# بارزسازی 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 زیست شناسی، 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 درنتیجه دست ورزی 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



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ka_shayesteh@yahoo.com

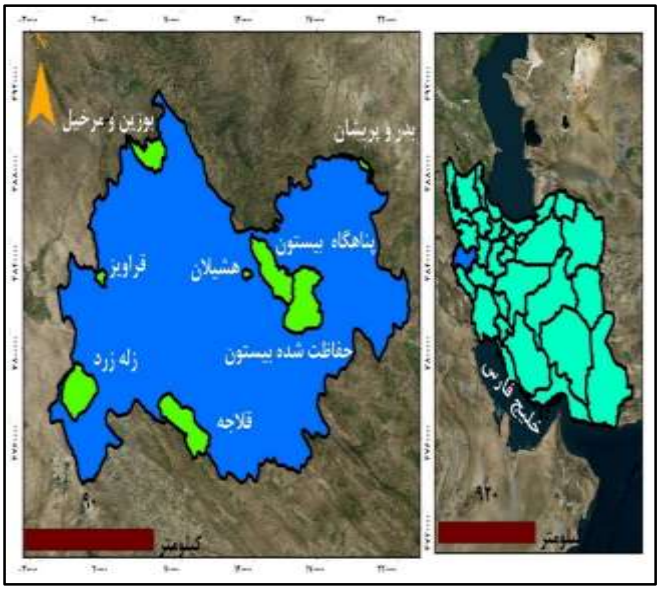
## مقدمه

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 به‌دلیل تسلط روزافزون انسان بر اکوسیستم‌های طبیعی، روندی روبه رشد دارد و این واقعیت زمانی نگران‌کننده می‌شود که تخریب‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در حال پیشی‌گرفتن از تلاش‌های موجود در راه حفاظت از تنوع زیستی است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۵). دخل و تصرف‌های انسانی ممکن است به‌وسیله 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 (عبدالهی و ایلدرومی، ۱۳۹۶) تحت تاثیر 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 ازنظر وسعت، یک‌چهارم سطح زمین را در برگرفته‌اند ولی بیش از نیمی از نقاط داغ زیستگاهی در این مناطق قرار دارد (Kohler و Maselli، ۲۰۰۹). با این‌حال 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 به‌عنوان باریکه‌ای از سرزمین که لکه‌ها را به‌هم متصل می‌کنند و به‌عنوان مجرایی برای انتقال و جابه‌جایی زیستمندان 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). ازاین‌رو به‌منظور 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). درصورتی‌که 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، به‌نحوی‌که تمام پارامترهای دیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Randin و همکاران، ۲۰۰۹؛ Tang و Ohsawa، ۱۹۹۷؛ Do وYoo، 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، تحت‌تاثیر 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 به‌عنوان 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 به‌جریان دمای‌هوای روبه بالا(updraft) مرتبط هستندو نتایج پیچیده را با توجه به مقیاس‌های‌زمانی و مکانی خواهند داشت، که تا حدودی به نیم‌رخ‌های ارتفاعات وابسته هستند. در برخی دیگر از مطالعات نیز ارتفاع به‌عنوان 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

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، به‌نحوی‌که 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 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، 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، به‌عنوان یک عامل کلیدی در تهیه نقشه هزینه جابه‌جایی است. ازاین‌رو در این مطالعه، از عامل ارتفاع جهت نقشه هزینه استفاده شد.

## مواد و روش‌ها

**محدوده‌موردمطالعه:** 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 قرارگرفته 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 ازلحاظ تقسیمات کشوری به ۱۴ شهرستان، ۲۹ بخش، ۲۸ شهر و ۸۵ دهستان تقسیم‌شده است. از مهم‌ترین ارتفاعات این استان می‌توان به رشته‌کوه شاهو، پرآو، دالاهو، الوند، امروله و دالاخانی اشاره کرد. منطقه شکارممنوع قراویز با موقعیت جغرافیایی "۴۵°۴۵'۵۵,۰۲ طول شرقی و "۳۴°۳۰'۳۹,۲۱ عرض شمالی با ارتفاع متوسط ۴۳۰ متروبیش‌ترین‌ارتفاع ۸۱۶ متر از سطح دریای آزاد، بین شهرستان‌های سرپل ذهاب و قصرشیرین قرارگرفته 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 ۲۳۷۲۴/۰۳ هکتار در موقعیت جغرافیایی "۴۵°۰۹'۶۳,۳۵ طول شرقی و "۳۵°۰۲'۲۴,۹۱ عرض شمالی قرار دارد. حداقل ارتفاع 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 ۸۰۰-۷۰۰ میلی‌متر است. منطقه حفاظت‌شده و پناهگاه حیات‌وحش بیستون (مجموعه بیستون) به‌ترتیب با موقعیت‌های جغرافیایی شرقی "۴۸°۸'۵۹.۹۹ عرض شمالی و "۳۴°۱۷'۲۳,۹۹ طول شرقی، و "۴۶°۱۷'۵۹.۹۹ عرض شمالی و "۳۴°۲۱'۰ طول شرقی در استان کرمانشاه قرار گرفته‌اند (شکل ۱). این دو منطقه از دیرباز به‌عنوان زیستگاه‌های‌مناسب‌انواع گونه‌های گیاهی و جانوری برشمرده شده‌اند. دارای سیمای کاملاً کوهستانی با دره‌های از جنس آهک است. اقلیم منطقه براساس ضریب خشکی دومارتن، 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 ″۳۱ ′۲۹ °۴۵ و ″۱۴ ′۴۶ °۴۵ و عرض جغرافیایی ″۵۹ ′۵۵ °۳۳ و ″۲۰ ′۱۰ °۳۴ شمالی واقع‌شده است. این منطقه بر اساس آگهی رسمی از تاریخ ۸۵/۴/۱۵ به‌مدت ۵ سال به‌عنوان منطقه‌ی شکار و تیراندازی ممنوع اعلام گردید. منطقه بدر و پریشان با موقعیت ″۵۷ ′۲۷ °۴۷ طول شرقی تا ″۴۴ ′۱۰ °۳۵ عرض شمالی و در ۱۲ کیلومتری‌جنوب‌شرقی‌شهرستان قروه در استان‌کردستان‌واقع گردیده است (شکل ۱). بیش‌تر وسعت این منطقه در شهرستان قروه و بخشی از آن نیز در شهرستان سنقر قرارگرفته است. جدول ۱ متوسط ارتفاع مناطق حفاظت‌شده استان را نمایش می‌دهد.




**شکل ۱: موقعیت استان کرمانشاه و مناطق حفاظت‌شده در استان**

**جدول ۱: موقعیت قرارگیری مناطق حفاظت‌شده و متوسط ارتفاع**

| نام منطقه | شهرستان | متوسط ارتفاع به متر |
|---|---|---|
| پناهگاه حیات‌وحش 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 بدرو پریشان | سنقر | ۲۳۹۷ |

**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 کدام‌یک‌نامناسب‌است(Mateo-Sánchezوهمکاران، ۲۰۱۵). محققین مختلف، روش‌های متفاوتی را توصیه می‌کنند. برخی از محققان معتقدند که استفاده معکوس نقشه مطلوبیت زیستگاه، به‌دلیل استفاده از داده‌هایی که برروی مطلوبیت زیستگاه نقش داشته، بهتر است (Ferreras، 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، ارتفاع‌نقش مهمی در توزیع بسیاری از جوامع پرندگان (Rahbek و Graves، ۲۰۰۱) و پستانداران (Kerr و Packer، ۱۹۹۷)دارد.پرندگان‌شکاری 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 موردمطالعه (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 مشاهده شده (جدول ۲) در طول بازدیدهای 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 حیات‌وحش دیده نشده‌اند. از طرفی طبقه‌بندی ارتفاع، پهنه‌های بیش‌تری را در یک طبقه می‌گنجاند که با دامنه‌های توزیع و مطلوبیت گونه‌ها هم‌خوانی بیش‌تری‌داردو درآخر این‌که 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 | *Canis lupus* | ۱۵۸۶ | کل استان |
| ۲ | شغال | *Canis aureus* | ۱۴۸۰ | کل استان |
| ۳ | کل و بز | *Capra aegagrus* | ۲۳۰۰ | مجموعه بیستون، کوه خورین، زله زرد |
| ۴ | قوچ و میش | *Ovis Orientalis* | ۹۱۱ | زله زرد |
| ۵ | خرس قهوه‌ای | *Ursus arctos* | ۱۷۰۰ | مجموعه بیستون، قلاجه، دالاهو |
| ۶ | کفتار راه‌راه | *Hyaena hyaena* | ۱۵۰۰ | مجموعه بیستون، شاهو، خورین |
| ۷ | عقاب طلایی | *Aquila chrysaetos* | ۱۵۰۰ | خورین، مجموع بیستون، شاهو |
| ۸ | سارگپه پرپا | *Buteo lagopus* | ۱۴۰۰ به بالا | شاهو، بیستون، خورین، قلاجه |
| ۹ | عقاب شاهی | *Aquila heliaca* | ۱۹۰۰ | خورین، مجموعه بیستون، شاهو |
| ۱۰ | دلیجه | *Falco Tinnunculus* | ۱۰۵۰ به بالا | اکثر مناطق استان |
| ۱۱ | دلیجه کوچک | *Falco naumanni* | ۱۰۰۰ به بالا | اکثر مناطق استان |
| ۱۲ | کرکس مصری | *Neophron percnopterus* | ۱۹۰۰ | هشیلان، خورین، مجموعه بیستون، شاهو |
| ۱۳ | جی جاق | *Garrulus glandarius* | ۱۷۰۰ | شاهو، ارتفاعات روانسر |
| ۱۴ | کبک | *Alectoris chukar* | ۷۰۰ به بالا | تمام مناطق |
| ۱۵ | طرقه آبی | *Monticola solitarius* | ۱۹۵۰ | بیستون، هشیلان، بوزین و مرخیل |
| ۱۶ | پلنگ | *Panthera pardus* | ۲۰۰۰ | بوزین و مرخیل واطراف منطقه |
| ۱۷ | قرقی | *Accipiter nisus* | ۱۹۰۳ | مجموع بیستون، هشیلان، خورین |

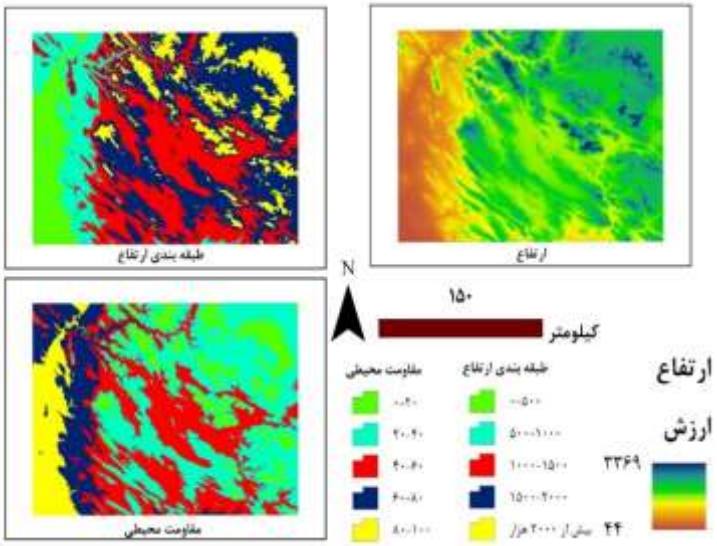
**جدول ۳: هزینه طبقات مختلف ارتفاعی**

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

**مدل‌سازی اتصال:** از میان روش‌های مختلفی که برای تعیین مسیرهای جابه‌جایی مورداستفاده 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 هرکدام از آن‌ها به نزدیک‌ترین گره مجاور شبکه‌ای تشکیل داده شد که شدت‌جریان عبوری از بین گره‌ها (ارتباط یا احتمال انتشار افراد) را محاسبه می‌کند (ملکوتی‌خواه و همکاران، ۱۳۹۲). به‌منظور مدل‌سازی دالان‌های زیستگاهی از تئوری مدارهای الکتریکی Circuitscape و شیوه اتصال گره All-To-One استفاده شد (ملکوتی خواه 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 Wight CWD/EC=Distance/Euclidean Distance)به‌منظور تحلیل خروجی مدل استفاده شد.

## نتایج

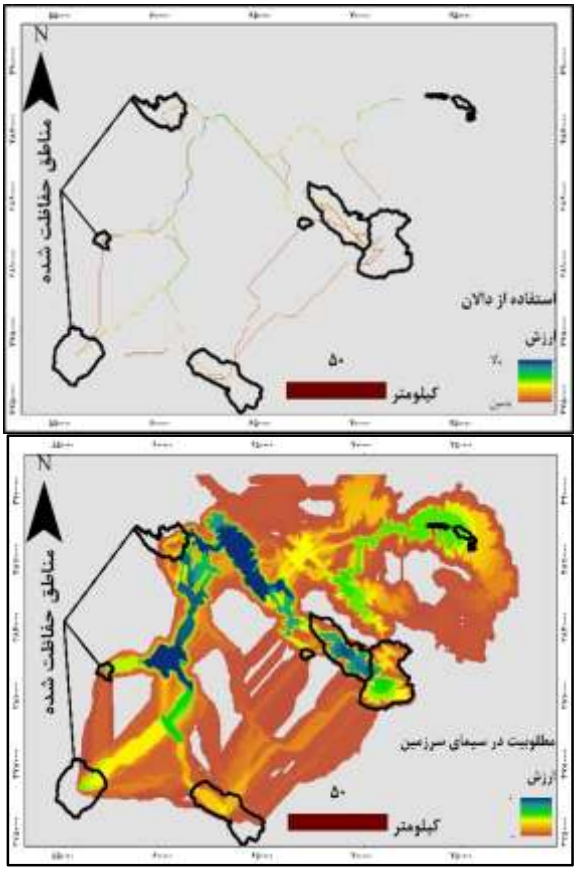
شکل ۲ نقشه ارتفاع و معکوس آن را به‌عنوان نقشه هزینه نمایش می‌دهد. براساس وزن دهی، بیش‌ترین وزن دریافتی مربوط به طبقه ارتفاعی ۵۰۰-۰ متر است، که بیش‌تر نواحی تپه‌ماهوری غرب استان در شهرستان‌های قصرشیرین و سرپل و بخش‌هایی از ثلاث باباجانی را شامل می‌شود. بخش‌های سبزرنگ در نقشه مقاومت محیطی، مناطقی را مشخص 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 تائیدکننده نتایج مذکور است به‌نحوی‌که بیش‌ترین مطلوبیت دالان در طی مسیر اتصال مناطق حفاظت‌شده مذکور قرار دارد.




**شکل ۲: نقشه ارتفاع، طبقات ارتفاع و نقشه هزینه جابه‌جایی در محدوده موردمطالعه**

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 ذکرشده 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 بعدازآن 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 شناسایی‌شده است. نتایج حاصل از بررسی جریان‌مرکزی بین دالان‌های مختلف نشان داد که بیش‌ترین جریان‌بین‌منطقه 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

داد که مقدار این متریک بین منطقه حفاظت‌شده بیستون و پناهگاه حیات‌وحش بیستون کم‌ترین مقدار است. نتایج این متریک نشان می‌دهد که با درنظر 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 موردمطالعه است.



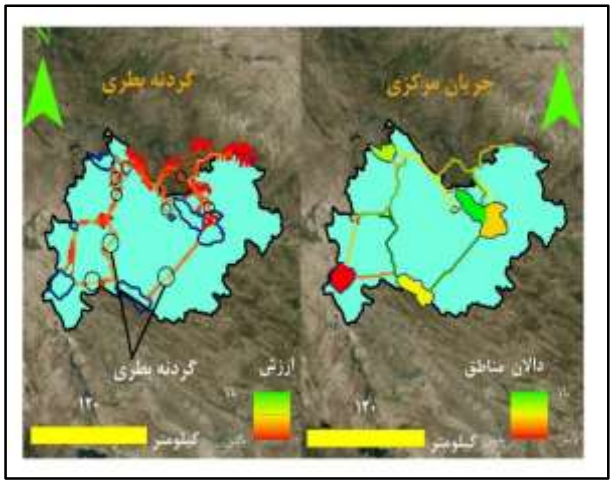

**شکل ۳: متریک‌های تراکم و مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین**

**جدول ۴: نتیجه اندازه‌گیری متریک مرکزیت در مناطق حفاظت‌شده استان**

| نام منطقه | شاخص مرکزیت |
|---|---|
| پناهگاه حیات‌وحش بیستون | ۱۶/۶۱ |
| منطقه حفاظت‌شده بیستون | ۱۱/۶۵ |
| تالاب هشیلان | ۱۳/۲۱ |
| منطقه حفاظت‌شده بوزین و مرخیل | ۱۳/۸۸ |
| منطقه حفاظت‌شده قلاجه | ۱۲/۳۳ |
| منطقه شکارممنوع قراویز | ۱۱/۰۴ |
| منطقه شکارممنوع زله زرد | ۸/۱ |
| منطقه حفاظت‌شده بدر و پریشان | ۸/۷ |

**جدول ۵: متریک‌های مربوط به دالان‌های شناسایی‌شده بین مناطق حفاظت‌شده**

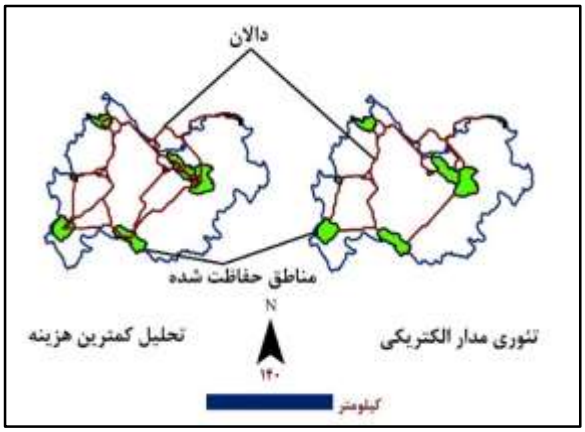
| از منطقه | به منطقه | جریان مرکزی | فاصله به متر | فاصله وزنی هزینه/ فاصله اقلیدسی |
|---|---|---|---|---|
| بدر و پریشان | حفاظت‌شده بیستون | ۳/۷۳ | ۵۲۴۱۲ | ۱۱/۸۴ |
| بدر و پریشان | پناهگاه بیستون | ۳/۱۰ | ۶۱۸۲۶ | ۱۲/۰۷ |
| بدر و پریشان | بوزین و مرخیل | ۳/۵۶ | ۱۲۰۰۲۰ | ۹/۸۳ |
| حفاظت‌شده بیستون | پناهگاه بیستون | ۹/۴۸ | ۳۰ | ۱ |
| حفاظت‌شده 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 گردنه بطری در طول مسیرهای جابه‌جایی**

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

در روش تئوری مدار الکتریکی متفاوت از روش کم‌ترین هزینه است. با این‌حال در هر دو روش، مسیرهای گدار از کوه‌های خورین به‌عنوان یک مسیر مناسب جهت اتصال مجموعه بیستون به شاهو استفاده شده است.




**شکل ۵: دالان‌های طراحی‌شده با استفاده از روش‌های تئوری مدار الکتریکی (راست) و تحلیل کمترین هزینه (چپ)**

## بحث

تغییرات آب و هوایی ممکن است منابع موجود و زیستگاه مناسب برای گونه‌های جانوری را تغییر دهد که این خود می‌تواند درصد زنده‌بودن حیات‌وحش را تحت تأثیر قرار دهد (Hughes، ۲۰۰۰؛ Schwartz و همکاران، ۲۰۰۶) این تأثیر می‌تواند بر روی گونه‌های گیاهی و جانوری باشد (Dirnböck 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 متریک‌های مربوط به دو روش، برای تعیین و تحلیل مسیرهای جابه‌جایی گونه‌های حیات‌وحش مناطق حفاظت‌شده کوهستانی استفاده‌شد. اتخاذ وزن دقیق هر طبقه با توجه به بازدیدهای میدانی و شرایط موجود انجام گرفت. اتخاذ بیش‌ترین هزینه برای طبقات ارتفاعی ۵۰۰-۰ به‌دلایل متفاوت مانند استفاده (حسن‌زاده‌ناورودی و قادری، ۱۳۹۶) و تردد دام روستائیان و وجود زمین‌های کشاورزی بود. این مناطق بیش‌تر پهنه‌های غربی استان در شهرستان‌های قصر شیرین و سرپل ذهاب را شامل می‌شوند. در تمام بازدیدهای میدانی به‌عمل‌آمده از ارتفاعات استان (از ارتفاع ۵۰۰ به بالا) فصول چرای دام و استقرار عشایر در دامنه‌های 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 می‌گرفت. ورود دام به مناطق حفاظت‌شده در مطالعه خالوندی (۱۳۹۵) در منطقه بیستون و کرمی (۱۳۹۳) در منطقه شکارممنوع قراویز نیز گزارش‌شده است. وزن‌های دریافتی به‌عنوان هزینه در ارتفاع ۱۵۰۰-۵۰۰ به‌دلیل توسعه‌های 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 این‌رو انتخاب دامنه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ برای احداث کریدور امتیاز متوسطی دریافت کرد.

پیمایش میدانی جهت انطباق یافته‌های این مطالعه با نتایج مدل نشان داد که پرندگان شکاری استان در طول مسیر مجموعه بیستون به رشته‌کوه شاهو به نسبت سایر مناطق حضور بیش‌تری دارند، به‌نحوی که اکثر گونه‌های مشاهده‌شده مانند کرکس مصری (*Neophron percnopterus*)، عقاب شاهی (*Aquila heliaca*)، عقاب طلایی (*Aquila chrysaetos*) در طول مسیر مذکور مشاهده شدند. مطلوبیت دالان‌های شناسایی‌شده مسیر حرکت خرس در قسمت قلاجه از مطلوبیت سیمای سرزمین کم‌تری به نسبت سایر محدوده‌های پراکنش برخوردار بود. در مطالعه فلاحتی (۱۳۹۷) ارتفاع مطلوب برای زیستگاه خرس (*Ursus arctos*) در منطقه حفاظت‌شده قلاجه بین ۱۲۵۰-۱۱۰۰ متر بود. این طبقه در این مطالعه بین ۱۰۰۰-۱۵۰۰ قرارگرفته و لذا مطلوبیت سیمای سرزمین کم‌تری به نسبت سایر مناطق پراکنش گونه وجود دارد. مسیرهای گدار، زیستگاه کل و بز را در منطقه حفاظت‌شده و پناهگاه حیات‌وحش بیستون پوشش می‌دهند. در مطالعه خالوندی (۱۳۹۵) ارتفاع متناسب برای گونه نیز در فصل بهار بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر تخمین زده‌شده بود. بر همین اساس نقشه مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین مسیر گدار کل و بز (*Capra aegagrus*) را نیز پوشش داده است. براساس متریک مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین، مطلوب‌ترین دالان در طول مسیر کوه‌های خورین به سمت رشته‌کوه شاهو است. تراکم استفاده از دالان نیز نتایج مشابه ارائه کرد، بیش‌ترین تراکم دالان در محدوده عبور از منطقه بوزین مرخیل به سمت قراویز و درگذر از شهرستان ثلاث باباجانی است. از منطقه بدر و پریشان به سمت کوه بیستون و پرآو نیز مطلوبیت متوسطی وجود دارد که دلیل آن می‌تواند وجود مناطق پست بین مبدأ و مقصد باشد. به‌دلیل وجود این مناطق، آلترناتیوهایی برای اتصال مناطق مذکور به‌وجود آمدکه بخش‌های جنوبی شهرستان کامیاران و ارتفاعات پیرامون سد گاوشان را شامل شده است (شکل ۳). مطلوبیت دالان درگذر از منطقه حفاظت‌شده بیستون به پناهگاه حیات‌وحش بسیار بالابوده که شرایط بسیار مناسبی را جهت جابه‌جایی فراهم کرده است. در مطالعات خالوندی (۱۳۹۵) در منطقه

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 درحرکت 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 مطلوبت‌ترین 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 حفاظت شده را به نسبت سایر مناطق مجاور مشخص می‌سازد. منطقه حفاظت شده 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 موردمطالعه 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 کاراتر 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 حفاظت شده در سیمای سرزمین به قدرت ارتباط آن‌ها با سایر مناطق نیز بستگی دارد.

## 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. **حسن‌زاده‌ناورودی، ا. و قادری، ا.، ۱۳۹۶.** اثر سطح دریا بر خصوصیات رویشی درختان بلوط وی ول (*Quercus libani* Olive.) در استان کردستان. فصلنامه بوم‌شناسی جنگل های 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 آنتروپی بیشینه (MaxEnt). پایان نامه 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 حفاظت شده 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. **عبدالهی، 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 حفاظت شده بیستون). فصلنامه بوم‌شناسی کاربردی. سال۴، 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 استفاده از تجزیه و تحلیل آشیان اکولوژیک (ENFA) پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط‌زیست.دانشکده کشاورزی

و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس. ۱۲۵ صفحه.

۱۱. **کرمی، پ. و شایسته، ک.، ۱۳۹۷.** مدل‌سازی دالان‌های زیستگاهی با استفاده از روش تجسم در مدل آنتروپی بیشینه مطالعه موردی: قوچ و میش (*Ovis orientalis*) مناطق حفاظت شده استان‌های 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 دالان‌های زیستگاهی گوسفند وحشی ارمنی (*Ovis Orientalis*) در بستر سیمای مبتنی بر تئوری مدار الکتریکی (مطالعه موردی: مناطق لشگردر و گلپرآباد). مجله پژوهش‌های 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. **ملکوتی‌خواه، ش.؛ فاخران، س. و سفیانیان، ع.، ۱۳۹۲.** استفاده از تئوری مدارهای الکتریکی جهت شناسایی کریدورهای مهاجرتی بین پناهگاه‌های 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 بیوم‌های خشکی ایران به‌وسیله 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. 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.

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 Ibisch, 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.

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.