سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال نهم / شماره چهارم) زمستان ۱۳۹۷
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، Google Scholar
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

مدل‌سازی دالان‌های زیستگاهی با استفاده از روش تجسم در مدل آنتروپی بیشینه مطالعه موردی: قوچ و میش (*Ovis orientalis*) مناطق حفاظت‌شده استان‌های مرکزی و همدان

پیمان کرمی [۱]، کامران شایسته [۲*]

۱. دانشجوی دکتری محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر
۲. استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر

چکیده

از مرسوم‌ترین روش‌های تهیه نقشه هزینه جابه‌جایی، معکوس سازی مطلوبیت زیستگاه است. هدف از این مطالعه تهیه نقشه هزینه، مدل‌سازی زیستگاه در مقیاس محلی در هر یک از مناطق لشگردر-گلپرآباد، پلنگاب و الوند-چال، خاتون-راسوند با استفاده مدل حداکثر بی‌نظمی است. هم‌زمان نتایج اجرای هر محدوده در ابعاد وسیع‌تر به مرزی که تمام مناطق مذکور را در برگیرد تعمیم داده شد. این عملکرد منجر به ایجاد سه سناریو در جابه‌جایی قوچ و میش (*Ovis Orientalis*) شد. سناریو ۱ مطلوبیت زیستگاه مناطق لشگردر- گلپرآباد به‌عنوان نقشه هزینه، سناریو ۲ مطلوبیت زیستگاه منطقه پلنگاب به‌عنوان نقشه هزینه و سناریو سه نقشه مطلوبیت زیستگاه مناطق الوند-چال خاتون و راسوند به‌عنوان نقشه هزینه. مدل‌سازی دالان به روش تحلیل کمترین هزینه در نرم‌افزار ArcGIS انجام گرفت. سنجه‌های تراکم و مطلوبیت دالان بررسی شدند. اعتبار سنجی دالان و مدل آنتروپی بیشینه به‌وسیله مساحت سطح زیر منحنی (AUC) انجام گرفت. انطباق دالان‌های طراحی‌شده هر سناریو بر با مطلوبیت زیستگاه مناطق مختلف از طریق آزمون فریدمن بررسی شد. درنهایت میانگین دالان‌های طراحی‌شده در ۳ سناریو به‌عنوان دالان اصلی بین تمام مناطق موردمطالعه معرفی شد. نتایج نشان داد که دالان طراحی‌شده در سناریو ۱ و ۲ بر اساس AUC دارای انطباق خوبی با زیستگاه مطلوب گونه در سایر مناطق هستند، اما آزمون فریدمن مشخص کرد که دالان‌های طراحی‌شده در سناریوهای مختلف دارای تفاوت معناداری(P-value<۰/۰۰۰۱) ازنظر انطباق با زیستگاه مطلوب در سایر مناطق است.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۷
پذیرش: ۱۸ آذر ۱۳۹۷
دسترسی اینترنتی: ۳۰ بهمن ۱۳۹۷

واژه‌های کلیدی:
قوچ و میش
دالان
مطلوبیت زیستگاه
پراکنش محلی
روش کمترین هزینه

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: ka_shayesteh@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بوم‌شناسی سیمای سرزمین (Landscape ecology) به مطالعه اثرات متقابل الگوی مکانی بر روی فرآیندهای بوم‌شناختی می‌پردازد و این امر، توسعه مدل‌ها و نظریه‌های روابط مکانی را ترویج می‌دهد و همچنین موجب استفاده از انواع جدید داده‌های مربوط به الگوی مکانی می‌شود (١٤). از مهم‌ترین اولویت‌های مدیریت حیات‌وحش، حفاظت از جمعیت و گونه‌ها در زیستگاه طبیعی است (٢). تخریب و چندپارگی زیستگاه و شکار بی‌رویه از عوامل اصلی انقراض بسیاری از گونه‌های حیات‌وحش در زیستگاه طبیعی به‌حساب می‌آید (٥). افزایش تغییرات مخرب کاربری اراضی که عمدتاً ناشی از فعالیت‌های انسانی هستند می‌توانند الگو و چیدمان سیمای سرزمین را تغییر دهند. نحوه چیدمان، شکل و مساحت لکه‌های زیستگاهی به‌عنوان معیارهای مهم سیمای سرزمین با کاربری/پوشش اراضی رابطه تنگاتنگی دارند. در صورت اطلاع از تغییرات کاربری/پوشش اراضی می‌توان در راستای هدایت اکوسیستم به سمت تعادل گام برداشت (٣).

مدل‌های مختلف مطلوبیت زیستگاه و دالان بین لکه‌های زیستگاهی در مناطقی که تغییرات کاربری اراضی منجر به تکه‌تکه شدن زیستگاه حیات‌وحش شده می‌تواند ابزاری مفید برای مدیران حیات‌وحش باشد. استفاده از مدل‌های مطلوبیت تنها به گونه‌های جانوری محدود نیست و دامنه کاربردهای وسیع این مدل‌ها گونه‌های گیاهی را نیز شامل می‌شود (٧ و ١١). جابه‌جایی گونه در لکه‌های سیمای سرزمین تکه‌تکه شده تا حدی به توزیع مکانی جمعیت و لکه‌ها در سیمای سرزمین وابسته است و طریق دالان‌ها انجام می‌گیرد. دالان‌ها عناصر خطی سیمای سرزمین هستند که سبب برقراری ارتباط میان دو یا چند لکه زیستگاهی شده و حرکت افراد را در میان آن تسهیل می‌کنند (٣٩). دالان زمانی می‌تواند به‌عنوان رویکردی مؤثر جهت افزایش ارتباط در سیمای سرزمین تلقی شوند که بخش وسیعی از سیمای سرزمین تغییریافته باشد، برای گونه‌های بومی آن غیرقابل نفوذ باشد، گونه‌ها به زیستگاه خاصی نیازمند باشند و یا وابستگی اجباری به زیستگاه دست‌نخورده و آشفته نشده باشند همچنین مقیاس حرکت گونه‌ها در مقایسه با مسافتی که باید طی نمایند محدود باشد (١٨). شیوه جابه‌جایی افراد در سیمای سرزمین احتمالاً با تغییر در ساختار آن تغییر می‌کند (٢٨). تغییر در ساختار سیمای سرزمین ممکن است توسط انسان ایجادشده باشد که در این صورت این موانع در سیمای سرزمین می‌تواند به شکل جدی جابه‌جایی و مهاجرت سم داران را متوقف کند (٢٢). اهمیت این موانع برای روی جمعیت سم داران وحشی اثبات‌شده است (٢١ و ٢٩). ازاین‌رو شناسایی و مدل‌سازی‌های دالان زیستگاهی می‌تواند در جهت اتخاذ تصمیم درست، کارگشا و مفید واقع گردد. یکی از روش‌های مورداستفاده برای تعیین دالان زیستگاهی روش تحلیل کمترین هزینه (Least cost path) است. در کنار این روش استفاده از تئوری مدار الکتریکی نیز به‌منظور شناسایی دالان‌های زیستگاهی موردتوجه قرارگرفته است (١٥ و ٤١). آنچه در تمام روش‌های مدل‌سازی دالان مشترک است تهیه نقشه هزینه یا اصطکاک است. در این نقشه رستری ارزش هر پیکسل بر مبنای محاسبات مربوط به هزینه عبور از آن پیکسل بیان می‌گردد. اگر نقشه هزینه طبقات مختلف کاربری اراضی/پوشش تعریف شود باید مشخص کرد برای عبور از هر طبقه چه ارزش و یا هزینه‌ی باید پرداخت گردد. این ارزش‌ها ممکن است به‌صورت پولی نیز بیان گردند (١٠). به‌منظور تهیه نقشه هزینه برای جابه‌جایی گونه در سیمای سرزمین روش‌های متفاوتی وجود دارد. در برخی مطالعات ازنظر متخصصین (٢٠، ٣٠، ٣١، ٣٤، ٣٥ و ٣٦) در برخی دیگر از ژنتیک گونه، تفاوت و تشابهات (٢٥ و ٢٧) و در موارد دیگر از معکوس سازی نتیجه مطلوبیت زیستگاه استفاده می‌شود (١٧ و ٣٧). به این معنا که مناطق با مطلوبیت زیستگاه بالا در زمان جابه‌جایی و حرکت گونه در یک پیکسل از سیمای سرزمین دارای کمترین هزینه و اصطکاک هستند و بالعکس آن مناطقی که دارای کمترین مطلوبیت زیستگاه هستند بیشترین میزان هزینه و اصطکاک را خواهند داشت. مطالعات متعددی زمینه مدل‌سازی دالان‌های زیستگاهی انجام‌گرفته، شبانی و همکاران (١٢) به تعیین

www.SID.ir

اولویت دالان‌های حیات‌وحش بین مناطق حفاظت‌شده آذربایجان شرقی پرداختند. در این مطالعه از بسته الحاقی طراحی دالان (Corridor designer) استفاده شد. بر اساس نتایج محل تعیین‌شده دالان بین پناهگاه حیات‌وحش کیامکی و منطقه حفاظت‌شده مراکان با مشاهده‌های میدانی جابه‌جایی تنوع زیستی همخوانی دارد.

رضوانی و همکاران (۸) دالان‌های زیستگاهی بین پناهگاه حیات‌وحش موته و منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله را با استفاده از تئوری مدار الکتریکی محاسبه کردند. در این مطالعه از روش آنتروپی بیشینه برای تهیه نقشه هزینه جابه‌جایی استفاده شد. بر اساس نتایج شناسایی مسیرهای با جابه‌جایی آسان برای حفاظت در آینده بسیار حائز اهمیت است که در صورت حفاظت، مسیر تسهیل شده‌ای را برای جابه‌جایی گونه‌ها در مقابل تغییرات اقلیمی و تغییرات کاربری اراضی ایجاد می‌کند.

کای مدوج و همکاران (۲٤) به شناسایی و تشخیص دالان‌های حفاظتی گوسفند وحشی (*Ovis ammon*) در منطقه Gulzat مرز بین مغولستان و روسیه با استفاده از رادیو تله‌متری (Radio telemetry) و رگرسیون لجستیک پرداختند. بر اساس نتایج، گونه مذکور به حضور در ارتفاع بالاتر، ناهمواری‌های بیشتر و با فاصله از مرز دو کشور تمایل دارد و رویکرد فضایی مطالعات زیستگاه به‌صورت عینی و جامع شرایط دالان را نمایش می‌دهد.

داتا و همکاران (۲٦) به بررسی اتصالات زیستگاهی گونه ببر (*Panthera tigris*) در قسمت مرکزی هند پرداختند. در این مطالعه از نقشه کاربری/ پوشش در دو سناریوی متفاوت به‌عنوان نقشه هزینه و از تئوری مدار الکتریکی برای شناسایی دالان‌های زیستگاهی در ۱٦ منطقه حفاظت‌شده استفاده شد. در یک نقشه هزینه، تمام طبقات کاربری اراضی یک وزن و در نقشه هزینه دیگری از وزن دهی به طبقات مختلف کاربری/پوشش اراضی به‌عنوان نقشه هزینه استفاده شد. در این مطالعه ۲۵ ارتباط زیستگاهی بین لکه‌های مختلف زیستگاهی شناسایی شد.

کابر و همکاران (۳۲) در مطالعه خود به بررسی مطلوبیت زیستگاه و ارتباطات زیستگاهی گرگ (*Canis lupus*) در شمال پاکستان پرداختند. در این مطالعه از روش مکسنت به‌منظور مدل‌سازی زیستگاه و تهیه نقشه هزینه استفاده شد. طراحی دالان‌های زیستگاهی با استفاده از تئوری مدار الکتریکی انجام گرفت. بر اساس نتایج دالان‌های زیستگاهی گرگ می‌توانند در قسمت‌های شمالی منطقه بسط یابند. در این راستا وابستگی مردم به منابع طبیعی برای تأمین مایحتاج زندگی در قسمت‌های شمالی پاکستان مدیریت مناطق حفاظت‌شده را به چالش کشیده است.

سؤالی که در زمینه مدلسازی دالان مطرح می‌شود این است که چگونه حیات‌وحش هر منطقه که با شرایط اکولوژیک آن منطقه سازگار شده‌اند دالان ارتباطی خود را بر اساس مطلوبیت زیستگاه محلی خود انتخاب می‌کنند. قوچ و میش (*Ovis oreanrtalis*) یکی از گونه‌های خانواده گاوسان در ایران است. زیستگاه این‌گونه در مناطق تپه‌ماهورهای منتهی به مناطق صخره‌ای قرار دارد. این‌گونه با اندازه جمعیت‌های متغیر در اکثر مناطق حفاظت‌شده استان مرکزی و همدان پراکنش دارد.

هدف اصلی این مطالعه دستیابی دالان‌های ارتباطی بین مناطق حفاظت‌شده مجاور هم در استان‌های همدان و مرکزی بر اساس شرایط محلی پراکنش در مناطق حفاظت‌شده است؛ ازاین‌رو لازم است مطلوبیت زیستگاه در محدوده مرز هر منطقه محاسبه و سپس نتایج به محدوده وسیع‌تری که تمام مناطق را در برگیرد تجسم داده شود و با معکوس سازی نقشه‌های تجسم‌یافته به ازای هر منطقه حفاظت‌شده نقشه‌های هزینه متفاوت متناسب با مطلوبیت زیستگاه‌های محلی طراحی خواهد شود تا به این شکل تمام راه‌های ارتباطی موجود و ممکن شناسایی گردد.

مواد و روش‌ها

محدوده‌های مورد مطالعه

مناطق حفاظت‌شده لشگردر و گلپرآباد ازجمله مناطق حفاظت‌شده استان همدان می‌باشند که در شهرستان ملایر قرار

Archive of SID

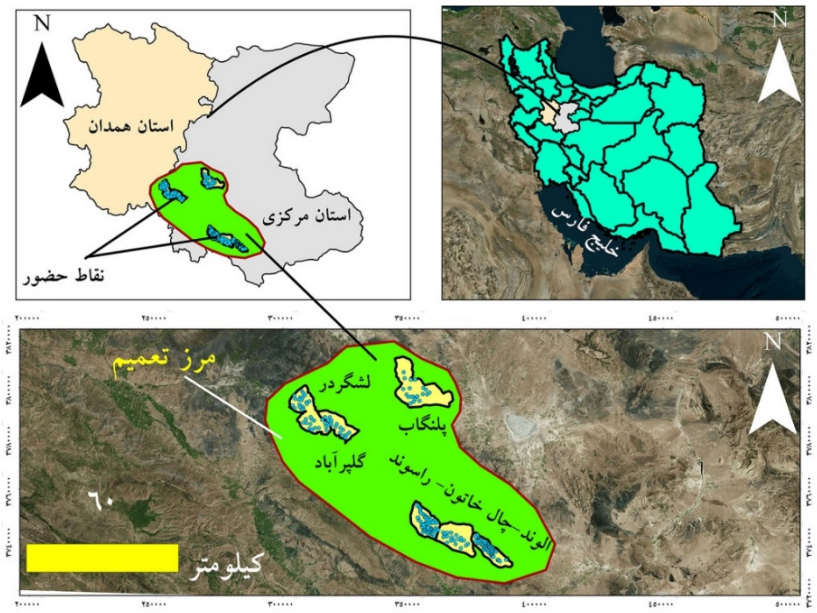
www.SID.ir

دارند. منطقه گلپرآباد در فاصله حدود ٤٠ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان ملایر و در محدوده جغرافیایی ´٠٩ °٣٤ تا ´١٥ °٣٤ عرض شمالی و ´٠٠ °٤٨ تا ´٠٧ °٤٩ طول شرقی واقع گردیده است. سیمای منطقه تپه‌ماهوری و قسمت‌هایی از آن صخره‌ای و در پایین‌دست مناطق دشتی وجود دارد. زمستان آن سرد و نزولات جوی اغلب به‌صورت برف است. در این منطقه تعداد ٦ چشمه شناسایی‌شده که پراکنش مناسبی به نسبت محدوده منطقه دارند. ازاین‌رو در تأمین آب وحوش بسیار مهم و حیاتی می‌باشند. منطقه لشگردر بین ´١٠ °٣٤ تا ´٢٠ °٣٤ عرض شمالی و ´٥١ °٤٨ تا ´٠٠ °٤٩ طول شرقی واقع گردیده و مجموعاً ١٦٠٠٠ هکتار مساحت دارد. این منطقه شامل دو رشته‌کوه آهنگران و توده کوه سرده است. میانگین بارندگی منطقه برابر ٢٨٨/٨ میلی‌متر و اقلیم منطقه به روش دومارتن نیمه‌خشک و به روش آمبروژه خشک سرد تعیین‌شده است (٤). منطقه حفاظت‌شده الوند با مختصات ´٣٨ °٤٩ تا ´٤٩ °٤٩ طول شرقی و ´٤٢ °٣٣ تا ´٤٩ °٣٣ عرض شمالی در شهرستان خمین در استان مرکزی واقع‌شده است (١).

میزان متوسط بارندگی سالیانه برابر ٣٨٠ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه ١٠/٢ درجه سلسیوس است ٩ تیپ گیاهی با ١١٥ گونه که ٢٠ درصد آن‌ها اندمیک هستند در منطقه شناسایی‌شده‌اند. منطقه شکارممنوع چال خاتون در ´٣٠ °٤٩ تا ´٣٦ °٤٩ طول شرقی و ´٤٦ °٣٣ تا ´٥١ °٣٣ عرض شمالی در قسمت شرقی شهرستان شازند واقع‌شده است. چال خاتون منطقه‌ای است کوهستانی که شامل ترکیب صخره‌ها و دامنه‌هایی با مراتع غنی است. ازنظر جغرافیایی گیاهی به ناحیه ایرانی- تورانی تعلق دارد که وجود اکوسیستم کوهستانی، تپه‌ماهوری و دشتی منطقه را به زیستگاه مناسبی برای گونه‌های مختلف حیات‌وحش تبدیل کرده است. پناهگاه حیات‌وحش راسوند با موقعیت جغرافیایی ´٢٢ °٤٩ تا ´٣١ °٤٩ طول شرقی و ´٤٧ °٣٣ تا ´٥٥ °٣٣ عرض شمالی در جنوب غربی استان مرکزی و در جنوب شهر شازند قرارگرفته است. این منطقه ١٠٦١٧ هکتار وسعت دارد. اقلیم منطقه نیمه سرد خشک است و بیشترین منابع آبی در قسمت جنوب وجوب غربی منطقه گسترده شده‌اند. غنای این منطقه از نظر پوشش گیاهی و جانوری نشان از اهمیت این منطقه به‌عنوان ذخیره‌گاهی از تنوع زیستی و ژنتیکی است. منطقه شکارممنوع پلنگاب در موقعیت جغرافیایی ´١٦ °٤٩ تا ´٣٣ °٤٩ طول شرقی و ´١٥ °٣٤ تا ´٢٦ °٣٤ عرض شمالی در بخش غربی استان مرکزی، شمال غربی شهر اراک و در جنوب شرقی شهر خنداب واقع‌شده است. بیش‌ترین سطح این منطقه در طبقات ارتفاعی ٢٠٠-٢١٠٠ قرار دارد. این منطقه ازنظر منابع آبی غنی است و بیش از ٦٠ چشمه دارد. ازنظر اقلیمی دارای اقلیم خشک سرد و متوسط بارندگی سالیانه آن ٣١٢ میلی مترو حداقل و حداکثر دما بین ٣١/٥- تا ٤٥/٢ درجه سلسیوس است (١).

مناطق موردمطالعه در این تحقیق ازنظر فاصله به هم نزدیک هستند (شکل ١) و سیمای اکثر مناطق نیز تپه‌ماهوری است از طرفی در مناطقی همچون الوند، چال خاتون، راسوند و مناطق لشگردر و گلپرآباد به دلیل مجاورت و مکمل بودن، عبور و مرور و گدار قوچ و میش‌ها مشاهده می‌شود. لذا مرز این مناطق یکی شده و مدل‌سازی برای آن‌ها در غالب یک اجرا انجام گرفت. وجود خط تیره بین مناطق در ادامه به معنای یکسان بودن محدوده این مناطق است.

www.SID.ir



شکل ۱. مناطق موردمطالعه در استان همدان و مرکزی

نقاط حضور

به‌منظور بررسی دالان‌های زیستگاهی از نقاط حضور قوچ و میش در مناطق الوند–چال خاتون–راسوند و پلنگاب در استان مرکزی و نقاط حضور گونه در مناطق لشگردر و گلپرآباد استفاده شد (شکل ۱). نقاط حضور جمع‌آوری‌شده برآوردی از حضور گونه در تمام فصول سال ۱۳۹۵ است. به‌منظور جمع‌آوری نقاط حضور در بازدیدهای میدانی اولیه لکه‌های پراکنش گونه مشخص شد. سپس ترانسکت‌های با طول متغیر و عرض ثابت ۲/۵ متر در لکه‌های پراکنش به شکل فرضی ترسیم و در طول یک سال مطالعه مورد پیمایش قرار گرفتند (۹). با حرکت در طول ترانسکت‌ها نمایه‌های حضور گونه مانند ردپا، سرگین و مناطق استراحت در کنار مشاهدات مستقیم به‌وسیله سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شدند. درمجموع تعداد ۳۵۰ نقطه برای تمام مناطق موردمطالعه شناسایی و مورد استفاده قرار گرفت.

متغیرهای زیستگاهی

پس از بررسی مطالعات انجام‌گرفته بر روی قوچ و میش متغیرهای ارتفاع، جهت، زبری (Roughness)، نمایه رطوبت (CTI)، شیب، معیار برش چشم‌انداز (Dissection)، شاخص بار گرمایی (HLI)، معیار خمیدگی و انحنا (Curvature)، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از زمین‌های کشاورزی، فاصله از جاده، فاصله از راه‌آهن، فاصله از مراتع، فاصله از چشمه و فاصله از مناطق صخره‌ای در تحلیل وارد شدند (۹، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷). آماده‌سازی متغیرهای ورودی در نرم‌افزار ArcGIS®10.2 انجام گرفت. پیش‌ازاین که متغیرهای مذکور در مدل‌سازی وارد شوند بین آن‌ها آنالیز همبستگی برقرار شد. اجرای آزمون همبستگی با استفاده از دستور تجزیه به مؤلفه اصلی (PCA) در نرم‌افزار Idrisi TerrSet انجام گرفت. ازآنجاکه بین متغیرهای مورداستفاده همبستگی بالای ۰/۷۵ وجود نداشت لذا هیچ از متغیرها از مدل‌سازی حذف نشدند.

آنتروپی بیشینه

به‌منظور مطالعه دالان‌های زیستگاهی در مرز گسترده از روش آنتروپی بیشینه در نرم‌افزار MaxEnt®3.3.3 استفاده شد. یکی از قابلیت‌های مهم این نرم‌افزار در زمان اجرا قدرت تجسم (Projection) مدل و نتایج است. در این راستا پس از شناسایی متغیرهای تأثیرگذار و تهیه نقشه‌های مربوط در مرز محدوده مناطق حفاظت‌شده نقشه این دسته از متغیرها در محدوده مرز تعمیم نیز تهیه شد. این مرز علاوه بر اینکه تمام

Archive of SID
www.SID.ir

مناطق موردمطالعه را در برمی‌گیرد ازنظر سیمای ظاهری نیز دربرگیرنده تمام زیستگاهی بینابینی بین مناطق موردمطالعه است (شکل۱). در هنگام اجرای مدل نتایج یادگیری و اجرای مدل مناطق حفاظت‌شده به مرز تعمیم تجسم داده شد. این تجسم نتایج به ۳ سناریو تبدیل شد؛ که در سناریو ۱ محدوده پراکنش بالقوه قوچ و میش‌های مناطق لشگردر - گلپرآباد به مرز تعمیم تجسم داده شد (شکل ۱). در سناریو ۲ نتایج مدل‌سازی زیستگاه در منطقه شکارممنوع پلنگاب به مرز تعمیم تجسم داده شد و در سناریو ۳ نیز نتایج حاصل از مدل‌سازی زیستگاه مناطق الوند- چال خاتون- راسوند به مرز تعمیم تجسم داده شد.

تحلیل کمترین هزینه

این تحلیل یک الگوریتم رستر پایه ساده را جهت وزن دهی به مسیرهای حداقل بین مبدأ و مقصد بر اساس مقاومت محیط در برابر محرک استفاده می‌کند. خروجی آن نقشه رستری است که در آن هر سلول در سیمای سرزمین ارزشی دارد که پایین‌ترین هزینه تجمعی را از سلول مبدأ به مقصد نمایش می‌دهد و به‌عنوان کمترین هزینه مسیر شناسایی می‌گردد. تجزیه‌وتحلیل کمترین هزینه یک روش سامانمند برای ارزیابی و مقایسه هزینه‌های و بوم‌شناختی گذرگاه‌های بالقوه حیات‌وحش است (۱۳). این روش برای اندازه‌گیری فاصله مؤثر به‌جای فاصله اقلیدسی بین لکه‌های زیستگاهی و به‌منظور برآورد یا سنجش نحوه ارتباط بین ذخیره‌گاه‌های بالفعل و بالقوه طراحی‌شده است (۱٦). پس از تجسم نتایج هر مدل‌سازی به مرز تعمیم، نقشه مطلوبیت زیستگاه در مرز تعمیم به‌عنوان نقشه هزینه معکوس و تحلیل کمترین هزینه به‌منظور طراحی دالان در ۳ اجرا انجام گرفت. به عبارتی در هر اجرا مطلوبیت و پراکنش بالقوه قوچ و میش در مناطق موردمطالعه (لشگردر-گلپرآباد، پلنگاب، الوند-چال خاتون-راسوند) که حاصل از تجسم مدل در مرز تعمیم بود به‌عنوان نقشه هزینه وارد مدل‌سازی شدند. ابزار مورداستفاده در این مطالعه ۲ سنجه مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین و تراکم جابه‌جایی در طول دالان را اندازه‌گیری می‌کند. در انتها به‌منظور دسترسی به برآیندی از مجموع سناریوهای اتخاذشده سنجه‌های تراکم و مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین در سناریوهای مختلف باهم جمع و میانگین آن‌ها اندازه‌گیری شد. این عمل با استفاده از محاسبات رستری در نرم‌افزار ArcGIS®10.2 انجام گرفت.

ارزیابی مدل‌ها و مقایسه دالان

ارزیابی مدل آنتروپی بیشینه به‌وسیله منحنی تشخیص عملکرد نسبی (ROC) انجام گرفت. سطح زیر منحنی (AUC) بین ۰/۷ تا ۰/۸ بیانگر یک مدل خوب، بین ۰/۸ تا ۰/۹ مدل عالی و مقادیر بیش از ۰/۹ بیانگر اجرای مدل بسیار عالی است (۱۹). مساحت سطح زیر منحنی به ازای نقاط حضور گونه در مدل مکسنت محاسبه و در خروجی مدل لحاظ می‌گردد. به‌منظور ارزیابی دالان‌های ایجادشده در هر سناریو پس از اجرای تحلیل کمترین هزینه و شناسایی دالان، تعدادی نقاط تصادفی در طول دالان‌ها با فواصل معین ۵۰۰ متر ایجاد شدند. این عدد برابر تخمینی از کمترین دامنه تحرک گونه است که در مناطق مختلف مشاهده شد. نقاطی تصادفی دیگری در کل پهنه مرز گسترده ایجاد شدند. به‌منظور پوشش دادن تمام منطقه از این نقاط تصادفی حداقل فاصله بین نقاط در کل گستره برابر ۲۰۰۰ متر در نظر گرفته شد. سپس مقادیر پیکسلی به ازای نقاط ایجادشده از تمام نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه و پیکسل‌های که در مسیر دالان بودن استخراج گردیدند. به‌منظور مشخص شدن وجود تفاوت معنادار بین دالان‌های طراحی‌شده در سناریوهای مختلف و مطلوبیت زیستگاه بالقوه از آزمون فریدمن استفاده شد. این آزمون برای مقایسه چند گروه ازنظر میانگین رتبه‌های آن‌هاست و معلوم می‌کند که آیا این گروه‌ها می‌توانند از یک جامعه باشند یا خیر. پس‌آزمون فریدمن برای تجزیه واریانس دوطرفه (برای داده‌های ناپارامتری) از طریق رتبه‌بندی و همچنین مقایسه میانگین رتبه‌بندی گروه‌های مختلف به کار می‌رود (٦). با استفاده از نقاط تصادفی روی دالان و نقاط تصادفی در پهنه از تابع آماری ROC و مساحت سطح زیر منحنی (AUC) برای اعتبار سنجی دالان و آزمون

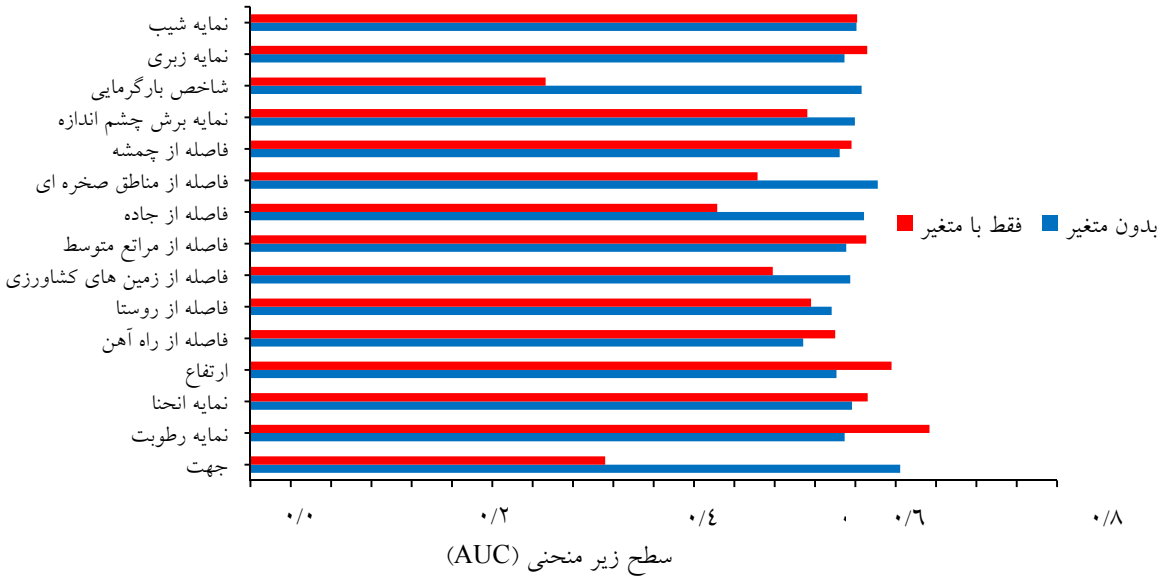
www.SID.ir

فریدمن برای مقایسه دالان‌ها استفاده شد. برای این منظور نرم‌افزار SPSS®16 مورداستفاده قرار گرفت. این عمل برای هر ۳ سری دالان شناسایی‌شده انجام گرفت؛ یعنی به‌طور مثال اعتبار سنجی دالان شناسایی‌شده در سناریو ۱ با استفاده از نقشه‌های مطلوبیت سناریوهای ۱، ۲ و ۳ انجام تا وضعیت هر دالان و انطباق آن با زیستگاه مطلوب در سایر سناریوها بررسی گردد. علاوه بر آن استخراج ارزش‌های پیکسلی از نقشه‌های مطلوبیت به ازای نقاط تصادفی ایجادشده بر روی دالان برای هر ۳ سناریو انجام گرفت. هدف از این امر بررسی وضعیت استقرار هر دالان در محدوده پراکنش بالقوه گونه‌های قوچ و میش هر منطقه بود.

نتایج

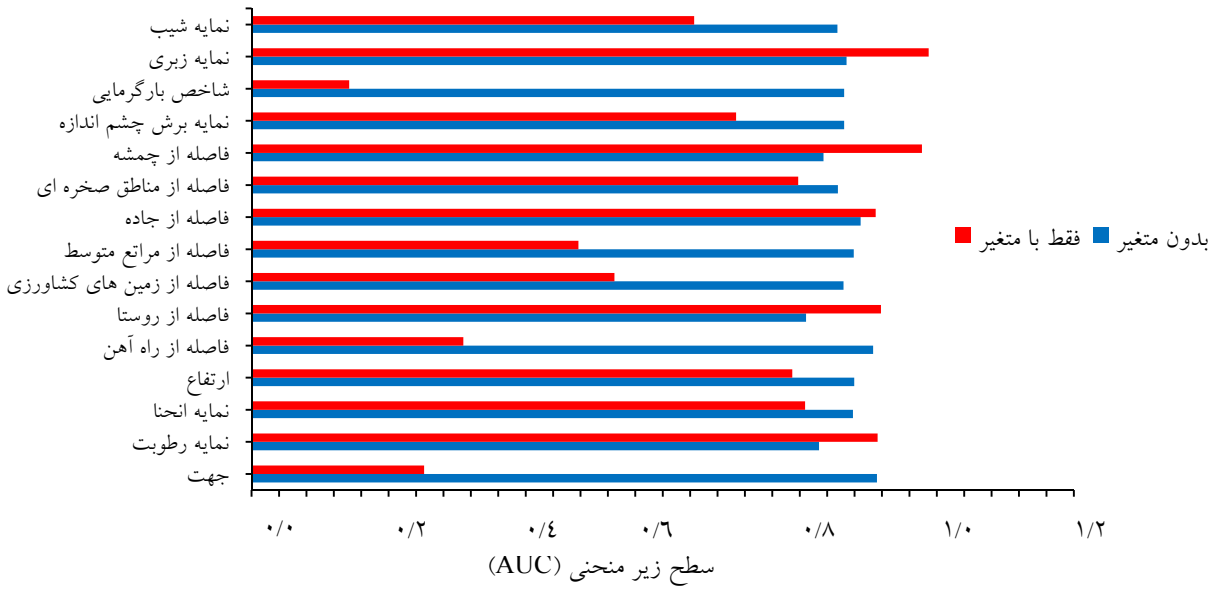
آنتروپی بیشینه

نتایج حاصل از اعتبار سنجی مدل نشان داد که مدل در اجرا موفق بوده است. مقادیر سطح زیر منحنی به ترتیب برای سناریو ۱، ۲ و ۳ برابر ۰/۸۵، ۰/۹۰ و ۰/۸۸ محاسبه گردید که تفاوت این مقادیر با مدل تصادفی معنی‌داری بود. شکل‌های ۲، ۳ و ٤ نتایج حاصل از حساسیت سنجی مدل رو را در ۳ سناریو نمایش می‌دهند. بر اساس خروجی‌های مدل در سناریو ۱ (شکل ۲) متغیرهای رطوبت، ارتفاع و زبری، سناریو ۲ (شکل ۳) فاصله از مناطق مسکونی، شیب و نمایه انحنا و در سناریو ۳ (شکل ٤) نمایه زبری، فاصله از چشمه و فاصله از مناطق مسکونی بیشترین تأثیر را در پراکنش گونه دارند.

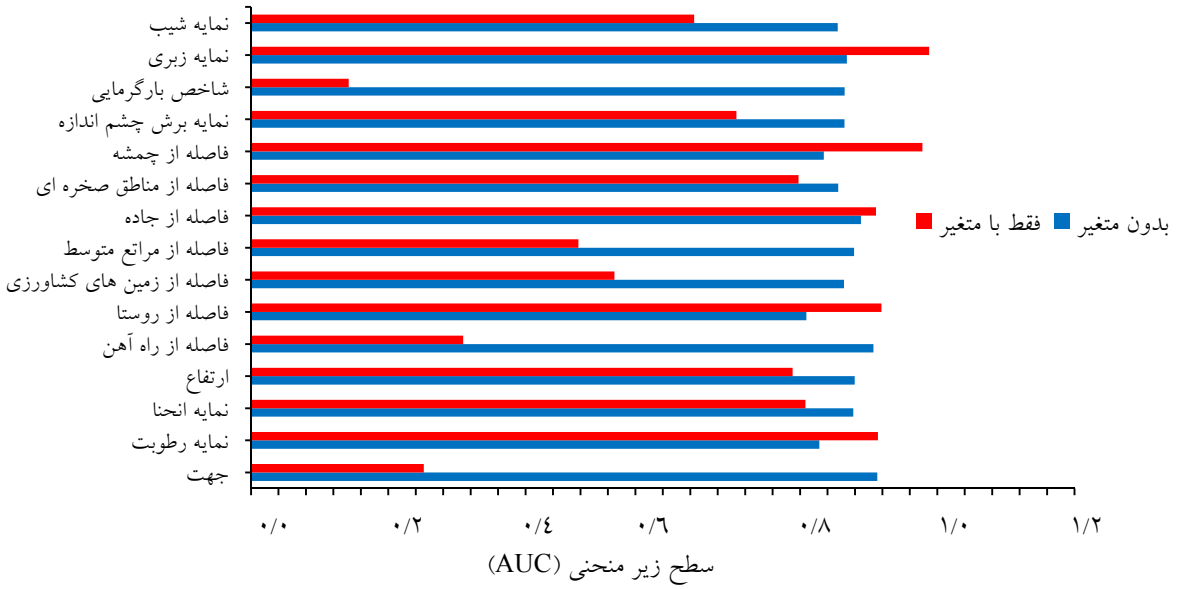


شکل۲. حساسیت سنجی متغیرهای ورودی به تحلیل در سناریو ۱

www.SID.ir



شکل۳. حساسیت سنجی متغیرهای ورودی به تحلیل در سناریو ۲

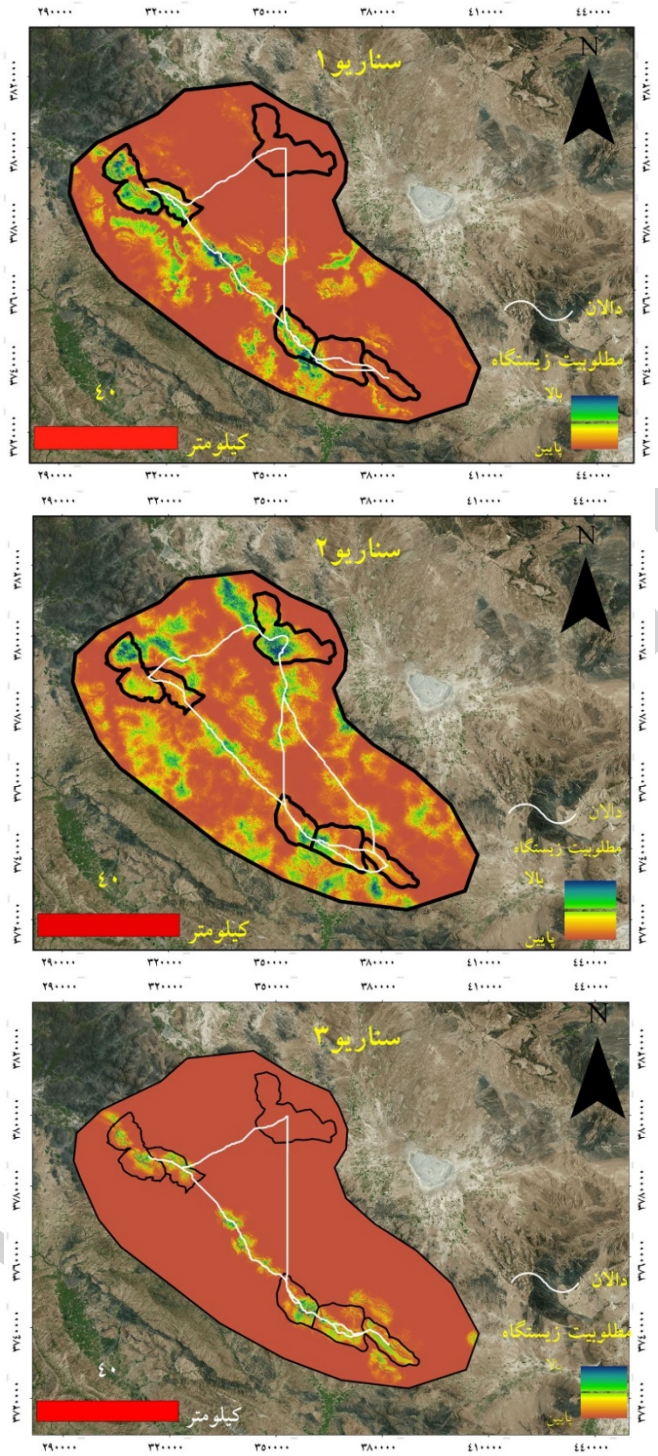


شکل۴. حساسیت سنجی متغیرهای ورودی به تحلیل در سناریو ۳

دالان‌های شناسایی‌شده

نتایج حاصل از ترسیم دالان‌های زیستگاهی در سناریوهای مختلف نشان می‌دهد که خطوط سفیدرنگ همان دالان‌های زیستگاهی هستند و محدوده‌های مشکلی رنگ مرز مناطق تحت حفاظت و مرز تعمیم را نمایش می‌دهند. آنچه نتایج نشان می‌دهد شباهت دالان‌های زیستگاهی ایجادشده در سناریوهای مختلف است. تنها در سناریو ۲، مسیرهای متفاوتی برای گذار در مناطق الوند- چال خاتون - راسوند به یکدیگر و منطقه پلنگاب شناسایی‌شده است (شکل ۵).

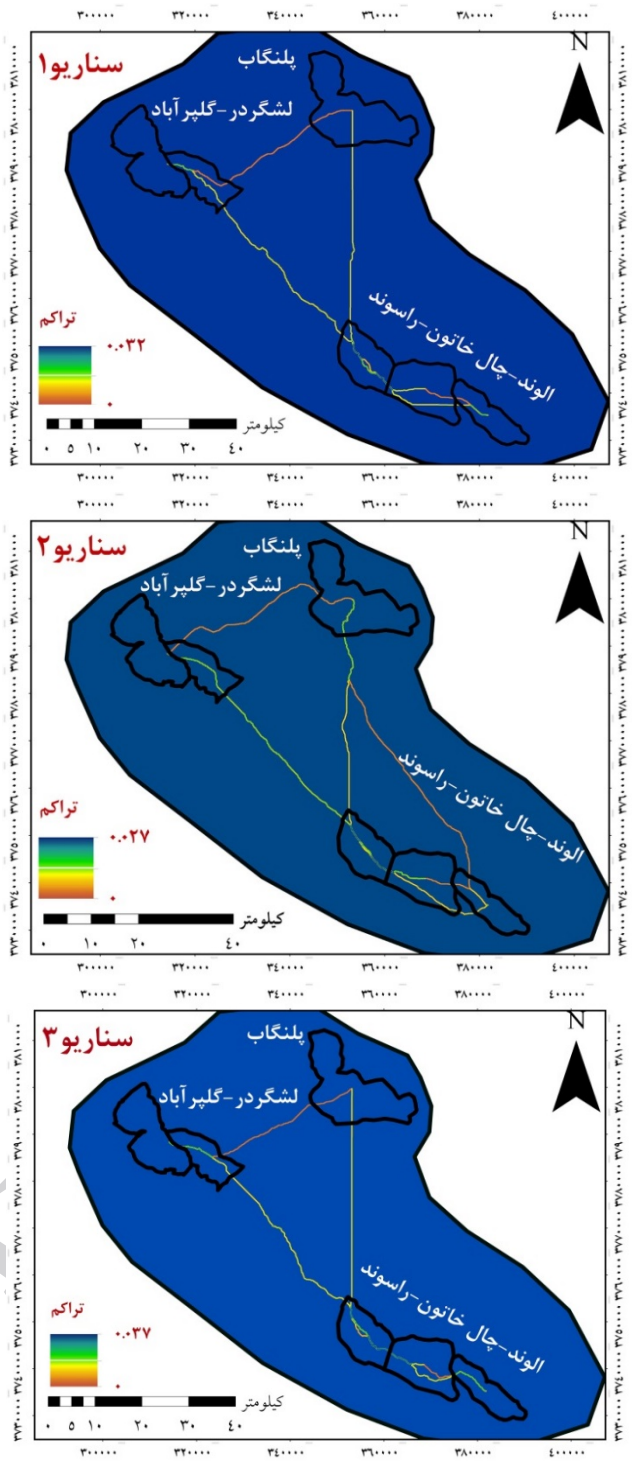
www.SID.ir



شکل۵. دالان مدل‌سازی شده در سناریوهای مختلف

نتایج حاصل از سنجه تراکم دالان با توجه به سناریوهای مختلف نشان می‌دهد که این خطوط بیانگر میزان استفاده قوچ و میش‌ها در جابه‌جایی و تحرک در طول مسیر هستند که تقریباً در تمام سناریوهای موردبررسی بین مناطق الوند، چال خاتون و راسوند دارای مقادیر بالای از استفاده هستند (شکل ٦).

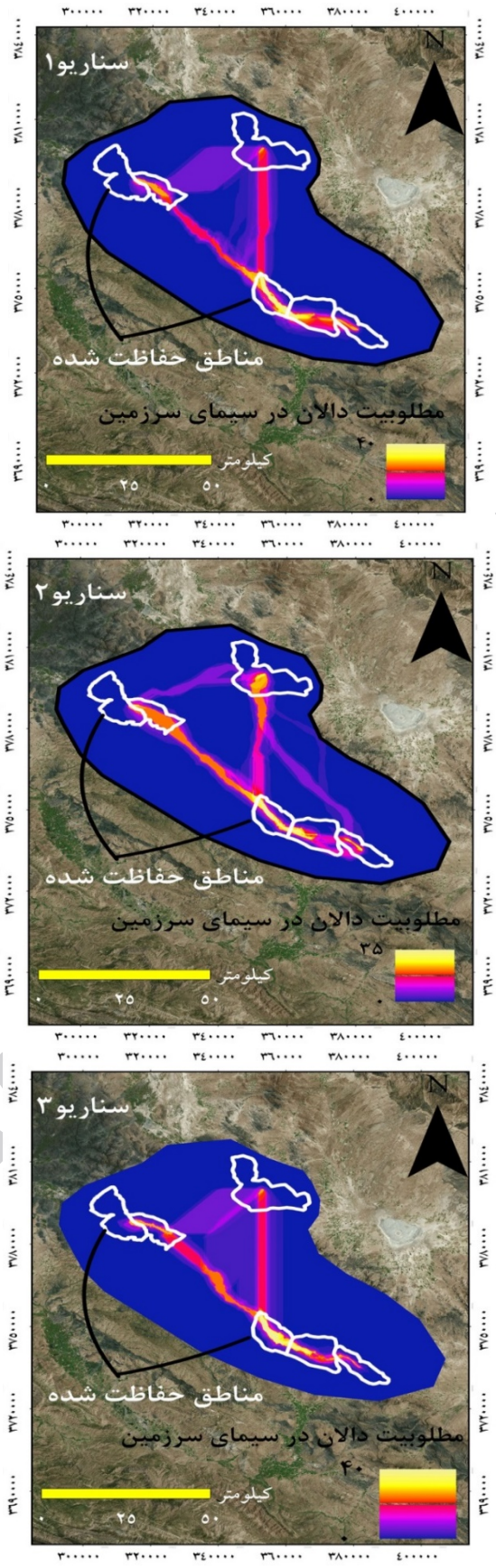
www.SID.ir



شکل۶. سنجه تراکم دالان‌ها در سناریوهای مختلف

نتایج سنجه مطلوبیت دالان‌های ترسیم‌شده در سیمای سرزمین نشان می‌دهد که بر اساس میزان مطلوبیت زیستگاهی دالان‌های ترسیم شده مختلف است. به‌طور مثال در محدوده الوند-چال خاتون -راسوند در سناریو ۱ میزان مطلوبیت دالان بالا است. در سناریو ۲ مطلوبیت در مناطق مذکور مجدد بالاست اما در این سناریو میزان مطلوبیت دالان در محدوده پلنگاب و لشگردر-گلپرآباد افزایش می‌یابد (شکل ۷).

www.SID.ir



شکل۷. سنجه مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین در سناریوهای مختلف

www.SID.ir

نتایج تغییرات دالان‌های زیستگاهی در خصوص ۲ پارامتر ارتفاع و شیب نشان می‌دهد که کمترین ارتفاع دالان مربوط به سناریو ۱ است و بیشترین شیب تیز مربوط به دالان طراحی‌شده در سناریو ۳ است (جدول ۱).

جدول۱. بررسی پارامترهای شیب و ارتفاع در محدوده دالان‌های ایجادشده

سناریو تعیین دالان	طول دالان	حداکثر شیب	متوسط شیب	حداقل ارتفاع	متوسط ارتفاع	حداکثر ارتفاع
سناریو ۱	۱۰۲۱ متر	۲۵ درصد	۵/٦ درصد	۱۷۲۹ متر	۲۳۱٦ متر	۳۲۳۸ متر
سناریو ۲	۱۰۰۸ متر	۱۵/۸ درصد	٤/۵ درصد	۱۷۲۸ متر	۲۳۳٦ متر	۳۰۰۱ متر
سناریو ۳	۱۰۲۳ متر	۲۹/۱ درصد	٦/۰ درصد	۱۷۳۹ متر	۲۳۲۲ متر	۳۲٦۲ متر

نتایج آزمون فریدمن دالان طراحی‌شده در هر سناریو با مطلوبیت زیستگاه بالقوه گونه در سایر سناریوها نشان می‌دهد که آزمون دالان‌های طراحی‌شده توسط سناریوهای مختلف دارای تفاوت معنی‌دار در قرارگیری در محدوده زیستگاه مطلوب قوچ و میش‌های سایر مناطق دارند و این به معنای متفاوت بودن شرایط قرارگیری دالان‌ها در سناریوهای متفاوت است (P-value<۰/۰۰۰۱). به‌عبارت‌دیگر دالان طراحی‌شده هر سناریو ازنظر آماری تفاوت معناداری در قرارگیری در زیستگاه مطلوب سایر سناریوها دارد که این آزمون متفاوت بودن دالان‌های طراحی‌شده در شرایط آشیان اکولوژیک متفاوت را می‌رساند (جدول ۲).

جدول۲. نتایج آزمون فریدمن جهت بررسی تفاوت میسر قرارگیری هر دالان در محدوده پراکنش بالقوه در ۳ سناریو

		دالان سناریو ۱	دالان سناریو ۲	دالان سناریو ۳
مقایسه چند گروه (مطلوبیت ۳ سناریو)	ارزش مشاهده‌شده	۸۹/٦٤	۲٤۹/۸٤	۱۵/۵٦
	ارزش بحرانی	۵/۹۹	۵/۹۹	۵/۹۹
	درجه آزادی	۲	۲	۲
	P-value	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰
	آلفا	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵

اعتبارسنجی دالان

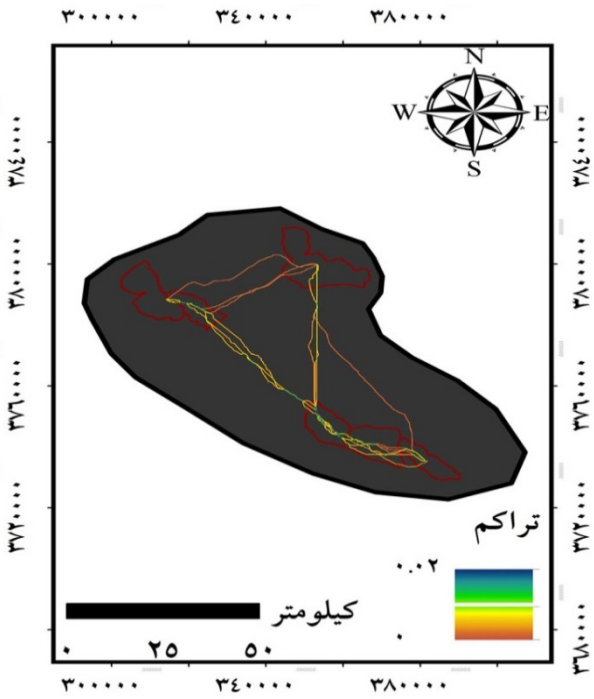
نتایج اعتبار سنجی دالان‌های طراحی‌شده نشان می‌دهد که در سناریو ۱ دالان طراحی‌شده به شکل مناسبی با زیستگاه مطلوب قوچ و میش در پراکنش بالقوه آن‌ها در سناریو ۲ و ۳ منطبق است. این مقدار برای دالان طراحی‌شده در سناریو ۲ نیز نشان تطابق دالان شناسایی‌شده با زیستگاه بالقوه در مناطق لشگردر-گلپرآباد و الوند-چال خاتون-راسوند دارد (جدول ۳).

جدول۳. اعتبار سنجی دالان‌های زیستگاهی در مطلوبیت زیستگاه محلی

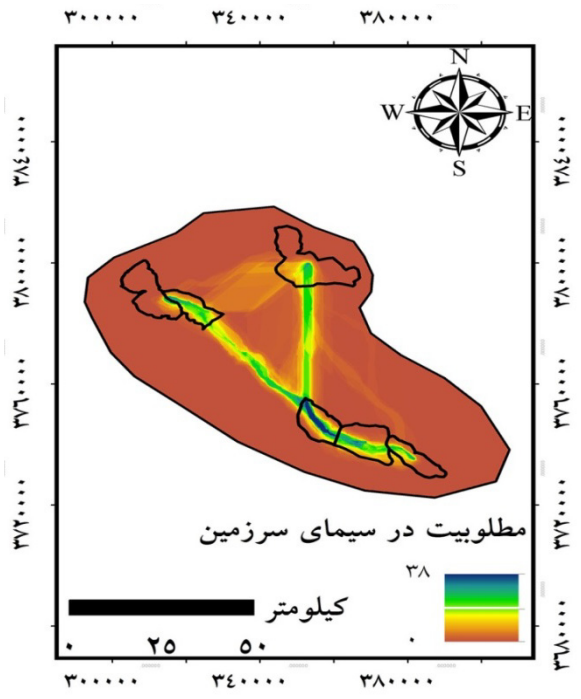
	مقادیر مختلف مساحت سطح زیر منحنی (AUC)					
	مطلوبیت زیستگاه ۱	P-Value	مطلوبیت زیستگاه ۲	P-Value	مطلوبیت زیستگاه ۳	P-Value
دالان سناریو ۱	۰/۷۳۲	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۱۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۷۷	<۰/۰۰۰۱
دالان سناریو ۲	۰/۷۷۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۹٤	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۲۲	<۰/۰۰۰۱
دالان سناریو ۳	۰/٦٤۸	<۰/۰۰۰۱	۰/٦٤۰	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۷۵	<۰/۰۰۰۱

www.SID.ir

نتایج میانگینی از تراکم دالان (شکل ۸) و میانگینی از مطلوبیت در سیمای سرزمین دالان‌های طراحی‌شده (شکل ۹) نشان می‌دهد که قسمت‌های آبی رنگ محدوده‌ای که بیشترین امکان تردد را دارد. در شکل ۷ بیشترین ارزش در قسمت الوند–چال خاتون– راسوند قرار دارد.



شکل۸. نقشه میانگین تراکم دالان در ۳ سناریو



شکل۹. نقشه میانگین مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین در ۳ سناریو

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه نشان می‌دهد که قوچ و میش‌های مناطق پلنگاب و لشگردر–گلپرآباد به‌مراتب دارای پراکنش بالقوه بیشتری به نسبت قوچ و میش‌های مناطق الوند–چال خاتون–راسوند هستند. این مهم در سناریو ۲ در ایجاد دو مسیر متفاوت از مناطق لشگردر–گلپرآباد و الوند–راسوند–چال خاتون به منطقه پلنگاب نقش داشته است. طول دالان شناسایی‌شده در سناریوهای مختلف دارای اختلاف ناچیزی است؛ و حداکثر اختلاف در سناریوهای ۲ و ۳ به ۱۵ متر می‌رسد. در مطالعه ملکوتی خواه و همکاران (۱۷) متوسط اندازه فاصله دالان‌های طراحی‌شده در بین پناهگاه حیات‌وحش موته و قمشلو برابر ۲٤ کیلومتر اندازه‌گیری شد. که البته این مقدار تحت تاثیر فاصله مناطق است. در خصوص پارامتر شیب نتایج نشان می‌دهد که قوچ و میش‌ها در سناریو ۲ کمترین شیب را در طول دالان طی خواهند کرد که این مهم با توجه به مطلوبیت زیستگاه گونه در پراکنش بالقوه است. در مطالعه کرمی و همکاران (۱۵) در مناطق لشگردر و گلپرآباد متوسط شیب در دالان‌های طراحی‌شده به‌وسیله روش‌های شبکه عصبی، شبکه بردار پشتیبان و مدل تجسم‌یافته برابر ۱٤ درصد عنوان‌شده است. مطلوبیت زیستگاه گونه در سناریو ۲ نشان داد که قوچ و میش در اکثر مناطق مرز تعمیم دارای توان حضور هستند به نظر می‌رسد میزان تخصص گرایی قوچ و میش‌های منطقه پلنگاب در مقایسه با دو منطقه دیگر کمتر باشد. متوسط ارتفاع دالان در تمام سناریوهای مورد بررسی ۲۳۰۰ متر است.

Archive
www.SID.ir

هرچند که در برخی از پارامترها همچون شیب شاید بتوان تفاوت‌های را مشاهده کرد اما این تفاوت در خصوص ارتفاع مانند شیب صادق نیست. نتایج بررسی تراکم نشان داد که در سناریو ۱ بیشترین میزان استفاده از دالان‌های زیستگاهی در مناطق لشگردر-گلپرآباد و الوند-چال خاتون-راسوند است. ممکن است تمام دالان‌های شناسایی‌شده توسط گونه مورد استفاده قرار نگیرند در مطالعه مشهدی احمدی و همکاران (۱۶) تعداد ۲۵ دالان زیستگاهی شناسایی شد که تمام دالان‌های شناسایی‌شده دارای مطلوبیت نیستند و تعداد ۱۰ گذرگاه ممکن است در درازمدت دچار محدودیت و تخریب شود. در سناریو ۲ بیشترین میزان استفاده از دالان در منطقه راسوند اتفاق می‌افتد و به این معنی است که دالان موجود در منطقه راسوند به بیشترین شباهت را به شرایط مطلوب گونه در منطقه پلنگاب دارد. در سناریو ۳ بیشترین مقدار استفاده از دالان مربوط به مناطق الوند- چال خاتون و راسوند است. لذا در خصوص معیار تراکم و یا استفاده از دالان‌های ایجادشده به نظر می‌رسد مناطق سه‌گانه مذکور در تمام شرایط تجسم و هزینه اصطکاک دارای نتایج مطلوب مشابهی بوده‌اند. بر اساس نتایج مربوط مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین در سناریو ۱ بیشترین میزان مطلوبیت دالان به‌عنوان زیستگاه در سیمای سرزمین مربوط به مناطق گلپرآباد و الوند-چال خاتون و راسوند بوده است. در سناریو ۲ نیز بیشترین میزان مطلوبیت دالان در طول گستره خود در مناطق پلنگاب و الوند-چال خاتون-راسوند است با این تفاوت که میزان مطلوبیت زیستگاه در دالان اتصالی مناطق لشگردر-گلپرآباد و الوند-چال خاتون-راسوند بیشتر است. لذا به نظر می‌رسد اصل مجاورت و اتصال مناطق سه‌گانه مذکور یک فاکتور بسیار مهم در بالا بودن مقدار این سنجه است. بر اساس نتایج حاصل از اعتبار سنجی، دالان طراحی‌شده در سناریو ۱ مقدار سطح زیر منحنی بر اساس نقشه مطلوبیت پلنگاب برابر ۰/۷۱۱ و در نقشه الوند-چال خاتون-راسوند برابر ۰/۷۷۷ است که با توجه به دامنه نوسان این شاخص دالان طراحی‌شده در سناریو ۱ دارای قدرت تبین مناسبی در عبور از زیستگاه مطلوب را در مناطق پلنگاب و الوند- چال خاتون -راسوند را دارد. به عبارتی می‌توان اذعان داشت که این دالان‌ها در زیستگاه بالقوه مطلوب گونه است. دالان‌های طراحی‌شده در سناریو ۲ نیز دارای قدرت تبیین مناسبی از مطلوبیت زیستگاه گونه در مناطق لشگردر-گلپرآباد و الوند-چال خاتون-راسوند هستند. مقادیر سطح زیر منحنی به ترتیب در این مناطق برابر ۰/۷۷۱ و ۰/۷۲۲ محاسبه شد؛ اما در دالان‌های طراحی‌شده در سناریو ۳ نتایج تا حدودی متفاوت است به نظر می‌رسد که قوچ و میش‌های مناطق الوند-چال خاتون-راسوند دارای تفاوت اندکی در خصوص انتخاب دالان زیستگاهی با سایر مناطق هستند. به‌نحوی‌که مساحت سطح زیر منحنی دالان‌های طراحی‌شده در انطباق با زیستگاه مطلوب مناطق لشگردر-گلپرآباد و منطقه پلنگاب به ترتیب برابر ۰/٦٤٨ و ۰/٦٤٠ محاسبه‌شده است؛ که این بیانگر متفاوت بودن مسیر انتخابی قوچ و میش‌های مناطق الوند-چال خاتون-راسوند در مقایسه با مناطق دیگر است؛ یعنی مسیر عبوری این قوچ و میش‌های با توجه به وضعیت مطلوبیت زیستگاه آن‌ها متفاوت از شرایط مطلوب زیستگاهی قوچ و میش‌های لشگردر-گلپرآباد و پلنگاب است؛ اما بررسی مقادیر مربوط به نقاط تصادفی بر روی دالان و استفاده از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه فریدمن نشان داد که قوچ و میش‌ها با توجه به دالان طراحی‌شده در هر سناریو دارای تفاوت معناداری در مقادیر مطلوبیت زیستگاه هستند. نتایج نشان می‌دهد در سناریوهای ۳ گانه مورداستفاده در این مطالعه کمترین مطلوبیت زیستگاه در طول جابه‌جایی گونه‌های قوچ و میش در مسیر پلنگاب به لشگردر و گلپرآباد است. در بازدیدهای میدانی از منطقه موردمطالعه مشخص شد که قسمت‌های شرقی منطقه گلپرآباد و قسمت‌های غربی منطقه پلنگاب دارای تپه‌ماهورهای هستند که تمام این تپه‌ماهورها توسط اراضی کشاورزی روستاهای ایجان، گاماسه، صالحی، آقداش، کاراکان، قلعه تورگیر و بسیاری دیگر احاطه‌شده‌اند. بااین‌حال این تپه‌ماهورهای می‌تواند به‌عنوان یک Stepping stone در جابه‌جایی‌های گونه عمل کنند. نتایج آزمون فریدمن نشان داد دالان‌های طراحی‌شده در هر سناریو با توجه به ویژگی‌های نقشه هزینه متفاوت

www.SID.ir

طراحی می‌شوند. در این مطالعه نقشه هزینه ایجادشده با توجه به عوامل اکولوژیک و مؤثر بر روی زیستگاه گونه در مناطق مختلف متفاوت است؛ که تفاوت این عوامل و اثر آن‌ها بر روی گونه منجر به شکل‌گیری نقشه مطلوبیت متفاوت و درنتیجه هزینه متفاوت خواهد شد. این آزمون و نتایج آن مشخص کرد که گونه مورد مطالعه در هر منطقه دارای شرایط اکولوژیک خاص خود است و تجسم نتایج درنهایت می‌تواند نتایجی مشابه به محدوده پراکنش محلی را مشخص کند؛ و این نتایج با مناطق دیگر ممکن است متفاوت باشد. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل جک نایف نیز این تفاوت تا حدودی مشخص شد. در مناطق لشگردر-گلپرآباد متغیرهای رطوبت، ارتفاع و زبری، در منطقه پلنگاب، فاصله از مناطق مسکونی، شیب و نمایه انحنا و در الوند-چال خاتون-راسوند نمایه زبری، فاصله از چشمه و فاصله از مناطق مسکونی بیشترین تأثیر را در پراکنش گونه دارند. در بررسی‌های میدانی مشخص شد که بیشترین جابه‌جایی‌ها گونه در مناطق الوند- چال خاتون-راسوند در محدوده چشمه‌ها رخ داد. در بررسی مرداک و همکاران (۳۸) بر روی گونه (*Ovis ammon*) نیز نتایج مشابهی به دست آمد. دالان‌ها معمولاً بلوک‌های زیستگاهی را با حرکت در طول بهترین مسیر ازنظر کمترین هزینه به یکدیگر متصل می‌کنند. یکی از موارد مهم در مدیریت مناطق گدار، توجه به شرایط محلی گونه در محدوده توزیع است. گونه‌های حیات‌وحش در زیستگاه‌های محلی تحت تأثیر عوامل اکولوژیک متفاوت قرار دارند. این تفاوت در ساختار فضایی استقرار عوامل قابل‌بحث است به عبارتی چیدمان و الگوی استقرار این عوامل بر روی پراکنش گونه اثر می‌گذارد. این عوامل شامل آب، غذا و پناه به شکلی کلی و ارتفاع، شیب، جهت، فاصله از رودخانه و فاصله از چشمه و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر به‌صورت جزئی هستند. می‌توان اثر عوامل اکولوژیک مختلف در مقیاس خرد را بر روی پراکنش گونه در هر منطقه را برای به همان منطقه در نظر گرفت. در این صورت در طراحی دالان‌های زیستگاهی این مسئله نمود پیدا می‌کند که آیا گونه‌های که در مناطق نزدیک و مجاور یکدیگر قرارگرفته‌اند از مسیرهای یکسانی جهت اتصال استفاده خواهند کرد یا خیر؟ تفاوت شرایط محلی پراکنش منجر می‌شود که شرایط انتخاب مسیر گدار نیز متفاوت شود این تفاوت‌ها به عوامل مختلف محیطی طبیعی و انسانی مرتبط است (۳۷). بنابراین درصورتی‌که مناطق پراکنش گونه در مجاورت یکدیگر باشند و عوامل کلیدی زیستگاه در آن‌ها یکسان باشد در آن صورت گونه مسیرهای مشابهی را برای جابه‌جایی انتخاب می‌کند. مدل تجسم در روش‌های مدل‌سازی زیستگاه می‌تواند در بررسی اثر شرایط محلی در پراکنش مؤثر باشد. در مدل تجسم این شرایط محلی حضور گونه است که مشخص می‌کند گونه در طول جابه‌جایی خود چه مسیرهای را انتخاب می‌کند. این مسئله تحت تأثیر متغیرهای ورودی به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه متفاوت است و یا اثر آن توسط مدل قابل‌شناسایی نیست (۱۵). از طرفی مدل‌سازی نقشه هزینه یک گام مهم در شناسایی صحیح دالان است و باید به این مسئله واقف بود که استفاده از روش‌های متفاوت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه نیز می‌توانند بر روی نقشه اصطکاک تأثیر بگذارد (۲۳). به‌نحوی‌که در مطالعه استونسون هولت و همکاران (٤٠) تفاوت بین روش‌های متخصص پایه و معکوس کردن مطلوبیت زیستگاه ازنظر دقت مشخص شد؛ و بر اساس یافته‌های کوین و همکاران (۳۳) تهیه نقشه هزینه بر اساس روش متخصص پایه به‌واسطه وزن دهی به طبقات مختلف سیمای سرزمین دارای عدم قطعیت است؛ که درمجموع به معنای تفاوت در دقت روش‌های مختلف است. انتخاب روش مناسب و کارآمد برای تهیه نقشه هزینه نتیجه صحیح و قابل‌اعتمادتری را به دنبال خواهد داشت.

منابع مورد استفاده

۱. اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان مرکزی. ۱۳۹۲. چشم‌انداز مناطق تحت مدیریت استان مرکزی. انتشارات مهر کتیبه. ٦٨ صفحه.

۲. اشرف زاده، م.ر و س. سالم. ۱۳۹٦. نقش جوامع محلی در حفاظت از گونه‌های درخطر انقراض حیات‌وحش (مطالعه

Archive of SID
www.SID.ir

موردی: گوزن زرد ایرانی در استان خوزستان). فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط، ۷(۲۳): ۲۵-۳۸.

۳. اصغری سرانسکارود، ص.، ل. آقایاری و ا. پیروزی. ۱۳۹٦. بررسی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر فرسایش با استفاده از RS و GIS (مطالعه موردی: شهرستان نیز). فصلنامه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، ۸(٤): ٤۹-٦۲.

٤. ایلدرومی، ع.، ع. دلال اوغلی و م. قربانی. ۱۳۹٤. ارزیابی توان اکولوژیک و اکوتوریسمی منطقه حفاظت‌شده لشگردر در شهرستان ملایر. فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، ۱٦(٥٤): ۳۲٥-۳٤۷.

٥. پیش مقدم، ک.، م. ملیکان و ر. آدواری. ۱۳۹٦. ارزیابی ژنتیکی جمعیت بیان گذار گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) در مرکز تکثیر چادگان، فصلنامه محیط‌زیست جانوری، ۹(۳): ٤۱-٤۸.

٦. حبیب پور، ک و ر. صفری. ۱۳۹۱. راهنمای جامع کاربرد SPSS در تحقیقات پیمایشی (تحلیل داده‌های کمی). انتشارات لویه، متفکران. ۸٦۱ صفحه.

۷. حیدریان آقاخانی، م.، ر. تمرتاش، ز. جعفریان، م. ترکش اصفهانی و م.ر. طاطیان. ۱۳۹٦. پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر پراکنش بالقوه گونه بادامک (*Amygdalus scoparia*) با استفاده از مدل‌سازی اجماعی در زاگرس مرکزی. فصلنامه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، ۸(۳): ۱-۱٤.

۸. رضوانی، آ.، س، فاخران و ع، سفیانیان. ۱۳۹٥. مدل‌سازی ارتباطات اکولوژیکی برای قوچ و میش وحشی (*Ovis orientalis isphahanica*) بین پناهگاه حیات‌وحش موته و منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله با استفاده از تئوری مدار الکتریکی. دومین اجلاس بین‌المللی اکولوژی سیمای سرزمین. ۱۳ صفحه.

۹. رم یاز، م.، س. نادری، پ، کرمی، و غ. بهنام. ۱۳۹٦. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پاییزه و زمستانه گوسفند وحشی(*Ovis orientalis*) در منطقه حفاظت‌شده پرور بر اساس روش حداکثر آنتروپی بیشینه (MaxEnt). فصلنامه محیط‌زیست جانوری، ۹(۲): ۱۷-۲٤.

۱۰. سلمان ماهینی، ع و ح.ر. کمیاب. ۱۳۹۰. سنجش‌ازدور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ادریسی. انتشارات مهر مهدیس. چاپ دوم، ٥۹٦ صفحه.

۱۱. سنگونی، حامد.، ح.ر.کریم زاده، م.ر. وهابی و م. ترکش اصفهانی. ۱۳۹۳. تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید (*Astragalus gossypinus*) در منطقه غرب اصفهان با استفاده از تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک. فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، ٥(۲): ۱-۱۳.

۱۲. شبانی، ا.، ن. حبیب زاده و م.م، حسینی قمی. ۱۳۹٦. تعیین اولویت کریدورهای حیات‌وحش بین مناطق حفاظت‌شده آذربایجان شرقی. فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط، ۷(۲۳): ٦۷-۸۲.

۱۳. عرفانیان، ب.، س.ح. میر کریمی، ع، سلمان ماهینی و ح.ر. رضایی. ۱۳۹٤. مکان‌یابی احداث گذرگاه برای پلنگ (*Panthera pardus*) در پارک ملی گلستان. فصلنامه محیط‌زیست جانوری، ۷(٤): ۱-۱۰.

۱٤. قندالی، م.، ا، علیزاده، م. کرمی، م. کابلی و ح. ظهرابی. ۱۳۹۳. کاربرد معیارهای بوم‌شناسی سیمای سرزمین در ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی در پارک ملی کویر. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱٦(۹۳):٥۲۱-٥٦۲.

۱٥. کرمی، پ.، ک، شایسته، ا، کرمی و س.م. حسینی. ۱۳۹٦. شناسایی دالان‌های زیستگاهی گوسفند وحشی ارمنی (*Ovis orientalis*) در بستر سیمای سرزمین مبتنی بر تئوری مدارهای الکتریکی (مطالعه موردی: مناطق لشگردر و گلپرآباد). فصلنامه پژوهش‌های جانوری، ۳۱(۳): ۲۹٥-۳۰٦.

۱٦. مشهدی احمدی، ا.ع.، ب. شمس اسفند آباد و ح. گشتاسب میگونی. ۱۳۹۳. مدل‌سازی مسیرهای گدار گوسفند وحشی البرز مرکزی با استفاده از آنالیز تحلیل کمترین هزینه در استان تهران. فصلنامه علوم و مهندسی محیط‌زیست، ۱(۳): ٤۱-٥۸.

۱۷. ملکوتی خواه ش.، س. فاخران و ع. سفیانیان. ۱۳۹۲. استفاده از تئوری مدارهای الکتریکی جهت شناسایی کریدورهای مهاجرتی بین پناهگاه حیات‌وحش موته و قمشلو در استان اصفهان. بوم‌شناسی کاربردی، ۲(٥): ۷۷-۸۸.

۱۸. ملکوتی خواه، ش. ۱۳۹٤. دالان‌ها، چیدمان‌های زیستگاهی مهم در سیمای سرزمین، فصلنامه زیست سپهر، ۱۰(۱): ۱-٤.

۱۹. میرزایی، ر.، م.ر. همام.، ع، اسماعیل ساری و ح.ر. رضایی. ۱۳۹۲. مدل‌سازی پراکنش دلیجه کوچک (*Falco naumanni*) در استان گلستان، فصلنامه پژوهش‌های محیط‌زیست، ٤(۸): ۱٤۹-۱٥٦.

www.SID.ir

20. Beazley K, Smandych L, Snaith T, MacKinnon F, Austen-Smith P, Duinker P. 2005. Biodiversity considerations in conservation system planning: map-based approach for Nova Scotia, Canada. Ecological Applications, 15(6): 2192-2208.
21. Berger J. 2004. The last mile: how to sustain long-distance migration in mammals. Conservation Biology, 18(2): 320-331.
22. Bolger DT, Newmark WD, Morrison TA, Doak DF. 2008. The need for integrative approaches to understand and conserve migratory ungulates. Ecology Letters, 11(1): 63-77.
23. Bond ML, Bradley CM, Kiffner C, Morrison TA, Lee DE. 2017. A multi-method approach to delineate and validate migratory corridors. Landscape Ecology, 32(8): 1705-1721.
24. Chimeddorj B, Buuveibaatar B, Onon Y, Munkhtogtokh O, Reading RP. 2013. Identifying potential conservation corridors along the Mongolia-Russia border using resource selection functions: a case study on argali sheep. Mongolian Journal of Biological Sciences, 11(1-2): 45-53.
25. Cushman SA, Mkelvey KS, Schwartz MK. 2009. Use of empirically derived source-destination models to map regional conservation corridors. Conservation Biology, 23(2): 368-376.
26. Dutta T, Sharma S, McRae BH, Roy PS, DeFries R. 2016. Connecting the dots: mapping habitat connectivity for tigers in central India. Regional Environmental Change, 16(1): 53-67.
27. Epps CW, Wehausen JD, Bleich VC, Torres SG, Brashares JS. 2007. Optimizing dispersal and corridor models using landscape genetics. Journal of Applied Ecology, 44(4): 714-724.
28. Goodwin BJ, Fahrig L. 2002. Effect of landscape structure on the movement behaviour of a specialized goldenrod beetle, Trirhabda borealis. Canadian Journal of Zoology, 80(1): 24-35.
29. Harris G, Thirgood S, Hopcraft JGC, Cromsigt JP, Berger J. 2009. Global decline in aggregated migrations of large terrestrial mammals. Endangered Species Research, 7(1): 55-76.
30. Hepcan Ş, Hepcan ÇC, Bouwma IM, Jongman RH, Özkan MB. 2009. Ecological networks as a new approach for nature conservation in Turkey: a case study of Izmir Province. Landscape and Urban Planning, 90(3-4): 143-154.
31. Joly P, Morand C, Cohas A. 2003. Habitat fragmentation and amphibian conservation: building a tool for assessing landscape matrix connectivity. Comptes Rendus Biologies, 326: 132-139.
32. Kabir M, Hameed S, Ali H, Bosso L, Din JU, Bischof R, Redpath S, Nawaz MA. 2017. Habitat suitability and movement corridors of grey wolf (Canis lupus) in Northern Pakistan. PloS one, 12(11): e0187027.
33. Koen EL, Bowman J, Walpole AA. 2012. The effect of cost surface parameterization on landscape resistance estimates. Molecular Ecology Resources, 12(4): 686-696.
34. Kong F, Yin H, Nakagoshi N, Zong Y. 2010. Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling. Landscape and Urban Planning, 95(1-2): 16-27.
35. LaRue MA, Nielsen CK. 2008. Modelling potential dispersal corridors for cougars in midwestern North America using least-cost path methods. Ecological Modelling, 212(3-4): 372-381.
36. Li H, Li D, Li T, Qiao Q, Yang J, Zhang H. 2010. Application of least-cost path model to identify a giant panda dispersal corridor network after the Wenchuan earthquake-Case study of Wolong Nature Reserve in China. Ecological Modelling, 221(6): 944-952.
37. M'soka J, Creel S, Becker MS, Murdoch JD. 2017. Ecological and anthropogenic effects on the density of migratory and resident ungulates in a human-inhabited protected area. African Journal of Ecology, 55(4): 618-631.
38. Murdoch JD, Reading RP, Amgalanbaatar S, Wingard G, Lkhagvasuren B. 2017. Argali Sheep (Ovis ammon) Movement Corridors Between Critical Resources in Ikh Nart Nature Reserve, Mongolia. Mongolian Journal of Biological Sciences, 15(1): 3-12.
39. Soule ME, Gilpin ME. 1991. The theory of wildlife corridor capability. Nature Conservation, 2: 3-8.
40. Stevenson-Holt CD, Watts K, Bellamy CC, Nevin OT, Ramsey AD. 2014. Defining landscape resistance values in least-cost connectivity models for the invasive grey squirrel: a comparison of approaches using expert-opinion and habitat suitability modelling. PloS one, 9(11): e112119.
41. Yeganeh KZ, Faryadi S, Yavari A, Kamali Y, Shabani AA. 2016. Habitat Suitability & Connectivity of Alborz Wild Sheep in the East of Tehran, Iran. Open Journal of Ecology, 6(06): 325-342.

Archive of SID
www.SID.ir

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 9/ Issue 4) winter 2019
Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar
http://girs.iaubushehr.ac.ir

Habitat corridors modeling by using projection method in the MaxEnt model case study: wild sheep (*Ovis orientalis*) of protected areas in Markazi and Hamedan provinces

P. Karami [1], K. Shayesteh [2*]

1. PhD Student of Environmental Science, Department of Natural Resources and Environment, Malayer University
2. Assist. Prof. College of Environmental Science, Department of Natural Resources and Environment, Malayer University

ARTICLE INFO

Article history:
Received 15 May 2018
Accepted 9 December 2018
Available online 19 February 2019

Keywords:
Wild sheep
Corridor
Habitat suitability
Local distribution
Least cost path

ABSTRACT

One of the most commonly used methods for generating resistance maps is reversing habitat suitability (HS). In this study, in order to prepare a cost map, local-scale habitat modeling was conducted in each of the Lashgardar-Golaprabad, Palangab, and Alvand-Chal Khatun- Rasvand areas using the MaxEnt model. At the same time, the results of performing in each area in a wider dimension were extended to a boundary that covers all of the areas. This led to the creation of three scenarios for the relocation of wild sheep. Scenario 1 is HS of Lashgardar-Golaprabad areas as cost map, scenario 2 is HS of Palangab area as cost map and scenario 3 is HS of Alvand- Chal Khatun and Rasvand areas as cost map. Corridor modeling was performed based least cost path method in ArcGIS. Density and suitability metrics of the corridor were investigated. Validation of the corridor and MaxEnt model were performed by the Area under curve (AUC). The adaptation of the designed corridors of each scenario with habitat suitability of different areas was investigated by Friedman test. Eventually, an average of the designed corridors in scenarios 3 was introduced as the main corridor between all areas under study. The results showed that the designed corridor in scenarios 1 and 2 based on AUC, are in well adapted to habitat suitability of the species in other areas; but Friedman's test revealed that the designed corridors in different scenarios have a significant difference (P-value<0.0001) in terms of adaptation to habitat suitability in other areas.

* Corresponding author e-mail address: ka_shayesteh@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir