



## مدل سازی دالان های زیستگاهی با استفاده از روش تجسم در مدل آنتروپی پیشینه مطالعه موردی: قوچ و میش (*Ovis orientalis*) مناطق حفاظت شده استان های مرکزی و همدان

پیمان کرمی<sup>۱</sup>، کامران شایسته<sup>۲\*</sup>

۱. دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر

۲. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۷

پذیرش: ۱۸ آذر ۱۳۹۷

دسترسی اینترنتی: ۳۰ بهمن ۱۳۹۷

واژه های کلیدی:

قوچ و میش

دالان

مطلوبیت زیستگاه

پراکنش محلی

روش کمترین هزینه

### چکیده

از مرسوم ترین روش های تهیه نقشه هزینه جابه جایی، معکوس سازی مطلوبیت زیستگاه است. هدف از این مطالعه تهیه نقشه هزینه، مدل سازی زیستگاه در مقیاس محلی در هر یک از مناطق لشگردر- گلپرآباد، پلنگاب و الوند-چال، خاتون-راسوند با استفاده مدل حداکثر بی نظمی است. هم زمان نتایج اجرای هر محدوده در ابعاد وسیع تر به مرزی که تمام مناطق مذکور را در برگیرد تعمیم داده شد. این عملکرد منجر به ایجاد سه سناریو در جابه جایی قوچ و میش (*Ovis Orientalis*) شد. سناریو ۱ مطلوبیت زیستگاه مناطق لشگردر- گلپرآباد به عنوان نقشه هزینه، سناریو ۲ مطلوبیت زیستگاه منطقه پلنگاب به عنوان نقشه هزینه و سناریو سه نقشه مطلوبیت زیستگاه مناطق الوند-چال خاتون و راسوند به عنوان نقشه هزینه. مدل سازی دالان به روش تحلیل کمترین هزینه در نرم افزار ArcGIS انجام گرفت. نتیجه های تراکم و مطلوبیت دالان بررسی شدند. اعتبار سنجی دالان و مدل آنتروپی پیشینه به وسیله مساحت سطح زیر منحنی (AUC) انجام گرفت. انطباق دالان های طراحی شده هر سناریو بر با مطلوبیت زیستگاه مناطق مختلف از طریق آزمون فریدمن بررسی شد. در نهایت میانگین دالان های طراحی شده در ۳ سناریو به عنوان دالان اصلی بین تمام مناطق مورد مطالعه معرفی شد. نتایج نشان داد که دالان طراحی شده 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 دالان های طراحی شده در سناریو های مختلف دارای تفاوت معناداری ( $P\text{-value} < 0.0001$ ) از نظر انطباق با زیستگاه مطلوب در سایر مناطق است.

\*ka\_shayesteh@yahoo.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

## 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 (۱۴). از مهم‌ترین اولویت‌های مدیریت حیات‌وحش، حفاظت از جمعیت و گونه‌ها در زیستگاه طبیعی است (۲). تخریب و چندپارگی زیستگاه و شکار بی‌رویه از عوامل اصلی انقراض بسیاری از گونه‌های حیات‌وحش در زیستگاه طبیعی به حساب می‌آید (۵). 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 (۳).

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 (۷) و (۱۱). 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 (۳۹). دالان زمانی می‌تواند به‌عنوان رویکردی مؤثر جهت افزایش ارتباط در سیمای سرزمین تلقی شوند که بخش وسیعی از سیمای سرزمین تغییر یافته 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 (۱۸). شیوه جابه‌جایی افراد در سیمای سرزمین احتمالاً با تغییر در ساختار آن تغییر می‌کند (۲۸). تغییر در ساختار سیمای سرزمین ممکن است توسط انسان ایجاد شده باشد که در این صورت این موانع در سیمای سرزمین می‌تواند به شکل جدی جابه‌جایی و مهاجرت سم داران را متوقف کند (۲۲). اهمیت این موانع برای روی جمعیت سم داران وحشی اثبات شده است (۲۱ و ۲۹). از این‌رو شناسایی و مدل‌سازی‌های دالان زیستگاهی می‌تواند در جهت اتخاذ تصمیم درست، کارگشا و مفید واقع گردد. یکی از روش‌های مورد استفاده 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 مورد توجه قرار گرفته است (۱۵ و ۴۱). 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 (۱۰). به‌منظور تهیه نقشه هزینه برای جابه‌جایی گونه در سیمای سرزمین روش‌های متفاوتی وجود دارد. در برخی مطالعات از نظر متخصصین (۲۰، ۳۰، ۳۱، ۳۴، ۳۵ و ۳۶) در برخی دیگر از ژنتیک گونه، تفاوت و تشابهات (۲۵ و ۲۷) و در موارد دیگر از معکوس سازی نتیجه مطلوبیت زیستگاه استفاده می‌شود (۱۷ و ۳۷). 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 انجام گرفته، شبانی و همکاران (۱۲) به تعیین

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 به منظور 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 این گونه در مناطق تپه‌ماهورهای منتهی به مناطق صخره‌ای قرار دارد. این گونه 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؛ از این رو 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 گلپراباد از جمله مناطق حفاظت‌شده استان همدان می‌باشند که در شهرستان ملایر قرار

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 مونه و منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله را با استفاده از تئوری مدار الکتریکی محاسبه کردند. در این مطالعه از روش آنالیز بیهیسه 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 (۲۴) 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 به صورت عینی و جامع شرایط دالان را نمایش می‌دهد.

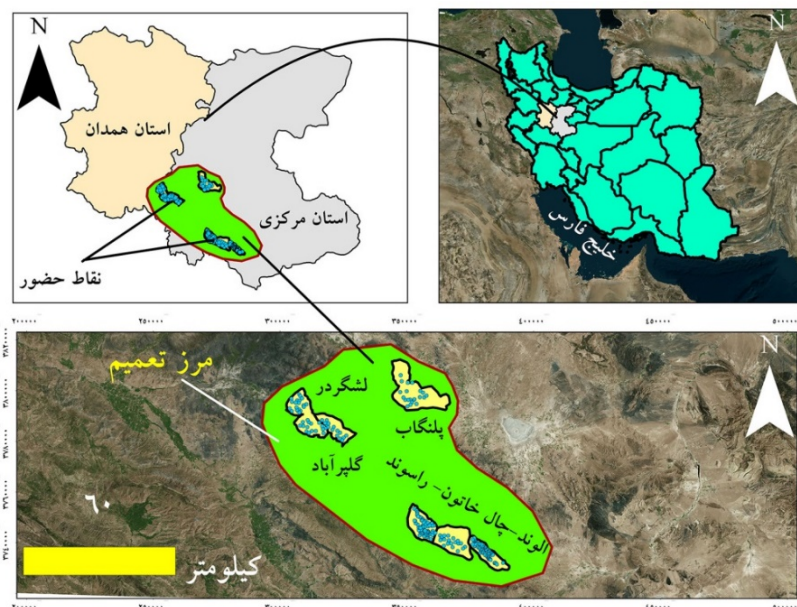
دانا و همکاران (۲۶) به بررسی اتصالات زیستگاهی گونه ببر (*Panthera tigris*) در قسمت مرکزی هند پرداختند. در این مطالعه از نقشه کاربری/ پوشش در دو سناریوی متفاوت به عنوان نقشه هزینه و از تئوری مدار الکتریکی برای شناسایی دالان‌های زیستگاهی در ۱۶ منطقه حفاظت‌شده استفاده شد. در یک نقشه هزینه، تمام طبقات کاربری اراضی یک وزن و در نقشه هزینه دیگری از وزن دهی به طبقات مختلف کاربری/ پوشش اراضی به عنوان نقشه هزینه استفاده شد. در این مطالعه ۲۵ ارتباط زیستگاهی بین لکه‌های مختلف زیستگاهی شناسایی شد.

تپه‌ماهوری و دشتی منطقه را به زیستگاه مناسبی برای گونه‌های مختلف حیات وحش تبدیل کرده است. پناهگاه حیات وحش راسوند با موقعیت جغرافیایی  $22^{\circ} 49'$  تا  $31^{\circ} 49'$  طول شرقی و  $33^{\circ} 47'$  تا  $55^{\circ} 33'$  عرض شمالی در جنوب غربی استان مرکزی و در جنوب شهر شازند قرار گرفته است. این منطقه  $10617$  هکتار وسعت دارد. اقلیم منطقه نیمه سرد خشک است و بیشترین منابع آبی در قسمت جنوب و جنوب 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  $16^{\circ} 49'$  تا  $33^{\circ} 49'$  طول شرقی و  $15^{\circ} 34'$  تا  $26^{\circ} 34'$  عرض شمالی در بخش غربی استان مرکزی، شمال غربی شهر اراک و در جنوب شرقی شهر خنداب واقع شده است. بیش‌ترین سطح این منطقه در طبقات ارتفاعی  $2000-2100$  قرار دارد. این منطقه از نظر منابع آبی غنی است و بیش از  $60$  چشمه دارد. از نظر اقلیمی دارای اقلیم خشک سرد و متوسط بارندگی سالیانه آن  $312$  میلی‌متر و حداکثر دما بین  $31/5-45/2$  تا  $45/2$  درجه سلسیوس است (۱).

مناطق مورد مطالعه در این تحقیق از نظر فاصله به هم نزدیک هستند (شکل ۱) و سیمای اکثر مناطق نیز تپه‌ماهوری است از طرفی در مناطقی همچون الوند، چال خاتون، راسوند و مناطق لشگردر و گلپراباد به دلیل مجاورت و مکمل بودن، عبور و مرور و گذار 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.

دارند. منطقه گلپراباد در فاصله حدود  $40$  کیلومتری جنوب شرقی شهرستان ملایر و در محدوده جغرافیایی  $34^{\circ} 09'$  تا  $15^{\circ} 34'$  عرض شمالی و  $48^{\circ} 00'$  تا  $49^{\circ} 07'$  طول شرقی واقع گردیده است. سیمای منطقه تپه‌ماهوری و قسمت‌هایی از آن صخره‌ای و در پایین دست مناطق دشتی وجود دارد. زمستان آن سرد و نزولات جوی اغلب به صورت برف است. در این منطقه تعداد  $6$  چشمه شناسایی شده که پراکنش مناسبی به نسبت محدوده منطقه دارند. از این رو در تأمین آب وحوش بسیار مهم و حیاتی می‌باشند. منطقه لشگردر بین  $10^{\circ} 34'$  تا  $20^{\circ} 34'$  عرض شمالی و  $48^{\circ} 51'$  تا  $49^{\circ} 00'$  طول شرقی واقع گردیده و مجموعاً  $16000$  هکتار مساحت دارد. این منطقه شامل دو رشته‌کوه آهنگران و توده کوه سرده است. میانگین بارندگی منطقه برابر  $288/8$  میلی‌متر و اقلیم منطقه به روش دومارتن نیمه‌خشک و به روش آمبروزه خشک سرد تعیین شده است (۴). منطقه حفاظت‌شده الوند با مختصات  $38^{\circ} 49'$  تا  $49^{\circ} 49'$  طول شرقی و  $33^{\circ} 42'$  تا  $49^{\circ} 33'$  عرض شمالی در شهرستان خمین در استان مرکزی واقع شده است (۱).

میزان متوسط بارندگی سالیانه برابر  $380$  میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه  $10/2$  درجه سلسیوس است  $9$  تیپ گیاهی با  $115$  گونه که  $20$  درصد آن‌ها اندمیک هستند در منطقه شناسایی شده‌اند. منطقه شکارممنوع چال خاتون در  $30^{\circ} 49'$  تا  $36^{\circ} 49'$  طول شرقی و  $46^{\circ} 33'$  تا  $51^{\circ} 33'$  عرض شمالی در قسمت شرقی شهرستان شازند واقع شده است. چال خاتون منطقه‌ای است کوهستانی که شامل ترکیب صخره‌ها و دامنه‌هایی با مراتع غنی است. از نظر جغرافیایی گیاهی به ناحیه ایرانی- تورانی تعلق دارد که وجود اکوسیستم کوهستانی،



شکل ۱. مناطق مورد مطالعه در استان همدان و مرکزی

#### نقاط حضور

به منظور 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 گلپرایاد استفاده شد (شکل ۱). نقاط حضور جمع‌آوری شده برآوردی از حضور گونه در تمام فصول سال ۱۳۹۵ است. به منظور 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 به وسیله سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شدند. در مجموع تعداد ۳۵۰ نقطه برای تمام مناطق مورد مطالعه 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 انحنای (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<sup>®</sup> 10.2 انجام گرفت. پیش‌ازین 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. از آنجاکه بین متغیرهای مورد استفاده همبستگی بالای ۰/۷۵ وجود نداشت لذا هیچ از متغیرها از مدل‌سازی حذف نشدند.

#### آنتروپی بیشینه

به منظور مطالعه دالان‌های زیستگاهی در مرز گسترده از روش آنتروپی بیشینه در نرم‌افزار MaxEnt<sup>®</sup> 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

دالان را اندازه‌گیری می‌کند. در انتها به منظور دسترسی به برآیندی از مجموع سناریوهای اتخاذ شده 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 آتروپی بیشینه به وسیله 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. به منظور ارزیابی دالان‌های ایجاد شده 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. به منظور 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 ایجاد شده از تمام نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه و پیکسل‌های که در مسیر دالان بودن استخراج گردیدند. به منظور مشخص شدن وجود تفاوت معنادار بین دالان‌های طراحی شده در سناریوهای مختلف و مطلوبیت زیستگاه بالقوه از آزمون فریدمن استفاده شد. این آزمون برای مقایسه چند گروه از نظر میانگین رتبه‌های آن‌هاست و معلوم می‌کند که آیا این گروه‌ها می‌توانند از یک جامعه باشند یا خیر. پس آزمون فریدمن برای تجزیه واریانس دوطرفه (برای داده‌های ناپارامتری) از طریق رتبه‌بندی و همچنین مقایسه میانگین رتبه‌بندی گروه‌های مختلف به کار می‌رود (۶). 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

مناطق مورد مطالعه را در برمی‌گیرد از نظر سیمای ظاهری نیز دربرگیرنده تمام زیستگاهی بینابینی بین مناطق مورد مطالعه است (شکل ۱). در هنگام اجرای مدل نتایج یادگیری و اجرای مدل مناطق حفاظت شده 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 - گلپراباد به مرز تعمیم تجسم داده شد (شکل ۱). در سناریو ۲ نتایج مدل‌سازی زیستگاه در منطقه شکار ممنوع 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

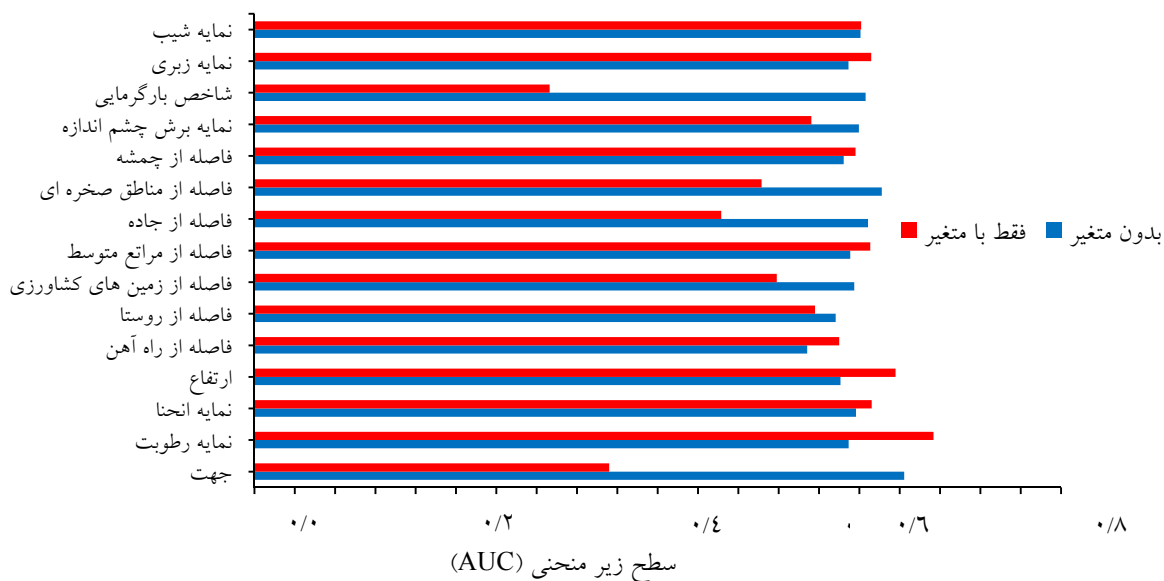
این تحلیل یک الگوریتم رستر پایه ساده را جهت وزن دهی به مسیرهای حداقل بین مبدأ و مقصد بر اساس مقاومت محیط در برابر محرک استفاده می‌کند. خروجی آن نقشه رستری است که در آن هر سلول در سیمای سرزمین ارزشی دارد که پایین‌ترین هزینه تجمعی را از سلول مبدأ به مقصد نمایش می‌دهد و به عنوان کمترین هزینه مسیر شناسایی می‌گردد. تجزیه و تحلیل کمترین هزینه یک روش سامانمند برای ارزیابی و مقایسه هزینه‌های و بوم‌شناختی گذرگاه‌های بالقوه حیات وحش است (۱۳). این روش برای اندازه‌گیری فاصله مؤثر به جای فاصله اقلیدسی بین لکه‌های زیستگاهی و به منظور برآورد یا سنجش نحوه ارتباط بین ذخیره‌گاه‌های بالفعل و بالقوه طراحی شده است (۱۶). پس از تجسم نتایج هر مدل‌سازی به مرز تعمیم، نقشه مطلوبیت زیستگاه در مرز تعمیم به عنوان نقشه هزینه معکوس و تحلیل کمترین هزینه به منظور طراحی دالان در ۳ اجرا انجام گرفت. به عبارتی در هر اجرا مطلوبیت و پراکنش بالقوه قوچ و میش در مناطق مورد مطالعه (لشگردر - گلپراباد، پلنگاب، الوند - چال خاتون - راسوند) که حاصل از تجسم مدل در مرز تعمیم بود به عنوان نقشه هزینه وارد مدل‌سازی شدند. ابزار مورد استفاده در این مطالعه ۲ سنجه مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین و تراکم جابه‌جایی در طول

## نتایج

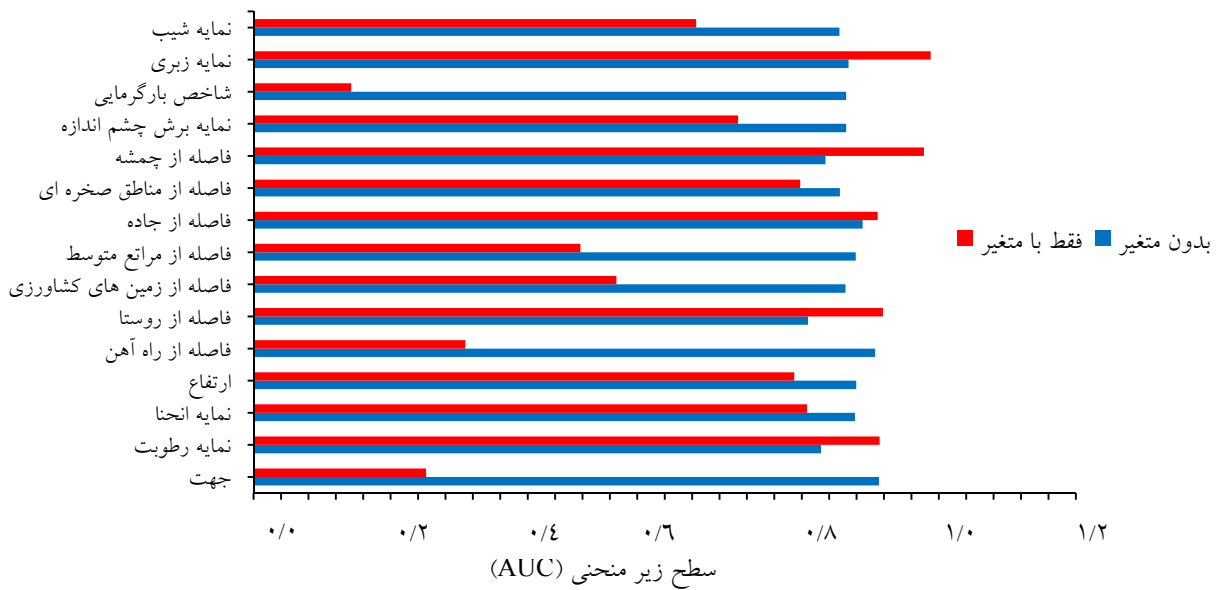
### آنتروپی بیشینه

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 ۴ نتایج حاصل از حساسیت سنجی مدل رو را در سناریو ۱، ۲ و ۳ نشان 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 ۴) نمایه زبری، فاصله از چشمه و فاصله از مناطق مسکونی بیشترین تأثیر را در پراکنش گونه دارند.

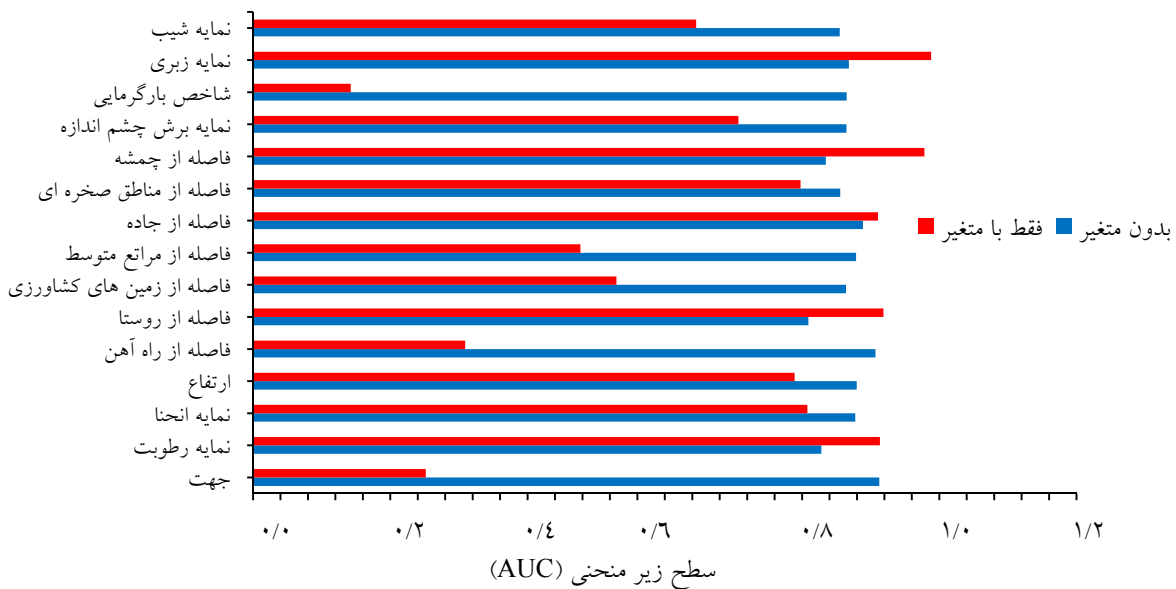
فریدمن برای مقایسه دالان‌ها استفاده شد. برای این منظور نرم‌افزار SPSS<sup>®</sup> 16 مورد استفاده قرار گرفت. این عمل برای هر ۳ سری دالان شناسایی شده انجام گرفت؛ یعنی به طور مثال اعتبار سنجی دالان شناسایی شده در سناریو ۱ با استفاده از نقشه‌های مطلوبیت سناریوهای ۱، ۲ و ۳ انجام تا وضعیت هر دالان و انطباق آن با زیستگاه مطلوب در سایر سناریوها بررسی گردد. علاوه بر آن استخراج ارزش‌های پیکسلی از نقشه‌های مطلوبیت به ازای نقاط تصادفی ایجاد شده 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.



شکل ۲. حساسیت سنجی متغیرهای ورودی به تحلیل در سناریو ۱



شکل ۳. حساسیت سنجی متغیرهای ورودی به تحلیل در سناریو ۲



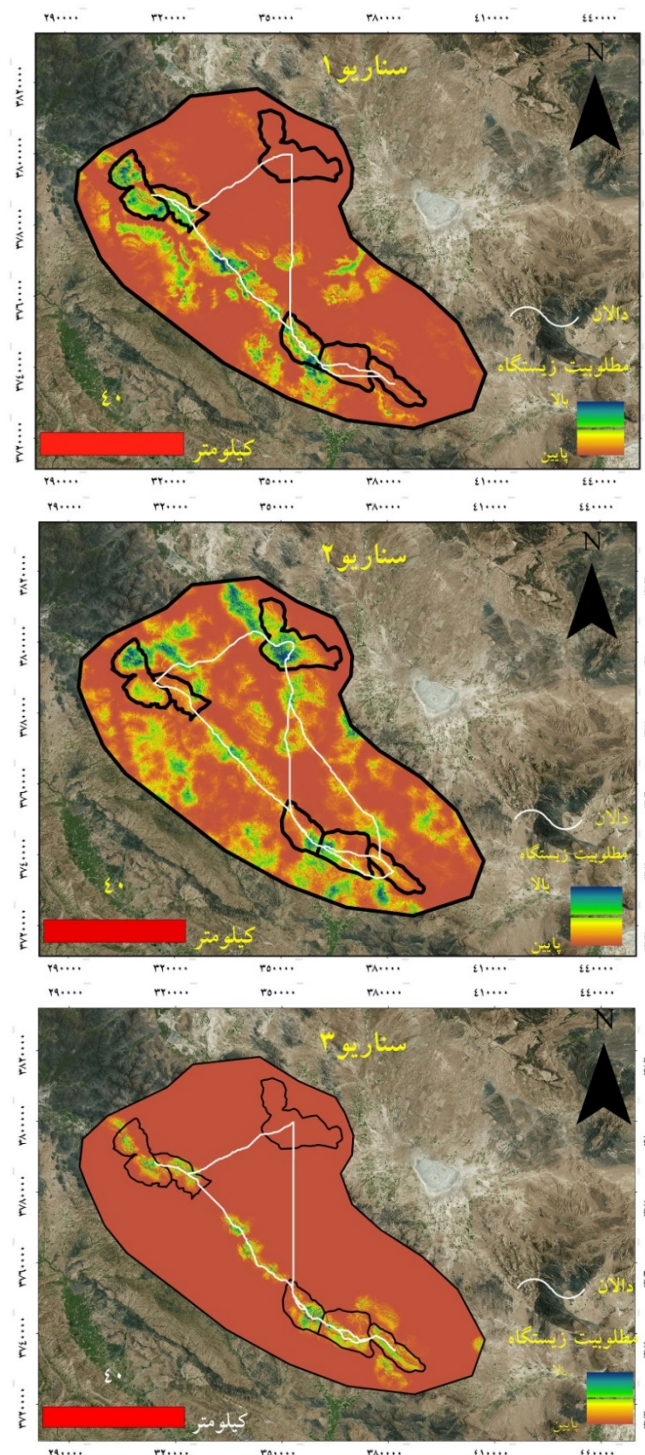
شکل ۴. حساسیت سنجی متغیرهای ورودی به تحلیل در سناریو ۳

نتایج نشان می‌دهد شباهت دالان‌های زیستگاهی ایجاد شده در سناریوهای مختلف است. تنها در سناریو ۲، مسیرهای متفاوتی برای گذار در مناطق الوند- چال خاتون - راسوند به یکدیگر و منطقه پلنگاب شناسایی شده است (شکل ۵).

#### دالان‌های شناسایی شده

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

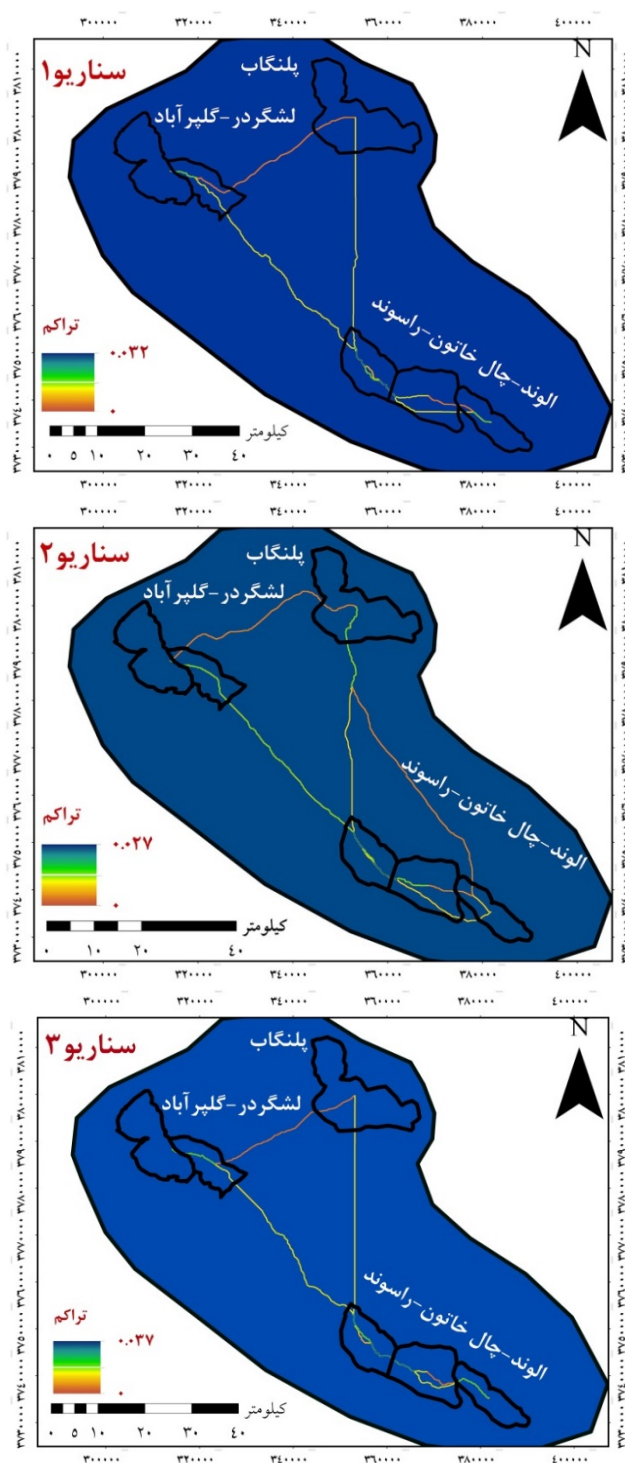




شکل ۵. دالان مدل‌سازی شده در سناریوهای مختلف

تقریباً در تمام سناریوهای مورد بررسی بین مناطق الوند، چال خاتون و راسوند دارای مقادیر بالای از استفاده هستند (شکل ۶).

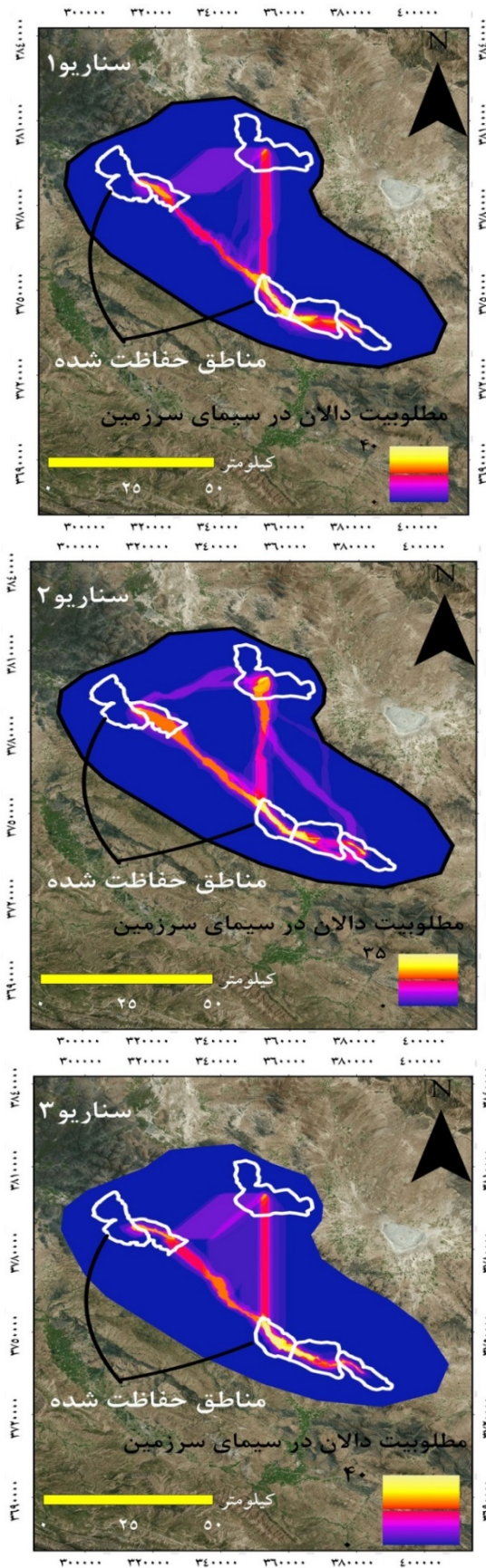
نتایج حاصل از سنجش تراکم دالان با توجه به سناریوهای مختلف نشان می‌دهد که این خطوط بیانگر میزان استفاده قوچ و میش‌ها در جابه‌جایی و تحرک در طول مسیر هستند که



شکل ۶. سنجش تراکم دالان‌ها در سناریوهای مختلف

بالا است. در سناریو ۲ مطلوبیت در مناطق مذکور مجدد بالاست اما در این سناریو میزان مطلوبیت دالان در محدوده پلنگاب و لشگردر- گلپیرآباد افزایش می‌یابد (شکل ۷).

نتایج سنجش 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



شکل ۷. سنجه مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین در سناریوهای مختلف

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

جدول ۱. 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	۵/۶ درصد	۱۷۲۹ متر	۲۳۱۶ متر	۳۲۳۸ متر
سناریو ۲	۱۰۰۸ متر	۱۵/۸ درصد	۴/۵ درصد	۱۷۲۸ متر	۲۳۳۶ متر	۳۰۰۱ متر
سناریو ۳	۱۰۲۳ متر	۲۹/۱ درصد	۶/۰ درصد	۱۷۳۹ متر	۲۳۲۲ متر	۳۲۶۲ متر

نتایج آزمون فریدمن دالان طراحی شده در هر سناریو با مطلوبیت زیستگاه بالقوه گونه در سایر سناریوها نشان می‌دهد که آزمون دالان‌های طراحی شده توسط سناریوهای مختلف دارای تفاوت معنی دار 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 ( $P\text{-value} < 0/0001$ ). به عبارت دیگر دالان طراحی شده هر سناریو از نظر آماری تفاوت معناداری در قرارگیری در زیستگاه مطلوب سایر سناریوها دارد که این آزمون متفاوت بودن دالان‌های طراحی شده در شرایط آشیان اکولوژیک متفاوت را می‌رساند (جدول ۲).

نتایج آزمون فریدمن جهت بررسی تفاوت میسر قرارگیری هر دالان در محدوده پراکنش بالقوه در ۳ سناریو مقایسه چند گروه (مطلوبیت ۳ سناریو) درجه آزادی

جدول ۲. 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	ارزش مشاهده شده
۸۹/۶۴	۲۴۹/۸۴	۱۵/۵۶	ارزش بحرانی
۵/۹۹	۵/۹۹	۵/۹۹	درجه آزادی
۲	۲	۲	P-value
<0/0001	<0/0001	<0/0001	آلفا
0/05	0/05	0/05	

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

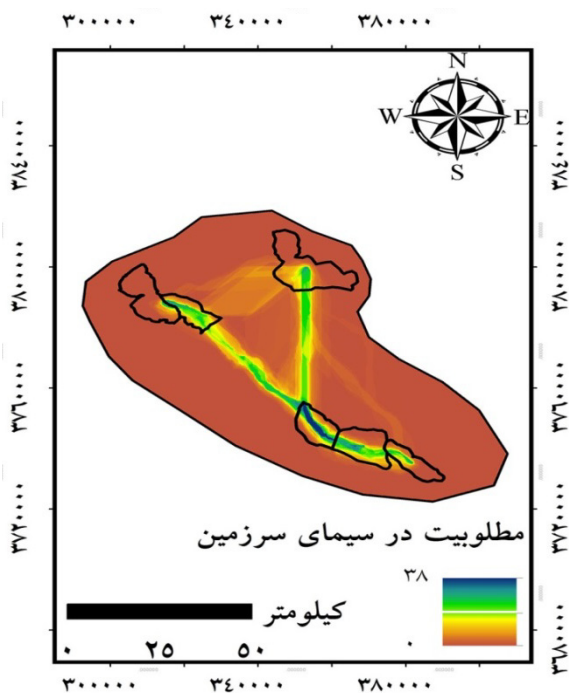
جدول ۳. اعتبارسنجی دالان‌های زیستگاهی در مطلوبیت زیستگاه محلی

مقادیر مختلف مساحت سطح زیر منحنی (AUC)					
P-Value	مطلوبیت زیستگاه ۳	P-Value	مطلوبیت زیستگاه ۲	P-Value	مطلوبیت زیستگاه ۱
<0/0001	0/777	<0/0001	0/711	<0/0001	0/732
<0/0001	0/722	<0/0001	0/794	<0/0001	0/771
<0/0001	0/775	<0/0001	0/640	<0/0001	0/648

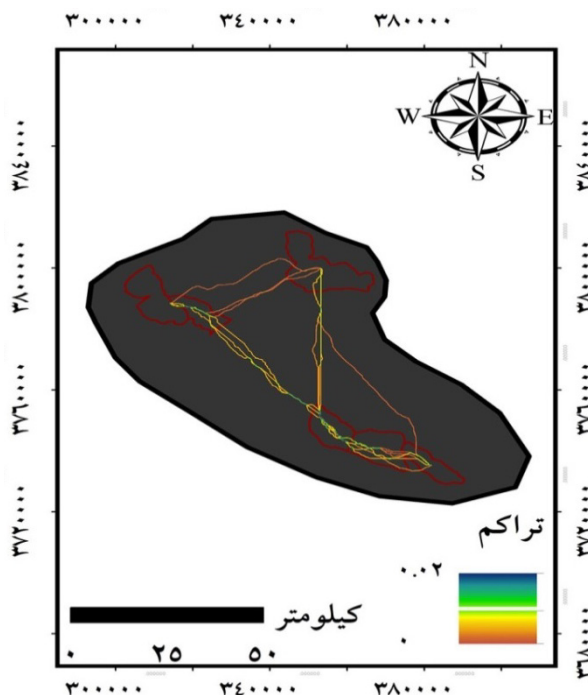


امکان تردد را دارد. در شکل ۷ بیشترین ارزش در قسمت الوند-چال خاتون-راسوند قرار دارد.

نتایج میانگینی از تراکم دالان (شکل ۸) و میانگینی از مطلوبیت در سیمای سرزمین دالان‌های طراحی شده (شکل ۹) نشان می‌دهد که قسمت‌های آبی رنگ محدوده‌ای که بیشترین



شکل ۹. نقشه میانگین مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین در ۳ سناریو



شکل ۸. نقشه میانگین تراکم دالان در ۳ سناریو

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 گلپرایاد متوسط شیب در دالان‌های طراحی شده به وسیله روش‌های شبکه عصبی، شبکه بردار پشتیبان و مدل تجسم یافته برابر ۱۴ درصد عنوان شده 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.

## بحث و نتیجه گیری

بررسی نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه نشان می‌دهد که قوچ و میش‌های مناطق پلنگاب و لشگردر-گلپرایاد به مراتب 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-گلپرایاد و الوند-راسوند-چال خاتون به منطقه پلنگاب نقش داشته است. طول دالان شناسایی شده 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 طراحی شده در بین پناهگاه حیات وحش موته و قمشلو برابر ۲۴ کیلومتر اندازه‌گیری شد. که البته این

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-گلپراباد 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. به‌نحوی که مساحت سطح زیر منحنی دالان‌های طراحی‌شده در انطباق با زیستگاه مطلوب مناطق لشگردر-گلپراباد و منطقه پلنگاب به ترتیب برابر ۰/۶۴۸ و ۰/۶۴۰ محاسبه شده 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-گلپراباد 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 مورد استفاده در این مطالعه کمترین مطلوبیت زیستگاه در طول جابه‌جایی گونه‌های قوچ و میش در مسیر پلنگاب به لشگردر و گلپراباد است. در بازدیدهای میدانی از منطقه مورد مطالعه مشخص شد که قسمت‌های شرقی منطقه گلپراباد 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 احاطه شده‌اند. باین‌حال 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

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-گلپراباد 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 به مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین در سناریو ۱ بیشترین میزان مطلوبیت دالان به‌عنوان زیستگاه در سیمای سرزمین مربوط به مناطق گلپراباد 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-گلپراباد 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 سنججه 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 تبیین مناسبی در عبور از زیستگاه مطلوب را در مناطق پلنگاب و

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 در نتیجه 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 در نهایت می‌تواند نتایج 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-گلپراباد متغیرهای رطوبت، ارتفاع و زبری، در منطقه پلنگاب، فاصله از مناطق مسکونی، شیب و نمایه انحنای 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 از نظر کمترین هزینه به یکدیگر متصل می‌کنند. یکی از موارد مهم در مدیریت مناطق گذار، 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 به صورت 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

قرار گرفته‌اند از مسیرهای یکسانی جهت اتصال استفاده خواهند کرد یا خیر؟ تفاوت شرایط محلی پراکنش منجر می‌شود که شرایط انتخاب مسیر گذار نیز متفاوت شود این تفاوت‌ها به عوامل مختلف محیطی طبیعی و انسانی مرتبط است (۳۷). بنابراین در صورتی که 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 بگذارند (۲۳). به‌نحوی که در مطالعه استونسون هولت و همکاران (۴۰) تفاوت بین روش‌های متخصص پایه و معکوس کردن مطلوبیت زیستگاه از نظر 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 در مجموع 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 کتبی. ۶۸ صفحه.
۲. اشرف زاده، م. ر. و س. سالم. ۱۳۹۶. نقش جوامع محلی در حفاظت از گونه‌های درخطر انقراض حیات‌وحش (مطالعه

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، ۵(۲): ۱-۱۳.
۱۲. شبانی، ا. ن. حبیب زاده و م.م. حسینی قمی. ۱۳۹۶. تعیین اولویت کریدورهای حیات وحش بین مناطق حفاظت شده آذربایجان شرقی. فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط، ۷(۲۳): ۶۷-۸۲.
۱۳. عرفانیان، ب.، س.ح. میر کریمی، ع. سلمان ماهینی و ح.ر. رضایی. ۱۳۹۴. مکان‌یابی احداث گذرگاه برای پلنگ (*Panthera pardus*) در پارک ملی گلستان. فصلنامه محیط‌زیست جانوری، ۷(۴): ۱-۱۰.
۱۴. قندالی، م.، ا. علیزاده، م. کرمی، م. کابلی و ح. ظهراپی. ۱۳۹۳. کاربرد معیارهای بوم‌شناسی سیمای سرزمین در ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی در پارک ملی کویر. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۶(۹۳): ۵۲۱-۵۶۲.
۱۵. کرمی، پ.، ک. شایسته، ا. کرمی و س.م. حسینی. ۱۳۹۶. شناسایی دالان‌های زیستگاهی گوسفند وحشی ارمنی (*Ovis orientalis*) در بستر سیمای سرزمین مبتنی بر تئوری مدارهای الکتریکی (مطالعه موردی: مناطق لشگردر و گلپرایاد). فصلنامه پژوهش‌های جانوری، ۳۱(۳): ۲۹۵-۳۰۶.
۱۶. مهدی احمدی، ا.ع.، ب. شمس اسفند آباد و ح. گشتاسب میگوئی. ۱۳۹۳. مدل‌سازی مسیرهای گذار گوسفند وحشی البرز مرکزی با استفاده از آنالیز تحلیل کمترین هزینه در استان تهران. فصلنامه علوم و مهندسی محیط‌زیست، ۱(۳): ۴۱-۵۸.
۱۷. ملکوتی خواه ش.، س. فاخران و ع. سفیانیان. ۱۳۹۲. استفاده از تئوری مدارهای الکتریکی جهت شناسایی کریدورهای مهاجرتی بین پناهگاه حیات وحش موته و قمشلو در استان اصفهان. بوم‌شناسی کاربردی، ۲(۵): ۷۷-۸۸.
۱۸. ملکوتی خواه، ش. ۱۳۹۴. دالان‌ها، چیدمان‌های زیستگاهی مهم در سیمای سرزمین، فصلنامه زیست سپهر، ۱۰(۱): ۱-۴.
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، ۴(۸): ۱۴۹-۱۵۶.
- موردی: گوزن زرد ایرانی در استان خوزستان). فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط، ۷(۲۳): ۲۵-۳۸.
۳. اصغری سرانکارود، ص.، ل. آقایی و ا. پیروزی. ۱۳۹۶. 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(۴): ۴۹-۶۲.
۴. ایلدرومی، ع.، ع. دلال اوغلی و م. قربانی. ۱۳۹۴. ارزیابی توان اکولوژیک و اکوتوریسمی منطقه حفاظت‌شده لشگردر در شهرستان ملایر. فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، ۱۶(۵۴): ۳۲۵-۳۴۷.
۵. پیش مقدم، ک.، م. ملیکان و ر. آدواری. ۱۳۹۶. ارزیابی ژنتیکی جمعیت بیان گذار گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) در مرکز تکثیر چادگان، فصلنامه محیط‌زیست جانوری، ۹(۳): ۴۱-۴۸.
۶. حبیب پور، ک و ر. صفری. ۱۳۹۱. راهنمای جامع کاربرد SPSS در تحقیقات پیمایشی (تحلیل داده‌های کمی). انتشارات لویه، متفکران. ۸۶۱ صفحه.
۷. حیدریان آقاخانی، م.، ر. تمرش، ز. جعفریان، م. ترکش اصفهانی و م.ر. طاطیان. ۱۳۹۶. 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): ۱-۱۴.
۸. رضوانی، آ.، س. فاخران و ع. سفیانیان. ۱۳۹۵. مدل‌سازی ارتباطات اکولوژیکی برای قوچ و میش وحشی (*Ovis orientalis isphahanica*) بین پناهگاه حیات وحش 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. ۱۳۹۶. 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): ۱۷-۲۴.
۱۰. سلمان ماهینی، ع و ح.ر. کمیاب. ۱۳۹۰. سنجش‌ازدور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربرد با نرم‌افزار ادریسی. انتشارات مهر مهدیس. چاپ دوم، ۵۹۶ صفحه.



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.



## 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 <sup>1</sup>, K. Shayesteh <sup>2\*</sup>

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 ( $P\text{-value} < 0.0001$ ) in terms of adaptation to habitat suitability in other areas.

\* Corresponding author e-mail address: [ka\\_shayesteh@yahoo.com](mailto:ka_shayesteh@yahoo.com)