افراد خرس سیاه را درون این کریدورهای زیستگاهی تسهیل می‌نمایند.

حفاظت از بلوک‌های زیستگاهی خرس سیاه ایرانی به همراه کریدورهای زیستگاهی و یا حداقل لکه‌های زیستگاهی موجود در کریدورهای زیستگاهی از مواردی است که باید برای حفاظت خرس سیاه ایرانی، این زیرگونه در معرض انقراض کشور، مورد توجه سازمان حفاظت محیط زیست قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان برای فراهم نمودن امکان حضور در مناطق زیستگاهی خرس سیاه ایرانی در این استان و هم‌چنین انجمن طرح سرزمین برای فراهم نمودن نقاط حضور، قدردانی می‌گردد.

کریدورهای زیستگاهی دارد. وجود بلوک منطقه شقه‌رود با داشتن لکه جمعیتی در کنار منطقه حفاظت شده کوه هماگ می‌تواند زمینه حضور مجدد خرس سیاه ایرانی را در این منطقه حفاظت شده فراهم نماید.

لکه‌های زادآوری موجود در بلوک‌های زیستگاهی مانند منطقه حفاظت شده باز، منطقه حفاظت شده گنو و منطقه حفاظت شده هرمد نشانه توانایی کم‌تر این مناطق نسبت به بلوک‌های زیستگاهی منطقه بشاگرد و منطقه رودان به منظور حمایت جمعیت‌های خرس سیاه ایرانی بوده و می‌تواند زادآوری افراد این زیرگونه را به مدت محدود حمایت نمایند. هم‌چنین در قسمت شمال غربی استان در حومه شهر حاجی آباد و در مجاورت کوه‌های سنگ‌انداز و جئین لکه جمعیتی تشیخیص داده شده است که می‌توان به ارزیابی و جستجوی خرس سیاه ایرانی در این منطقه پرداخت. با توجه به نبود لکه زیستگاهی در منطقه کوشا احمدی به نظر می‌رسد که این منطقه، ضعیف‌ترین بلوک زیستگاهی خرس سیاه ایرانی را در این استان تشکیل می‌دهد.

با توجه به این که بلوک‌های زیستگاهی بشاگرد و رودان مهم‌ترین زیستگاه‌های خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان هستند به تبع، کریدور زیستگاهی متصل کننده این دو بلوک زیستگاهی نیز مهم‌ترین کریدور زیستگاهی شناسایی شده در استان محسوب می‌شود. این کریدور از بلوک زیستگاهی منطقه بشاگرد شروع شده و به کوه‌های گرم واقع در بلوک زیستگاهی منطقه رودان ختم می‌شود. بیش‌ترین طول کریدور در این مطالعه ۷۰ کیلومتر میان بلوک‌های زیستگاهی منطقه بشاگرد و منطقه رودان به دست آمد. در مطالعه Liley و Walker (۲۰۱۵)، خرس سیاه آمریکایی (*Ursus americanus*) توانسته بود مسافتی خطی در حدود ۲۸۲ کیلومتر را در کم‌تر از یک سال طی کند و با توجه به شباهت بوم‌شناختی و رفتاری خرس سیاه آسیایی با همتای آمریکایی خود (Fujiwara و همکاران، ۲۰۱۳)، به تبع خرس سیاه ایرانی نیز قادر به طی مسافت‌های طولانی برای برقراری جریان ژن میان جمعیت‌ها، دسترسی به منابع غذایی فصلی موجود و استقرار جمعیت‌های جدید در بلوک‌های زیستگاهی مناسب، اما اشغال نشده است.

در کل، تراکم جاده‌های داخل کریدورهای زیستگاهی خرس سیاه ایرانی در استان هرمزگان پایین بود اما کریدورهای زیستگاهی متصل کننده بلوک‌های زیستگاهی منطقه بشاگرد و منطقه رودان، منطقه رودان و منطقه کوه نیان، منطقه کوه نیان و منطقه حفاظت شده گنو، منطقه حفاظت شده کوه نیان و منطقه حفاظت شده کوه هماگ و منطقه حفاظت شده کوه باز



منابع

- Enterprises. www.jennessent.com/arcgis/corridor.htm. Accessed ۱۰ February ۲۰۱۴.
۱۵. **Li, C.; Jiang, Z.; Fang, H. and Li, C., ۲۰۱۳.** A Spatially Explicit Model of Functional Connectivity for the Endangered Przewalski's Gazelle (*Procapra przewalskii*) in a Patchy Landscape. PLoS ONE Vol. ۸, No. ۱۱, e۸۰۰۶۵. doi:10.1371/journal.pone.0080065.
 ۱۶. **Liley, S.G. and Walker, R.N., ۲۰۱۵.** Extreme movement by an American black bear in New Mexico and Colorado. *Ursus*. Vol. ۲۶, No. ۱, pp: ۱-۶.
 ۱۷. **Majka, D.; Jenness, J. and Beier, P., ۲۰۰۷.** Corridor Designer: ArcGIS tools for designing and evaluating corridors. www.corridor-design.org. Accessed ۲۰ June ۲۰۱۳.
 ۱۸. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., ۲۰۰۶.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. Vol. ۱۹۰, pp: ۲۳۱-۲۵۹.
 ۱۹. **Phillips, S.J. and Dudik, M., ۲۰۰۸.** Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*. Vol. ۳۱, pp: ۱۶۱-۱۷۵.
 ۲۰. **Singleton, P.H.; Gaines, W.L. and Lehmkuhl, J.F., ۲۰۰۲.** Landscape permeability for large carnivores in Washington: a geographic information system weighted-distance and least-cost corridor assessment. Research Paper PNW-RP-۵۴۹. U.S. Forest Service Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon.
 ۲۱. **Velez-Liendo, X.; Strubbe, D. and Matthysen, E., ۲۰۱۳.** Effects of variable selection on modelling habitat and potential distribution of the Andean bear in Bolivia. *Ursus*. Vol. ۲۴, No. ۲, pp: ۱۲۷-۱۳۸.
 ۲۲. **Wikramanayake, E.; McKnight, M.; Dinerstein, E.; Joshi, A.; Gurung, B. and Smith, D., ۲۰۰۴.** Designing a conservation landscape for tigers in human-Dominated environments. *Conservation Biology*. Vol. ۱۸, No. ۳, pp: ۸۳۹-۸۴۴.
 ۲۳. **Yamamoto, T.; Tamatani, H.; Tanak, J.; Yokoyama, S.; Kamiike, K.; Koyama, M.; Seki, K.; Kakefuda, S.; Kato, Y. and Izawa, N., ۲۰۱۲.** Annual and seasonal home range characteristics of female Asiatic black bears in Karuizawa, Nagano Prefecture, Japan. *Ursus*. Vol. ۲۳, No. ۲, pp: ۲۱۸-۲۲۵.
 ۲۴. **Yusefi, G.H.; Costa, V.; Fahimi, H.; Khalatbari, L.; Sehhatiasabet, M.E. and Beja Pereira, A.G., ۲۰۱۴.** Noninvasive genetic tracking of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) at its range edge in Iran. ۲۳rd international conference on bear research and management. Thessaloniki, Greece.
 ۱. **Adriaensen, F.; Chardon, J.P.; De Blust, G.; Swinnen, E.; Villalba, S.; Gulinck, H. and Matthysen, E., ۲۰۰۳.** The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning*. Vol. ۶۴, pp: ۲۳۳-۲۴۷.
 ۲. **Beier, P.; Majka, D. and Jenness, J., ۲۰۰۷.** Conceptual steps for designing wildlife corridors. www.corridor-design.org. Accessed ۲۰ June ۲۰۱۳.
 ۳. **Beier, P.; Majka, D.R. and Spencer, W.D., ۲۰۰۸.** Forks in the Road: Choices in procedures for designing wildland linkages. *Conservation Biology*. Vol. ۲۲, No. ۴, pp: ۸۳۶-۸۵۱.
 ۴. **Beier, P. and Noss, R.F., ۱۹۹۸.** Do habitat corridors really provide connectivity? *Conservation Biology*. Vol. ۱۲, pp: ۱۲۴۱-۱۲۵۲.
 ۵. **Brody, A.J. and Pelton, M.R., ۱۹۸۹.** Effects of roads on black bear movements in western North Carolina. *Wildlife Society Bulletin*. Vol. ۱۷, pp: ۵-۱۰.
 ۶. **Crooks, K.R. and Sanjayan, M., ۲۰۰۶.** Connectivity conservation. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
 ۷. **Fahimi, H.; Yusefi, G.H.; Madjdzadeh, S.M.; Damangir, A.A.; Sehhatiasabet M.E. and Khalatbari, L., ۲۰۱۱.** Camera traps reveal use of caves by Asiatic black bears (*Ursus thibetanus gedrosianus*) (Mammalia: Ursidae) in southeastern Iran. *Journal of Natural History*. Vol. ۴۵, No. ۳۷-۳۸, pp: ۲۳۶۳-۲۳۷۳.
 ۸. **Fujiwara, S.; Koike, S.; Yamazaki, K.; Kozakai C. and Kaji, K., ۲۰۱۲.** Direct observation of bear myrmecophagy: Relationship between bears feeding habits and ant phenology. *Mammalian Biology*. Vol. ۷۸, pp: ۳۴-۴۰.
 ۹. **Ghadirian, T. and Pishvaei, H., ۲۰۱۴.** Status of Asiatic black bear in westernmost global distribution, Hormozgan province, Southern Iran. ۲۳rd international conference on bear research and management. Thessaloniki, Greece.
 ۱۰. **Garshelis, D.L. and Steinmetz, R., (IUCN SSC Bear Specialist Group) ۲۰۰۸.** *Ursus thibetanus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version ۲۰۱۵.۲. www.iucnredlist.org. Accessed ۲۲ July ۲۰۱۵.
 ۱۱. **Haddad, N.M.; Bowne, D.R.; Cunningham, A.; Danielson, B.J.; Levey, D.J.; Sargent, S. and Spira, T., ۲۰۰۲.** Corridor use by diverse taxa. *Ecology*. Vol. ۸۴, pp: ۶۰۹-۶۱۵.
 ۱۲. **Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G. and Jarvis, A., ۲۰۰۵.** Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. Vol. ۲۵ pp: ۱۹۶۵-۱۹۷۸.
 ۱۳. **Hwang, D.S.; Ki, J.S.; Jeong, D.H.; Kim, B.H.; Lee, B.K.; Han, S.H. and Lee, J.S., ۲۰۰۸.** A comprehensive analysis of three Asiatic black bear mitochondrial genomes (*subspecies ussuricus, formosanus* and *mupinensis*), with emphasis on the complete mtDNA sequence of *Ursus thibetanus ussuricus* (Ursidae). *Mitochondrial DNA*. Vol. ۱۹, No. ۴, pp: ۴۱۸-۴۲۹.
 ۱۴. **Jenness, J.; Majka D. and Beier, P., ۲۰۱۴.** Corridor Designer Evaluation Tools: Extension for ArcGIS. Jenness

