

کمی سازی ارتباط حد آستانه و لکه های زیستگاهی خرس قهوه ای (*Ursus arctos*) در منطقه سفیدکوه با استفاده از رهیافت سیمای سرزمین

- سیده زهرا موسوی*: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
- میرمهرداد میرسنجری: گروه محیط زیست، 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 به ویژه برای گوشت خوران بزرگ است. لکه های زیستگاهی پهنه های مطلوب با توزیع متفاوت در سیمای سرزمین هستند. این لکه ها با ابعاد و اندازه های مختلف دربرگیرنده بخش های با مطلوبیت بالا جهت حضور و استقرار می باشند. از این رو ارزیابی روند شناسایی و تغییرات این لکه ها برای گونه های مختلف حیات وحش تصویری صحیح و درست از وضعیت توزیع آن ها ارائه خواهد داد. این مطالعه به منظور بررسی وضعیت توزیع لکه های زیستگاهی خرس قهوه ای (*Ursus arctos*) در مقیاس سیمای سرزمین منطقه سفیدکوه استان لرستان انجام گرفته است. در این راستا با استفاده از نقاط حضور گونه ابتدا مطلوبیت زیستگاه به روش آتروپی بیشینه با استفاده از ۱۰ تکرار محاسبه گردید. پس از تأیید اجرای مدل با استفاده از AUC حد آستانه های مختلف خروجی لجستیکی بر روی نقشه پیوسته مطلوبیت زیستگاه اعمال شد. از متریک های NP، PD، ED، LPI، LSI، SHDI و CONTAG برای ارزیابی پیوستگی استفاده شد. روند تغییرات متریک های مختلف نشان داد که با کاهش و افزایش مقدار حد آستانه اعمال شده بر روی نقشه پیوسته مطلوبیت مقادیر مربوط به سنججه های سیمای سرزمین تحت تأثیر قرار می گیرند. مقادیر بالای حد آستانه زیستگاه کلیدی را نمایش می دهد و مقادیر پایین حد آستانه دیدگاه خوش بینانه ای را از توزیع لکه های به دست خواهد داد. نتایج نشان داد که شناسایی حد آستانه مناسب به منظور تحلیل لکه های داغ مقدم بر تحلیل متریک های 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: متریک های سیمای سرزمین، جنگل های زاگرس، انتخاب حد آستانه، خرس قهوه ای، تکه تکه شدن زیستگاه



مقدمه

اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت گزارش داده که نابودی و چندپارگی اکوسیستم های طبیعی و تأثیرات آن بر تنوع زیستی به معضلی جهانی تبدیل شده است (کرم و همکاران، ۱۳۹۰). از دهه ۹۰ میلادی دانشمندان به مسائلی چند پارگی و تکه تکه شدن زیستگاه توجه نشان دادند و این مسائل وارد عرصه سیاسی شد، توجه به این موضوعات را برنامه های چون استراتژی جهانی برای تنوع زیستی (Global Strategy for Biodiversity) (for Biodiversity) (۱۹۹۵)، رهنمود بوم (the Habitat Directive) (۱۹۹۹)، استراتژی پان اروپایی برای تنوع بیولوژیک و چشم انداز (the Pan European Strategy of Biodiversity & Landscape Diversity) (۱۹۹۵) و استراتژی تنوع زیستی برای جامعه اروپایی می توان ملاحظه نمود. چشم انداز یکی از پایین ترین سطح نظام بوم شناختی در اکوسیستم های منطقه ای یعنی بیوم است. چشم انداز دارای عناصر گسسته ای به نام لکه های زیستگاهی یعنی نواحی نسبتاً همگن متمایز از نواحی مجاور هستند. لکه های زیستگاهی حدود و فضای مشخص دارند که از طریق متغیرهای درونی مثل تراکم و ترکیب گونه ها، انواع درختان و... قابل توصیف هستند (کرم همکاران، ۱۳۹۱). اکولوژی سیمای سرزمین علمی است که ارتباط الگوهای و فرآیندها را در سراسر مقیاس مکانی و زمانی مطالعه می کند این علم به صورت بنیادی به مسائل اصلی در رابطه با وابستگی فرآیندهای اکولوژیکی به تغییرات مکانی و زمانی می پردازد. 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 حفاظت شده مسئله مهمی برای سازمان های حفاظت محیط زیست و طبیعت به شمار می رود (Mairata و همکاران، ۲۰۱۳). یکپارچگی و ارتباط داشتن زیستگاه ها در مناطق حفاظت شده برای دوام جمعیت های گیاهی و جانوری مهم است مخصوصاً زمانی که زیستگاه های مختلف مکمل یکدیگر باشند (صادق اوغلی و همکاران، ۱۳۹۸). بررسی وضعیت توزیع و پراکندگی گونه های حیات وحش یکی از مباحث مهمی است که در دل خود بسیاری از مفاهیم مدیریت جمعیت و زیستگاه را در بردارد. با رشد روزافزون مدل سازی های زیستگاهی (Georgian و همکاران، ۲۰۱۹) و کاربرد این دسته از مدل ها در پیش بینی توزیع گونه و شرایط اکولوژیک آن بسیاری از جنبه های فضایی توزیع گونه ها قابل لمس شد. ارتباطی که به دلیل توسعه روزافزون این مدل ها هر روز کارآمدتر و دقیق تر می شود. در صورتی که زیستگاه محلی نامیده شود که شرایط برای زیستگاه گونه در حالت بهینه است با در نظر گرفتن بعد مکانی برای این مجموعه شرایط می توان تحلیل های مربوط به این محدوده شرایط وابسته به مکان را انجام داد. در این راستا توسعه دانش بوم شناسی سیمای سرزمین و ابعاد مختلف این دانش رهنمود

متفاوتی را برای بررسی زیستگاه فراهم کرده است. به منظور تحلیل سیمای سرزمین وجود تفاوت الزامی است تفاوت هایی که براساس آن طبقات شکل گیرند طبقاتی که دارای دامنه های خاصی از مقادیر هستند. در مطالعات زیستگاهی استفاده از حد آستانه های مختلف منجر به تفکیک زیستگاه براساس به نقشه های مطلوب/نامطلوب خواهد شد. پس از تشکیل لکه های مختلف امکان تحلیل آن ها وجود خواهد داشت. هدف از انجام این مطالعه تلفیق نتایج حاصل از مدل مطلوبیت زیستگاه با رهیافت های مربوط به سیمای سرزمین جهت تحلیل وضعیت توزیع لکه های توزیع خرس در منطقه حفاظت شده سفیدکوه لرستان است. در واقع هدف از انجام این مطالعه تفکیک طبقات مطلوبیت بر اساس حد آستانه و تحلیل هر طبقه انجام گرفته است. از جمله مطالعات انجام گرفته با محوریت این مطالعه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

کرمی و همکاران (۱۳۹۸) مطلوبیت زیستگاه خرس را در منطقه حفاظت شده سفیدکوه لرستان مطالعه کردند در این مطالعه این مطالعه از ۱۰ متغیر زیستگاهی و نقاط حضور گونه مورد مطالعه استفاده شد و بر روی نقشه مطلوبیت زیستگاه حد آستانه LPT پیاده شد. نتایج نشان داد که متغیرهای فاصله از سکونتگاه های انسانی، جاده فرعی و ارتفاع بیشترین تأثیر را بر روی گونه مورد مطالعه داشته اند. بر اساس نتایج این مطالعه ۶۵ درصد منطقه سفیدکوه برای گونه مورد مطالعه مطلوب بوده است. در مطالعه توسط براتی و همکاران (۱۳۹۶) یکپارچگی مناطق حفاظت شده با استفاده از رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین در پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی بررسی شد. در این مطالعه از فنون GIS و RS استفاده شد و نقشه کاربری/پوشش محدوده مورد مطالعه به دست آمد پس از تهیه نقشه کاربری پوشش از متریک های سیمای سرزمین برای تحلیل از هم گسیختگی استفاده شد. نتایج نشان داد تعارضات منطقه مانند معدن کاری، کشاورزی و شهری باعث از هم دور شدن لکه ها شده است. صادق اوغلی و همکاران (۱۳۹۶) از هم گسیختگی سیمای سرزمین را به عنوان شاخصی برای ارزیابی زیستگاه گونه های کل و بز (*Capra aegagrus*)، قوچ و میش (*Ovis Orientalis*)، پلنگ (*Panther paradox*) و آهو (*Gazella Subgutturosa*) در منطقه حفاظت شده جاجرو مطالعه کردند. در این مطالعه با استفاده از طبقه بندی تصاویر ماهواره ای و شناسایی زیستگاه گونه به دو شکل عمومی و تخصصی اقدام به بررسی از هم گسیختگی شد. در حالت اول تنها آن دسته از عوامل موجود در محیط که منجر به از هم گسیختگی شده بودند بر روی زیستگاه گونه مطالعه شدند و در حالت دوم زیستگاه گونه های مورد مطالعه تخصصی بررسی اثر متغیرهای موجود در سیمای بر روی این زیستگاه ها بررسی شد. در این مطالعه از سنجه های NP، TE و MESH برای در نرم افزار Frag استفاده شد. نتایج نشان داد تحلیل سنجه های سیمای سرزمین امکان تحلیل



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 در مجموع 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 مورد استفاده با ابعاد سلولی 30×30 متر وارد تحلیل شدند. بر اساس نتایج تحلیل هم‌خطی (Multicollinearity) متغیرهای فاصله از رودخانه، خطوط انتقال نیرو، فاصله از زمین‌های کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت دارای شاخص تورم واریانس بیش از ۱۰ بوده‌اند که از تحلیل حذف شده‌اند. جدول ۱ متغیرهای زیستگاهی، دامنه نوسان و منبع تهیه هر یک را نمایش می‌دهد.

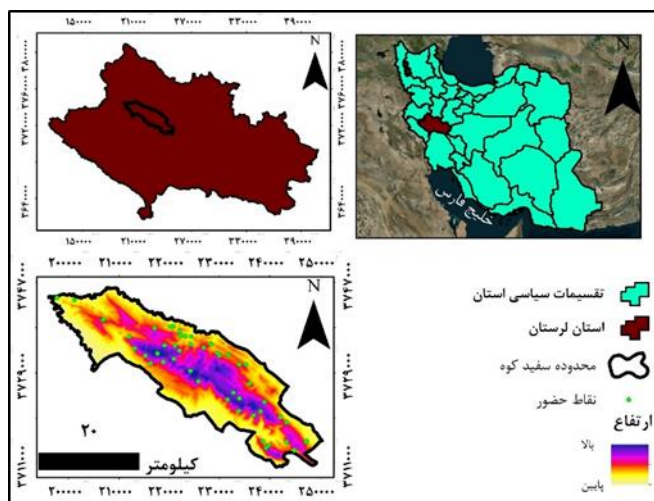
مطلوبیت زیستگاه: در این مطالعه به منظور بررسی وضعیت مطلوبیت زیستگاه گونه در محدوده مورد مطالعه از نقاط حضور گونه و روش آنترپوی بیشینه استفاده شد. مدل با ۱۰ تکرار انجام گرفت و به منظور اعتبارسنجی نتایج از روش اعتبارسنجی متقاطع (Cross Validate) استفاده شد. در فرآیندهای مدل‌سازی زیستگاه همواره نکته قابل‌تأمل آن است که سطح اطمینان پژوهشگر از داده‌های موجود به چه حدی است امری که بهره‌گیری از حد آستانه‌های (thresholds) مختلف را مطرح می‌سازد (عبیدادی 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.

محاسبات متریک سیمای سرزمین: کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین با استفاده از شاخص‌های فضایی سیمای سرزمین یا سنج‌ها صورت می‌گیرد. سنج‌های سیمای سرزمین، ساختار فضایی سیمای سرزمین را به عنوان مجموعه‌ای واحد و دارای هویت معین در هر زمان تشریح می‌کنند و برای به‌دست آوردن یک طبقه‌بندی اولیه از سیمای سرزمین مفید هستند. سنج‌ها داده‌های عددی درباره سیمای سرزمین

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 به منظور بررسی اتصال زیستگاهی پلنگ جگوار در Sierra Gorda مکزیک پرداختند. در این مطالعه مطلوبیت زیستگاه گونه مذکور به روش حداکثر آنترپوی محاسبه شد سپس اتصال سیمای سرزمین برپا استفاده از شناسایی لکه‌های زیستگاهی انجام گرفت در این مطالعه از ۴۵ روش مختلف برای شناسایی حد آستانه و حداقل اندازه لکه استفاده شد. در نهایت با استفاده از نتایج این مطالعه حد آستانه 0.2 و حداقل اندازه ۲ کیلومتر بهترین تخمین را داشتند.

مواد و روش‌ها

معرفی محدوده مورد مطالعه: منطقه حفاظت‌شده سفیدکوه به وسعت ۶۹۵۰۰ هکتار در ۶۷ کیلومتری شمال غربی استان لرستان واقع شده 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 کریمه و کشکان یکی از زیستگاه‌های بارز جانوران در غرب ایران محسوب می‌شود (کرمی و همکاران، ۱۳۹۸). شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

نقاط حضور گونه: به منظور شناسایی نقاط حضور گونه ابتدا محدوده‌های پراکنش، لکه‌بندی شدند سپس در داخل این لکه‌ها پیمایش‌های میدانی انجام گرفت از آنجایی که نمایه‌های مستقیم زمان‌بر و هزینه‌بر و نیازمند داشتن وسایل و امکانات زیادی هستند از نمایه‌های غیرمستقیم شامل ردپا، سرگین (Goulding، ۲۰۰۳)،



را در اختیار قرار می دهند. علاوه بر این، سنجه ها با سیستم اطلاعات جغرافیایی سازگار هستند (فلاحی، ۱۳۹۷). به منظور تحلیل وضعیت توزیع لکه های مطلوبیت از متریک های جدول ۲ استفاده شد که توسط محققین مختلفی برای ارزیابی وضعیت زیستگاه و مناطق حفاظت شده مورد استفاده قرار گرفته است (صادق اوغلی و همکاران، ۱۳۹۶، براتی و همکاران، ۱۳۹۴؛ زبردست و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول ۱: متغیرهای زیستگاهی مورد استفاده، 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 طبقه بندی تراکم (NDVI)
۲	شاخص تراکم (NDVI)	-	۰-۰/۴۱	Landsat8, OLI
۳	فاصله از روستا	متر	۱۱۷۶۷-۰	اداره کل محیط زیست لرستان
۴	فاصله از آبراهه	متر	۳۵۵۴-۰	اداره کل محیط زیست لرستان
۵	فاصله از جاده اصلی	متر	۱۶۱۱۴-۰	اداره کل محیط زیست لرستان
۶	فاصله از چشمه	متر	۱۴۹۳۱-۰	آب منطقه ای لرستان
۷	فاصله از رودخانه	متر	۳۲۲۸۲-۰	اداره کل محیط زیست لرستان
۸	شیب	درصد	۵۶۱-۰	مدل رقومی ارتفاعی
۹	فاصله از خطوط نیرو	متر	۲۷۴۵۳-۰	اداره کل محیط زیست لرستان
۱۰	فاصله از جاده فرعی	متر	۱۳۰۷۸-۰	اداره کل محیط زیست 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 انسان ساخت	متر	۱۹۸۳۱-۰	Landsat8, OLI

جدول ۲: سنجه های مورد استفاده در این تحقیق در سطح کلاس و سیمای سرزمین

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

نتایج

مدل سازی: نتایج نشان داد که مدل در اجرای خود موفق بوده

است. بر این اساس با اتکای به تایید اجرای مدل با استفاده اعمال حد آستانه های مختلف نقشه احتمال مطلوبیت زیستگاه گونه به نقشه ۰ و ۱ تبدیل گردید. براساس آزمون بونومینال در تمام حد آستانه های مورد استفاده به جز حد آستانه ردیف اول تفاوت معنی داری بین مدل پیش بینی شده و تصادفی وجود دارد. جدول ۳ اطلاعات حاصل از مقادیر لجستیکی حد آستانه های مختلف را نمایش می دهد. شکل ۲ نقشه مطلوبیت زیستگاه و هم چنین نقشه های حاصل از اعمال حد آستانه را متناسب با ردیف های جدول فوق نمایش می دهند. بخش های آبی رنگ محدوده مطلوب زیستگاه و بخش های قرمز رنگ بخش های نامناسب

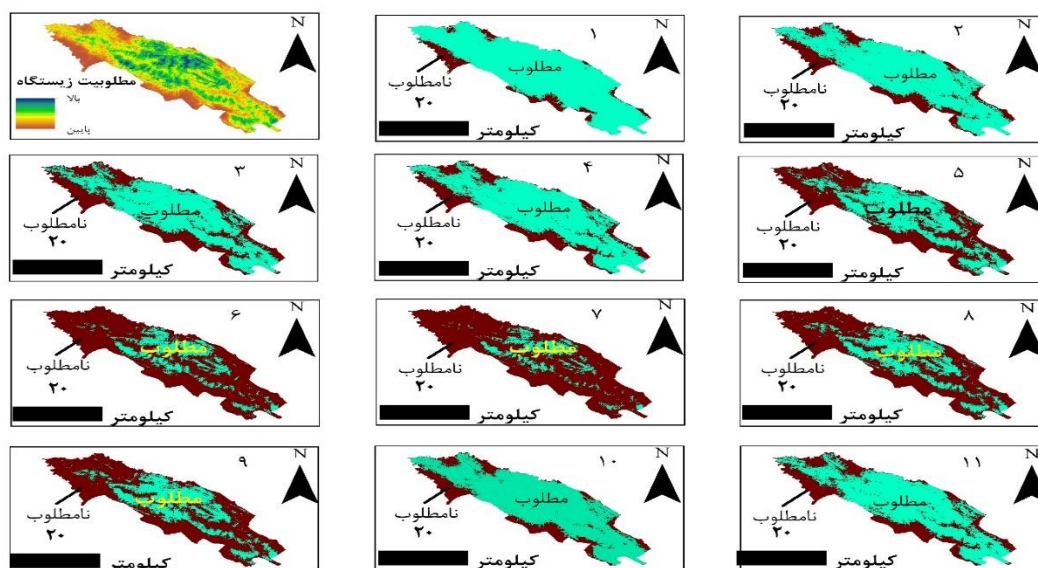
را نمایش می دهند. در نقشه پیوسته نیز بخش های آبی رنگ مناطق مطلوب زیستگاه گونه را نمایش می دهند و بخش های قهوه ای رنگ مناطق نامطلوب زیستگاه را نمایش می دهند. جدول ۵ مساحت هر یک از حد آستانه های اعمال شده بر روی نقشه مطلوبیت زیستگاه را نمایش می دهد. ردیف های ذکر شده در این جدول مطابق با حد آستانه مورد استفاده در جدول ۳ می باشند. براساس نتایج بیشترین مساحت مربوط به حد آستانه ردیف ۱ و کمترین آن مربوط به حد آستانه ردیف ۷ است.

متریک های سیمای سرزمین: پس از بررسی حد آستانه مورد استفاده بر روی مدل سازی گونه از متریک های سیمای سرزمین برای بررسی وضعیت توزیع لکه های زیستگاهی استفاده شد. جدول ۵ متریک های محاسبه شده به ازای هر حد آستانه را متناسب با ردیف مورد استفاده نمایش می دهد.



جدول ۳: مقادیر حد آستانه 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	۱۰ percentile 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 محاسبه شده به ازای آن

حد آستانه براساس ردیف	مساحت به کیلومتر مربع
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 محاسبه شده 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 به کل 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 رخ داده است. سنجه ED بیانگر تراکم حاشیه لکه‌های زیستگاهی است بنابراین افزایش مقدار این سنجه

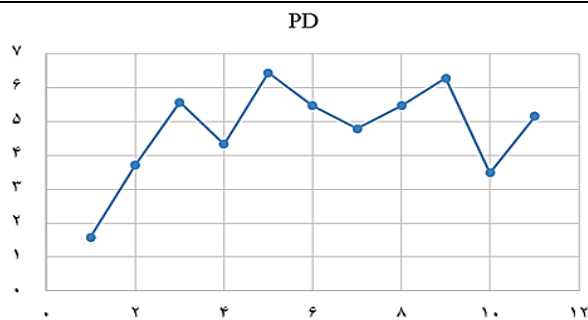
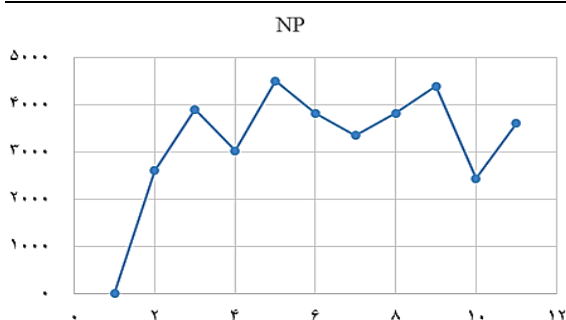


مقادیر پایین آن کاهش تنوع را نمایش می دهد. شکل ۳ نتایج حاصل از اجرای متریک های مورد استفاده را در سطح سیمای سرزمین نمایش می دهند. براساس نتایج متریک PD بالاترین مقدار در ردیف های شماره ۹ و ۶ مشاهده می شود. نتایج متریک NP نشان داد که بیشترین مقدار مشاهده شده در ردیف های ۵ و ۹ می باشد. شکل ۴ نتایج حاصل از بررسی متریک های LSI و LPI را نمایش می دهد. براساس متریک LSI بیشترین مقدار در ردیف ۵ با مقدار ۳۱/۹۶ و کمترین مقدار آن در ردیف ۱ مشاهده شده است. بیشترین مقدار سنجه LPI نیز برای ردیف ۱ و کمترین مقدار آن نیز برای ردیف ۵ محاسبه شد. شکل ۵ نتایج بررسی سنجه های ED و CONTAG را در ردیف های مختلف جدول ۵ در غالب نمودار نمایش می دهد.

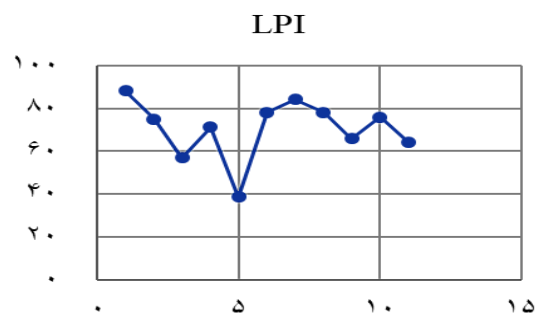
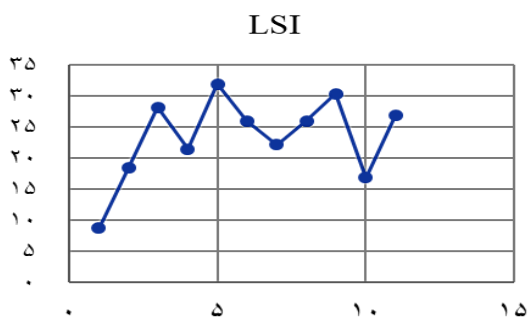
نشان از افزایش مقداری بی نظمی است که بیشترین مقدار آن در سنجه های ردیف ۵ و ۹ مشاهده می شود. سنجه LSI شکل سیمای سرزمین را کمی می کند. در این سنجه نسبت طول حاشیه های موجود در کل سیمای سرزمین به حداقل حاشیه ممکن به دست خواهد آمد و بدون واحد است. افزایش مقدار این سنجه نشان از افزایش مقدار بی نظمی دارد که بر این اساس در حد آستانه ردیف ۶ بیشترین مقدار بی نظمی وجود دارد. سنجه CONTAG بیانگر پیوستگی لکه های زیستگاهی در سیمای سرزمین است. این سنجه به صورت درصد بیان می شود و یکی از سنجه های اندازه گیری درجه یکپارچگی است. بیشترین مقدار پیوستگی با افزایش لکه مساحت لکه های بزرگ شکل می گیرد. سنجه SHDI تنوع تکه های سیمای سرزمین را بررسی می کند و مفهومی مقابل سنجه پیوستگی دارد در این سنجه مقادیر بالا به معنای تنوع و

جدول ۵: نتایج حاصل از متریک های مورد استفاده 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 سنجه های NP (سمت راست) و PD (سمت چپ) مورد استفاده



شکل ۴: نتایج حاصل از متریک های LSI (سمت راست) و LPI (سمت چپ) مورد استفاده





بحث

متریک‌های مورد استفاده در بررسی سیمای سرزمین نیز تحت تأثیر این متریک‌ها نوسان را تجربه خواهند کرد (اشکال ۳ تا ۵). به نحوی که در محاسبه متریک‌های مختلف مشاهده شد که در صورت افزایش 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 قابل بررسی است که هم‌زمان با افزایش این سنجه، سنجه SHDI نیز روندی نزولی را نمایش می‌دهد که نشان از کاهش تنوع خواهد داشت. با افزایش پیوستگی سنجه PD نیز کاهش پیدا خواهد کرد و سنجه LPI نیز اندازه بزرگی را نمایش خواهد داد. در نهایت مقدار سنجه ED نیز کاهش پیدا خواهد کرد، اما نکته که در این میان مهم به نظر می‌رسد این است که تا چه حدی این حد آستانه‌های پیش‌بینی شده خود مدل، قادر به شناسایی لکه‌های زیستگاهی هستند. مسئله که تاکنون مطالعات متفاوتی را نیز به خود اختصاص داده است. حتی در بسیار از موارد استفاده از یک حد آستانه توصیه شده (Allouche و همکاران، ۲۰۰۶؛ Bedia و همکاران، ۲۰۱۱؛ Kramer-Schadt و همکاران، ۲۰۱۳؛ Warren و همکاران، ۲۰۱۰) و در برخی نیز اجتناب به عمل آمده است. در خروجی‌های مدل مکسنت حد آستانه‌های مختلفی وجود دارد که از طریق محاسبه خطای omission محاسبه شده‌اند. این روش از تقسیم نقاط حضور بخش درصد نقاط حضور تستی که در ناحیه نامطلوب قرار گرفته‌اند 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 حد آستانه LPT را خوشبینانه دانسته‌اند و Loiselle و همکاران (۲۰۰۳) استفاده از LPT را گمراه کننده دانسته‌اند. حد آستانه جهت نیل به مقادیر کمی مطلوبیت زیستگاه و آشیان اکولوژیک است که با استفاده از اعمال مقادیری مختلف بر روی نقشه پیوسته مطلوبیت زیستگاه به دست خواهد آمد. برای گونه‌هایی که دارای امتیاز پراکنشی کم هستند حد آستانه بهینه به شدت بین روش‌های مورد استفاده فرق می‌کند و منجر به ایجاد شرایط نامعتبر خواهد شد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۴). در برخی موارد گونه دارای اهمیت حفاظتی است از این رو انتخاب این حد

پیوستگی و اتصال لکه‌های زیستگاهی عملکرد مناسبی برای جمعیت‌های حیات وحش در غالب حرکت و جابه‌جایی فراهم می‌کند. یکپارچگی و ارتباط داشتن زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت شده برای دوام جمعیت‌های گیاهی و جانوری بسیار مهم است به خصوص 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 بررسی وضعیت این لکه‌ها استفاده شد. مطالعات متعددی بر روی بررسی متریک‌های سیمای سرزمین در تحلیل وضعیت زیستگاهی استفاده شده 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). استفاده از 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 به روش آنتروپی بیشینه از حد آستانه‌های لجستیکی خود روش استفاده شد و مقادیر متریک‌های سیمای سرزمین برای نقشه‌های دودویی اندازه‌گیری گردید (جدول ۳). نتایج این مطالعه نشان داد که حد آستانه‌های پایین بر روی نقشه پیوسته مطلوبیت، گستره‌های وسیعی را به عنوان زیستگاه مطلوب شناسایی می‌کنند (شکل ۲). لحاظ این حد آستانه بر روی مطلوبیت نقشه خروجی را به دست خواهد داد که دارای پیوستگی بالا خواهد بود. با افزایش مقدار حد آستانه لجستیکی وضعیت شناسایی لکه زیستگاهی سخت‌گیرانه‌تر خواهد بود و از این رو محدوده‌های شناسایی خواهند شد که مقادیر مطلوبیت پیش‌بینی شده بالای داشته باشند. در این حالت نیز ممکن است نقاط حضوری که از نظر شرایط زیستگاهی معرف‌های محدودتری هستند و یا به عبارتی دارای تعداد پایین هستند از تحلیل حذف شوند، بنابراین با اعمال حد آستانه بالا دیدگاه سخت‌گیرانه نسبت به تشکیل لکه شکل می‌گیرد. تمام



منطقه حفاظت شده سفیدکوه استان لرستان. فصلنامه محیط زیست

جانوری. دوره ۱۱، شماره ۲، 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 Gutierrez, 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 Jaeger, 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 Witting, 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.

آستانه با رعایت احتیاط انجام می گیرد که معمولاً برابر LTP خواهد بود (Pearson و همکاران، ۲۰۰۳). در صورتی که هدف از شناسایی حد آستانه برای اتصال های زیستگاهی باشد استفاده از حداقل اندازه لکه نیز بسیار مفید خواهد بود (Saura و Pascual-Hortal، ۲۰۰۷). در برخی مطالعات نیز وجود نقاط حضور بالا امکان بررسی آماره کاپا را فراهم می کند چرا که این شاخص نسبت به فراگیر بودن حساس ارزیابی شده است. در مجموع استفاده از حد آستانه های مختلف و ارزیابی و تحلیل خروجی های هر حد آستانه می تواند دیدگاه مناسب تری در خصوص توزیع ارائه دهد چرا که استفاده از یک حد آستانه واحد برای تمام گونه با شرایط محیطی و اکولوژی متفاوت چشم پوشی از واقعیت های توزیع را در بر خواهد داشت.

منابع

۱. براتی، ب؛ جهانی، ع؛ زبردست، ل. و رایگانی، ب، ۱۳۹۶. ارزیابی یکپارچگی مناطق حفاظت شده با به کارگیری رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین (منطقه مورد مطالعه: 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. مدل سازی پراکنش قوچ و میش اصفهان در منطقه حفاظت شده تنگ صیاد بر اساس بهبود داده های اریب حضور و انتخاب متغیرهای مناسب با استفاده از روش حداکثر آنتروپی. فصلنامه اکولوژی کاربردی. سال ۵، شماره ۱۵، صفحات ۳۹ تا ۴۸.
۳. صادق اوغلی، ر؛ جهانی، ع؛ علیزاده شعبانی، ا. و گشتاسب، ح، ۱۳۹۶. کمی سازی از هم گسیختگی سیمای سرزمین به عنوان شاخصی برای ارزیابی زیستگاه. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۱، شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۲۰.
۴. عبیدادی، ز؛ رنگزن، ک؛ میرزائی، ر. و کابلی، م، ۱۳۹۵. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه خرس قهوه ای (*Ursus arctos*) در منطقه حفاظت شده شیمبار، استان خوزستان. فصلنامه اکولوژی کاربردی. سال ۵، شماره ۴، صفحات ۶۱ تا ۷۱.
۵. فلاحتی، س، ۱۳۹۷. بررسی وضعیت زیستگاه خرس قهوه ای (*Ursus arctos*) از منظر سیمای سرزمین در منطقه حفاظت شده قلاجه. پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، گرایش ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر.
۶. کرم، ا؛ حجه فروش نیا، ش. و حکیمی، ح، ۱۳۹۱. ارزیابی و تحلیل پیوستگی چشم انداز، رویکردی نوین در برنامه ریزی 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 قهوه ای (*Ursus arctos* Linnaeus 1758) در

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

