(DOI): 10.22034/AEJ.2020.122671

کمی‌سازی ارتباط حد آستانه و لکه‌های زیستگاهی خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در منطقه سفیدکوه با استفاده از رهیافت سیمای سرزمین

- **سیده‌زهرا موسوی***: گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
- **میرمهرداد میرسنجری**: گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۸

چکیده

حفظ زیستگاه اتصال یک هدف اصلی پروژه حفاظت به‌ویژه برای گوشت‌خوران بزرگ است. لکه‌های زیستگاهی پهنه‌های‌مطلوب با توزیع متفاوت در سیمای سرزمین هستند. این لکه‌ها با ابعاد و اندازه‌های مختلف دربرگیرنده بخش‌های با مطلوبیت بالا جهت حضور و استقرار می‌باشند. ازاین‌رو ارزیابی روند شناسایی و تغییرات این لکه‌ها برای گونه‌های مختلف حیات‌وحش تصویری صحیح و درست از وضعیت توزیع آن‌ها ارائه خواهد داد. این مطالعه به‌منظور بررسی وضعیت توزیع لکه‌های زیستگاهی خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در مقیاس سیمای سرزمین منطقه سفیدکوه استان لرستان انجام‌گرفته است. در این راستا با استفاده از نقاط حضور گونه ابتدا مطلوبیت زیستگاه به روش آنتروپی بیشینه با استفاده از ۱۰ تکرار محاسبه گردید. پس از تائید اجرای مدل با استفاده از AUC حد آستانه‌های مختلف خروجی لجستیکی بر روی نقشه پیوسته مطلوبیت زیستگاه اعمال شد. از متریک‌های NP، PD، ED، LPI، LSI، SHDI و CONTAG برای ارزیابی پیوستگی استفاده شد. روند تغییرات متریک‌های مختلف نشان داد که با کاهش و افزایش مقدار حد آستانه اعمال‌شده بر روی نقشه پیوسته مطلوبیت مقادیر مربوط به سنجه‌های سیمای سرزمین تحت تأثیر قرار می‌گیرند. مقادیر بالای حد آستانه زیستگاه کلیدی را نمایش می‌دهد و مقادیر پایین حد آستانه دیدگاه خوش‌بینانه‌ای را از توزیع لکه‌های به‌دست خواهد داد. نتایج نشان داد که شناسایی حد آستانه مناسب به‌منظور تحلیل لکه‌های داغ مقدم بر تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین است چراکه این حد آستانه تحت تأثیر هدف مطالعه، تعداد نقطه حضور، نوع مدل و شرایط گونه دارای مطلوبیت متفاوتی خواهد بود.

کلمات کلیدی: متریک‌های سیمای سرزمین، جنگل‌های زاگرس، انتخاب حد آستانه، خرس قهوه‌ای، تکه‌تکه شدن زیستگاه

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: zahra.moosavi20163962@gmail.com

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.122671

مقدمه

اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت گزارش داده که نابودی و چندپارگی اکوسیستم‌های طبیعی و تأثیرات آن بر تنوع‌زیستی به معضلی جهانی تبدیل‌شده است (کرم و همکاران، ۱۳۹۰). از دهه ۹۰ میلادی دانشمندان به مسائلی چند پارگی و تکه‌تکه شدن زیستگاه توجه نشان دادند و این مسائل وارد عرصه سیاسی شد، توجه به این موضوعات را برنامه‌های چون استراتژی جهانی برای تنوع‌زیستی (Global Strategy for Biodiversity) (۱۹۹۵)، رهنمود بوم (the Habitat Directive) (۱۹۹۹)، استراتژی پان اروپایی برای تنوع بیولوژیک و چشم‌انداز (the Pan European Strategy of Biodiversity &Landscape Diversity) (۱۹۹۵) و استراتژی تنوع‌زیستی برای جامعه اروپایی می‌توان ملاحظه نمود. چشم‌انداز یکی از پایین‌ترین سطح نظام بوم‌شناختی در اکوسیستم‌های منطقه‌ای یعنی بیوم است. چشم‌انداز دارای عناصر گسسته‌ای به نام لکه‌های زیستگاهی یعنی نواحی نسبتاً همگن متمایز از نواحی مجاور هستند. لکه‌های زیستگاهی حدود و فضای مشخص دارند که از طریق متغیرهای درونی مثل تراکم و ترکیب گونه‌ها، انواع درختان و.... قابل توصیف هستند (کرم همکاران، ۱۳۹۱). اکولوژی سیمای سرزمین علمی‌است که ارتباط الگوهای و فرآیندهارا در سراسر مقیاس مکانی و زمانی مطالعه می‌کند این علم به‌صورت بنیادی به مسائل اصلی در رابطه با وابستگی فرآیندهای اکولوژیکی به تغییرات مکانی و زمانی می‌پردازد. طبق اصول، اکولوژی سیمای سرزمین سه ویژگی بارز ساختار، عملکرد و تغییر را دارد (براتی و همکاران، ۱۳۹۵). پایش یکپارچگی سیمای سرزمین و تغییرات زیستگاه در مناطق حفاظت‌شده مسئله مهمی برای سازمان‌های حفاظت محیط‌زیست و طبیعت به‌شمار می‌رود (Mairota و همکاران، ۲۰۱۳). یکپارچگی و ارتباط داشتن زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت‌شده برای دوام جمعیت‌های گیاهی و جانوری مهم است مخصوصاً زمانی‌که زیستگاه‌های مختلف مکمل یکدیگر باشند(صادق‌اوغلی و همکاران، ۱۳۹۸). بررسی وضعیت توزیع و پراکندگی گونه‌های حیات‌وحش یکی از مباحث مهمی است که در دل خود بسیاری از مفاهیم مدیریت جمعیت و زیستگاه را در بردارد. با رشد روزافزون مدل‌سازی‌های زیستگاهی (Georgian و همکاران، ۲۰۱۹) و کاربرد این دسته از مدل‌ها در پیش‌بینی توزیع گونه و شرایط اکولوژیک آن بسیاری از جنبه‌های فضایی توزیع گونه‌ها قابل‌لمس شد. ارتباطی که به‌دلیل توسعه روزافزون این مدل‌ها هرروز کارآمدتر و دقیق‌تر می‌شود. درصورتی‌که زیستگاه محلی نامیده شود که شرایط برای زیستگاه گونه در حالت بهینه است با درنظر گرفتن بعد مکانی برای این مجموعه شرایط می‌توان تحلیل‌های مربوط به این محدوده شرایط وابسته به مکان را انجام داد. در این راستا توسعه دانش بوم‌شناسی سیمای سرزمین و ابعاد مختلف این دانش رهنمود متفاوتی را برای بررسی زیستگاه فراهم کرده است. به‌منظور تحلیل سیمای سرزمین وجود تفاوت الزامی است تفاوت‌هایی که براساس آن طبقات شکل گیرند طبقاتی که دارای دامنه‌های خاصی از مقادیر هستند.در مطالعات زیستگاهی استفاده از حد آستانه‌های مختلف منجر به تفکیک زیستگاه براساس به نقشه‌های مطلوب/نامطلوب خواهد شد. پس از تشکیل لکه‌های مختلف امکان تحلیل آن‌ها وجود خواهد داشت. هدف از انجام این مطالعه تلفیق نتایج حاصل از مدل مطلوبیت زیستگاه با رهیافت‌های مربوط به سیمای سرزمین جهت تحلیل وضعیت توزیع لکه‌های توزیع خرس در منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه لرستان است. در واقع هدف از انجام این مطالعه تفکیک طبقات مطلوبیت بر اساس حدآستانه و تحلیل هر طبقه انجام گرفته است. ازجمله مطالعات انجام‌گرفته با محوریت این مطالعه می‌توان به‌موارد زیر اشاره کرد:

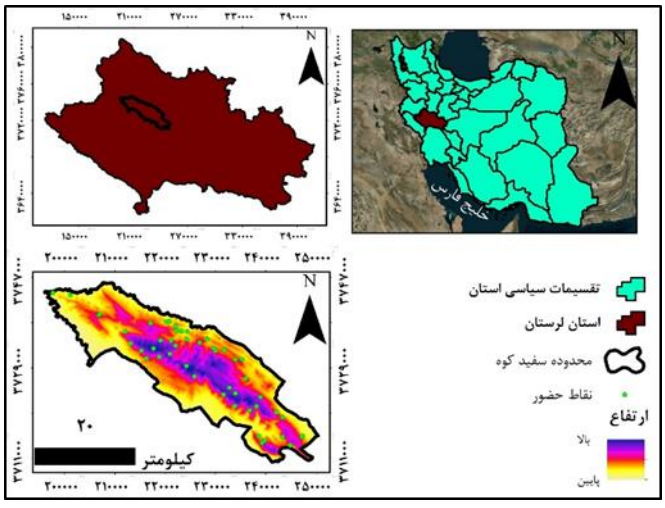
کرمی و همکاران (۱۳۹۸) مطلوبیت زیستگاه خرس را در منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه لرستان مطالعه کردند در این مطالعه این مطالعه از ۱۰ متغیر زیستگاهی و نقاط حضور گونه موردمطالعه استفاده شد و بر روی نقشه مطلوبیت زیستگاه حد آستانه LPT پیاده شد. نتایج نشان داد که متغیرهای فاصله از سکونتگاه‌های انسانی، جاده فرعی و ارتفاع بیش‌ترین تأثیر را بر روی گونه موردمطالعه داشته‌اند. بر اساس نتایج این مطالعه ۶۵ درصد منطقه سفیدکوه برای گونه‌موردمطالعه مطلوب بوده است. در مطالعه توسط براتی و همکاران (۱۳۹۶) یکپارچگی مناطق حفاظت‌شده با استفاده از رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین در پناهگاه حیات‌وحش کلاه قاضی بررسی شد. در این مطالعه از فنون GIS و RS استفاده شد و نقشه کاربری/پوشش محدوده موردمطالعه به‌دست آمد پس از تهیه نقشه کاربری پوشش از متریک‌های سیمای‌سرزمین برای تحلیل ازهم‌گسیختگی استفاده شد. نتایج نشان داد تعارضات منطقه مانند معدن کاری، کشاورزی و شهری باعث از هم دورشدن لکه‌ها شده است.صادق‌اوغلی و همکاران (۱۳۹۶) ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمین را به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی زیستگاه گونه‌های کل و بز (*Capra aegagrus*)، قوچ و میش (*Ovis Orientalis*)، پلنگ(*Panther paradox*) و آهو(*Gazella Subgutturosa*) در منطقه حفاظت‌شده جاجرود مطالعه کردند. در این مطالعه با استفاده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و شناسایی زیستگاه گونه به دو شکل عمومی و تخصصی اقدام به بررسی ازهم‌گسیختگی شد. در حالت اول تنها آن دسته از عوامل موجود در محیط که منجر به ازهم‌گسیختگی شده بودند بر روی زیستگاه گونه مطالعه شدند و در حالت‌دوم‌زیستگاه‌گونه‌های‌موردمطالعه‌تخصصی بررسی اثر متغیرهای موجود در سیمای بر روی این زیستگاه‌ها بررسی شد. در این مطالعه از سنجه‌های NP، TE و MESH برای در نرم‌افزار Frag استفاده شد. نتایج نشان داد تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین امکان تحلیل

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.122671

موانعی که منجر به کاهش یکپارچگی می‌شوند را فراهم می‌کنند. Ramirez-Reyes و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه به بررسی مطلوبیت زیستگاه و حداقل اندازه لکه به‌منظور بررسی اتصال زیستگاهی پلنگ جگوار در Sierra Gorda مکزیک پرداختند. در این مطالعه مطلوبیت زیستگاه گونه‌مذکور به‌روش حداکثر آنتروپی محاسبه‌شد سپس اتصال سیمای سرزمین بربا استفاده از شناسایی لکه‌های زیستگاهی انجام گرفت در این مطالعه از ۴۵ روش مختلف برای شناسایی‌حد آستانه و حداقل اندازه لکه استفاده شد. درنهایت با استفاده از نتایج این مطالعه حد آستانه ۰/۲ و حداقل اندازه ۲ کیلومتر بهترین تخمین را داشتند.

مواد و روش‌ها

معرفی محدوده موردمطالعه: منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه به وسعت ۶۹۵۰۰ هکتار در ۶۷ کیلومتری شمال‌غربی استان لرستان واقع‌شده است (شکل ۱). دامنه ارتفاعی ۱۱۲۰ تا ۳۸۷۰ متر، بارندگی و دمای متوسط سالیانه ۶۰۰ میلی‌متر و ۱۱ درجه سانتی‌گراد، منطقه را دارای اقلیم مدیترانه‌ای معتدل نموده است. سفیدکوه با داشتن وضعیت توپوگرافی خاص و رودخانه‌های پرآب نظیر کریه و کشکان یکی از زیستگاه‌های باارزش جانوران در غرب ایران محسوب می‌شود (کرمی و همکاران، ۱۳۹۸). شکل ۱ موقعیت محدوده موردمطالعه را نمایش می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت محدوده موردمطالعه

نقاط حضور گونه: به‌منظور شناسایی نقاط حضور گونه ابتدا محدوده‌های پراکنش، لکه‌بندی شدند سپس در داخل این لکه‌ها پیمایش‌های میدانی انجام گرفت از آن‌جایی‌که نمایه‌های مستقیم زمان‌بر و هزینه‌بر و نیازمند داشتن وسایل و امکانات زیادی هستند از نمایه‌های غیرمستقیم شامل ردپا، سرگین (Goulding، ۲۰۰۳)، خراش‌های روی تنه درختان که جزء قابل‌اعتمادترین نمایه‌ها هستند، استفاده شد زیرا تحت تأثیر تغییرات محیطی قرار ندارند (Abaigar و همکاران، ۱۹۹۴) در این مطالعه درمجموع از ۵۰ نقطه حضور گونه استفاده گردید. این نقاط از تمام بخش‌های زیستگاه و دربرگیرنده تمام پستی و بلندهای زیستگاه گونه می‌باشند.

متغیرهای زیستگاهی: در این مطالعه از متغیرهای زیستگاهی مطالعه کرمی و همکاران (۱۳۹۸) در منطقه سفیدکوه استفاده شد. این متغیرها شامل تنوع طبقات تراکم پوشش، شاخص تراکم پوشش، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده‌های اصلی، فاصله از چشمه، فاصله از رودخانه، شیب، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از جاده‌های فرعی، ارتفاع، نمایه رطوبت دائمی، فاصله از زمین‌های کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت می‌باشند. تمام متغیرهای مورداستفاده با ابعاد سلولی ۳۰×۳۰ متر وارد تحلیل شدند. بر اساس نتایج‌تحلیل هم‌خطی(Multicollinearity)متغیرهای‌فاصله از رودخانه، خطوط انتقال نیرو، فاصله از زمین‌های کشاورزی و مناطق انسان ساخت دارای شاخص تورم واریانس بیش از ۱۰ بوده‌اند که از تحلیل حذف‌شده‌اند. جدول ۱ متغیرهای زیستگاهی، دامنه نوسان و منبع تهیه هر یک را نمایش می‌دهد.

مطلوبیت زیستگاه: در این مطالعه به‌منظور بررسی وضعیت مطلوبیت زیستگاه گونه در محدوده موردمطالعه از نقاط حضور گونه و روش آنتروپی بیشینه استفاده شد. مدل با ۱۰ تکرار انجام گرفت و به‌منظور اعتبارسنجی نتایج از روش اعتبارسنجی متقاطع (Cross Validate) استفاده شد. در فرآیندهای مدل‌سازی زیستگاه همواره نکته قابل‌تأمل آن است که سطح اطمینان پژوهشگر از داده‌های موجود به چه حدی است امری که بهره‌گیری از حد آستانه‌های (thresholds)مختلف را مطرح می‌سازد (عبیداوی و همکاران، ۱۳۹۵). روش‌های متعددی برای انتخاب حد آستانه وجود دارد در برخی موارد توسط خود فرد انتخاب می‌شود (Manel و همکاران، ۱۹۹۹) یا حد آستانه‌ای انتخاب می‌شود که نرخ خطاهای مثبت و منفی را در نقشه پیش‌بینی کاهش دهد (Jiménez-Valverde و Lobo، ۲۰۰۷؛ Liu و همکاران، ۲۰۱۳). در این مطالعه از تمام خروجی‌های لجستیکی مدل استفاده شد. با استفاده از این مقادیر نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه به نقشه دودویی تبدیل شدند.

محاسبات‌متریک‌سیمای‌سرزمین: کمی‌سازی‌ساختار سیمای سرزمین با استفاده از شاخص‌های فضایی سیمای سرزمین یا سنجه‌ها صورت می‌گیرد. سنجه‌های سیمای سرزمین، ساختار فضائی سیمای سرزمین را به‌عنوان مجموعه‌ای واحد و دارای هویت معین در هر زمان تشریح می‌کنند و برای به‌دست آوردن یک طبقه‌بندی اولیه از سیمای سرزمین‌مفیدهستند.سنجه‌ها داده‌های عددی درباره سیمای سرزمین

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.122671

را در اختیار قرار می‌دهند. علاوه بر این، سنجه‌ها با سیستم اطلاعات جغرافیایی سازگار هستند (فلاحتی، ۱۳۹۷). به‌منظور تحلیل وضعیت توزیع لکه‌های مطلوبیت از متریک‌های جدول ۲ استفاده شد که توسط محققین مختلفی برای ارزیابی وضعیت زیستگاه و مناطق حفاظت‌شده مورداستفاده قرارگرفته است (صادق‌اوغلی و همکاران، ۱۳۹۶، براتی و همکاران، ۱۳۹۴؛ زبردست و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول ۱: متغیرهای زیستگاهی مورداستفاده، دامنه تغییر و منبع هر یک از آن‌ها

ردیف	متغیر زیستگاهی	واحد	دامنه نوسان	منبع
۱	تنوع طبقات تراکم پوشش با فیلتر ۳*۳	-	۱-۰/۶۰	شاخص طبقه‌بندی تراکم (NDVI)
۲	شاخص تراکم (NDVI)	-	۰-۰/۴۱	Landsat8.OLI
۳	فاصله از روستا	متر	۱۱۷۶۷-۰	اداره کل محیط‌زیست لرستان
۴	فاصله از آبراهه	متر	۳۵۵۴-۰	اداره کل محیط‌زیست لرستان
۵	فاصله از جاده اصلی	متر	۱۶۱۱۴-۰	اداره کل محیط‌زیست لرستان
۶	فاصله از چشمه	متر	۱۴۹۳۱-۰	آب منطقه‌ای لرستان
۷	فاصله از رودخانه	متر	۳۲۲۸۲-۰	اداره کل محیط‌زیست لرستان
۸	شیب	درصد	۵۶۱-۰	مدل رقومی ارتفاعی
۹	فاصله از خطوط نیرو	متر	۲۷۴۵۳-۰	اداره کل محیط‌زیست لرستان
۱۰	فاصله از جاده فرعی	متر	۱۳۰۷۸-۰	اداره کل محیط‌زیست لرستان
۱۱	ارتفاع	متر	۳۰۵۵-۱۰۳۱	USGS
۱۲	نمایه رطوبت (CTI)	-	۲/۲۰-۱۱	مدل رقومی ارتفاع
۱۳	فاصله از زمین کشاورزی	متر	۴۱۴۱۹-۰	Landsat8.OLI
۱۴	فاصله از مناطق انسان‌ساخت	متر	۱۹۸۳۱-۰	Landsat8.OLI

جدول ۲: سنجه‌های مورداستفاده در این تحقیق در سطح کلاس و سیمای سرزمین

سنجه سیمای سرزمین	علامت اختصاری	واحد	محدوده تغییرات	مفهوم
تعداد لکه‌ها	NP	واحد ندارد	بزرگ‌تر از صفر	تکه‌تکه شدگی
تراکم لکه	PD	تعداد در ۱۰۰ هکتار	بزرگ‌تر از صفر	تکه‌تکه شدگی سیمای سرزمین
تراکم حاشیه	ED	متر در هکتار	بزرگ‌تر از صفر	شکل سیمای سرزمین
سنجه بزرگ‌ترین لکه	LPI	درصد	۰ تا ۱۰۰	پوشش یا کاربری غالب، تکه‌تکه شدگی
سنجه شکل سیمای سرزمین	LSI	واحد ندارد	بزرگ‌تر مساوی یک	تکه‌تکه شدگی، شکل سیمای سرزمین
تنوع شانون	SHDI	ندارد	بزرگ‌تر مساوی صفر	تنوع سیمای سرزمین
متریک پیوستگی	CONTAG	ندارد	۰ تا ۱۰۰	تکه‌تکه شدگی، پیوستگی سیمای سرزمین

نتایج

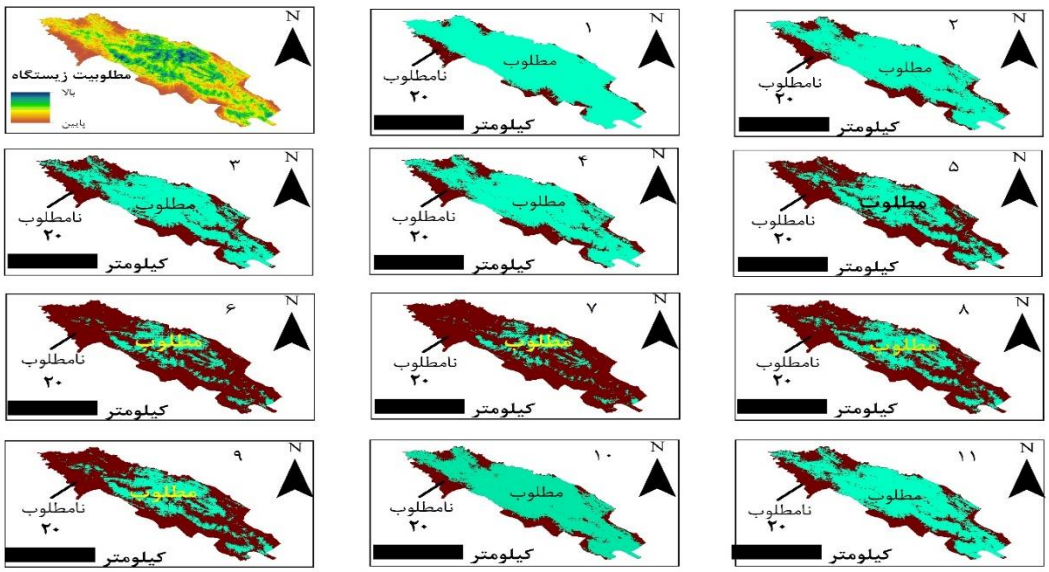
مدل‌سازی: نتایج نشان داد که مدل در اجرای خود موفق بوده است. بر این اساس با اتکای به تایید اجرای مدل با استفاده اعمال حد آستانه‌های مختلف تقشه احتمال مطلوبیت زیستگاه گونه به نقشه ۰ و ۱ تبدیل گردید. براساس آزمون بونومینال در تمام حد آستانه‌های مورداستفاده به‌جز حد آستانه ردیف اول تفاوت معنی‌داری بین مدل پیش‌بینی‌شده و تصادفی‌وجود دارد. جدول ۳ اطلاعات حاصل از مقادیر لجستیکی حد آستانه‌های مختلف را نمایش می‌دهد. شکل ۲ نقشه مطلوبیت زیستگاه و هم‌چنین نقشه‌های حاصل از اعمال حد آستانه را متناسب با ردیف‌های جدول فوق نمایش می‌دهند. بخش‌های آبی رنگ محدوده مطلوب زیستگاه و بخش‌های قرمزرنگ بخش‌های نامناسب را نمایش می‌دهند. در نقشه پیوسته نیز بخش‌های آبی‌رنگ مناطق مطلوب زیستگاه گونه را نمایش می‌دهند و بخش‌های قهوه‌ای‌رنگ مناطق نامطلوب زیستگاه را نمایش می‌دهند. جدول ۵ مساحت هر یک از حد آستانه‌های اعمال‌شده بر روی نقشه مطلوبیت زیستگاه را نمایش می‌دهد. ردیف‌های ذکرشده در این جدول مطابق با حد آستانه مورداستفاده در جدول ۳ می‌باشند. براساس نتایج بیش‌ترین مساحت مربوط به حد آستانه ردیف ۱ و کم‌ترین آن مربوط به حد آستانه ردیف ۷ است.

متریک‌های سیمای سرزمین: پس از بررسی حد آستانه مورد استفاده بر روی مدل‌سازی گونه از متریک‌های سیمای سرزمین برای بررسی وضعیت توزیع لکه‌های زیستگاهی استفاده شد. جدول ۵ متریک‌های محاسبه‌شده به‌ازای هر حد آستانه را متناسب با ردیف مورداستفاده نمایش می‌دهد.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.122671

جدول ۳: مقادیرحدآستانه و آزمون بیونومینال

ردیف	حد آستانه	مقدار	Binomial
۱	Fixed cumulative value 1 cumulative threshold	۰/۰۷	۰/۱۳
۲	Fixed cumulative value 5 logistic threshold	۰/۱۶	۰/۰۲
۳	Fixed cumulative value 10 logistic threshold	۰/۲۳	۰/۰۲
۴	Minimum training presence	۰/۱۸	۰/۰۳
۵	۱۰percentile training presence	۰/۳۰	۰/۰۳
۶	Equal training sensitivity and specificity	۰/۴۲	۰/۰۲
۷	Maximum training sensitivity plus specificity	۰/۴۶	۰/۰۱
۸	Equal test sensitivity and specificity	۰/۳۶	۰/۰۲
۹	Maximum test sensitivity plus specificity	۰/۳۶	۰/۰۰
۱۰	Balance training omission, predicted area	۰/۱۵	۰/۰۴
۱۱	Equate entropy of threshold and original distributions	۰/۲۱	۰/۰۱



شکل ۲: نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه و نقشه‌های دودویی حاصل از اعمال حد آستانه

جدول ۵: ردیف حد آستانه و مساحت زیستگاه محاسبه‌شده به‌ازای آن

حد آستانه براساس ردیف	مساحت به کیلومترمربع
۱	۶۲۰/۸۳
۲	۵۳۱/۸۲
۳	۴۳۱/۸۶
۴	۵۰۶/۸۷
۵	۳۱۶/۱۱
۶	۱۴۴/۱۹
۷	۱۰۳/۶۶
۸	۲۲۲/۱۱
۹	۲۲۲/۱۱
۱۰	۵۴۳/۲۱
۱۱	۴۶۳/۷۱

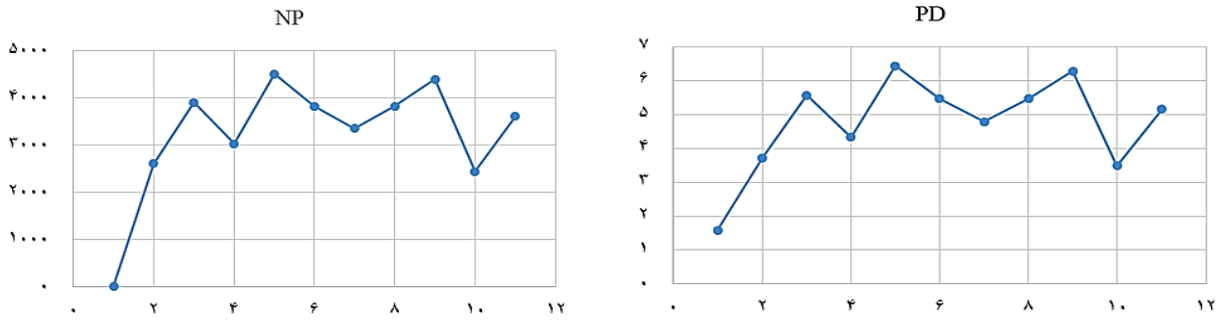
سنجه NP بیانگر تعداد لکه‌های زیستگاهی است که در حد آستانه‌های پایین آن پیوستگی مشاهده زیستگاه بیش‌تر بوده و تعداد لکه‌ها کم‌تر خواهند بود. سنجه PD بیانگر تراکم لکه‌های زیستگاهی است که در واحد هکتار بررسی می‌شوند. براساس نتایج بیش‌ترین مقدار تراکم لکه در حد آستانه ردیف ۵ محاسبه‌شده است و کم‌ترین مقدار آن در بیش‌ترین پیوستگی یعنی حد آستانه ردیف ۱ بوده است. سنجه LPI بزرگ‌ترین تکه سیمای سرزمین را نمایش می‌دهد. این سنجه درصد مساحت تکه غالب یا بزرگ‌ترین تکه در سیمای سرزمین را به‌کل مساحت سیمای سرزمین می‌نمایاند. مقادیر این سنجه نیز نشان داد که در حد آستانه‌های ردیف ۱، ۵ و ۹ با مقادیر مربوط به هریک بیش‌ترین مقدار متریک رخداده است. سنجه ED بیانگر تراکم حاشیه لکه‌های زیستگاهی است بنابراین افزایش مقدار این سنجه

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.122671

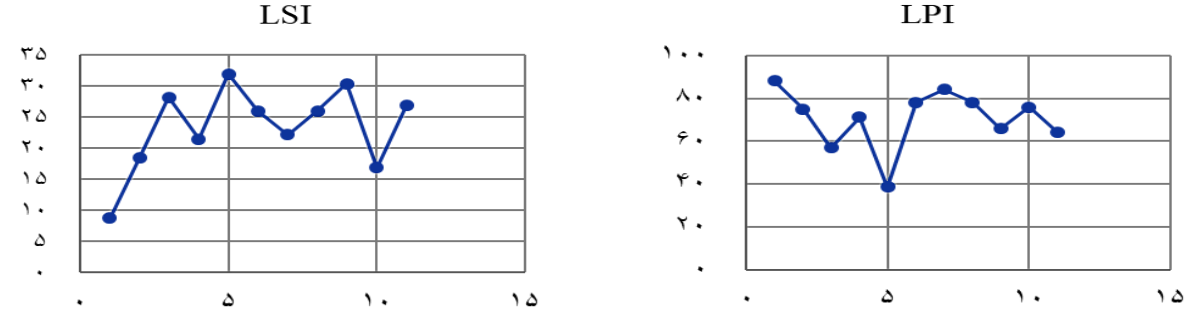
نشان از افزایش مقداری بی‌نظمی است که بیش‌ترین مقدار آن در سنجه‌های ردیف ۵ و ۹ مشاهده می‌شود. سنجه LSI شکل سیمای سرزمین را کمی می‌کند. در این سنجه نسبت طول حاشیه‌های موجود در کل سیمای سرزمین به حداقل حاشیه ممکن به‌دست خواهد آمد و بدون واحد است. افزایش مقدار این سنجه نشان از افزایش مقدار بی‌نظمی دارد که بر این اساس در حد آستانه ردیف ۶ بیش‌ترین مقدار بی‌نظمی وجوددارد. سنجه CONTAG بیانگر پیوستگی لکه‌های زیستگاهی در سیمای سرزمین است. این سنجه به‌صورت درصد بیان می‌شودو یکی از سنجه‌های اندازه‌گیری درجه یکپارچگی است. بیش‌ترین مقدار پیوستگی با افزایش لکه مسحت لکه‌های بزرگ شکل می‌گیرد. سنجه SHDI تنوع تکه‌های سیمای سرزمین را بررسی می‌کند و مفهومی مقابل سنجه پیوستگی داردد این سنجه مقادیر بالا به معنای تنوع و مقادیر پایین آن کاهش تنوع را نمایش می‌دهد. شکل ۳ نتایج حاصل از اجرای متریک‌های مورداستفاده را در سطح سیمای سرزمین نمایش می‌دهند. براساس نتایج متریک PD بالاترین مقدار در ردیف‌های شماره ۹ و ۶ مشاهده‌می‌شود. نتایج متریک NP نشان داد که بیش‌ترین مقدار مشاهده‌شده در ردیف‌های ۵ و ۹ می‌باشد. شکل ۴ نتایج حاصل از بررسی متریک‌های LSI و LPI را نمایش می‌دهد. براساس متریک LSI بیش‌ترین مقدار در ردیف ۵ با مقدار ۳۱/۹۶ و کم‌ترین مقدار آن در ردیف ۱ مشاهده‌شده است. بیش‌ترین مقدار سنجه LPI نیز برای ردیف ۱ و کم‌ترین مقدار آن نیز برای ردیف ۵ محاسبه شد. شکل ۵ نتایج بررسی سنجه‌های ED و CONTAG را در ردیف‌های مختلف جدول ۵ در غالب نمودار نمایش می‌دهد.

جدول ۵: نتایج حاصل از متریک‌های مورداستفاده در سطح سیمای سرزمین

ردیف	NP	PD	LPI	ED	LSI	CONTAG	SHDI
۱	۱۱۰۹	۱/۵۸	۸۸/۲۷	۹/۸۵	۸/۷۶	۶۹/۳۸	۰/۳۵
۲	۲۶۱۰	۳/۷۲	۷۵/۱۳	۲۴/۴۶	۱۸/۴۲	۴۹/۱۶	۰/۵۵
۳	۳۹۰۷	۵/۵۷	۵۷/۰۷	۳۹/۳	۲۸/۲۳	۳۵/۸۸	۰/۶۶
۴	۳۰۳۴	۴/۳۳	۷۱/۳	۲۹/۱۶	۲۱/۵۲	۴۴/۷۷	۰/۵۹
۵	۴۵۰۹	۶/۴۳	۳۸/۵۲	۴۴/۹۷	۳۱/۹۶	۳۲/۵۱	۰/۶۸
۶	۳۸۲۶	۵/۴۶	۷۸/۱۲	۳۵/۹۴	۲۶/۰۱	۴۸/۸۷	۰/۵۱
۷	۳۳۵۵	۴/۷۹	۸۴/۲	۳۰/۱۵	۲۲/۱۸	۵۷/۴۱	۰/۴۲
۸	۳۸۲۶	۵/۴۶	۷۸/۱۲	۳۵/۹۴	۲۶/۰۱	۴۸/۸۷	۰/۵
۹	۴۳۹۹	۶/۲۸	۶۵/۸۸	۴۲/۶۲	۳۰/۴۳	۳۸/۰۴	۰/۶۲
۱۰	۲۴۴۵	۳/۴۹	۷۵//۰۹	۲۲/۱۱	۱۶/۸۶	۵۱/۴۲	۰/۵۳
۱۱	۳۶۱۲	۵/۱۵	۶۴/۴۴	۳۵/۷۳	۲۶/۸۷	۳۸/۹۳	۰/۶۴

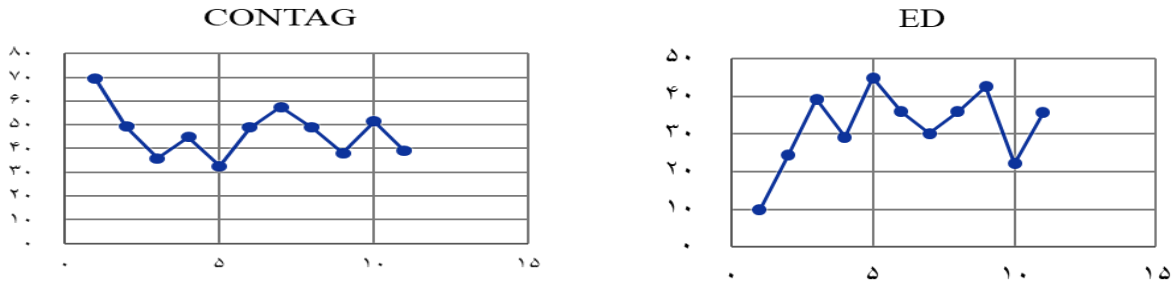


شکل ۳: نتایج حاصل از سنجه‌های NP (سمت راست) و PD (سمت چپ) مورداستفاده



شکل ۴: نتایج حاصل از متریک‌های LSI(سمت راست) و LPI(سمت چپ) مورداستفاده

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.122671



شکل ۵: نتایج حاصل از متریک‌های CONTAG(سمت راست) و ED (سمت چپ) مورداستفاده

بحث

پیوستگی و اتصال لکه‌های زیستگاهی عملکرد مناسبی برای جمعیت‌های حیات‌وحش در غالب حرکت و جابه‌جایی فراهم می‌کند. یکپارچگی و ارتباط داشتن زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت‌شده برای دوام جمعیت‌های گیاهی و جانوری بسیار مهم است به‌خصوص اگر زیستگاه‌های مختلف مکمل یکدیگر باشند (صادق‌اوغلی و همکاران، ۱۳۹۶) در این مطالعه لکه‌های زیستگاهی با استفاده از اعمال حد آستانه‌های مختلف شناسایی شدند و از متریک‌های سیمای سرزمین برای بررسی‌وضعیت این لکه‌ها استفاده شد. مطالعات متعددی بر روی بررسی متریک‌های سیمای سرزمین در تحلیل وضعیت زیستگاهی استفاده‌شده است (Wang و همکاران، ۲۰۱۴؛ Crooks و همکاران، ۲۰۱۷). با استفاده از داده‌های حاصل از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان تفسیر مناسبی از پراکندگی جانداران و زیست‌پذیری زیستگاه‌ها تعریف کرد(Girvetz و همکاران، ۲۰۰۸).استفاده‌از متریک‌های سیمای سرزمین حتی می‌تواند در راستای شناسایی حد آستانه مناسب اعمال شده بر روی نقشه‌های مطلوبیت نیز مناسب باشد (Ramirez-Reyes و همکاران، ۲۰۱۶). در این مطالعه پس از شناسایی مطلوبیت زیستگاه به‌روش آنتروپی بیشینه از حد آستانه‌های‌لجستیکی‌خودروش استفاده شد و مقادیر متریک‌های سیمای سرزمین برای نقشه‌های دودویی اندازه‌گیری گردید (جدول ۳). نتایج این مطالعه نشان داد که حد آستانه‌های پایین‌بر روی نقشه پیوسته مطلوبیت، گستره‌های وسیعی را به‌عنوان زیستگاه مطلوب شناسایی می‌کنند (شکل ۲). لحاظ این حد آستانه بر روی مطلوبیت نقشه خروجی را به‌دست خواهد داد که دارای پیوستگی بالاخواهد بود. با افزایش مقدار حد آستانه لجستیکی وضعیت شناسایی لکه زیستگاهی سخت گیرانه‌تر خواهد بود و ازاین‌رو محدوده‌های شناسایی خواهند شد که مقادیر مطلوبیت پیش‌بینی‌شده بالای داشته باشند. در این حالت نیز ممکن است نقاط حضوری که از نظر شرایط زیستگاهی معرف‌های محدودتری هستندویا به‌عبارتی دارای تعداد پایین هستند از تحلیل حذف شوند، بنابراین با اعمال حد آستانه بالا دیدگاه سخت‌گیرانه نسبت به تشکیل لکه شکل می‌گیرد. تمام متریک‌های مورداستفاده در بررسی سیمای سرزمین نیز تحت تأثیر این متریک‌ها نوسان را تجربه خواهند کرد (اشکال ۳ تا ۵). به‌نحوی‌که در محاسبه متریک‌های مختلف مشاهده شد که در صورت افزایش و یا کاهش حد آستانه سایر متریک‌های نیز تحت تأثیر قرار گرفتند. در مقادیر کم حد آستانه، لکه‌های زیستگاهی پیوسته‌تر شناسایی خواهند شد این پیوستگی بیش‌تر توسط سنجه CONTAG قابل‌بررسی است که هم‌زمان با افزایش این سنجه، سنجه SHDI نیز روندی نزولی را نمایش می‌دهد که نشان از کاهش تنوع خواهدداشت.باافزایش پیوستگی سنجه PD نیز کاهش پیدا خواهد کرد و سنجه LPI نیز اندازه بزرگی را نمایش خواهد داد. درنهایت مقدار سنجه ED نیز کاهش پیدا خواهد کرد، اما نکته که در این میان مهم به‌نظر می‌رسد این است که تا چه حدی این حد آستانه‌های پیش‌بینی‌شده خود مدل، قادر به شناسایی لکه‌های زیستگاهی هستند. مسئله که تاکنون مطالعات متفاوتی را نیز به‌خود اختصاص داده است. حتی دربسیار از موارد استفاده از یک حد آستانه توصیه‌شده (Allouche و همکاران، ۲۰۰۶؛ Bedia و همکاران، ۲۰۱۱؛ Kramer-Schadt و همکاران، ۲۰۱۳؛ Warren و همکاران، ۲۰۱۰) و در برخی نیز اجتناب به‌عمل‌آمده است. در خروجی‌های مدل مکسنت حدآستانه‌های مختلفی‌وجود دارد‌که ازطریق محاسبه خطای omission محاسبه‌شده‌اند. این روش از تقسیم نقاط حضور بخش درصد نقاط حضور تستی که در ناحیه نامطلوب قرارگرفته‌اند محاسبه می‌شود (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). انتخاب حد آستانه مناسب یک چالش برای روش‌های فقط حضور محسوب می‌شود (Luc و همکاران، ۲۰۱۳). برای مثال Pearson و همکاران (۲۰۰۷) استفاده از حدآستانه LPT را خوشبینانه دانسته‌اندو Loiselle و همکاران(۲۰۰۳) استفاده از LPT را گمراه کننده دانسته‌اند. حدآستانه‌جهت نیل به مقادیر کمی مطلوبیت زیستگاه و آشیان اکولوژیک است که با استفاده از اعمال مقادیری‌مختلف بر روی‌نقشه پیوسته‌مطلوبیت‌زیستگاه‌به‌دست خواهد آمد. برای گونه‌هایی که دارای امتیاز پراکنشی کم هستند حد آستانه بهینه به‌شدت بین روش‌های مورداستفاده فرق می‌کند و منجر به ایجاد شرایط نامعتبر خواهد شد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۴). در برخی موارد گونه دارای اهمیت حفاظتی است ازاین‌رو انتخاب این حد

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.122671

آستانه با رعایت احتیاط انجام می‌گیرد که معمولاً برابر LTP خواهد بود (Pearson و همکاران، ۲۰۰۳). درصورتی‌که هدف از شناسایی حد آستانه برای اتصال‌های زیستگاهی باشد استفاده از حداقل اندازه لکه نیز بسیار مفید خواهد بود (Pascual-Hortal و Saura، ۲۰۰۷). در برخی مطالعات نیز وجود نقاط حضور بالا امکان بررسی آماره کاپا را فراهم می‌کند چراکه این شاخص نسبت به‌فراگیر بودن حساس ارزیابی شده است. درمجموع استفاده از حد آستانه‌های مختلف و ارزیابی و تحلیل خروجی‌های هر حد آستانه می‌تواند دیدگاه مناسب‌تری درخصوص توزیع ارائه دهد چراکه استفاده از یک حد آستانه واحد برای تمام گونه با شرایط محیطی و اکولوژی متفاوت چشم‌پوشی از واقعیت‌های توزیع را در بر خواهد داشت.

منابع

۱. **براتی، ب.؛ جهانی، ع.؛ زبردست، ل. و رایگانی، ب.، ۱۳۹۶.** ارزیابی یکپارچگی مناطق حفاظت‌شده با به‌کارگیری رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین(منطقه موردمطالعه: پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی). فصلنامه آمایش سرزمین دوره ۹، شماره ۱، صفحات ۱۵۳ تا ۱۶۸.

۲. **جعفری، ع.؛ میرزائی، ر.؛ زمانی، ر. و محمودی، ا.، ۱۳۹۴.** مدل‌سازی پراکنش قوچ و میش اصفهان در منطقه حفاظت‌شده تنگ صیاد بر اساس بهبود داده‌های اریب حضور و انتخاب متغیرهای مناسب با استفاده از روش حداکثر آنتروپی. فصلنامه اکولوژی کاربردی. سال ۵، شماره ۱۵، صفحات ۳۹ تا ۴۸.

۳. **صادق‌اوغلی، ر.؛ جهانی، ع.؛ علیزاده‌شعبانی، ا. و گشتاسب، ح.، ۱۳۹۶.** کمی‌سازی ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمین به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی زیستگاه. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. سال ۱۱، شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۲۰.

۴. **عبیداوی، ز.؛ رنگزن، ک.؛ میرزائی، ر. و کابلی، م.، ۱۳۹۵.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) در منطقه حفاظت‌شده شیمبار، استان خوزستان. فصلنامه اکولوژی کاربردی. سال۵، شماره ۴، صفحات ۶۱ تا ۷۱.

۵. **فلاحتی، س.، ۱۳۹۷.** بررسی وضعیت زیستگاه خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) از منظر سیمای سرزمین در منطقه حفاظت‌شده قلاجه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط‌زیست، گرایش ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر.

۶. **کرم، ا.؛ حجه‌فروش‌نیا، ش. و حکیمی، ح.، ۱۳۹۱.** ارزیابی و تحلیل پیوستگی چشم‌انداز، رویکردی نوین در برنامه‌ریزی مطالعه موردی: کاشان-آران. فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی. دوره ۱، شماره ۳، صفحات ۲۹ تا ۴۴.

۷. **کرمی، پ.؛ شایسته، ک. و اسماعیلی، م.، ۱۳۹۸.** بررسی وضعیت پراکنش خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos Linnaeus* 1758) در منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه استان لرستان. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. دوره ۱۱، شماره۲، صفحات ۱ تا ۱۰.

۸. **Allouche, O.; Tsoar, A. and Kadmon, R., 2006.** Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, Kappa and the true skill statistic (TSS). Journal of Applied Ecology. Vol. 43, pp: 1223-1232.

۹. **Bedia, J.; Busque, J. and Gutie´rrez, J.M., 2011.** Predicting plant species distribution across an alpine rangeland in Northern Spain. A comparison of probabilistic methods. Applied Vegetation Science. Vol. 14, pp: 415-432.

۱۰. **Crooks, K.R.; Burdett, C.L.; Theobald, D.M.; King, S.R.; Di Marco, M.; Rondinini, C. and Boitani, L., 2017.** Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol. 114, No. 29, pp: 7635-7640.

۱۱. **Georgian, S.E.; Anderson, O.F. and Rowden, A.A., 2019.** Ensemble habitat suitability modeling of vulnerable marine ecosystem indicator taxa to inform deep-sea fisheries management in the South Pacific Ocean. Fisheries research. Vol. 211, pp: 256-274.

۱۲. **Girvetz, E.H.; Thorne, J.H.; Berry, A.M. and Jeager, J.A.G., 2008.** Integration of landscape fragmentation analysis into regional planning: A statewide multi-scale case study from California, USA. Vol. 86, No. 3-4, pp: 205-218.

۱۳. **Kramer-Schadt, S.; Niedballa, J.; Pilgrim, J.D.; Schröder, B.; Lindenborn, J.; Reinfelder, V.; Stillfried, M.; Heckmann, I.; Scharf, A.K.; Augeri, D.M.; Cheyne, S.M.; Hearn, A.J.; Ross, J.; Macdonald, D.W.; Mathai, J.; Eaton, J.; Marshall, A.J.; Semiadi, G.; Rustam, R.; Bernard, H.; Alfred, R.; Samejima, H.; Duckworth, J.W.; Breitenmoser- Wuersten, C.; Belant, J.L.; Hofer, H. and Wilting, A., 2013.** The importance of correcting for sampling bias in Maxent Species distribution models. Diversity and Distributions. Vol. 19, pp: 1366-1379.

۱۴. **Liu, C.; White, M. and Newell, G., 2013.** Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. Journal of biogeography. Vol. 40, No. 4, pp: 778-789.

۱۵. **Loiselle, B.A.; Howell, C.A.; Graham, C.H.; Goerck, J.M.; Brooks, T.; Smith, K.G. and Williams, P.H., 2003.** Avoiding pitfalls of using species distribution models in conservation planning. Conservation Biology. Vol. 17, pp: 1591-1600.

۱۶. **Mairota, P.; Cafarelli, B.; Boccaccio, L.; Leronni, V.; Labadessa, R.; Kosmidou, V. and Nagendra, H., 2013.** Using landscape structure to develop quantitative baselines for protected area monitoring. Ecological indicators. Vol. 33, pp: 82-95.

۱۷. **Manel, S.; Dias, J.M. and Ormerod, S.J., 1999.** Comparing discriminant analysis, neural networks and logistic regression for predicting species distributions: a case study with a Himalayan river bird. Ecol. Model. Vol. 120, pp: 337-347.

۱۸. **Pascual-Hortal, L. and Saura, S., 2007.** Impact of spatial scale on the identification of critical habitat patches for the maintenance of landscape connectivity. Landsc. Urban Plan. Vol. 83, pp: 176-186.

۱۹. **Pearson, R.G.; Raxworthy, C.J.; Nakamura, M. and Peterson, A.T., 2007.** Predicting species distributions from small Numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. Biogeography. Vol. 34, pp: 102-117.

۲۰. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic Distributions. Ecol. Model. Vol. 190, pp: 231-259.

۲۱. **Ramirez-Reyes, C.; Bateman, B.L. and Radeloff, V.C., 2016.** Effects of habitat suitability and minimum patch size thresholds on the assessment of landscape connectivity for jaguars in the Sierra Gorda, Mexico. Biological conservation. Vol. 204, pp: 296-305.

۲۲. **Wang, X.; Blanchet, F.G. and Koper, N., 2014.** Measuring habitat fragmentation: an evaluation of landscape pattern metrics. Methods in Ecology and Evolution. Vol. 5, No. 7, pp: 634-646.

۲۳. **Warren, D.L. and Seifert, S.N., 2010.** Environmental niche modeling in Maxent: the importance of model Complexity and the performance of model selection criteria. Ecological Applications. Vol. 21, pp: 335-342.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.122671

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 4, Winter 2020

Study of relationship between threshold and habitat patches of brown bears (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) in Sephid-Koh protected area by using land scape approach

- **Seyedeh Zahra Moosavi*:** Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran
- **Mir Mehrdad Mirsanjari:** Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

Received: December 2019 Accepted: March 2020

Keyword: Landscape metric, Zagreus forest, Threshold selection, Brown bear, Habitat fragmentation

Abstract

Protection of habitat connectivity is a major goal of the protection project, especially for large predators. Habitat patches are desirable zones with different distribution in landscape. These patches with various dimensions and sizes include high-performance segments for presence and establishment. Therefore, investigation of the identification process and changes in the patches for different species of wildlife will provide a correct and accurate picture of their distribution status. This study was conducted to investigate the distribution of habitat patches of brown bear on the landscape scale of Sefidkoh area in Lorestan province. In this regard, habitat suitability was first calculated by maximum entropy method using 10 replicates. After validation of the model using the AUC, different thresholds of logistic output were applied to continuous habitat suitability map. NP, PD, ED, LPI, LSI, SHDI and CONTAG metrics were used to evaluate the continuity. The trend of changes in different metrics showed that by decreasing and increasing the threshold value applied to the continuous map, the suitability of the values related to landscape metrics would be affected. High threshold values represent the key habitat and low threshold values give an optimistic view of the distribution of patches. The results showed that the identification of the appropriate threshold for hot spots analysis is prior to analysis of landscape metrics since this threshold depending on the purpose of the study, the number of presence points, model types, and species conditions will be of different utility.

* Corresponding Author's email: zahra.moosavi20163962@gmail.com