

بارسازی نقش ارتفاع در جابه‌جایی گونه‌های حیات‌وحش مناطق کوهستانی با تاکید بر مناطق حفاظت شده: مطالعه موردی استان کرمانشاه

- پیمان کرمی: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
- کامران شایسته*: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
- نصراله رستگارپویانی: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۸

چکیده

کوهستان‌ها، اکوسیستم‌های منحصربه‌فردی هستند که براساس تنوع و پیچیدگی توصیف می‌شوند. تغییرات توپوگرافی شدید و گرادیان‌های اقلیمی و زیستی با تضادهای شدید فصلی و شکنندگی از ویژگی این مناطق است. با افزایش فشار بر گونه‌های حیات‌وحش، مناطق مرتفع به‌عنوان آخرین پناهگاه‌های حیات‌وحش ایفای نقش می‌کنند. ارتفاع در تشکیل این مناطق نقش بسیار کلیدی دارد که سایر عوامل محیطی را نیز به شکل مستقیم و یا غیرمستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد. محدودیت ارتفاعی در استفاده از سرزمین، مانعی برای توسعه لگام‌گسیخته و در نتیجه دست‌ورزی به این مناطق شده است. به‌منظور بررسی جابه‌جایی گونه‌های مناطق حفاظت‌شده کوهستانی استان، موقعیت مشاهده ۱۷ گونه از پرندگان و پستانداران استان شناسایی شد. سپس نقشه هزینه جابه‌جایی با استفاده از وزن‌دهی به طبقات مختلف ارتفاع تهیه شد. از روش‌های تحلیل کم‌ترین هزینه مسیر (least cost path analysis) و تئوری مدار الکتریکی (Circuitscape) و همچنین متریک‌های مربوط به هریک، برای مدل‌سازی و تحلیل مسیر جابه‌جایی حیات‌وحش استفاده شد. بر اساس نتایج تئوری مدار ۱۵ دالان زیستگاهی با طول ۱۳۶۳ کیلومتر شناسایی شد. پناهگاه حیات‌وحش بیستون و منطقه شکار ممنوع بوزین و مرخیل بیش‌ترین نقش را در برقراری ارتباطات سیمای سرزمین مناطق حفاظت‌شده برعهده دارند. براساس نتایج تحلیل کم‌ترین هزینه، ۲۶ کریدور با طول ۴۳۱۷ کیلومتر مدل‌سازی شد. متریک‌های مطلوبیت و تراکم استفاده از دالان در روش کم‌ترین هزینه نشان دادند که مطلوب‌ترین کریدور برای جابه‌جایی گونه‌های حیات‌وحش در مسیر کوه‌های بیستون، پرآو و خورین به سمت رشته‌کوه شاهو قرار دارد.

کلمات کلیدی: اتصالات سیمای سرزمین، بیستون، شاهو، بوزین و مرخیل، ارتفاع، کرمانشاه

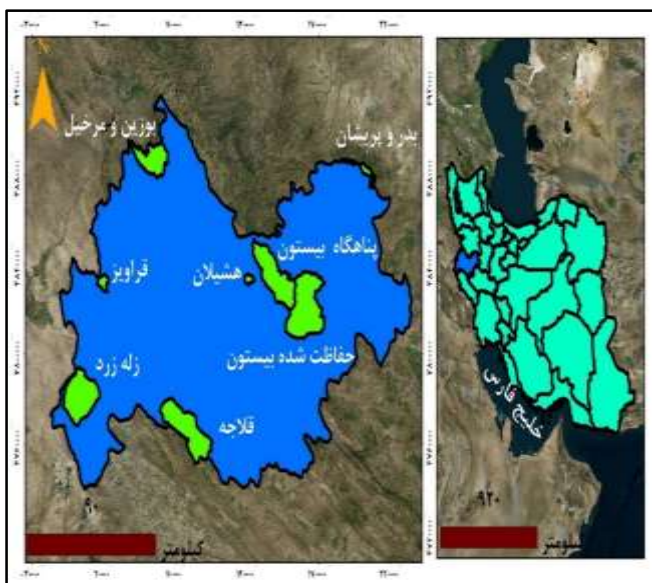


مقدمه

در طول نیم‌قرن گذشته، سطح زمین دستخوش تغییرات فراوان، ناشی از فعالیت‌های انسانی از طریق جنگل‌زدایی و توسعه شهرها شده است. نرخ نابودی تنوع زیستی به دلیل تسلط روزافزون انسان بر اکوسیستم‌های طبیعی، روندی روبه رشد دارد و این واقعیت زمانی نگران‌کننده می‌شود که تخریب‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در حال پیشی گرفتن از تلاش‌های موجود در راه حفاظت از تنوع زیستی است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۵). دخل و تصرف‌های انسانی ممکن است به وسیله کاهش قدرت جابه‌جایی و ارتباط، مانع استفاده از زیستگاه شود (Kuck و همکاران، ۱۹۸۵؛ Cassirer و همکاران، ۱۹۹۲؛ Côté، ۱۹۹۶؛ Papouchis و همکاران، ۲۰۰۱). توسعه مناطق مسکونی و همبستگی که با توسعه شبکه‌های حمل نقل دارد، می‌تواند بر روی کارکردهای زیستگاه، مسیرهای جابه‌جایی حیات‌وحش و ارتباط لکه‌های پراکنش تأثیرگذار باشد (Ibisch و همکاران، ۲۰۱۶؛ Selva و همکاران، ۲۰۱۵). از این‌رو ارتباط، یکی از ویژگی‌های سیمای سرزمین است (عبدلهی و ایلدرومی، ۱۳۹۶) تحت تأثیر قرار می‌گیرد. مناطق حفاظت‌شده کوهستانی، اشکال متنوعی از حیات را با در نظر گرفتن دو مؤلفه شیب و ارتفاع در خود نگه‌داشته‌اند (UNEP، ۲۰۰۲). این مناطق از نظر وسعت، یک‌چهارم سطح زمین را در بر گرفته‌اند ولی بیش از نیمی از نقاط داغ زیستگاهی در این مناطق قرار دارد (Kohler و Maselli، ۲۰۰۹). با این حال این اکوسیستم‌ها نسبت به تغییرات جاری مانند تغییر کاربری اراضی، فشار اکوتوریسم و تغییر اقلیم، بسیار حساس و شکننده هستند (Macchi، ۲۰۱۰؛ Price و Butt، ۲۰۰۰). در میان تمام تهدیدات موجود، نقش کریدورها بارز می‌گردد. کریدورها به عنوان باریکه‌ای از سرزمین که لکه‌ها را به هم متصل می‌کنند و به عنوان مجرای برای انتقال و جابه‌جایی زیستمدانان از لکه‌ای به لکه‌ای دیگر عمل می‌کند (Barnes، ۲۰۰۰). مطالعه حرکات و جابه‌جایی‌های گونه‌های حیات‌وحش یکی از سخت‌ترین رفتارهای حیات‌وحش برای مشاهده و اندازه‌گیری است (Zeller و همکاران، ۲۰۱۲). از این‌رو به منظور پوشش خلأ اطلاعاتی برای بخش‌هایی که دانش آن وجود ندارد، از نقشه هزینه استفاده می‌شود (Zeller و همکاران، ۲۰۱۲). روش‌های متفاوتی برای ارزیابی و تعیین نقشه هزینه وجود دارد. در ارزیابی‌های انجام شده بر روی طراحی کریدور، نتایج نشان داده که از نقشه‌های کاربری/پوشش، جاده و سایر عوارض خطی، ارتفاع (Vignieri، ۲۰۰۵)، شیب (Epps و همکاران، ۲۰۰۷)، سکونت‌گاه‌های انسانی، درصد تاج پوشش، تراکم جمعیت انسانی، دما و تراکم پوشش گیاهی به بیش‌ترین مقدار برای طراحی نقشه هزینه استفاده شده‌اند (Zeller و همکاران، ۲۰۱۲). در صورتی که عوامل

اکولوژیک را به چهار دسته شامل: عوامل اقلیمی، عوامل خاک، عوامل زیستی و توپوگرافی تقسیم کنیم (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲)، آن‌گاه می‌توان اذعان نمود که ارتفاع با تأثیر بر روی تمامی موارد ذکرشده، نقش اساسی داشته، به‌نحوی که تمام پارامترهای دیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Randin و همکاران، ۲۰۰۹؛ Tang و Ohsawa، ۱۹۹۷؛ Yoo و Do، ۲۰۱۴). ارتفاع از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده گرادیان‌های اقلیمی است، زیرا بر روی دمای متوسط، تبخیر و تعرق، طول و مدت رویش و رشد، رطوبت، فشار هوا، تابش فرابنفش و بارندگی تأثیر می‌گذارد (لطفی و همکاران، ۱۳۹۶). ارتفاعات بر روی شکل‌گیری باد تأثیر داشته و با افزایش ارتفاع بر سرعت باد افزوده می‌شود، به این طریق بسیاری از پرندگان را تحت تأثیر قرار می‌دهند، چرا که پرندگان در مسیر جابه‌جایی‌های خود به کاهش هزینه از طریق استفاده از فاکتورهای محیطی توجه دارند (Liechti، ۲۰۰۶؛ Katzner و همکاران، ۲۰۱۲). بسیاری از پستانداران، ساکن مناطق کوهستانی هستند و دارای جابه‌جایی و مهاجرت‌های ارتفاعی هستند (Histøl و Hjeljord، ۱۹۹۳؛ Vuren، ۱۹۸۳؛ Singer و همکاران، ۲۰۰۰؛ Igota و همکاران، ۲۰۰۴؛ Cumming و Beange، ۱۹۸۷)، بنابراین اثر ارتفاع بر توزیع و جابه‌جایی گونه‌ها قابل پیش‌بینی است (Kim، ۲۰۱۳؛ Chettri و همکاران، ۲۰۱۰). تغییرات اقلیمی نیز به‌نحوی گونه‌های حیات‌وحش را از نظر توزیع، تحت تأثیر قرار می‌دهند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۷). براساس پیش‌بینی‌های انجام گرفته، ارتفاعات یکی از پناه‌های حیات‌وحش در مقابل تغییرات اقلیمی بوده که گونه‌ها را به مهاجرت و جابه‌جایی ارتفاعی سوق می‌دهد (Ye و همکاران، ۲۰۱۸). از این‌رو عامل ارتفاع و اثر آن، یک پارامتر کلیدی و ناشناخته در جابه‌جایی و پرواز است (Duerr و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعات متفاوتی پیرامون بررسی اهمیت ارتفاع به عنوان یک فاکتور برای جابه‌جایی گونه‌های حیات‌وحش انجام گرفته است. در مطالعه Duerr و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثر متغیرهای توپوگرافی بر روی جابه‌جایی گونه عقاب طلایی در مقیاس‌های مکانی و زمانی پرداختند. در این مطالعه از اطلاعات مربوط به جابه‌جایی و پرواز گونه در ۵ محدوده از مناطق حفاظت شده پرندگان کالیفرنیا استفاده شد. از اطلاعات مربوط به متغیرهای ارتفاع شامل: درصد شیب، ارتفاع، زبری و جهت در ۲ مقیاس برای مدل‌سازی استفاده شد. براساس نتایج، جابه‌جایی‌های ارتفاعی به جریان دمای هوای روبه بالا (updraft) مرتبط هستند و نتایج پیچیده را با توجه به مقیاس‌های زمانی و مکانی خواهند داشت، که تا حدودی به نیم‌رخ‌های ارتفاعات وابسته هستند. در برخی دیگر از مطالعات نیز ارتفاع به عنوان یک متغیر مهم برای گریز از تغییرات اقلیمی مطرح شده است. Ye و همکاران (۲۰۱۸) به مطالعه تأثیر تغییرات اقلیم و کاربری اراضی بر روی ۹ گونه از پستانداران

آن ۴۴۱ و حداکثر ارتفاع آن ۲۵۳۸ متر از سطح دریاهای آزاد است (شکل ۱). این منطقه دارای اقلیم مرطوب و سرد، متوسط درجه حرارت ۱۲/۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارش ۷۰۰-۸۰۰ میلی‌متر است. منطقه حفاظت‌شده و پناهگاه حیات‌وحش بیستون (مجموعه بیستون) به ترتیب با موقعیت‌های جغرافیایی شرقی $34^{\circ}17'23.99''$ عرض شمالی و $48^{\circ}8'59.99''$ طول شرقی، و $34^{\circ}21'0''$ عرض شمالی و $46^{\circ}17'59.99''$ طول شرقی در استان کرمانشاه قرار گرفته‌اند (شکل ۱). این دو منطقه از دیرباز به عنوان زیستگاه‌های مناسب انواع گونه‌های گیاهی و جانوری برشمرده شده‌اند. دارای سیمای کاملاً کوهستانی با دره‌های از جنس آهک است. اقلیم منطقه براساس ضریب خشکی دوماترن، سرد و نیمه‌مرطوب است. میانگین بارش سالیانه آن حدود ۳۶۹ میلی‌متر و متوسط دمای هوا در آن ۱۳/۹ درجه سانتی‌گراد است (غلامی و صیاد، ۱۳۹۴). منطقه شکارممنوع زله‌زرد در جنوب شهرستان قصر شیرین و شرق نفت شهر و شمال سومار به مساحت بیش از ۳۹۶۰۷ هکتار، بین طول‌های جغرافیایی $29^{\circ}31'45''$ و $45^{\circ}46'14''$ و عرض جغرافیایی $55^{\circ}59'55''$ و $33^{\circ}20'10''$ شمالی واقع شده است. این منطقه بر اساس آگهی رسمی از تاریخ ۸۵/۴/۱۵ به مدت ۵ سال به عنوان منطقه‌ی شکار و تیراندازی ممنوع اعلام گردید. منطقه بدر و پریشان $47^{\circ}27'57''$ طول شرقی تا $44^{\circ}10'35''$ عرض شمالی و در ۱۲ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان قروه در استان کردستان واقع گردیده است (شکل ۱). بیش‌تر وسعت این منطقه در شهرستان قروه و بخشی از آن نیز در شهرستان سنقر قرار گرفته است. جدول ۱ متوسط ارتفاع مناطق حفاظت‌شده استان را نمایش می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت استان کرمانشاه و مناطق حفاظت‌شده در استان

تهدید شده مناطق نیمه‌خشک کوهستان Altai در چین پرداختند. در این مطالعه پیش‌بینی تغییرات برای سال‌های ۲۰۵۰-۲۰۱۰ انجام گرفت. نتایج نشان‌دهنده شرایط نامطلوب برای گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق بود، به‌نحوی که بسیار از گونه‌ها بیش از ۵۰ درصد از زیستگاه مطلوب خود را از دست می‌دهند و به قسمت‌های با ارتفاع بالاتر و مناطق کوهستانی مهاجرت می‌کنند. عوامل متعددی می‌تواند تعیین کننده هزینه جابه‌جایی برای گونه باشند. این عوامل در بررسی اتصالات لکه‌های زیستگاهی، نقش هزینه را دارند. آن‌چه در تمام روش‌های مدل‌سازی دالان مشترک است، تهیه نقشه هزینه یا اصطلاحاً 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، مشخص می‌شود که برای عبور از هر طبقه چه ارزش و یا هزینه‌ای باید پرداخت گردد. این ارزش‌ها ممکن است به‌صورت پولی نیز بیان شوند (کرمی و شایسته، ۱۳۹۷). هدف از این مطالعه تعیین نقش ارتفاع، به عنوان یک عامل کلیدی در تهیه نقشه هزینه جابه‌جایی است. از این‌رو در این مطالعه، از عامل ارتفاع جهت نقشه هزینه استفاده شد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه: استان کرمانشاه با وسعتی معادل ۲۵۰۳۸

کیلومترمربع بین مدار جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است (شکل ۱). از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود می‌شود و با این کشور حدود ۳۳۰ کیلومتر مرز مشترک دارد. استان کرمانشاه از لحاظ تقسیمات کشوری به ۱۴ شهرستان، ۲۹ بخش، ۲۸ شهر و ۸۵ دهستان تقسیم شده است. از مهم‌ترین ارتفاعات این استان می‌توان به رشته‌کوه شاهو، پراو، دالاهو، الوند، امروله و دالاخانی اشاره کرد. منطقه شکارممنوع قراویز با موقعیت جغرافیایی $45^{\circ}45'55.02''$ طول شرقی و $34^{\circ}30'39.21''$ عرض شمالی با ارتفاع متوسط ۴۳۰ متر و بیش‌ترین ارتفاع ۸۱۶ متر از سطح دریای آزاد، بین شهرستان‌های سرپل ذهاب و قصر شیرین قرار گرفته است. در قسمت شمال دارای رودخانه دائمی قوره تو بوده و به‌صورت تپه‌ماهورهایی در اطراف یک دشت است. منطقه حفاظت‌شده بوزین و مرخیل در استان کرمانشاه در شهرستان پاوه و بخش باینگان واقع گردیده است. این منطقه با وسعت $23724/0.3$ هکتار در موقعیت جغرافیایی $45^{\circ}09'63.35''$ طول شرقی و $35^{\circ}02'24.91''$ عرض شمالی قرار دارد. حداقل ارتفاع

جدول ۱: موقعیت قرارگیری مناطق حفاظت‌شده و متوسط ارتفاع

نام منطقه	شهرستان	متوسط ارتفاع به متر
پناهگاه حیات وحش بیستون	کرمانشاه	۱۹۷۰
منطقه حفاظت‌شده بیستون	هرسین	۱۹۴۶
تالاب هشیلان	کرمانشاه	۱۳۰۴
منطقه حفاظت‌شده بوزین و مرخیل	پاوه	۱۲۱۵
منطقه حفاظت‌شده قلاجه	گیلان غرب	۱۶۳۶
منطقه شکارممنوع قراویز	سرپل ذهاب	۵۷۰
منطقه شکارممنوع زله زرد	قصر شیرین	۳۷۳
منطقه حفاظت‌شده بدر و پریشان	سنقر	۲۳۹۷

میدانی تنظیم گردید. با استفاده از روش طبقه‌بندی مجدد نقشه ارتفاع استان به ۵ طبقه تقسیم و وزن‌دهی براساس طبقات آن انجام گرفت (جدول ۳). از معکوس نقشه پیوسته ارتفاع به‌عنوان نقشه هزینه استفاده نشد، چراکه در معکوس کردن نقشه پیوسته ارتفاع، بیش‌ترین ارزش به بخش‌های مرتفع تخصیص می‌یابد درحالی‌که در برخی از این ارتفاعات گونه‌های حیات وحش دیده نشده‌اند. از طرفی طبقه‌بندی ارتفاع، پهنه‌های بیش‌تری را در یک طبقه می‌گنجاند که با دامنه‌های توزیع و مطلوبیت گونه‌ها هم‌خوانی بیش‌تری دارد و در آخر این که امکان قضاوت کارشناسی در طبقه‌بندی ارزش‌های جابه‌جایی با وزن‌دهی به طبقات راحت‌تر انجام می‌گیرد.

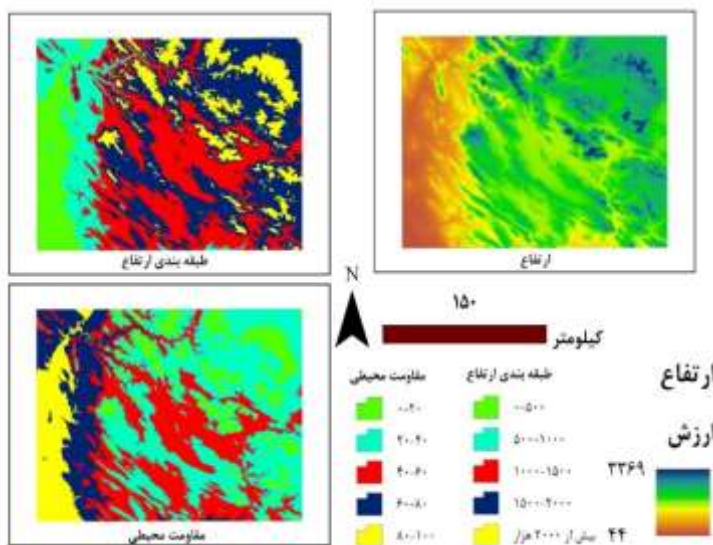
جدول ۲: گونه‌های مشاهده در مناطق کوهستانی استان کرمانشاه

ردیف	نام گونه	نام علمی	متوسط ارتفاع (متر)	مناطق مشاهده
۱	گرگ	<i>Canis lupus</i>	۱۵۸۶	کل استان
۲	شغال	<i>Canis aureus</i>	۱۴۸۰	کل استان
۳	کل و بز	<i>Capra aegagrus</i>	۲۳۰۰	مجموعه بیستون، کوه خورین، زله زرد
۴	قوچ و میش	<i>Ovis Orientalis</i>	۹۱۱	زله زرد
۵	خرس قهوه‌ای	<i>Ursus arctos</i>	۱۷۰۰	مجموعه بیستون، قلاجه، دالاهو
۶	کفتار راه‌راه	<i>Hyaena hyaena</i>	۱۵۰۰	مجموعه بیستون، شاهو، خورین
۷	عقاب طلایی	<i>Aquila chrysaetos</i>	۱۵۰۰	خورین، مجموع بیستون، شاهو
۸	سارگپه پرپا	<i>Buteo lagopus</i>	۱۴۰۰ به بالا	شاهو، بیستون، خورین، قلاجه
۹	عقاب شاهی	<i>Aquila heliaca</i>	۱۹۰۰	خورین، مجموع بیستون، شاهو
۱۰	دلیجه	<i>Falco Tinnunculus</i>	۱۰۵۰ به بالا	اکثر مناطق استان
۱۱	دلیجه کوچک	<i>Falco naumanni</i>	۱۰۰۰ به بالا	اکثر مناطق استان
۱۲	کرکس مصری	<i>Neophron percnopterus</i>	۱۹۰۰	هشیلان، خورین، مجموعه بیستون، شاهو
۱۳	جی جاق	<i>Garrulus glandarius</i>	۱۷۰۰	شاهو، ارتفاعات روانسر
۱۴	کبک	<i>Alectoris chukar</i>	۷۰۰ به بالا	تمام مناطق
۱۵	طرقه آبی	<i>Monticola solitarius</i>	۱۹۵۰	بیستون، هشیلان، بوزین و مرخیل
۱۶	پلنگ	<i>Panthera pardus</i>	۲۰۰۰	بوزین و مرخیل و اطراف منطقه
۱۷	قرقی	<i>Accipiter nisus</i>	۱۹۰۳	مجموع بیستون، هشیلان، خورین

نقشه هزینه: لایه سطح هزینه یا لایه سطح اصطکاک، توسط

یک نقشه رستری نشان داده می‌شود. در این نقشه به هر سلول، یک عدد تعلق می‌گیرد که معرف میزان هزینه نسبی‌ایست که برای عبور از پیکسل موردنظر، باید پرداخت شود (Singleton و همکاران، ۲۰۰۲). روش‌های متفاوتی برای تهیه نقشه هزینه وجود دارد. هنوز هیچ مطالعه دقیقی نشان نداده که کدام روش برای مطالعه مناسب و کدام یک نامناسب است (Mateo-Sánchez و همکاران، ۲۰۱۵). محققین مختلف، روش‌های متفاوتی را توصیه می‌کنند. برخی از محققان معتقدند که استفاده معکوس نقشه مطلوبیت زیستگاه، به دلیل استفاده از داده‌هایی که بر روی مطلوبیت زیستگاه نقش داشته، بهتر است (Ferrerias, ۲۰۰۱؛ Chetkiewicz و همکاران، ۲۰۰۶؛ O'Brien و همکاران، ۲۰۰۶؛ Beier و همکاران، ۲۰۰۸) و برخی نیز استفاده از اطلاعات ژنتیکی را کارآمدتر می‌دانند (Spear و همکاران، ۲۰۰۵؛ Cushman و همکاران، ۲۰۰۶؛ Storfer و همکاران، ۲۰۰۷). در مناطق حفاظت‌شده کوهستانی، ارتفاع نقش مهمی در توزیع بسیاری از جوامع پرندگان (Graves و Rahbek, ۲۰۰۱) و پستانداران (Packer و Kerr, ۱۹۹۷) دارد. پرندگان شکاری با سیستم‌بال باز روی (Soaring raptors) برای کاهش هزینه مهاجرت، به نیروی باد وابسته هستند (Johnston و همکاران، ۲۰۱۴). البته در بسیاری از مطالعات انجام‌گرفته (رضائی و همکاران، ۱۳۹۷؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۶؛ کرمی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Katzner و همکاران، ۲۰۱۲) بر روی گونه‌های مورد مطالعه (جدول ۲)، ارتفاع یک عامل مهم در مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها مطرح‌شده است. از این‌رو در این مطالعه از عامل ارتفاع برای تهیه نقشه هزینه استفاده شد. تعداد ۳۰ بازدید میدانی با پایش ۳۰۰ کیلومتر از زمستان سال ۱۳۹۵ تا بهار سال ۱۳۹۸ در مجاورت مناطق کوهستانی استان انجام گرفت و گونه‌های مشاهده‌شده با استفاده از سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) و دوربین نیکون P900 ثبت موقعیت و رکورد شدند. در این مطالعه ارزش‌دهی به نقشه ارتفاع بر اساس فراوانی مشاهدات بیش‌ترین گونه‌های مشاهده‌شده (جدول ۲) در طول بازدیدهای

نقشه مقاومت محیطی، مناطقی را مشخص می‌کند که کم‌ترین میزان مقاومت را در طول جابه‌جایی دارند. شکل ۳ نتایج حاصل از متریک‌های مطلوبیت در سیمای سرزمین و تراکم استفاده را در روش تحلیل کم‌ترین هزینه نمایش می‌دهد. براساس نتایج حاصل از متریک تراکم دالان بیش‌ترین میزان تردد و جابه‌جایی در محدوده پناهگاه حیات وحش بیستون، منطقه شکارممنوع هشیلان و کوه‌های خورین به سمت رشته‌کوه شاهو قرار دارد. متریک مطلوبیت دالان نیز تأییدکننده نتایج مذکور است به‌نحوی که بیش‌ترین مطلوبیت دالان در طی مسیر اتصال مناطق حفاظت‌شده مذکور قرار دارد.



شکل ۲: نقشه ارتفاع، طبقات ارتفاع و نقشه هزینه جابه‌جایی در محدوده مورد مطالعه

جدول ۴ نتایج حاصل از متریک مرکزیت هر منطقه را نمایش می‌دهد. در شکل ۴ متریک مرکزیت برای هر منطقه در قالب نقش آن در ایجاد جریان مرکزی ذکر شده است. مقادیر این شاخص مشخص می‌کند که کدام منطقه در حفظ ارتباطات سیمای سرزمین بین مناطق دیگر نقش پر رنگی دارد. در این مطالعه شاخص مرکزیت برای پناهگاه حیات‌وحش بیستون با مقدار ۱۶/۶۱ در حالت حداکثر خود قرار دارد و بعد از آن منطقه بوزین و مرخیل (۱۳/۸۸) است. کم‌ترین شاخص مرکزیت مربوط به منطقه شکارممنوع زله زرد است. براساس نتایج حاصل از تئوری مدار الکتریکی تعداد ۱۵ دالان به شرح جدول ۵ در بین مناطق حفاظت‌شده استان شناسایی شده است. نتایج حاصل از بررسی جریان مرکزی بین دالان‌های مختلف نشان داد که بیش‌ترین جریان بین منطقه حفاظت‌شده بیستون و پناهگاه حیات‌وحش بیستون است (جدول ۵ و شکل ۴). کم‌ترین جریان نیز براساس نتایج بین منطقه حفاظت‌شده قلاجه و محدوده شکارممنوع هشیلان وجود دارد. متریک فاصله وزنی هزینه/به فاصله اقلیدسی (CWD/ED) نیز نشان

جدول ۳: هزینه طبقات مختلف ارتفاعی

هزینه‌های اصطکاک	طبقات مختلف ارتفاعی
۱۰۰-۸۰	۵۰۰-۰
۸۰-۶۰	۱۰۰۰-۵۰۰
۶۰-۴۰	۱۵۰۰-۱۰۰۰
۴۰-۲۰	۲۰۰۰-۱۵۰۰
۲۰-۰	بیش از ۲۰۰۰

مدل‌سازی اتصال: از میان روش‌های مختلفی که برای تعیین

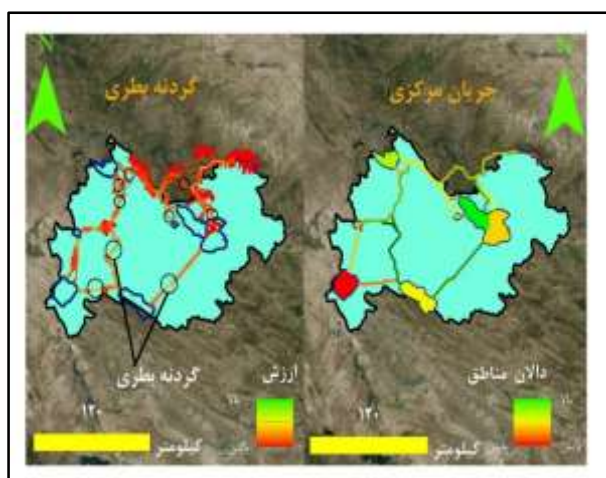
مسیرهای جابه‌جایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، روش تحلیل کم‌ترین هزینه مسیر (Least Cost Paths)، تحلیل کم‌ترین هزینه کریدور (Least Cost Corridors) و تحلیل شبکه (Network Analysis) را می‌توان نام برد (Cushman و همکاران، ۲۰۱۳؛ Calabrese و Fagan، ۲۰۰۴). تحلیل کم‌ترین هزینه، یک الگوریتم رستر پایه ساده را جهت وزن‌دهی به مسیرهای حداقل بین مبدأ و مقصد براساس 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 (عرفانیان و همکاران، ۱۳۹۴). در اجرای روش تحلیل کم‌ترین هزینه از ۲ متریک مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین و شدت تردد استفاده شد (کرمی و شایسته، ۱۳۹۷). تئوری مدار الکتریکی با تبدیل پیکسل‌های رستر زیستگاهی به گره و اتصال هر کدام از آن‌ها به نزدیک‌ترین گره مجاور شبکه‌ای تشکیل داده شد که شدت جریان عبوری از بین گره‌ها (ارتباط یا احتمال انتشار افراد) را محاسبه می‌کند (ملکوئی‌خواه و همکاران، ۱۳۹۲). به‌منظور مدل‌سازی دالان‌های زیستگاهی از تئوری مدارهای الکتریکی Circuitscape و شیوه اتصال گره All-To-One استفاده شد (ملکوئی‌خواه و همکاران، ۱۳۹۲). از متریک‌های گردنه بطری (Pinch Point)، شاخص مرکزیت (centrality factor)، جریان مرکزی (Current Centrality flow) و فاصله وزنی هزینه/فاصله اقلیدسی (Cost Weight) به‌منظور تحلیل خروجی مدل استفاده شد.

نتایج

شکل ۲ نقشه ارتفاع و معکوس آن را به‌عنوان نقشه هزینه نمایش می‌دهد. براساس وزن دهی، بیش‌ترین وزن دریافتی مربوط به طبقه ارتفاعی ۵۰۰-۰ متر است، که بیش‌تر نواحی تپه‌ماهوری غرب استان در شهرستان‌های قصرشیرین و سرپل و بخش‌هایی از ثلاث باباجانی را شامل می‌شود. بخش‌های سبز رنگ در

جدول ۵: متریک‌های مربوط به دالان‌های شناسایی شده بین مناطق حفاظت شده

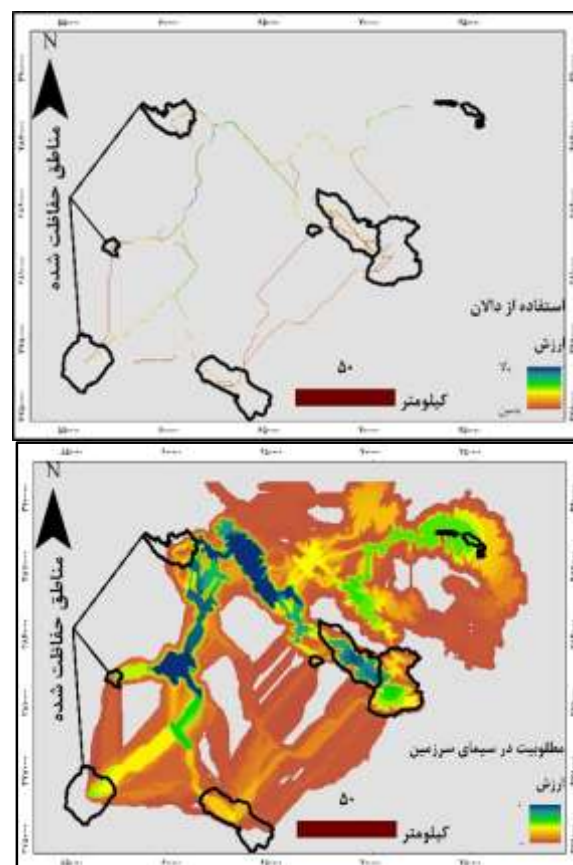
از منطقه	به منطقه	جریان مرکزی	فاصله به متر	فاصله وزنی هزینه/فاصله اقلیدسی
بدر و پریشان	حفاظت شده بیستون	۳/۷۳	۵۲۴۱۲	۱۱/۸۴
بدر و پریشان	پناهگاه بیستون	۳/۱۰	۶۱۸۲۶	۱۲/۰۷
بدر و پریشان	بوزین و مرخیل	۳/۵۶	۱۲۰۰۲۰	۹/۸۳
حفاظت شده بیستون	پناهگاه بیستون	۹/۴۸	۳۰	۱
حفاظت شده بیستون	قلاجه	۳/۰۹	۷۰۸۱۲	۵۶/۰۱
پناهگاه بیستون	بوزین و مرخیل	۴/۸۹	۶۸۹۷۳	۹/۷۶
پناهگاه بیستون	هشیلان	۸/۷۳	۵۱۲۶	۵۷/۰۷
قلاجه	زله زرد	۵/۰۴	۴۲۳۱۱	۵۹/۳۳
قلاجه	قراویز	۲/۸۷	۶۲۷۷۷	۴۱/۴۵
قلاجه	بوزین و مرخیل	۳/۶۸	۹۸۴۳۳	۲۷/۴۷
قلاجه	هشیلان	۲/۹۷	۶۸۸۰۲	۵۰/۳۸
زله زرد	قراویز	۴/۱۵	۳۷۸۴۲	۸۶/۷۲
قراویز	بوزین و مرخیل	۴/۴۶	۵۳۸۶۵	۴۵/۱
قراویز	هشیلان	۳/۵۵	۹۴۲۸۹	۳۳/۸۵
بوزین و مرخیل	هشیلان	۴/۱۳	۷۲۶۹۴	۸/۱۵



شکل ۴: متریک‌های تئوری مدار الکتریکی در اندازه‌گیری دالان‌های مناطق کوهستانی. سمت راست جریان مرکزی برای مناطق حفاظت شده و دالان، سمت چپ کرده بطری در طول مسیرهای جابه‌جایی

شکل ۵ نتایج حاصل از مدل‌سازی دالان‌های طراحی شده برای اتصال بلوک‌های زیستگاهی را نمایش می‌دهد. طول دالان‌های مدل‌سازی شده به ترتیب برای مدل تحلیل کم‌ترین هزینه و تئوری مدار الکتریکی برابر ۴۳۱۷ و ۱۳۶۳ کیلومتر بود. براساس یافته‌ها بین مسیرهای گذار طراحی شده بین مناطق حفاظت شده تفاوت وجود دارد. مسیرهای اتصال از منطقه حفاظت شده بیستون به سمت قلاجه

داد که مقدار این متریک بین منطقه حفاظت شده بیستون و پناهگاه حیات وحش بیستون کم‌ترین مقدار است. نتایج این متریک نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن معیار فاصله، جابه‌جایی بین مناطق تا چه حدی دشوار است. در طول مسیرهای جابه‌جایی در برخی از مسیرها مقدار اثر گردنه بطری افزایش پیدا می‌کند، که به معنای حساس بودن این مناطق در مقابل جابه‌جایی‌های گونه‌های مورد مطالعه است.



شکل ۳: متریک‌های تراکم و مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین

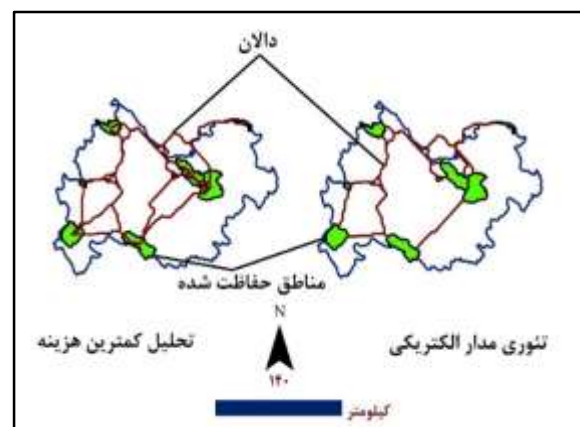
جدول ۴: نتیجه اندازه‌گیری متریک مرکزیت در مناطق حفاظت شده استان

نام منطقه	شاخص مرکزیت
پناهگاه حیات وحش بیستون	۱۶/۶۱
منطقه حفاظت شده بیستون	۱۱/۶۵
تالاب هشیلان	۱۳/۲۱
منطقه حفاظت شده بوزین و مرخیل	۱۳/۸۸
منطقه حفاظت شده قلاجه	۱۲/۳۳
منطقه شکار ممنوع قراویز	۱۱/۰۴
منطقه شکار ممنوع زله زرد	۸/۱
منطقه حفاظت شده بدر و پریشان	۸/۷

مناطق حفاظت شده در مطالعه خالوندی (۱۳۹۵) در منطقه بیستون و کرمی (۱۳۹۳) در منطقه شکارممنوع قراویز نیز گزارش شده است. وزن های دریافتی به عنوان هزینه در ارتفاع ۵۰۰-۱۵۰۰ به دلیل توسعه های انسانی بود، چراکه حضور مناطق مسکونی، شهرها و پارامترهای مربوط به جوامع انسانی در این دامنه ارتفاعی است. با توجه به محدودیت ناشی از شیب، این مناطق معمولاً دارای شیب پایین هستند، از این رو انتخاب دامنه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ برای احداث کریدور امتیاز متوسطی دریافت کرد.

پیمایش میدانی جهت انطباق یافته های این مطالعه با نتایج مدل نشان داد که پرندگان شکاری استان در طول مسیر مجموعه بیستون به رشته کوه شاهو به نسبت سایر مناطق حضور بیشتری دارند، به نحوی که اکثر گونه های مشاهده شده مانند کرکس مصری (*Neophron percnopterus*)، عقاب شاهی (*Aquila heliaca*)، عقاب طلایی (*Aquila chrysaetos*) در طول مسیر مذکور مشاهده شدند. مطلوبیت دالان های شناسایی شده مسیر حرکت خرس در قسمت قلاجه از مطلوبیت سیمای سرزمین کمتری به نسبت سایر محدوده های پراکنش برخوردار بود. در مطالعه فلاحتی (۱۳۹۷) ارتفاع مطلوب برای زیستگاه خرس (*Ursus arctos*) در منطقه حفاظت شده قلاجه بین ۱۲۵۰-۱۱۰۰ متر بود. این طبقه در این مطالعه بین ۱۰۰۰-۱۵۰۰ قرار گرفته و لذا مطلوبیت سیمای سرزمین کمتری به نسبت سایر مناطق پراکنش گونه وجود دارد. مسیرهای گذار، زیستگاه کل و بز را در منطقه حفاظت شده و پناهگاه حیات وحش بیستون پوشش می دهند. در مطالعه خالوندی (۱۳۹۵) ارتفاع متناسب برای گونه نیز در فصل بهار بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر تخمین زده شده بود. بر همین اساس نقشه مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین مسیر گذار کل و بز (*Capra aegagrus*) را نیز پوشش داده است. براساس متریک مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین، مطلوب ترین دالان در طول مسیر کوه های خورین به سمت رشته کوه شاهو است. تراکم استفاده از دالان نیز نتایج مشابه ارائه کرد، بیش ترین تراکم دالان در محدوده عبور از منطقه بوزین مرخیل به سمت قراویز و در گذر از شهرستان ثلاث باباجانی است. از منطقه بدر و پریشان به سمت کوه بیستون و پرآو نیز مطلوبیت متوسطی وجود دارد که دلیل آن می تواند وجود مناطق پست بین مبدأ و مقصد باشد. به دلیل وجود این مناطق، آلترناتیو هایی برای اتصال مناطق مذکور به وجود آمده که بخش های جنوبی شهرستان کامیاران و ارتفاعات پیرامون سد گاوشان را شامل شده است (شکل ۳). مطلوبیت دالان در گذر از منطقه حفاظت شده بیستون به پناهگاه حیات وحش بسیار بالا بوده که شرایط بسیار مناسبی را جهت جابه جایی فراهم کرده است. در مطالعات خالوندی (۱۳۹۵) در منطقه

در روش تئوری مدار الکتریکی متفاوت از روش کمترین هزینه است. با این حال در هر دو روش، مسیرهای گذار از کوه های خورین به عنوان یک مسیر مناسب جهت اتصال مجموعه بیستون به شاهو استفاده شده است.



شکل ۵: دالان های طراحی شده با استفاده از روش های تئوری مدار الکتریکی (راست) و تحلیل کمترین هزینه (چپ)

بحث

تغییرات آب و هوایی ممکن است منابع موجود و زیستگاه مناسب برای گونه های جانوری را تغییر دهد که این خود می تواند درصد زنده بودن حیات وحش را تحت تأثیر قرار دهد (Hughes, ۲۰۰۰؛ Schwartz و همکاران، ۲۰۰۶) این تأثیر می تواند بر روی گونه های گیاهی و جانوری باشد (Dimböck و همکاران، ۲۰۱۱)؛ در آن صورت انتظار بر این است کریدورها با ساختار و عملکرد خود مورد استفاده قرار گیرند. در این مطالعه از دو روش تحلیل کمترین هزینه و تئوری مدار الکتریکی و نیز متریک های مربوط به دو روش، برای تعیین و تحلیل مسیرهای جابه جایی گونه های حیات وحش مناطق حفاظت شده کوهستانی استفاده شد. اتخاذ وزن دقیق هر طبقه با توجه به بازدیدهای میدانی و شرایط موجود انجام گرفت. اتخاذ بیش ترین هزینه برای طبقات ارتفاعی ۵۰۰-۰ به دلایل متفاوت مانند استفاده (حسن زاده نوردی و قادری، ۱۳۹۶) و تردد دام روستائیان و وجود زمین های کشاورزی بود. این مناطق بیش تر پهنه های غربی استان در شهرستان های قصر شیرین و سرپل ذهاب را شامل می شوند. در تمام بازدیدهای میدانی به عمل آمده از ارتفاعات استان (از ارتفاع ۵۰۰ به بالا) فصول چرای دام و استقرار عشایر در دامنه های کوهستانی مانند شاهو، پرآو، بیستون، سفیدکوه، قلاجه و دالاهو از اواخر پاییز (مناطق گرمسیر) و اواخر زمستان (مناطق سردسیر) شروع شده و تعلیف دام در ارتفاعات مختلفی انجام می گرفت. ورود دام به

منابع

۱. ابراهیمی، ا.؛ احمدزاده، ف. و نعیمی، ب.، ۱۳۹۷. مناطق داغ زیستگاهی گربه سانان ایران تحت اقلیم کنونی. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۱۰، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۲.
 ۲. حسن‌زاده‌ناوردی، ا. و قادری، ا.، ۱۳۹۶. اثر سطح دریا بر خصوصیات رویشی درختان بلوط وی ول (*Quercus libani Olive*) در استان کردستان. فصلنامه بوم‌شناسی جنگل‌های ایران. سال ۵، شماره ۹، صفحات ۱ تا ۷.
 ۳. خالوندی، ع.ا.، ۱۳۹۵. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) در منطقه حفاظت‌شده و پناهگاه حیات‌وحش بیستون با استفاده از روش آنترپوی بیشینه (MaxEnt). پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست. دانشگاه ملایر. ۱۲۵ صفحه.
 ۴. رضائی، س.؛ نادری، س. و کرمی، پ.، ۱۳۹۷. بررسی مطلوبیت زیستگاه کفتار راه راه (*Hyaena hyaena*) در منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله اراک. فصلنامه پژوهشی‌های جانوری. دوره ۳۱، شماره ۲، صفحات ۱۴۷ تا ۱۵۸.
 ۵. زنگی‌آبادی، س.؛ ناصری، ف.؛ مقدم، ع. و پورمیرزایی، ا.، ۱۳۹۲. بررسی وضعیت پارمترهای اقلیمی و توپوگرافی ذخیره‌گاه جنگلی ارس گلوچار واقع در استان کرمان. دومین همایش تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست. ارومیه. ۸ صفحه.
 ۶. عبدالحی، ص. و ایلدرومی، ع.، ۱۳۹۶. ارزیابی چیدمان مکانی سیمای سرزمین به‌منظور دستیابی به اقدامات حفاظتی. فصلنامه محیط زیست و توسعه. سال ۸، شماره ۱۶، صفحات ۵ تا ۱۸.
 ۷. عرفانیان، ب.؛ میرکریمی، س.ح.؛ سلمان‌ماهینی، ع. و رضایی، ح.م.، ۱۳۹۴. مکان‌یابی احداث گذرگاه برای پلنگ (*Panthera pardus*) در پارک ملی گلستان. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. دوره ۷، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۰.
 ۸. غلامی، ش. و صیاد، ا.، ۱۳۹۴. توصیف فرکتالی تاج پوشش درختان و چگالی ظاهری خاک در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی منطقه حفاظت‌شده بیستون). فصلنامه بوم‌شناسی کاربردی. سال ۴، شماره ۱۲، صفحات ۷۷ تا ۸۵.
 ۹. فلاحتی، س.، ۱۳۹۷. بررسی وضعیت زیستگاه خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) از منظر سیمای سرزمین در منطقه حفاظت‌شده قلاجه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط زیست. دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر. ۱۴۴ صفحه.
 ۱۰. کرمی، پ.، ۱۳۹۳. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella Subgutturosa Subgutturosa*) در منطقه تیراندازی و شکار ممنوع قراویز با استفاد از تجزیه و تحلیل آشیان اکولوژیک (ENFA) پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط‌زیست. دانشکده کشاورزی
- حفاظت‌شده بیستون نیز نتایج بیانگر جابه‌جایی کل و بز (*Capra aegagrus*) بین دو منطقه بود.
- براساس نتایج تحلیل کم‌ترین هزینه و تئوری مدار الکتریکی دالان‌های مطلوب برای جابه‌جایی گونه‌های وابسته به ارتفاع، بین مناطق حفاظت‌شده بیستون، پناهگاه حیات‌وحش و منطقه شکار ممنوع هشیلان است. در طول مسیر حرکت گونه‌ها از دو منطقه مذکور به سمت منطقه حفاظت‌شده بوزین و مرخیل کم‌ترین اثر گردنه بطری وجود دارد که این امر نشان از تسهیل حرکت در طول مناطق مذکور را دارد. بیش‌ترین اثر گردنه بطری در طول مسیر در حرکت گونه‌ها از قسمت‌های شمالی استان به سمت جنوب وجود دارد که حاکی از انقطاع ارتفاعی در بخش‌های میانی استان است. در غرب قسمت‌های غربی استان در مجاورت با منطقه شکارممنوع قراویز نقش ارتفاعات نوا کوه و الوند در جابه‌جایی‌های گونه کاملاً مشخص و مشهود است.
- بین دو روش اجراشده برای رسیدن به مطلوب‌ترین مسیر اتصال در بخش‌های هم‌پوشانی و تفاوت وجود دارد. عمده تفاوت دو روش مورداستفاده در این مطالعه در شناسایی دالان‌های جابه‌جایی از منطقه حفاظت‌شده بیستون به سمت قلاجه و عبور از ارتفاعات مرکزی استان است. با توجه به آرایش استقرار مناطق حفاظت‌شده استان مشخص گردید که بیش‌ترین شاخص مرکزیت در پناهگاه حیات وحش بیستون قرار دارد. این امر اهمیت استقرار و چیدمان مناطق حفاظت‌شده را به نسبت سایر مناطق مجاور مشخص می‌سازد. منطقه حفاظت‌شده بوزین و مرخیل به‌دلیل قرار گرفتن در مسیر رشته‌کوه بدون انقطاع شاهو نقش مهمی در ایجاد دالان‌های باکیفیت دارد. نتایج این مطالعه بارز کننده اثر ارتفاع و تمام جوانب آن بر روی جابه‌جایی گونه‌های مورد مطالعه است.
- باوجود پدیده تغییر اقلیم حفاظت از بوم‌سازگان ناهمگون و وسیع باید به‌عنوان یک دغدغه مطرح گردد (لطفی و همکاران، ۱۳۹۶)
- بنابراین ارزیابی مناطق حفاظت‌شده موجود و تصمیم‌گیری برای انتخاب مناطق جدید براساس تحلیل پراکنش ارتفاعی، فن و روش مناسبی است که می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های حفاظتی مطرح گردد و حتی کارآتر از انتخاب مناطق بر اساس گونه‌های چتر عمل کند (Paudel و Heinen، ۲۰۱۵). براساس مطالعه یوسفی و همکاران (۱۳۹۵) پیشنهاد گردید که توسعه پارک ملی در زیست‌بوم‌های جنگل‌های پهن‌برگ و مخلوط، بوته‌زارها و کوهستان‌ها، توسعه یابد و میزان پوشش فعلی پارک ملی در این مناطق مناسب نیست. نتایج این مطالعه نشان داد که کیفیت ارتباط مناطق حفاظت‌شده در سیمای سرزمین به قدرت ارتباط آن‌ها با سایر مناطق نیز بستگی دارد.

- MacDonald D. and Willis, K.J., New York, USA: Wiley. pp: 384-404.
۲۵. **Dirnböck, T.; Essl, F. and Rabitsch, W., 2011.** Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change. *Global Change Biology*. Vol. 2, pp: 990-996.
 ۲۶. **Do, M.S. and Yoo, J.C., 2014.** Distribution pattern according to altitude and habitat type of Red-tongue viper snake (*Gloydius ussuriensis*) in Cheon-ma Mountain. *J of Wetland Research*. Vol. 2, pp: 193-204 (In Korean with English abstract).
 ۲۷. **Duerr, A.E.; Miller, T.A.; Dunn, L.; Bell, D.A.; Bloom, P.H.; Fisher, R.N.; Tracey, J.A. and Katzner, T.E., 2019.** Topographic drivers of flight altitude over large spatial and temporal scales. *The Auk: Ornithological Advances*. Vol. 2, p.ukz 002.
 ۲۸. **Epps, C.W.; Wehausen, J.D.; Bleich, V.C.; Torres, S.G. and Brashares, J.S., 2007.** Optimizing dispersal and corridor models using landscape genetics. *J Appl Ecol*. Vol. 44, pp: 714-724.
 ۲۹. **Ferreras, P., 2001.** Landscape structure and asymmetrical inter-patch connectivity in a metapopulation of the endangered Iberian lynx. *Biological Conservation*. Vol. 100, pp: 125-136.
 ۳۰. **Histøl, T. and Hjeljord, O., 1993.** Winter feeding strategies of migrating and nonmigrating moose. *Canadian Journal of Zoology*. Vol. 71, pp: 1421-1428.
 ۳۱. **Hughes, L., 2000.** Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? trends in ecology and evolution. Vol. 15, pp: 56-61.
 ۳۲. **Ibisch, P.L.; Hoffmann, M.T.; Kreft, S.; Pe'er, G.; Kati, V.; Biber-Freudenberger, L.; DellaSala, D.A.; Vale, M.M.; Hobson, P.R.; Selva, N. A., 2016.** Global map of roadless areas and their conservation status. *Science*. Vol. 354, pp: 1423-1427.
 ۳۳. **Igota, H.; Sakuragi, M.; Uno, H.; Kaji, K.; Kaneko, M.; Akamatsu, R. and Maekawa, K., 2004.** Seasonal migration patterns of female sika deer in eastern Hokkaido. *Ecological Research*. Vol. 19, pp: 169-178.
 ۳۴. **Johnston, N.N.; Bradley, J.E. and Otter, K.A., 2014.** Increased flight altitudes among migrating Golden Eagles suggest turbine avoidance at a Rocky Mountain wind installation. *PloS one*. Vol. 3, p. e93030.
 ۳۵. **Katzner, T.E.; Brandes, D.; Miller, T.; Lanzone, M.; Maisonneuve, C.; Tremblay, J.A.; Mulvihill, R. and Merovich Jr, G.T., 2012.** Topography drives migratory flight altitude of golden eagles: implications for on-shore wind energy development. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 5, pp: 1178-1186.
 ۳۶. **Kerr, J.T. and Packer, L., 1997.** Habitat heterogeneity as a determinant of mammal species richness in high-energy regions. *Nature*. Vol. 385, pp: 252-254.
 ۳۷. **Kim, J.Y., 2013.** Morphological variation and distribution of three wild rodent species along altitudinal and latitudinal gradients in the Baedudaegan Mountains in Korea. Master's Thesis, Kangwon National University, Korea (In Korean with English abstract)
 ۳۸. **Kohler, T. and Maselli, D., 2009.** Mountains and Climate Change - From Understanding to Action. *Geographica Bernensia*. Bern, Switzerland. 80 p.
 ۳۹. **Kuck, L.; Hompland, G.L. and Merrill, E.H., 1985.** Elk calf response to simulated mine disturbance in southeast Idaho. *J. Wildl. Manage*. Vol. 49, pp: 751-757.
 ۴۰. **Liechti, F., 2006.** Birds: blowin' by the wind? *Journal of Ornithology*. Vol. 2, pp: 202-211.
 - و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس. ۱۲۵ صفحه.
 ۱۱. **کرمی، پ. و شایسته، ک.، ۱۳۹۷.** مدل سازی دالان های زیستگاهی با استفاده از روش تجسم در مدل آنترپپی بیشینه مطالعه موردی: قوچ و میش (*Ovis orientalis*) مناطق حفاظت شده استان های مرکزی و همدان. فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی. سال ۹، شماره ۴، صفحات ۳۷ تا ۵۴.
 ۱۲. **کرمی، پ.؛ شایسته، ک.؛ کرمی، ا. و حسینی، س.م.، ۱۳۹۷.** شناسایی دالان های زیستگاهی گوسفند وحشی ارمنی (*Ovis Orientalis*) در بستر سیمای مبتنی بر تئوری مدار الکتریکی (مطالعه موردی: مناطق لشگرد و گلپرآباد). مجله پژوهش های جانوری. دوره ۳۱، شماره ۳، صفحات ۲۵۹ تا ۳۰۶.
 ۱۳. **لطفی، ع.؛ قدیریان، ا. و اصغری، ز.، ۱۳۹۶.** ارزیابی اثر بخشی مناطق حفاظت شده استان اصفهان در کاهش اثرات خشکسالی و مداخلات انسانی. مجله علمی پژوهشی اکوسیستم بیابان. سال ۶، شماره ۱۴، صفحات ۶۹ تا ۷۸.
 ۱۴. **ملکوتی خواه، ش.؛ فاخران، س. و سفیانیان، ع.، ۱۳۹۲.** استفاده از تئوری مدارهای الکتریکی جهت شناسایی کریدورهای مهاجرتی بین پناهگاه های حیات وحش موته و قمشلو در استان اصفهان. فصلنامه اکولوژی کاربردی. سال ۲، شماره ۵، صفحات ۷۷ تا ۸۸.
 ۱۵. **یوسفی، م.؛ اشرفی، س.؛ کفاش، ا. و داور، ل.، ۱۳۹۵.** بررسی میزان پوشش بیوم های خشکی ایران به وسیله مناطق حفاظت شده. فصلنامه محیط زیست طبیعی. دوره ۶۹، شماره ۹، صفحات ۵۸۱ تا ۵۹۵.
 ۱۶. **Barnes, T.G., 2000.** Landscape Ecology and Ecosystems Management. *Agric. Exten. Serv. Publ. FOR*. 76 p.
 ۱۷. **Beier, P.; Majka, D.R. and Spencer, W.D., 2008.** Forks in the road: choices in procedures for designing wildland linkages. *Conservation Biology*. Vol. 4, pp: 836-851.
 ۱۸. **Calabrese, J.M. and Fagan, W.F., 2004.** A comparison shopper's guide to connectivity metrics. *Frontiers in Ecology and the Environment*. Vol. 10, pp: 529-536.
 ۱۹. **Cassirer, E.F.; Freddy, D.J. and Ables, E.D., 1992.** Elk responses to disturbance by cross-country skiers in Yellowstone National Park. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*. Vol. 4, pp: 375-381.
 ۲۰. **Chetkiewicz, C.L.B.; St. Clair, C.C. and Boyce, M.S., 2006.** Corridors for conservation: integrating pattern and process. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* Vol. 37, pp: 317-342.
 ۲۱. **Chettri, B.; Bhupathy, S. and Acharya, B.K., 2010.** Distribution pattern of reptiles along an eastern Himalayan elevation gradient, India. *Acta Oecologica*. Vol. 1, pp: 16-22.
 ۲۲. **CÔTÉ, S.D., 1996.** Mountain goat responses to helicopter disturbance. *Wildlife Society Bulletin*. Vol. 4, pp: 681-685.
 ۲۳. **Cushman, S.A.; McKelvey, K.S.; Hayden, J. and Schwartz, M.K., 2006.** Gene flow in complex landscapes: testing multiple hypotheses with causal modeling. *American Naturalist*. Vol. 168, pp: 486-499.
 ۲۴. **Cushman, S.A.; McRae, B.H.; Adriansen, F.; Beier, P.; Shirley, M. and Zeller, K., 2013.** Biological corridors and connectivity. In: *Key Topics in Conservation Biology 2*, ed.



۵۷. **UNEP-WCMC. 2002** Mountain Watch: Environmental Change and Sustainable Development in Mountains. UNEP WCMC, Cambridge, UK.
۵۸. **Vignieri, S.N., 2005.** Streams over mountains: influence of riparian connectivity on gene flow in the Pacific jumping mouse (*Zapus trinotatus*). *Mol Ecol*. Vol. 14, pp. 1925-1937.
۵۹. **Vuren, D.V., 1983.** Group dynamics and summer home range of bison in Southern Utah. *Journal of Mammalogy*. Vol. 64, pp: 329-332.
۶۰. **Ye, X.; Yu, X.; Yu, C.; Tayibazhaer, A.; Xu, F.; Skidmore, A.K. and Wang, T., 2018.** Impacts of future climate and land cover changes on threatened mammals in the semi-arid Chinese Altai Mountains. *Science of the total environment*. Vol. 612, pp: 775-787.
۶۱. **Zeller, K.A.; McGarigal, K. and Whiteley, A.R., 2012.** Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape ecology*. Vol. 6, pp: 777-797.
۴۱. **Macchi, M., 2010.** Mountains of the World–Ecosystem Services in a Time of Global and Climate Change: Seizing Opportunities–Meeting Challenges. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Kathmandu, Nepal. 20 p.
۴۲. **Mateo-Sánchez, M.C.; Balkenhol, N.; Cushman, S.; Pérez, T.; Domínguez, A. and Saura, S., 2015.** Estimating effective landscape distances and movement corridors: comparison of habitat and genetic data. *Ecosphere*. Vol. 4, pp: 1-16.
۴۳. **O'Brien, D.; Manseau, M.; Fall, A. and Fortin, M.J.; 2006.** Testing the importance of spatial configuration of winter habitat for woodland caribou: an application of graph theory. *Biological Conservation*. Vol. 130, pp: 70-83.
۴۴. **Papouchis, C.M.; Singer, F.J. and Sloan, W.B., 2001.** Responses of desert bighorn sheep to increased human recreation. *J. Wildl. Manage*. Vol. 65, pp: 573-582.
۴۵. **Paudel, P.K. and Heinen, J.T., 2015.** Conservation planning in the Nepal Himalayas: Effectively (re) designing reserves for heterogeneous landscapes, *Applied Geography*. Vol. 56, pp: 127-134.
۴۶. **Price, M.F. and Butt, N., 2000.** Forests in sustainable mountain development: A State-of- Knowledge Report for 2000. CABI Publishing, Wallingford, UK. 9 p.
۴۷. **Rahbek, C. and Graves, G.R., 2001.** Multiscale assessment of patterns of avian species richness. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 98, pp: 4534-4539.
۴۸. **Randin, F.C.; Engler, R.; Normand, S.; Zappaz, M.; Klaus, E.N.; Immermann, Z.; Pearman, P.B.; Vittoz, P.; Thuiller, W. and Antoine, G., 2009.** Climate change and plant distribution: local models predict high-elevation persistence. *Glob Chang Biol*. Vol. 15, pp: 1557-1569.
۴۹. **Schwartz, M.W.; Iverson, L.R.; Prasad, A.M.; Matthews, S.N. and O'Connor, R.J., 2006.** Predicting extinctions as a result of climate change. *Ecology*. Vol. 7, pp: 1611-1615.
۵۰. **Selva, N.; Switalski, A.; Kreft, S. and Ibsch, P.L., 2015.** Why keep areas road-free? The importance of roadless areas. *Handbook of road ecology*. pp: 16-26.
۵۱. **Singer, F.J.; Bleich, V.C. and Gudorf, M.A., 2000.** Restoration of bighorn sheep metapopulations in and near western national parks. *Restoration Ecology*. Vol. 4S, pp: 14-24.
۵۲. **Singleton, P.H.; Gaines, W.L. and Lehmkuhl, J.F., 2002.** Landscape permeability for large carnivores in Washington: a geographic information system weighted-distance and least-cost corridor assessment. USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon, USA.
۵۳. **Spear, S.F.; Peterson, C.R.; Matocq, M.D. and Storfer, A., 2005.** Landscape genetics of the blotched Tiger salamander (*Ambystoma tigrinum melanostictum*). *Molecular Ecology*. Vol. 14, pp: 2553-2564.
۵۴. **Storfer, A.; Murphy, M.; Evans, J.; Goldberg, C.; Robinson, S.; Spear, S.; Dezzani, R.; Delmelle, E.; Vierling, L. and Waits, L., 2007.** Putting the 'landscape' in landscape genetics. *Heredity*. Vol. 98, pp: 128-142.
۵۵. **Tang, C.Q. and Ohsawa, M., 1997.** Zonal Transition of Evergreen, Deciduous, and Coniferous Forests Along the Altitudinal Gradient on a Humid Subtropical Mountain, Mt. Emei, Sichuan, China. *Plant Ecol*. Vol. 1, pp: 63-78.
۵۶. **Umming, H.G. and Beange, D.B., 1987.** Dispersion and movements of woodland caribou near Lake Nipigon, Ontario. *Journal of Wild life Management*. Vol. 51, pp: 69-79.

