

شناسایی دالان‌های زیستگاهی گوسفند وحشی ارمنی (*Ovis Orientalis*) در بستر سیمای سرزمین مبتنی بر تئوری مدارهای الکتریکی (مطالعه موردی: مناطق لشگردر و گلپراباد)

پیمان کرمی^۱، کامران شایسته^{۱*}، احسان کرمی^۲ و سید مجید حسینی^۳

^۱ ملایر، دانشگاه ملایر، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست

^۲ تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، گروه برق قدرت

^۳ گرگان، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۲۴

چکیده

باتوجه به مهاجرت گونه‌ها در فصول معین، مناطق حفاظت‌شده رسماً قادر نیستند تمام قلمروهای موردنیاز گونه را پوشش دهند، به همین دلیل لازم است دالان‌های بین مناطق حفاظت‌شده نیز تحت کنترل و حفاظت قرارگیرند. به‌منظور بررسی دالان‌های زیستگاهی بین قوچ و میش‌های مناطق گلپراباد و آهنگران (لشگردر) و بخش لشگردر منطقه حفاظت‌شده لشگردر، در ابتدا مطلوبیت زیستگاه گونه مذکور با استفاده از روش‌های مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM)، شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و شبکه ماشین بردار پشتیبان (SVM) مدل‌سازی شد و سپس براساس حد آستانه ۱۰ درصد نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه گونه به نقشه دوتایی تبدیل شدند. اعتبارسنجی مدل‌ها نیز براساس رویکرد آماری ROC، شاخص حداکثرکاپا (Maximal Kappa) و شاخص انجام گرفت. نتایج حاصل بیانگر مناسب بودن مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) به نسبت دو مدل دیگر است. حساسیت-TPR انجام گرفت. نتایج حاصل بیانگر مناسب بودن مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) به نسبت دو مدل دیگر است. حساسیت-سنجی مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) با استفاده از روش حداکثر کاپا محاسبه شد. به‌منظور شناسایی دالان‌های ارتباطی بین دو لکه زیستگاهی موجود از معکوس نقشه مطلوبیت زیستگاه به‌عنوان نقشه هزینه استفاده و شناسایی دالان‌های موجود با استفاده از تئوری مدار الکتریکی انجام گرفت. نتایج حاصل از حساسیت‌سنجی مدل خطی تعمیم‌یافته نشان داد که متغیرهای ارتفاع، طبقات پوشش زمین، فاصله از آبراهه و فاصله از روستا بیشترین تأثیر را در پراکنش گونه داشته‌اند. براساس یافته‌ها، بهترین محدوده جهت اتصال لکه‌های زیستگاهی در محدوده ۱/۵ کیلومتری روستای ازناوله به سمت جوزان در محدوده‌ای به طول ۸۰۰ متر قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: مطلوبیت زیستگاه، مدل خطی تعمیم‌یافته، قوچ و میش، مدار الکتریکی، لشگردر و گلپراباد

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۳۷۸۴۸۶۴، پست الکترونیکی: k.shayesteh@malayeru.ac.ir

مقدمه

گستره وسیعی از فرایندهای بوم‌شناختی نظیر جریان ژن، پویایی ابر جمعیت‌ها، افزایش گستره پراکنش گونه‌ها، بقای جمعیت‌ها و حفاظت تنوع زیستی تأثیرگذار بوده است (۲۴) و یک ویژگی مهم سیمای سرزمین به شمار می‌رود (۱۲) و (۳۶). ارتباط سیمای سرزمین (Land scape connectivity) میزان توانایی ساختار و ترکیب سیمای سرزمین را در

تخریب زیستگاه (Habitat destruction) در نتیجه تبدیل زیستگاه‌های طبیعی به سایر کاربری‌های موردنیاز انسانی نظیر اراضی کشاورزی، چراگاه دام‌های اهلی و مناطق مسکونی اتفاق می‌افتد. تغییر کاربری باعث نابودی گونه‌هایی می‌شود که به آن زیستگاه وابسته‌اند. ارتباط میان لکه‌های زیستگاهی و جمعیت‌ها عامل مهمی است که بر

(AHP) و آنتروپی بیشینه (MaxEnt) به منظور دستیابی به مطلوبیت زیستگاه و از روش تحلیل کمترین هزینه و تئوری مدار الکتریکی برای دستیابی به بهترین مسیرهای اتصال زیستگاه استفاده شد. نتایج نشان داد که روش حداکثر بی‌نظمی و تحلیل کمترین هزینه در مقابل سایر روش‌ها مطلوب بوده‌اند (۲۶). براکر و همکاران (۲۰۱۴) به مطالعه اتصالات زیستگاهی پستانداران در محیط شهری زوریخ در کشور سوئیس با استفاده از تئوری مدار الکتریکی پرداختند، براساس نتایج این پژوهش هرچند محیط‌های شهری محیط پیچیده‌ی محسوب می‌شوند اما حفظ اتصالات زیستگاهی برای پستانداران داخل آن مهم محسوب می‌شود (۱۹). دو منطقه حفاظت‌شده لشگردر و گلپرآباد در شهرستان ملایر قرار داشته و از تنوع زیستی قابل توجهی برخوردار هستند. منطقه حفاظت‌شده لشگردر شامل دو بخش لشگردر و آهنگران است. منطقه حفاظت‌شده گلپرآباد در مجاورت بخش آهنگران منطقه لشگردر قرار دارد. قوج و میش‌های منطقه آهنگران با جمعیت‌های این‌گونه در گلپرآباد در ارتباط بوده و مانع پراکنشی بین جمعیت‌های آن‌ها وجود ندارد. دو لکه زیستگاهی منطقه حفاظت‌شده لشگردر (لشگردر و آهنگران) توسط جاده‌ای که روستاهای ازناو، جوزان و مانیزان را به هم متصل می‌کند، زمین‌های کشاورزی و باغ‌های انگور از هم جدا شده‌اند. باتوجه به مطالب ذکر شده این بررسی به دنبال دستیابی به مطلوبیت زیستگاه گونه در مناطق مورد مطالعه و نیز شناسایی دالان‌های ارتباطی بین بخش لشگردر و مناطق آهنگران و گلپرآباد است.

مواد و روشها

محدوده مورد مطالعه: منطقه حفاظت‌شده لشگردر با وسعتی معادل ۱۶۰۰۰ هکتار در استان همدان و در شرق و جنوب‌شرقی شهر ملایر واقع شده و شامل رشته‌کوه آهنگران و توده کوه سرده است. میانگین بارندگی سالیانه منطقه برابر ۲۸۸/۸ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه

تسهیل نمودن حرکت افراد و جمعیت‌ها در میان لکه‌های زیستگاهی است و در ارتباط با نیازهای زیستگاهی گونه‌های که در آن زندگی و حرکت می‌کنند تعریف می‌شود (۱۸). زمانی که توانایی گونه‌ها برای حرکت در میان لکه‌های زیستگاهی کاهش پیدا می‌کند، گونه‌ها منزوی شده و در نتیجه آسیب‌پذیری آن‌ها نسبت به آفت‌های محیطی بیشتر شده و احتمال انقراض افزایش می‌یابد (۲۴). زیست‌شناسان حفاظت معتقدند که ارتباطات، زیستایی جمعیت‌های حیات‌وحش را افزایش داده و تأثیرات ناشی از انزوا بر جمعیت را به حداقل می‌رساند (۱۸). گوسفند وحشی از پستانداران شاخص مناطق کوهستانی کشور است که جمعیت آن به دلیل تخریب زیستگاه در مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور و در سطح بین‌المللی کاهش یافته است (۴، ۵ و ۴۵). تاکنون مطالعات فراوانی در خارج و بعضاً تعدادی در داخل بر روی موضوع مطلوبیت و اتصال لکه‌های زیستگاهی انجام گرفته است (۲، ۳، ۱۲ و ۳۰) که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود. مشهدی احمدی و همکاران (۱۳۹۳) مسیرهای گذار گوسفند وحشی (*O.o.arkali & O.o.vigneii*) را با استفاده از آنالیز کمترین هزینه در استان تهران مدل‌سازی سازی کردند. براساس نتایج این بررسی ۲۵ گذار شناسایی شد که از میان آن‌ها ۱۵ گذار به‌دوراز تهدیدات و ۷ گذرگاه با ایجاد تمهیدات به‌منظور ممانعت از تخریب و گسترش تغییر کاربری‌های به‌عنوان بهترین گذرگاه پیشنهاد شدند (۱۱)، کیا و همکاران (۲۰۱۶) مطلوبیت زیستگاه و اتصالات زیستگاهی گوسفند وحشی را در غرب تهران در مناطق حفاظت‌شده ورجین، جاجرود، خجیر، لار و خوش‌بیلاق بررسی کردند. براساس نتایج حساسیت‌سنجی فاصله از پاسگاه محیط‌بانی مهم‌ترین متغیر تأثیرگذار بر پراکنش گونه بوده است (۳۲)، ایرن و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی و مقایسه مدل‌های مطلوبیت و اتصال زیستگاه شاخ چنگالی (*Antilocapra americana*) پرداختند، در این مطالعه از روش تحلیل سلسله مراتبی

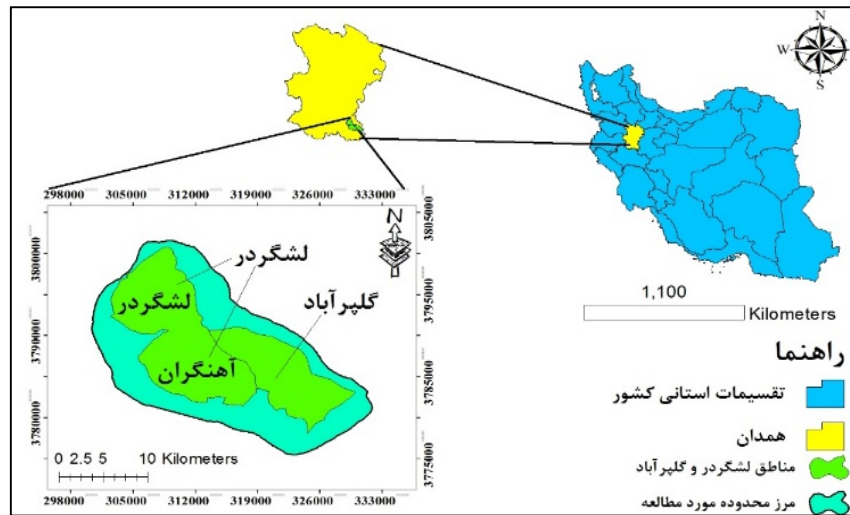
کاهش یافته است از ابزار میانگین نزدیک‌ترین فاصله همسایگی (Average Nearest Neighbor) استفاده شد. این روش ابتدا فاصله بین نقطه مرکزی هر عارضه را با نقطه مرکزی نزدیک‌ترین همسایه‌اش اندازه‌گیری کرده، سپس میانگین تمامی این نزدیک‌ترین همسایگی‌ها را محاسبه می‌کند اگر میانگین فاصله محاسبه‌شده از میانگین توزیع تصادفی فرضی کمتر باشد آنگاه می‌توان نتیجه گرفت که توزیع پدیده مورد بررسی خوشه‌ای است. اگر میانگین فاصله محاسبه‌شده بزرگ‌تر از میانگین توزیع تصادفی باشد آنگاه می‌توان نتیجه گرفت که عوارض به صورت پراکنده در فضا توزیع شده‌اند (۶). نتایج این تحلیل نشان داد که داده‌های حضور در منطقه از الگوی خوشه‌ای پیروی نمی‌کنند و نقاط حضور به صورت تصادفی در تمام محدوده مطالعه تهیه ثبت شده‌اند (شکل ۲).

متغیرهای زیستگاهی: به منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه با توجه به مطالعات انجام‌شده (۲، ۵، ۷، ۸، ۹ و ۱۱) از متغیرهای، شیب، جهت، ارتفاع، فاصله از سکونتگاه‌های انسانی، فاصله از منطقه توسعه‌یافته و درحال توسعه (کارخانه‌های کوچک و بزرگ)، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده، مقدار تشعشعات خورشیدی دریافتی (محاسبه‌شده به وسیله مدل رقومی ارتفاعی)، نقشه پوشش زمین و فاصله از چشمه‌های موجود در منطقه استفاده شد. به منظور تهیه نقشه پوشش زمین تصویر ماهواره لندست ۸ به مورخه ۲۴/۰۵/۲۰۱۶ دریافت و پس از تصحیحات هندسی و رادیومتریک (کاهش تیرگی پدیده) طبقه‌بندی با استفاده از نمونه‌های تعلیمی به روش شبکه عصبی انجام گرفت. صحت نقشه طبقه‌بندی‌شده با استفاده از شاخص کاپا با مقدار ۰/۹۵ تأیید کننده اجرای طبقه‌بندی بود. طبقات استخراج‌شده شامل ۸ طبقه بود. پیش از اجرای مدل‌های مطلوبیت زیستگاه همبستگی متغیرها با استفاده از تحلیل-تجزیه به مؤلفه اصلی (PCA) در نرم‌افزار Idrisi محاسبه گردید. براساس نتایج حاصل از این دستور هیچ‌کدام از متغیرهای مورد استفاده در تحلیل مقدار بالای ۰/۸

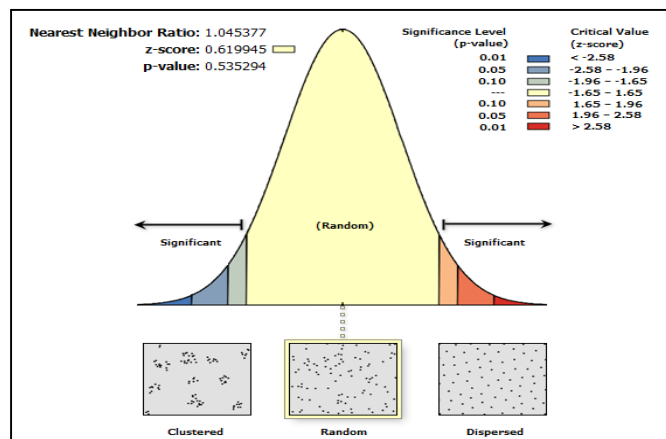
برابر ۱۳/۴۰ درجه سانتی‌گراد است. تیپ اقلیمی منطقه به روش دومارتن و طبق روش آمبروزه خشک و سرد تعیین شده، منطقه حفاظت‌شده گلپرایاد با مساحت ۸۳۲۶ هکتار در فاصله حدود ۴۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان ملایر واقع گردیده است. این منطقه شامل تپه‌ماهورها و قسمت‌های از آن صخره‌ای و در پایین دست مناطق دشتی وجود دارد و در کل دارای سیمای کوهستانی است و جزء پیش کوه‌های زاگرس غربی به شمار می‌آید. زمستان این منطقه سرد و اغلب نزولات به شکل برف است. این زیستگاه در امتداد رشته‌کوه آهنگران و ضلع جنوب شرقی لشگردر است. پوشش گیاهی غالب در مناطق دشت مرتعی و در تپه‌ماهورها به صورت بوته‌ای و در ارتفاعات درختچه وجود دارد. شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه را نمایش می‌دهد. در بازدیدهای میدانی مشخص شد که قوچ و میش‌های منطقه گلپرایاد و آهنگران در قسمت‌های از خارج مرز مناطق مشاهده شده‌اند که بیانگر حضور گونه در خارج از مرزهای تعریف شده برای حفاظت است. از طرفی غالب نقاط مشاهده با پراکنش تپه‌ماهورها هم‌راستا هستند. با توجه به مطالب ذکر شده به منظور پوشش کامل زیستگاه‌های منطقه مرز محدوده مورد مطالعه با توجه به پراکنش تپه‌ماهورها افزایش و سپس مدل‌سازی براساس آن مرز انجام گرفت.

ثبت نقاط حضور و تحلیل الگو: به منظور ثبت نقاط حضور گونه در منطقه ابتدا لکه‌های پراکنش گونه با مطالعات میدانی شناسایی شدند. سپس در طول این لکه‌ها ترانسکت‌هایی با طول متغیر و عرض ۲/۵ متر (۱۳) به روش تصادفی مستقر و علاوه نقاط حضور گونه و نمایه‌های مربوط به آن از جمله ردپا، سرگین نیز در طول فصول مختلف سال بررسی و ثبت شدند. به منظور کاهش خودهمبستگی و اریب داده‌های حضور از جعبه‌ابزار SDM و روش چند فاصله (Multiple rarefying distances) در نرم‌افزار Arc Map استفاده شد. سپس به منظور بررسی الگوی پراکنش (Analyzing pattern) نقاطی که اریب آن‌ها

همبستگی نداشته (۱) و لذا هیچ‌یک از تحلیل حذف نشدند.



شکل ۱- تصویر منطقه مورد مطالعه، استان همدان، شهرستان ملایر



شکل ۲- تحلیل الگوی پراکنش نقاط نمونه برداری شده

مدل‌های مطلوبیت زیستگاه:

خطی از هم جدا می‌کند و وابسته به خانواده طبقه‌بندی کننده‌های خطی تعمیمی است (۴۳) ماشین‌بردار پشتیبان داده‌ها را با عبور از یک صفحه (مرزخطی) و با استفاده از تمامی باندها و به‌کارگیری یک الگوریتم بهینه طبقه‌بندی می‌کند.

شبکه عصبی (ANN): شبکه‌های عصب مصنوعی (ANN) ابزار ریاضی هستند که با تقلید از سیستم عصبی بیولوژیک ساخته شده‌اند (۲۷) قدرت انعطاف و تصحیح‌پذیری بالای در انطباق با داده‌های موجود دارند (۴۲) به‌گونه‌ای که قادر

شبکه ماشین‌بردار پشتیبان (SVM): روش SVM یک روش آماری غیرپارامتریک نظارت‌شده است و براساس این فرض عمل می‌کند که هیچ‌گونه اطلاعاتی در خصوص توزیع داده‌ها وجود نداشته باشد. ویژگی اصلی این روش توانایی بالا در استفاده از نمونه‌های تعلیمی کمتر و رسیدن به‌دقت بالاتر در مقایسه با سایر روش‌های طبقه‌بندی است (۳۵ و ۳۹). ماشین‌بردار پشتیبان در حقیقت یک طبقه‌بندی کننده دودویی است که دو کلاس را با استفاده از یک مرز

به سازمان‌دهی مجدد شده، نظم و هماهنگی بین داده‌های موجود در داخل داده‌ها را پیدا می‌کند (۱۵) و براساس بردارهای ورودی، رخداد و بزرگی یک پدیده را پیش‌بینی

می‌کند (۲۳). جدول ۱ مقادیر بهینه جهت اجرای شبکه ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مقادیر پارامترهای به‌کاررفته در روش شبکه ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی

نام مؤلفه	مقدار	نام مؤلفه	مقدار
شبکه بردار پشتیبان طبقه‌بندی کننده	C-SVM	شبکه عصبی	BP-ANN
تابع کرنل مورداستفاده	Radial Basis Function (RBF)	Momentum	۰/۳
درجه در تابع کرنل (Degree)	۳	Learning Rate	۰/۱
ضریب تابع کرنل (Gamma)	۰/۵	نرون ورودی	۱
Nu	۰/۵	نرون مخفی	۲
Coef0	۰	نرون خروجی	۱
Cost	۱	Momentum	۰/۳

$$\text{logit}(p_i) = a + b_{m_i} \quad \text{رابطه ۲:}$$

که X_i همان متغیری است که وقوع یا عدم وقوع در i امین اتفاق و P_i احتمال وقوع را نشان می‌دهد (۳۸).

تئوری مدارالکتريکی و روش تحلیل کمترین هزینه: مدارالکتريکی با تبدیل پیکسل‌های رستر زیستگاهی به گره و اتصال هرکدام از آن‌ها به نزدیک‌ترین گره مجاور شبکه‌ای تشکیل داده که شدت جریان عبوری از بین گره‌ها (ارتباط یا احتمال انتشار افراد) را محاسبه می‌کند (۱۲). به‌منظور مدل‌سازی دالان‌های زیستگاهی با استفاده تئوری مدارهای الکتریکی Circuitscape استفاده شد. در این مطالعه از تئوری مدار شیوه اتصال گره All-To-One استفاده شد. یکی از رویکردهای مهم در محاسبه نتایج حاصل از مدل‌های مختلف طراحی دالان زیستگاهی، مقایسه نتایج آن‌ها با یکدیگر است در این بررسی نیز از نقشه بهترین مدل پیش‌بینی کننده برای مقایسه با نتایج تحلیل کمترین هزینه (Least cost analysis) استفاده خواهد شد چراکه نتایج آن‌ها تکمیل‌کننده یکدیگر بوده و به شکل بهتری قابل تفسیر است (۱۲). به‌منظور اجرای مدل تحلیل هزینه از دستور مرکزیت (Mean Center) در

روش خطی تعمیم‌یافته (GLM) با تابع فعال‌سازی (Logit): یکی از رویکردهای چند متغیره مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه و پیش‌بینی حضور گونه‌ها که نیازمند استفاده از داده‌های حضور و عدم حضور است مدل خطی تعمیم‌یافته با توزیع دو جمله‌ای و تابع پیوند منطقی است (۲۰ و ۲۵). مدل خطی تعمیم‌یافته تعمیم رگرسیون خطی است برای داده‌های که توزیع نرمال ندارند به‌عنوان مثال پیش‌بینی تعداد خرابی که کمیته گسسته است، یا زمان انتظار که کمیته مثبت است. رگرسیون لجستیک خود نوعی از مدل‌های خطی تعمیم‌یافته است لذا در سراسر این مطالعه از مدل خطی تعمیم‌یافته به‌جای رگرسیون لجستیک استفاده شده است. در این مطالعه به‌منظور مدل‌سازی پراکنش از تابع فعال‌سازی Logit استفاده شد، که معادل رگرسیون لجستیک است. عدد حقیقی P بین صفر و یک به‌صورت زیر است.

رابطه ۱:

$$\text{Logit}(p) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \log(p) - \log(1-p)$$

این تابع در مدل رگرسیون لجستیک استفاده می‌شود. تابع لوجیت در ساده‌ترین به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

نرم‌افزار Arc Map نقاط حضور مرکزی هر محدوده شناسایی و سپس از این نقاط جهت اتصال استفاده شد.

استفاده از حد آستانه در شناسایی لکه زیستگاهی: پس از محاسبه مطلوبیت زیستگاه توسط روش‌های مدل‌سازی به‌منظور شناسایی لکه‌های زیستگاهی موجود در منطقه لازم است نقشه دودویی از مطلوبیت زیستگاه گونه مورد مطالعه تهیه شود تا لکه‌های زیستگاهی شناسایی شوند. جهت باینری کردن نقشه‌های پیوسته مطلوبیت زیستگاه حد آستانه‌های (Threshold) متفاوتی متفاوت ذکر شد است، اما برخی از مهم‌ترین این روش‌ها شامل Percentile 10p، (Fixed cumulative value 10)F10 Minimum training LPT، (training presence Equal training sensitivity and EST) و (presence specificity) هستند (۱۶، ۱۷، ۳۳ و ۴۷). در این بررسی با مطالعه نتایج بهترین حد آستانه جهت تبدیل نقشه مطلوبیت زیستگاه به نقشه باینری اعمال حد آستانه ۱۰ درصد انتخاب گردید.

اعتبارسنجی مدل‌های مورد استفاده: برخی از روش‌های مورد استفاده جهت اعتبارسنجی به داده‌های فقط حضور نیازمند هستند و برخی از روش‌ها نیز به داده‌های حضور و عدم حضور لذا به‌منظور استخراج صحیح نقاط عدم حضور پس از بازدید میدانی تعداد ۴۵ نقطه عدم حضور برای گونه مورد مطالعه ثبت و در تحلیل مربوط به اعتبارسنجی وارد شد. به‌منظور مقایسه نتایج از اعتبارسنجی مدل از روش‌های زیر استفاده شد.

اعتبارسنجی مدل با استفاده از TRP: حساسیت (true positive rate vs the fractional prediction area) به معنای نسبتی از مواد مثبت است که آزمایش و مدل آن‌ها را به‌درستی به‌عنوان مثبت علامت‌گذاری می‌کند. این روش ارزیابی تنها به داده‌های حضور و نقشه پیش‌بینی شده نیازمند است. پیکسل‌های مثبت حقیقی (True positive rate) به معنای آن دسته از پیکسل‌های است که جزء

زیستگاه مطلوب گونه و به‌درستی توسط مدل تشخیص داده شده‌اند. حاصل استفاده از این شاخص و تصویر خروجی مدل منحنی Roc را خواهد ساخت که در آن مساحت سطح زیرمنحنی برابر قدرت پیش‌بینی آن مدل است. برای آن دسته از مدل‌های که در آن‌ها نقاط حضور واقعی وجود ندارد می‌توان از روش حساسیت در مقابل در پیش‌بینی استفاده کرد (۲۸ و ۴۱). محاسبه این شاخص در مجموعه آماری R انجام گرفت.

اعتبارسنجی با استفاده از رویکرد آماری ROC: منحنی ROC از کارآمدترین روش در ارائه خصوصیت تعیینی، شناسایی احتمالی و پیش‌بینی سیستم‌ها است که میزان دقت مدل را به‌صورت کمی برآورد می‌کند (۴۰ و ۴۴). سطح زیرمنحنی ROC که AUC یا Area under Curve نامیده می‌شود. بیانگر مقدار پیش‌بینی سیستم از طریق توصیف توانایی در تخمین درست وقایع رخ داده و عدم وقوع رخداد آن است. نرخ پیش‌بینی (منحنی ROC) بیانگر ارزیابی مدل و متغیرهای پیش‌بینی کننده که مطلوبیت زیستگاه را پیش‌بینی می‌کند است (۲۱). محاسبه این شاخص با استفاده از مجموعه ROC در نرم‌افزار R انجام گرفت (۲۹).

حساسیت‌سنجی مدل با استفاده از شاخص حداکثری کاپا: ماتریس خطای یکی از روش‌های رایج در اندازه‌گیری دقت در نقشه‌های طبقه‌بندی شده است (۲۲). یک ماتریس خطا می‌تواند با مقایسه نقشه پیش‌بینی شده توسط مدل‌های پیش‌بینی کننده مطلوبیت زیستگاه و نیز نقاط مشاهده دقت طبقه‌بندی و شاخص کاپا را محاسبه کند. شاخص کاپا تغییرات تصادفی را در ارزیابی صحت در نظر می‌گیرد و این شاخص اغلب برای ارزیابی عملکردهای مدل آشیان اکولوژیک مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۵ و ۳۴). آماره Kappa مبتنی بر صحت کلی پیش‌بینی مدل با توجه به صحت مورد انتظار در حالت تصادفی عمل می‌کند. محدوده این آماره بین -۱ تا +۱ است که +۱ نشان‌دهنده تطابق کامل و مقادیر صفر و کمتر آن نشانگر آن است که

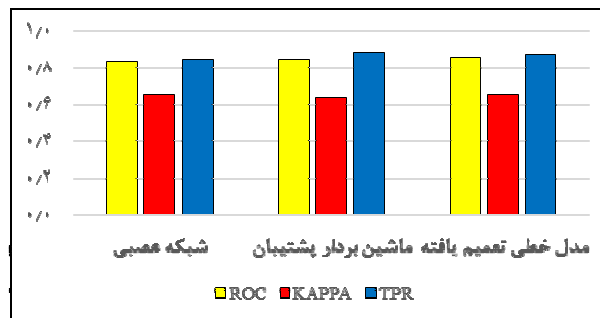
زیستگاهی ضعیف (اراضی کشاورزی، تراکم زیاد جمعیت انسان و جاده) مقاومت زیادی در برابر حرکت گونه نشان می‌دهند (۴۶)، و این به آن معنا است که رابطه معکوس بین زیستگاه و مقاومت (Resistance) وجود دارد (۱۲).

نتایج

به منظور اعتبارسنجی مدل از روش‌های محاسبه حساسیت در مقابل پیش‌بینی (TRP VS P)، Roc و حداکثر شاخص کاپا استفاده شد. جدول ۲ مقادیر سه شاخص لازم برای حساسیت‌سنجی را نمایش می‌دهد. براساس نتایج حاصل از روش‌های متفاوت ارزیابی در مجموع به نظر می‌رسد روش مدل خطی تعمیم‌یافته در این بررسی به نسبت دو روش دیگر در پیش‌بینی توزیع و پراکنش گونه بهتر عمل کرده است (شکل ۳).

مدل عملکردی بهتر از حالت تصادفی نداشته است (۲) و (۳). در این بررسی از نقاط حضور و عدم‌حضور گونه و نقشه پیوسته پیش‌بینی مطلوبیت برای محاسبه شاخص کاپا استفاده شد.

نقشه مقاومت: به منظور تهیه نقشه هزینه اصطکاک در این بررسی از روش معکوس نقشه مطلوبیت استفاده شد. با استفاده از این روش مناطقی که برای گونه از مطلوبیت دارای مطلوبیت بالای هستند به‌عنوان کمترین هزینه و مناطقی که کمترین مطلوبیت را دارد به‌عنوان بیشترین هزینه در حرکت از پیکسل‌های نقشه در نظر گرفته می‌شود، به‌عبارت‌دیگر در سیمای سرزمین، پیکسل‌های با خصوصیات زیستگاهی مطلوب (تراکم کم جمعیت انسانی و دوری یا عدم‌حضور جاده‌ها) مقاومت کمی در برابر عبور گونه‌ها دارند درحالی‌که پیکسل‌های با خصوصیات



شکل ۳- نتایج اعتبارسنجی مدل‌های انجام‌شده

عصبی (ANN) و ماشین‌برداری پشتیبان (SVM) استفاده شد. شکل ۴ خروجی مدل‌های مورد استفاده در این تحلیل را نمایش می‌دهد.

حساسیت‌سنجی مدل خطی تعمیم‌یافته: پس از بررسی نتایج حاصل از اعتبارسنجی مشخص شد که مدل خطی تعمیم‌یافته به نسبت دیگر روش‌های به‌کاررفته دارای اعتبارسنجی بیشتری است لذا به‌منظور حساسیت‌سنجی از مدل مذکور از روش حداکثر کاپا استفاده شد (شکل ۵).

دالان‌های زیستگاهی: نقشه زیستگاه‌ها نشان‌دهنده مقاومت (Resistance) یا رسانایی (Conduciveness) هر پیکسل

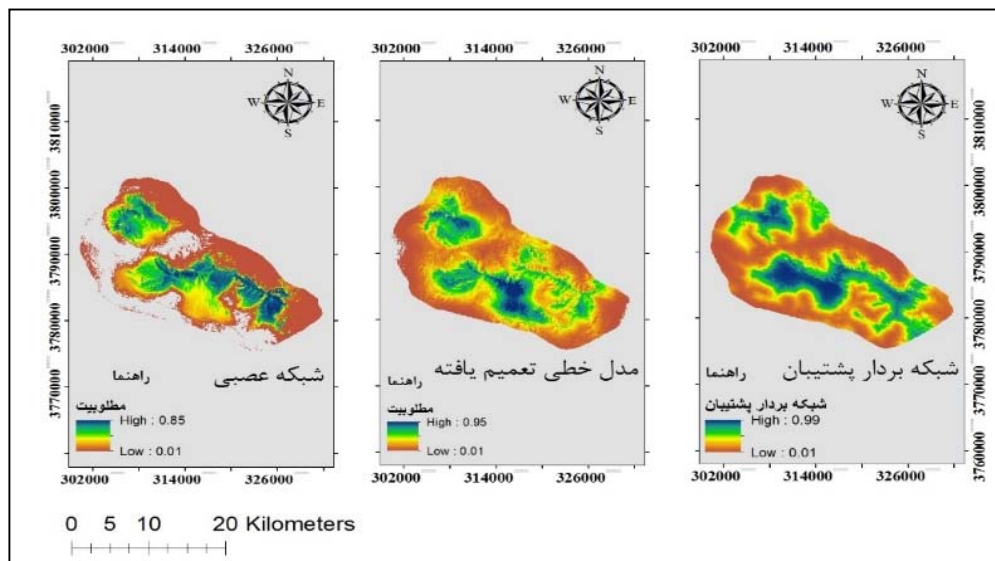
جدول ۲- مقایسه نتایج روش‌های مختلف اعتبارسنجی نتایج مدل

مدل	ROC	KAPPA	TPR
شبکه عصبی	0.835	0.654	0.848
ماشین بردار پشتیبان	0.849	0.635	0.882
مدل خطی تعمیم‌یافته	0.856	0.654	0.873

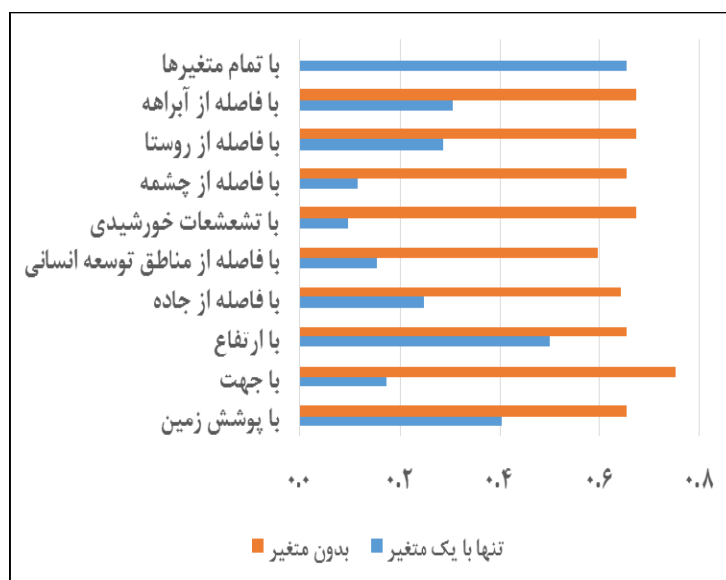
نقشه مطلوبیت زیستگاه: به‌منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش در مناطق حفاظت‌شده لشگر در و گلپراباد از روش‌های مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM)، شبکه

کمترین هزینه نیز به مدل‌های شناسایی دالان اضافه گردید. شکلهای (۶ و ۷) به ترتیب دالان‌های زیستگاهی را نمایش می‌دهند.

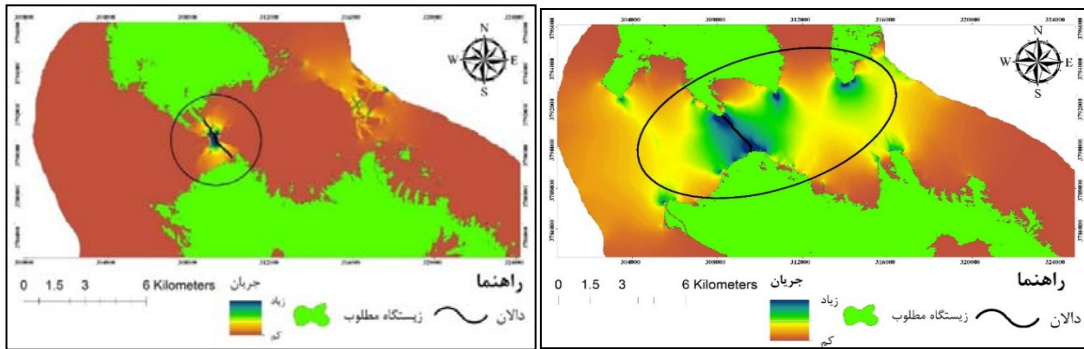
سیمای سرزمین نسبت به عبور جریان است (۳۷). پس از تهیه نقشه اصطکاک مسیر دالان ارتباطی بین لکه‌ها و شدت جریان تهیه شد. در اشکال زیر دالان شناسایی شده و شدت جریان نشان داده شده است. نتایج حاصل از تحلیل



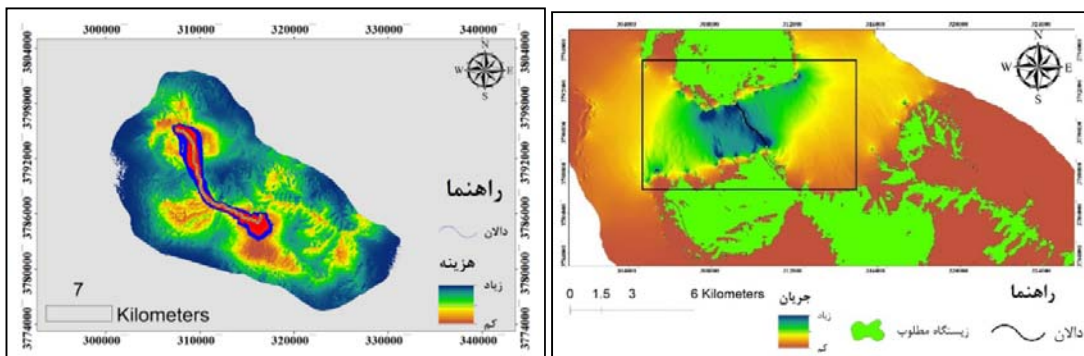
شکل ۴- مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش در مناطق حفاظت‌شده لشگر در و گلپرایه



شکل ۵- حساسیت سنجی مدل خطی تعمیم‌یافته با روش حداکثر کاپا



شکل ۶- شناسایی مسیرهای حرکتی و شدت جریان با استفاده از روش شبکه عصبی (چپ) و ماشین بردار پشتیبان (راست)



شکل ۷- شناسایی مسیرهای حرکتی و شدت جریان با استفاده از روش مدل خطی تعمیم‌یافته (چپ) و تحلیل کمترین هزینه (راست)

بحث و نتیجه‌گیری

مدل‌های پراکنش گونه الگوریتم‌های تحلیلی و یا آماری هستند که می‌توانند پراکنش واقعی یا بالقوه گونه را با ارتباط دادن مشاهدات میدانی و لایه‌های متغیرهای محیطی پیش‌بینی کنند. تاکنون مجموعه گسترده‌ای از مدل‌های آماری و مبتنی بر یادگیری ماشینی معرفی شده‌اند (۲). نتایج بررسی زیستگاه قوچ و میش بیانگر وسیع بودن زیستگاه مطلوب گونه در محدوده‌های مناطق لشگردر و گلپرآباد است به عبارت دیگر گونه در مناطق مورد مطالعه دارای آشیان بوم‌شناختی وسیعی است. در بازدیدهای میدانی در مناطق مورد مطالعه مشخص شد بخش لشگردر منطقه حفاظت‌شده لشگردر و دارای جمعیت دو گونه کل و بز و قوچ و میش است، که دو گونه مذکور به جز در بخش کوه سرده در منطقه حفاظت‌شده لشگردر که زیستگاه خاص کل و بز و تخت بنه که زیستگاه خاص قوچ و میش است

در این مدل‌ها ارزش هر پیکسل نشان‌دهنده جریان عبوری از آن پیکسل (گره) است، به عبارت دیگر احتمال حرکت گونه را از یک زیستگاه به زیستگاه دیگر نشان می‌دهد. در تصاویر ۶ و ۷ آن دسته از پیکسل‌های که دارای رنگ آبی هستند دارای کمترین هزینه برای حرکت گونه هستند، و رنگ قهوه‌ای بیشترین هزینه برای حرکت گونه در بردارند خطوط آبی رنگ که اتصال زیستگاه‌ها را برعهده دارند تحت عنوان گردنه بطری نامیده می‌شوند از طرفی این مناطق حساس زیستگاه که نواحی ارتباطی را به وجود می‌آورند تحت عنوان Pinch point نامیده می‌شوند. این بخش حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین بخش زیستگاه بوده، زیرا حذف و کاهش زیستگاه‌ها در این نواحی می‌تواند باعث اختلال و قطع ارتباط در کل ناحیه شود (۱۲). جدول ۳ مقادیر کمی پارامترهای مربوط به طول دالان‌های شناسایی شده را نمایش می‌دهد.

در تمام زیستگاه‌های باقی‌مانده بخش لشگردر دارای تنه‌های جمعیت‌های قوچ و میش مشاهده می‌شوند. همپوشانی هستند. این درحالی است که در بخش آهنگران

جدول ۳- مقادیر کمی پروفیل طولی دالان‌های شناسایی‌شده با استفاده از روش‌های مختلف

مدل‌های تهیه‌کننده نقشه مقاومت (اصطکاک)				
پارامتر	شبکه عصبی	شبکه بردار پشتیبان	مدل خطی تعمیم‌یافته	تحلیل هزینه
طول (متر)	۲۴۰۰	۲۳۵۰	۲۷۴۰	۱۷/۶
حداکثر شیب (درصد)	۴۴/۴	۴۲/۵	۲۰/۶	۵۷/۳
متوسط شیب (درصد)	۱۸/۲	۱۴	۵/۶	۲۱/۳
حداکثر ارتفاع (متر)	۲۱۰۹	۲۰۲۱	۲۲۶۱	۲۷۹۶
حداقل ارتفاع (متر)	۱۸۳۴	۱۸۳۲	۱۸۳۷	۱۸۴۳
متوسط ارتفاع (متر)	۱۹۵۴	۱۹۱۶	۲۰۳۸	۲۳۹۵

منطقه حفاظت‌شده گلپرایب‌آباد نیز در مجاورت منطقه آهنگران قرار گرفته و ارتباط‌های جمعیتی در این مناطق میسر است. نتایج حاصل از مدل‌سازی دالان در روش‌های به کار گرفته‌شده جهت مدل‌سازی بیانگر وجود گذرگاه مناسب جهت اتصال لکه‌های زیستگاهی در بخش شمالی منطقه آهنگران است (شکل‌های ۶ و ۷) محدوده شناسایی‌شده به‌عنوان دالان مطلوب در روش‌های فوق از زمین‌های زارعی فاصله داشته و بخش بدون پوشش گیاهی انبوه و دارای فاصله از مناطق مسکونی مجاور است. براساس نتایج حاصل از حساسیت‌سنجی مدل خطی تعمیم‌یافته (تابع فعال‌سازی لجیت) متغیرهای ارتفاع، پوشش زمین و فاصله از آبراه‌های موجود بیشترین تأثیر را در پراکنش گونه داشتند. نتایج حاصل از بررسی فلاح باقری و همکاران (۱۳۸۸) در پارک ملی کلاه قاضی نیز بیانگر اهمیت عامل ارتفاع به نسبت سایر متغیرهای مورد استفاده در تحلیل بود (۷). نتایج حاصل از بررسی ملکی نجف‌آبادی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش در پناهگاه حیات وحش موه نشان داد که محدوده ارتفاعی ۲۲۰۰ برای این گونه مناسب است (۱۳). براساس نتایج یافته‌های قندالی و همکاران (۱۳۹۳) زیستگاه مطلوب قوچ و میش در پارک ملی کویر در ارتفاع ۹۵۰ تا ۱۲۰۰ متر

قرار دارد که با نتایج یافته‌های این تحقیق متفاوت است (۸). براساس یافته‌های جعفری و همکاران (۱۳۹۴) در منطقه حفاظت‌شده تنگ صیاد متغیرهای شیب و فاصله از روستا بیشترین تأثیر را بر روی پراکنش قوچ و میش داشته‌اند (۲) که با نتایج یافته‌های این بررسی همخوانی ندارد. متغیر پوشش زمین دومین متغیر تأثیرگذار بر روی پراکنش گونه براساس حساسیت‌سنجی بوده است. پوشش زمین در محدوده مورد مطالعه شامل محدوده‌های روستایی، تیپ مراتع (درجه ۱ و ۲)، مناطق توسعه‌یافته (کارخانه‌ها، منطقه نظامی، کارگاه‌ها و دانشگاه ملایر)، زمین‌های کشاورزی و رخنمون سنگی است. در مطالعات میدانی اکثر نقاط پراکنش گونه در مناطقی مرتعی ثبت گردید، به‌عبارت‌دیگر گونه مورد مطالعه در هر دو منطقه حفاظت‌شده به مراتع متراکم و نیمه‌متراکم گرایش داشت. در مطالعه کرمانی القریشی و همکاران (۱۳۸۹) در پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار تراکم و فراوانی قوچ و میش‌های در زمین‌های با تراکم پوشش گیاهی و انبوهی آن افزایش یافته است (۹). فاصله از آبراه‌ها یکی دیگر از متغیرهای تأثیرگذار بر روی مدل‌سازی پراکنش گونه است. آبراه‌ها معمولاً به‌واسطه قرار گرفته در بین تپه‌ماهورها برای گونه دارای اهمیت هستند در واقع اهمیت آبراه‌ها

داشته باشد. لذا همواره بر استفاده از مدل‌های متفاوت و مقایسه نتایج آن تأکید می‌شود. در اکثر مطالعات مربوط به زیستگاه و مدل‌سازی‌های زیستگاهی شاخص مورد استفاده جهت اعتبارسنجی مدل استفاده از سطح زیرمنحنی است. در حالی که سایر روش‌های اعتبارسنجی نیز می‌توانند در این زمینه به محقق کمک کرده و خطا را کاهش دهند. این در حالی است که روش‌های مختلف اعتبارسنجی نیز دارای مزایا و معایب مخصوص به خود هستند به‌طور مثال در پژوهش جعفری و همکاران (۱۳۹۴) برای شاخص کاپا معایبی همچون وابستگی به درصد پراکنش زیستگاه مطلوب شناسایی شده در محدوده مورد مطالعه ذکر شده است (۲). کرمی و همکاران از ضریب R^2 برای حساسیت-سنجی مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی (MLP) استفاده کردند (۱۰). لذا به نظر می‌رسد استفاده از هم‌زمان از چند روش برای اعتبارسنجی خروجی‌های مدل می‌تواند بوم‌شناسان را در انتخاب مدل صحیح یاری کند. تهیه نقشه هزینه جابه‌جایی یکی از مهم‌ترین بخش‌های تحلیل و شناسایی دالان‌های ارتباطی بین مناطق حفاظت‌شده و لکه‌های زیستگاهی است. هزینه جابه‌جایی برای گونه مورد مطالعه به روش‌های مختلفی از جمله معکوس‌سازی نقشه مطلوبیت، تفاوت‌های ژنتیکی و نظر متخصصین است. در مقیاس کوچک مطالعاتی معکوس‌سازی نقشه مطلوبیت زیستگاه می‌تواند تخمین‌گر مناسبی از هزینه پرداختی گونه برای جابه‌جایی باشد. در این مقیاس اکثر متغیرهای تأثیرگذار را می‌توان در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه وارد نمود. این در حالی است که در مقیاس‌های مطالعاتی بزرگتر مانند یک یا چند استان، اتکای تنها به معکوس‌سازی نقشه مطلوبیت زیستگاه به دلیل محدودیت در واردسازی متغیر به مدل و عدم قطعیت ناشی از تعداد بالای متغیر از یک‌سو و تفاوت بین اهمیت یک متغیر در توسعه مدل و واقعیت عینی از سوی دیگر نمی‌تواند تخمین مناسبی از هزینه جابه‌جایی را بدست دهد. لذا طبیعی است که نقشه کریدور طراحی‌شده با نقشه هزینه

به‌واسطه نزدیکی آن‌ها به تپه‌ماهورها و خط‌الرس‌ها است. فاصله از مناطق مسکونی نیز یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیرگذار بر روی پراکنش گونه است. در مطالعات میدانی و اطلاعات حاصل از پرس‌وجو با محیط‌بانان نتایج نشان داد که گونه به مناطق مسکونی تمایلی ندارد و همواره فاصله خود را از این مناطق حفظ می‌کند. این در حالی است که در صورت وجود منابع زیستگاهی در نزدیکی این زمین‌های کشاورزی در محدوده آن مناطق نیز مشاهده می‌گردد که نمونه‌های این مسئله حضور گونه در چشمه آبشخور سلطان‌آباد و حضور در زمین‌های کشاورزی در دامنه کوه سرده است. در بررسی کرمانی القریشی و همکاران (۱۳۸۹) قوچ و میش‌ها تا فاصله ۱۰۰۰ متری از روستاهای پیرامون مشاهده نشده‌اند (۹). در مجموع نتیجه کلیدی و راهبردی در این مطالعه لزوم حفاظت بیشتر از دالان‌های احتمالی موجود برای گونه بین بخش لشگردر و مناطق گلپراباد و آهنگران است. حفظ گذرگاه‌های موجود با جلوگیری از تغییرات کاربری اراضی و هجوم کشاورزی به منطقه و محدوده شناسایی‌شده به‌عنوان دالان امکان‌پذیر است. از طرفی تنها حفظ مسیر به‌عنوان دالان برای گونه کافی نیست، بلکه حفظ شرایط زیستگاهی در پیرامون محدوده ارتباطی اهمیت موضوع را دوچندان می‌کند. کاربری اراضی محدوده گذرگاه کشاورزی و باغات کشت انگور است. وجود پوشش گیاهی انبوه و تردد فراوان از عواملی تهدیدی هستند که در صورت افزایش وسعت، ممکن است مانع‌گذار گونه گردند. در مطالعه ملکیان و باقری (۱۳۹۴) بررسی پارامترهای از سیمای سرزمین در کنار اندازه‌گیری غنا، تنوع گونه‌ای، انزوا، نوع کاربری اراضی و ناهمگنی زیستگاه و شناسایی کریدور برای جلوگیری از انزوا تأکید شده است (۱۴). نتایج مدل‌های تنها خلاصه‌کننده و یافتن نظمی در بی‌نظمی‌های طبیعت است و هر مدل براساس الگوریتمی خاص انجام می‌شود و استفاده تنها از یک روش در مدل‌سازی‌های مطلوبیت و نیل به خروجی مناسب نمی‌تواند قابلیت اعتماد بالای را

مذکور کاربردی نبوده و با واقعیت بوم‌شناختی گونه تطابقی

نخواهد داشت.

منابع

- ۱- پاک‌نیت، د.، همای، م. ر.، ملکی، س.، و توحیدی، م.، ۱۳۹۵. تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش زیستگاه‌های مطلوب جمعیت‌های زمستان‌گذران هوبره آسیایی در فلات مرکزی ایران، فصلنامه علمی پژوهشی اکولوژی کاربردی، سال پنجم، شماره ۱۷. صفحات ۷۷-۸۸.
- ۲- جعفری، ع.، میرزائی، ر.، زمانی، ر.، و محمودی، ا.، ۱۳۹۵. مدل‌سازی پراکنش قوچ و میش‌اصفهان در منطقه حفاظت‌شده تنگ صیاد براساس بهبود اریب داده‌های حضور و انتخاب متغیرهای مناسب با استفاده از حداکثر آنتروپی، فصلنامه علمی پژوهشی اکولوژی کاربردی، شماره پنجم، شماره پانزده، صفحات ۲۹-۴۸.
- ۳- روحی، ح.، ۱۳۹۳. تعیین کریدور احتمالی پلنگ بین دو زیستگاه پناهگاه حیات‌وحش خوش‌یلاق و پارک ملی گلستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست دانشگاه گرگان، ۹۵ صفحه.
- ۴- شمس اسفندآباد، ب.، کرمی، م.، و همای، م. ر.، ۱۳۸۹. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه رویکردی نوین برای برنامه‌ریزی حفاظت از تنوع‌زیستی، مجموعه مقالات اولین همایش ملی بررسی تهدیدات و عوامل تخریب تنوع‌زیستی در منطقه زاگرس مرکزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱ صفحه.
- ۵- ضیایی، ه.، ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پستانداران ایران، انتشارات کانون آشنایی با حیات‌وحش (چاپ دوم).
- ۶- عسگری، ع.، ۱۳۹۰. تحلیل‌های آمار فضایی با ARC GIS. انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، ۱۲۷ صفحه.
- ۷- فلاح باقری، ف.، کابلی، م.، و فراشی، آ.، ۱۳۸۸. ارزیابی زیستگاه قوچ و میش اصفهانی (*Ovis orientalis isfahanica*) در پارک ملی کلاه قاضی باروش ENFA. همایش و نمایشگاه ژئوماتیک، ۸ صفحه.
- ۸- قندالی، م.، علیزاده، ا.، کرمی، م.، و کابلی، م.، ۱۳۹۳. ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) در پارک ملی کویر با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی. فصلنامه محیط‌زیست طبیعی ایران. دوره ۶۷، شماره ۲. صفحات ۱۹۴-۱۸۵.
- ۹- کرمانی القریشی، ز.، علی‌محمدی، س.، و حسن‌زاده کیابی، ب.، ۱۳۸۹. عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر پراکنش گوسفند وحشی در پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار، نشریه محیط‌زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۳، شماره ۴. صفحات ۳۵۲-۳۷۲.
- ۱۰- کرمی، پ.، کمانگر، م.، و حسینی، س. م.، ۱۳۹۵. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) در منطقه تیراندازی و شکار ممنوع قراویز و استان کرمانشاه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۹، شماره ۳، صفحات ۳۵۲-۳۴۰.
- ۱۱- مشهدی احمدی، ا. ع.، شمس اسفندآباد، ب.، و گشتاسب میگونی، ح.، ۱۳۹۳. مدل‌سازی مسیرهای گذار گوسفند وحشی البرز مرکزی با استفاده از آنالیز کمترین هزینه در استان تهران (*O.o.arkali & O.o.vigneii*)، فصلنامه علوم و مهندسی محیط‌زیست، سال اول، شماره ۳، صفحات ۵۸-۴۱.
- ۱۲- ملکوتی‌خواه، ش.، فاخران، س.، و سفینیان، ع.، ۱۳۹۲. استفاده از تئوری مدارهای الکتریکی جهت شناسایی کریدورهای مهاجرتی بین پناهگاه‌های حیات‌وحش موته و قمشلو در استان اصفهان، فصلنامه اکولوژی کاربردی، سال دوم، شماره ۵. صفحات ۸۸-۷۷.
- ۱۳- ملکی‌نجف‌آبادی، س.، همای، م. ر.، و سلمان ماهینی، ع.، ۱۳۸۹. تعیین مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش اصفهانی (*Ovis orientalis isfahanica*) در پناهگاه حیات‌وحش موته با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، فصلنامه محیط‌زیست طبیعی ایران، دوره ۶۳، شماره ۳، صفحات ۲۹۰-۲۷۹.
- ۱۴- ملکیان، م.، و باقری، ر.، ۱۳۹۲. تأثیر اندازه و شکل مناطق حفاظت‌شده برغنا و تنوع گونه‌ای پستانداران، مطالعه موردی استان کهگیلویه و بویراحمد، انجمن زیست‌شناسی ایران (مجله پژوهش‌های جانوری)، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحات ۲۴۳-۲۳۳.
- ۱۵- منہاج، م. ب.، ۱۳۸۴. مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)، جلد ۱، چاپ سوم. مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۷۱۲ صفحه.

- 16- 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* 43, PP: 1223-1232.
- 17- 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* 14, PP: 415-432.
- 18- Bennett, A., 2003. Linkages in the Landscape, The Role of Corridors and Connectivity in Wld Conservation 2nd ed., IUCN, the World Conservation Union, Gland, 262 p.
- 19- Braaker, S., Moretti, M., Boesch, R., Ghazoul, J., Obrist, M. K., and Bontadina, F., 2014. Assessing Habitat Connectivity for Ground-Dwelling Animals in an Urban Environment, *Ecological Applications*, 24(7), 2014, PP: 1583–1595.
- 20- Braunisch, V., and Suchant, R., 2007. A model for evaluating the 'habitat potential' of a landscape for *capercaillie Tetrao urogallus*: a tool for conservation planning. *Wildlife biology*, 13, PP: 21-33.
- 21- Bui, D. T., Pradhan, B., Lofman, O., Revhaug, I., and Dick, O. B., 2012. Landslide susceptibility mapping at Hoa Binh province (Vietnam) using an adaptive neuro-fuzzy inference system and GIS. *J. Computers and Geosciences* doi:10.1016/j.cageo, PP: 2011.10.031.
- 22- Congalton, R., and Green, K., 1999. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices, CRC Press.
- 23- Conrads, P. A., Roehle, E. A., 1999. Comparing Physics- Based and Neural Network Mo Simulating Salinity, Temperature and Dissolved in a Complex, Tidally Affected River Basin, Proceeding of the South Carolina Environmental Conference, PP: 1-15.
- 24- Crooks, K. R., 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation, *Journal of conservation biodiversity*, 16(2), PP: 488–502.
- 25- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann, F., Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J. M., Peterson, A. T., Phillips, S. J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R. E., Sobero, N. J., Williams, S., Wisz M. S., and Zimmermann, E., 2006. Novel methods improve prediction of species' distribution from occurrence data. *Ecography*, 29, PP: 129-151.
- 26- Erin, E., Colby Loucks, P., Andrew, J., and Urban, D. L., 2012. Comparing Habitat Suitability and Connectivity Modeling Methods for Conserving Pronghorn Migrations, *PLoS ONE* 7(11), e49390 p, doi:10.1371/journal.pone.0049390.
- 27- Fulop, I. A., Jozsa, J., and Karamer, T., 1998. A neural network application in estimating wind-induced shallow lake motion, *Hydro informatics* 98, 2, PP: 753-757.
- 28- Guo, Q., Kelly, M., and Graham, C. H., 2005. Support vector machines for predicting distribution of sudden oak death in California. *Ecological Modeling*, Vol.182 No.1, PP: 75-90.
- 29- Hanberry, B. B., and He, H. S., 2013. Prevalence, statistical thresholds, and accuracy Assessment for species distribution models, *Web Ecol.*, 13, PP: 13–19.
- 30- Jackson, C. R., Marnewick, K., Lindsey, P. A., Røskft, E., and Robertson, M. P., 2016. Evaluating Habitat Connectivity Methodologies: A Case Study with Endangered African Wild Dogs in South Africa *Landscape Ecol* (2016) 31, PP: 1433–1447.
- 31- Jones, C. C., Acker, S. A., and Halpern, C. B., 2010. Combining local and large-scale models to predict the Distributions of invasive plant species, *Ecological Applications*, 20(2), PP: 311-326.
- 32- Keya, Z. Y., Faryadi, S., Yavari, A., Kamali, Y., and Shabani, A. A., 2016. Habitat Suitability and Connectivity of Alborz Wild Sheep in the East of Tehran, Iran, *Open Journal of Ecology*, 6, PP: 325-342.
- 33- Kramer-Schadt, S., Niedballa, J., Pilgrim, J. D., Schröde, B., Lindenborn, R. 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*, 19, PP: 1366-1379.
- 34- Loiselle, B. A., Howell, C. H. A., Graham, C. H., Gorek, J., Brooks, T., Smith, K. G., and Willams, P. H., 2003. Avoiding pitfalls of using species distribution models in conservation

- planning, *Conservation Biology*, 17, PP: 1591-1600.
- 35- Mantero, P., Moser, G., and Serpico, S. B., 2005. Partially supervised classification of remote sensing images Through SVM-based probability density estimation, *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, 43, PP: 559-570.
- 36- McRae, B. H., Dickson, B., Keitt, T. H., and Shah, V., 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology, *Evolution and conservation, Journal of Ecology* 89(10), PP: 2712-2724.
- 37- Minor, E. S., and Urban, D. L., 2007. Graph theory as a proxy for spatially explicit population models in conservation Planning, *Journal of Ecological Applications*, 17, PP: 1771-1782.
- 38- Moattari, R., Rahimi, S., Rajabi, L., Derakhshan, A. A., and Keyhani, M., 2015. "Statistical investigation of lead removal with various functionalized carboxylate ferroxane nanoparticles." *Journal of hazardous materials*, 283 (2015), PP: 276-291; doi:10.1016/j.jhazmat.2014.08.025.
- 39- Mountrakis, G., Im, J., and Ogole, C., 2011. Support vector machines in remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 13, PP: 247-259.
- 40- Nefeslioglu, H. A., Duman, T. Y., and Durmaz, S., 2008. Landslide susceptibility mapping for a part of tectonic Kelkit Valley (Eastern Black Sea Region of Turkey), *J. Geomorphology* 94, PP: 401-418.
- 41- Phillips, S. J; Anderson, R. P., and Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions, *The Journal of Ecol. Model*, 2006, No. 190, PP: 231-259.
- 42- Ranjithan, J., Eheart, J., and Garrett, J. H., 1995. Application of neural network in groundwater remediation under condition of uncertainty, *New Uncertainty conception Hydrology and Water Resources*, PP: 133-140.
- 43- Srivastava, D. K., and Bhambhu, L., 2009. Data classification using support vector machine, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, PP: 1-7.
- 44- Swets, J. A., 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems, *J. Science*, 240, PP: 1285-1293.
- 45- Valdez, R., 2008. *Ovis orientalis*, In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species, Version 2010.4. <16TUwww.iucnredlist.orgUI6T>. Downloaded on 23 March 2011.
- 46- Wang, Y., Yang, K., Bridgman, C. L., and Lin, L., 2008. Habitat suitability modeling to correlate gene flow with Landscape connectivity, *Journal of Landscape Ecology*, 23, PP: 989-1000.
- 47- 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* 21, PP: 335-342.

Identify the habitat corridors of wild sheep (*Ovis Orientalis*) in the context of the landscape based on the theory of electrical circuits (Case Study: Lashgardar and Golparabad protected areas)

Karami P.¹, Shayesteh K.¹, Karami E.² and Hosseini M.³

¹ Environmental Sciences Dept., Faculty of Natural Resources and the Environment Sciences, Malayer University, Malayer, I.R. of Iran

² Electrical Engineering Dept., Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), Tehran, I.R. of Iran

³ Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, University Of Gorgan, Gorgan, I.R. of Iran

Abstract

Due to the migration of species in the certain seasons, the protected areas are not able to cover all required areas for the species. So, it is necessary that in the wildlife, the corridors between the protected areas be taken under control and protection. In order to study habitat corridors between the wild sheep of Golparabad region and Ahangaran (Lashgardar) and Lashgardar section of Lashgardar protected area, at first the habitat suitability of mentioned specie by GLM, ANN and SVM Was modeled and then based on 10% threshold, the species habitat suitability maps were converted to the binary map. The validation of models was also performed based on the statistical approach ROC, the maximum kappa index, and TPR index. Results show the suitability of the GLM compared to other two models. Sensitivity analysis of GLM was calculated using kappa maximum method. In order to identify the communication corridors between two existing habitat patches, the reverse habitat suitability map was used as the Friction map and identification of existing corridors was performed by using the electrical circuit theory. The obtained results of the sensitivity analysis of GLM showed that the variables of elevation, land cover classes, distance from the river and distance from the village had the greatest impact on the species distribution. According to the findings, the best range for connecting the habitat patches is within 1.5 kilometers of the Eznaveleh village to Jozan in the limited area with the length of 800 meters.

Key word: Habitat suitability, GLM, Wild sheep, electrical circuit theory, Lashgardar and Golparabad