

بررسی مطلوبیت زیستگاه و مسیرهای ارتباطی آهوی ایرانی در غرب استان کرمانشاه و شرق کشور عراق (مطالعه موردی: منطقه شکار ممنوع قراویز)

- **مینا اسماعیلی:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
- **کامران شنایسته*:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
- **پیمان کرمی:** گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۸

چکیده

ارتباط یک ویژگی مهم سیمای سرزمین است که در صورت نابودی، تنوع زیستی در معرض خطر جدی قرار می‌گیرد. آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) از گونه‌های شاخص دشت‌های ایران است که در منطقه شکار ممنوع قراویز در غرب استان کرمانشاه پراکنش دارد. به دلیل آسیب‌پذیر بودن زیستگاه‌های این گونه، تهدیدات متعددی پتانسیل تأثیرگذاری را بر روی این گونه دارند. در نتیجه حفظ زیستگاه‌های مطلوب و راه‌های ارتباطی بین این زیستگاه‌ها ضروری است. هدف این مطالعه شناسایی مسیرهای ارتباطی گونه در منطقه شکار ممنوع قراویز با بخش‌های غربی محدوده پراکنش گونه در کشور عراق است. ابتدا مطلوبیت زیستگاه گونه با استفاده از مدل مکسنت تهیه شد. سپس نتایج مدل به مرزی که محدوده گذار بین ایران و عراق را شامل می‌شود تعمیم داده شد. به منظور مدل‌سازی، از نقاط حضور گونه و ۹ متغیر زیستگاهی استفاده شد. با اعمال حد آستانه بر روی نقشه مطلوبیت زیستگاه، بلوک‌های زیستگاهی شناسایی شدند. از معکوس نقشه مطلوبیت به عنوان نقشه هزینه جابه‌جایی استفاده شد. مدل‌سازی دالان با استفاده از روش تحلیل کم‌ترین هزینه، بین بلوک‌های زیستگاهی صورت گرفت. نتایج نشان داد که متغیرهای فاصله از جاده، ارتفاع و شیب بر روی گونه، بیش‌ترین تأثیر را داشته‌اند. بر اساس متریک‌های تراکم و مطلوبیت سیمای سرزمین، بالاترین ارزش حفاظتی برای جابه‌جایی بین لکه‌های زیستگاهی، مربوط به دالان‌های غربی منطقه قراویز در مجاورت با کشور عراق است.

کلمات کلیدی: آهوی ایرانی، قراویز، عراق، دالان، تحلیل کم‌ترین هزینه



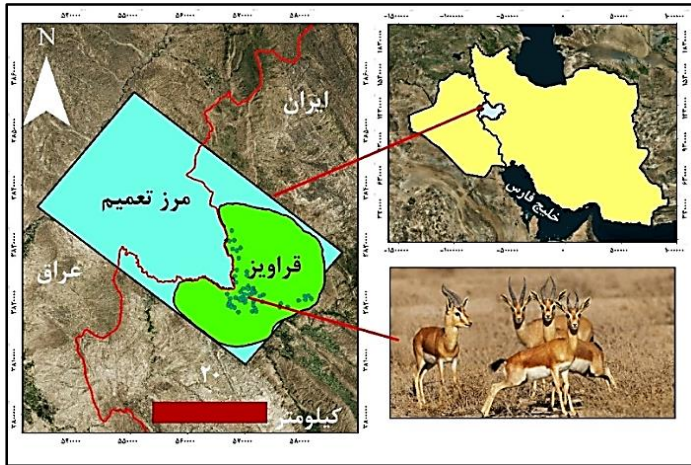
مقدمه

اهمیت حفاظت از تنوع زیستی برای حفظ محیط زیست ضروری است که در صورت از بین رفتن آن در یک ناحیه شاهد ناپایداری خواهیم بود (عسگری و همکاران، ۱۳۹۳). محیط زیست طبیعی، پناهگاه اشکال گوناگون زندگی و اکوسیستم‌ها است، چنین محیطی حاصل میلیون‌ها سال تکامل و جهش است (رازقندی و همکاران، ۱۳۹۷). امروزه بزرگ‌ترین تهدید تنوع زیستی در سطح جهان، تخریب زیستگاه‌ها است (مکی و همکاران، ۱۳۹۱). توسعه و به دنبال آن تغییر اکوسیستم‌ها در سال‌های اخیر چنان شتاب زده صورت گرفته که سازگاری موجودات زنده با تغییرات محیطی به سختی صورت می‌گیرد (جاپلکی و همکاران، ۱۳۹۶). در مواردی که برخی از توسعه‌ها قابل پذیرش می‌شوند، طراحی و ساخت کریدورها می‌تواند به عنوان وسیله‌ای برای برقراری ارتباط بین لکه‌ها ایفای نقش کند (شبان و همکاران، ۱۳۹۶). از طرفی عمده آثار منفی توسعه متوجه زیستگاه‌های دشتی است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵). علف‌خواران جزء مهمی از اکوسیستم‌های خشکی هستند (رادنژاد و همکاران، ۱۳۹۵). آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) یکی از گونه‌های راسته زوج سمان، پستانداری گیاه‌خوار و نشخوارکننده و از مهم‌ترین علف‌خواران دشت‌های ایران است (کاظمی جهندی و همکاران، ۱۳۹۶). این گونه در حال حاضر به طور پراکنده در عربستان، پاکستان، شمال تبت، جنوب شرقی ترکیه، قفقاز، ترکمنستان و برخی دشت‌های ایران زندگی می‌کند (قاسمی خادمی، ۱۳۹۲). دشت‌زی بودن گونه سبب گردیده که بیش‌تر در معرض آسیب‌های ناشی از تخریب زیستگاه‌ها و تعارضات انسان ساخت قرار گیرد و شکار آن نیز به لحاظ نوع زیستگاه آن راحت‌تر از گونه‌های دیگر مانند پازن و قوچ و میش باشد (طرح مدیریت و حفاظت از آهوی ایرانی، ۱۳۸۹). این گونه به دلیل لزوم جابجایی و تحرک به صورت روزانه، به محدوده زیستگاهی وسیع و یکپارچه نیازمند است. به همین جهت، بررسی مطلوبیت زیستگاهی آن می‌تواند اطلاعات مفید و مؤثری در حفاظت این گونه داشته باشد (رازقندی و همکاران، ۱۳۹۷). از طرفی مدیریت جمعیت‌ها نیازمند برقراری ارتباطات سیمای سرزمین بین لکه‌های زیستگاهی است (خسروی و همکاران، ۱۳۹۶). موضوع مهاجرت بین تکه‌ها یکی از تعیین‌کننده‌ترین متغیرها در تحولات جمعیت زیستگاه‌های تکه‌تکه شده است (ثنایی و همکاران، ۱۳۹۱). زیست‌شناسان حفاظت معتقدند که ارتباطات زیستی، شانس بقاء جمعیت‌های حیات وحش را افزایش داده و تأثیرات ناشی از انزوا را بر جمعیت‌ها به حداقل می‌رساند (امیری، ۱۳۹۵). روش‌های مورد استفاده برای ارزیابی مطلوبیت زیستگاه یا مبتنی بر داده‌های حضور هستند و یا از داده‌های حضور و عدم حضور به صورت هم‌زمان استفاده می‌کنند (رنجبر و شاهقلیان،

۱۳۹۲). از این طریق می‌توان به یک تخمین در مقیاس وسیع از مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات وحش بدون نیاز به جمع‌آوری اطلاعات از جزئیات ویژگی‌های فیزیولوژی و رفتاری گونه دست یافت (انصاری، ۱۳۹۴). به عبارت دیگر روش‌های مدل‌سازی می‌توانند برای غلبه بر محدودیت‌های اطلاعاتی موجود، جهت حفاظت از تنوع زیستی مورد استفاده قرار گیرند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۷). تحلیل کم‌ترین هزینه مسیر (LCP= Least Cost Path)، روشی برای اندازه‌گیری فاصله مؤثر به جای فاصله اقلیدسی بین لکه‌های زیستگاهی است. این روش به منظور بر آوردن سنجش نحوه ارتباط بین ذخیره‌گاه‌های بالفعل و بالقوه طراحی شده است (مشهدی احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). از جمله مطالعات انجام گرفته در زمینه مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی و ارتباطات سیمای سرزمین گونه مذکور می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

مددی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) در پارک ملی گلستان با استفاده از روش مبتنی بر داده‌های فقط حضور و تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA= Ecological Niche Factor Analysis) پرداختند. در این بررسی نقاط حضور گونه به عنوان متغیر مستقل و ۸ متغیر محیطی به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. نتیجه نشان داد که مهم‌ترین عوامل مؤثر در پراکنش گونه مذکور، درصد شیب، فاصله از جاده و فاصله از پاسگاه‌های محیط‌بانی است. آقاجفی و سالاری (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای انتخاب زیستگاه بهاره آهوی کوهی (*Gazella gazella*) در جزیره فارور را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی متغیرهای زیستگاهی در اطراف گروه‌های سرگین (نقاط حضور گونه) اندازه‌گیری و با پلات‌های عدم حضور مقایسه گردید. آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA= Principal component analysis) در این مطالعه نشان داد که درصد پوشش گیاهان علفی و ارتفاع درختان آکاسیا، مهم‌ترین متغیرهای زیستگاهی مؤثر در انتخاب زیستگاه این گونه هستند. خسروی و همکاران (۱۳۹۶) به مطالعه پیوستگی سیمای سرزمین و کریدورهای مهاجرتی آهوی گواتردار (*Gazella Subgutturosa Subgutturosa*) در مناطق مرکزی ایران پرداختند. در این مطالعه با استفاده از رویکرد کرنل مقاومت (kernel density) و مسیرهای حداقل هزینه فاکتوریل، سطح لکه‌های هسته‌ای زیستگاهی و کریدورهای مهاجرتی پیش‌بینی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که حفاظت از این گونه، نیازمند مدیریت یکپارچه در سطح سیمای سرزمین به منظور برقراری جریان ژنی بین زیستگاه‌های منزوی است. Cushman و Wasserman (۲۰۱۸) به مطالعه مطلوبیت زیستگاه راسو (*Martes americana*) در مقیاس چندگانه در ایالت Idaho پرداختند. در این مطالعه به منظور مدل‌سازی زیستگاه از روش جنگل تصادفی (RF= Random Forest) و رگرسیون لجستیک استفاده شد.

که هم‌جوار با مرز قراویز بوده در نظر گرفته شد و مرز تعمیم نامیده شد که شامل منطقه شکار ممنوع قراویز و زیستگاه‌های مطلوب گونه در کشور عراق است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه در غرب استان کرمانشاه و شرق کشور عراق

نقاط حضور گونه: در پژوهش حاضر ابتدا از طریق بررسی‌های مستقیم میدانی در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال ۱۳۹۷ و مطالعات قبلی (کرمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ کرمی و همکاران، ۱۳۹۵) لکه‌های پراکنش آهوی ایرانی در منطقه شکار و تیراندازی ممنوع قراویز شناسایی گردید. سپس با مستقر نمودن ترانسکت‌هایی با طول متفاوت و عرض ثابت، در طول این ترانسکت‌ها حرکت کرده و نقاط ثبت شدند (کرمی، ۱۳۹۳). این نقاط در مجموع شامل کلیه نقاط حضور گونه و هم‌چنین کلیه نقاطی که نشانه‌ای از حضور گونه مورد نظر وجود دارد، اعم از ردپا، سرگین، لاشه و محل استراحت است که با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت گردید.

متغیرهای زیستگاهی: در جدول ۱ متغیرهای زیستگاهی مؤثر بر پراکنش گونه متناسب با مطالعات از پیش انجام‌گرفته (اکبری هارونی و همکاران، ۱۳۸۷؛ کرمی و همکاران، ۱۳۹۴؛ رادنژاد و همکاران، ۱۳۹۵؛ مددی و همکاران، ۱۳۹۷) و شرایط محلی انتخاب شدند. تمامی متغیرها با اندازه سلولی ۳۰×۳۰ متر تهیه و نقشه‌های به‌دست آمده پیش از ورود به مدل‌سازی از نظر هم‌بستگی بررسی سپس وارد مدل آن‌تروپی شدند. به این منظور مدل رقومی ارتفاعی (DEM) به‌عنوان لایه مرجع در نظر گرفته شد و با استفاده از تنظیمات محیط پردازش در نرم‌افزار ArcGIS 10.2 تمام لایه‌های متغیرهای زیستگاهی از نظر سطر و ستون و ابعاد سلولی یکسان شدند.

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه: پس از تهیه نقشه متغیرهای زیستگاهی به‌منظور دستیابی به لکه‌های توزیع، جهت شناسایی مسیرهای گذار آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) بین منطقه شکار ممنوع

اعتبارسنجی مدل با استفاده از تابع آماری ROC (Receiver operating characteristic) انجام گرفت. نتایج نشان داد که مدل جنگل تصادفی به نسبت مدل رگرسیون لجستیک بهتر عمل کرده است. نتایج مطالعه اهمیت بررسی مطلوبیت را در مقیاس‌های مختلف نشان می‌دهد. Majumdar و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای دالان‌های زیستگاهی را با استفاده از مدل مطلوبیت آن‌تروپی پیشنهادی برای زیستگاه گونه *Hydnocarpus kurzii* مدل‌سازی کردند. بر این اساس از ۱۸ نقطه حضور گونه و متغیرهای زیستگاهی توپوگرافیک و شاخص‌های گیاهی حاصل از تصاویر مودیس استفاده شد. خروجی مدل مطلوبیت با واقعیت‌های میدانی مطابقت داده شد. مدل‌سازی دالان با استفاده از تحلیل کم‌ترین هزینه (LCP) انجام گرفت. نتایج نشان داد دره کوهستانی در مقایسه با قله‌ها برای گونه مناسب‌تر است. براساس نتایج دالان طراحی شده می‌تواند جهت اتصال جمعیت‌ها مورد استفاده قرار گیرد. Fabrizio و همکاران (۲۰۱۹) به مقایسه روش‌های مطلوبیت زیستگاه و اتصالات سیمای سرزمین در تخمین تصادفات جاده‌ای رودک (*Meles meles*) در مرکز ایتالیا پرداختند. نقاط حضور گونه با استفاده از دوربین تله‌ای و مشاهدات تصادفات جاده‌ای جمع‌آوری گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که روش‌های اتصالات سیمای سرزمین به نسبت روش‌های مطلوبیت زیستگاه در پیش‌بینی تصادفات جاده‌ای بهتر عمل کرده است. نتایج این مطالعه اهمیت بررسی چشم‌انداز را می‌دهد. آهوی ایرانی در استان کرمانشاه در دو منطقه تیراندازی و شکار ممنوع قراویز و زله زرد پراکنش دارد. این گونه در مرز مناطق مذکور دارای جابه‌جایی با کشور عراق است. هدف این مطالعه بررسی وضعیت اتصال لکه‌های زیستگاهی آهوی ایرانی در محدوده منطقه شکار ممنوع قراویز و شرق کشور عراق است.

مواد و روش‌ها

مناطق مورد مطالعه: منطقه شکار ممنوع قراویز دارای موقعیت جغرافیایی ۲۱° ۳۹' ۳۰" عرض و ۴۵° ۴۵' ۵۵" طول شرقی و ۳۴° ۳۰' ۳۹" عرض شمالی در محدوده شهرستان سرپل ذهاب و با وسعت تقریبی ۳۶۰۰ هکتار در مجاورت جاده سرپل ذهاب به قصر شیرین واقع گردیده است (کرمی و همکاران، ۱۳۹۴). در مطالعه کرمی (۱۳۹۳) مشخص گردید که مرزهای منطقه قراویز زیست‌گاه مطلوب گونه را پوشش نمی‌دهد، از این‌رو در این مطالعه مرزی جدید مطابق با مطالعه کرمی (۱۳۹۳) تعریف گردید و تعمیم نتایج اجرا در این محدوده به مرز بین کشور ایران و عراق تعمیم داده شد. محدوده‌ای نیز جهت شناسایی مسیرهای گذار آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) بین منطقه شکار و تیراندازی ممنوع قراویز با زیستگاه‌های مطلوب کشور عراق



تحلیل کمترین هزینه: از محبوبترین روشها برای طراحی اتصال زیستگاهها، روش کمترین هزینه مسیر است (Sawyer و همکاران، ۲۰۱۱). این روش مسیرهای جابجایی احتمالی جانوران را براساس هزینه تجمعی جابهجایی ارزیابی می کند (Boyce و Chetkiewicz، ۲۰۰۹). اساس این روش، شناسایی مسیری است که یک گونه با صرف کمترین میزان هزینه ممکن، برای رفتن از یک منطقه به منطقه دیگر می پیماید (عبداللهی و ایلدرمی، ۱۳۹۶)، لایه هزینه یا لایه سطح اصطکاک توسط یک نقشه رستری نمایش داده می شود (امامی و همکاران، ۱۳۹۷). در این نقشه به هر سلول عددی تعلق می گردد که معرف میزان هزینه نسبی است که برای عبور از هر سلول باید پرداخت گردد (Bagli و همکاران، ۲۰۱۱) و می تواند با ترکیب معیارهای مختلف محاسبه شود (Bagli و همکاران، ۲۰۱۱). به منظور اجرای مدل پس از شناسایی بلوکهای حاصل از اعمال حد آستانه، به هر لکه زیستگاهی شناسایی شده کدی اختصاص داده شد و سپس از معکوس نقشه مطلوبیت زیستگاه به عنوان نقشه هزینه استفاده شد (مشهدی احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). اجرای مدل در نرم افزار ArcGIS 10.2 انجام گرفت. از دو متریک مطلوبیت دالان در سیمای سرزمین و تراکم استفاده جهت تحلیل کیفیت دالانهای طراحی شده استفاده شد. متریک سیمای سرزمین مطلوبیت مسیرهای شناسایی شده را با توجه به سیمای سرزمین اطراف نمایش می دهد و متریک تراکم استفاده، مشخص می کند دالان مذکور با شدتی مورد استفاده قرار می گیرد. این دو متریک در کنار مسیرهای شناسایی شده (نقش ساختاری) نقش کارکردی دالان را تعیین می کنند.

نتایج

نتایج اعتبارسنجی مدل نشان داد که مدل در اجرای خود برای داده های آزمون (Test) و یادگیری (Training) موفق بوده است. مقادیر AUC به ترتیب برای آزمون و یادگیری برابر ۰/۸۱۳ و ۰/۹۰۱ محاسبه گردید که نشان از قدرت بالای مدل در تفکیک از مدل تصادفی دارد. اهمیت متغیرهای مورد استفاده به روش جک نایف نیز نشان داد که متغیرهای فاصله از جاده، ارتفاع و شیب بیشترین تأثیر را در مدل سازی پراکنش گونه مورد نظر داشته است. متغیرهای رطوبت و فاصله از زمینهای با شیب کم تر از ۱۰ درصد کمترین تأثیر را در مطلوبیت زیستگاه گونه مورد مطالعه داشته اند. شکل ۲ نتایج حاصل از حساسیت سنجی را برای متغیرهای مختلف نمایش می دهد. شکل ۳ نتایج حاصل از مدل سازی مطلوبیت زیستگاه برای منطقه شکار ممنوع قراویز و محدوده مرزی بین ایران و عراق را نمایش می دهد. براساس نتایج، محدوده مطلوب با توجه به شرایط استقرار آهو در قراویز در

قراویز و شرق کشور عراق از مدل آنتروپی بیشینه در نرم افزار MaxEnt ۳.3.3 استفاده شد. مدل سازی حداکثر آنتروپی دارای قابلیت بالایی برای شناسایی توزیع و انتخاب زیستگاه حیات وحش با توجه به وابستگی آن به مکانهای حضور است (Baldwin، ۲۰۰۹). ورودی های این نرم افزار، دودسته اطلاعات، یعنی نقاط حضور گونه و نقشه متغیرهای زیستگاهی است. در خروجی مدل، به هر سلول ارزشی داده می شود که بیانگر میزان مطلوبیت پیکسل مربوطه برای گونه بوده و در نهایت نقشه مطلوبیت زیستگاه به صورت یک نقشه پیوسته به دست می آید. بررسی اعتبار مدل با استفاده از آماره ROC انجام می گیرد. حساسیت سنجی متغیرهای مؤثر در مدل سازی نیز با استفاده از تحلیل جک نایف انجام گرفت.

جدول ۱: متغیرهای زیستگاهی وارد شده به نرم افزار مکسنت جهت

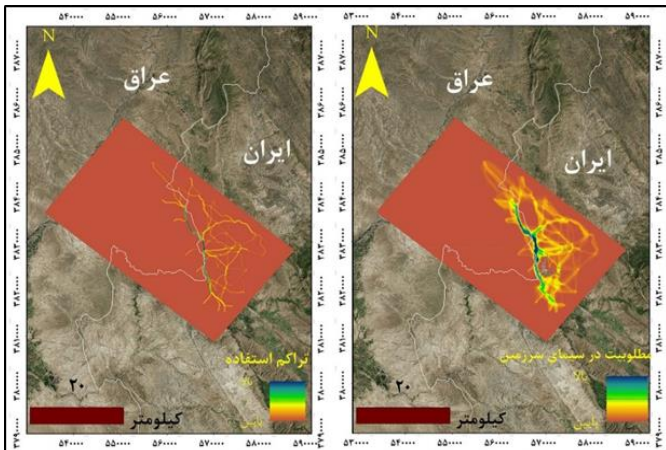
مدل سازی مطلوبیت زیستگاه

ردیف	متغیر	دامنه تغییر	منبع تهیه
۱	ارتفاع	۱۵۹۹ - ۲۱۰	مدل رقومی ارتفاعی
۲	شیب	۱۶۵/۵۰۱ - ۰	مدل رقومی ارتفاعی
۳	رطوبت	۱۹۰۲۸۶ - ۳/۰۴۲۸۵	مدل رقومی ارتفاعی
۴	شاخص بار گرمایی	۱/۱۲۰۹۴ - ۰/۲۱۲۲۰۴	مدل رقومی ارتفاعی
۵	فاصله از جاده	۴۹۶۵/۶۱ - ۰	اداره محیط زیست کرمانشاه
۶	فاصله از روستا	۵۹۵۷/۸۵ - ۰	اداره محیط زیست کرمانشاه
۷	فاصله از زمینهای کشاورزی	۳۳۲۷/۳ - ۰	اداره محیط زیست کرمانشاه
۸	فاصله از رودخانه	۹۰۴۱/۹۵ - ۰	اداره محیط زیست کرمانشاه
۹	فاصله از زمینهای هموار	۱۰۷۵/۴۱ - ۰	ارتفاع

بلوکهای اتصال: به منظور بررسی دالانهای ارتباطی ابتدا باید

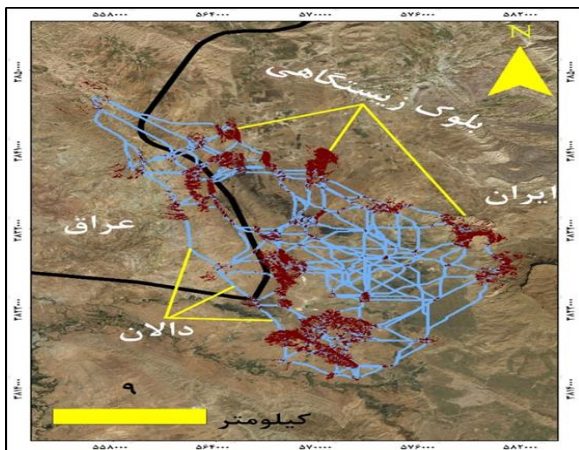
بلوکهای زیستگاهی شناسایی شوند. بلوکهای زیستگاهی در این مطالعه لکه های پیوسته و مطلوب را شامل می شوند که دارای پتانسیل بالای از حضور گونه هستند. روشهای متفاوتی برای شناسایی بلوکهای زیستگاهی وجود دارد. برخی بر پایه پیمایشهای میدانی (الماسیه و همکاران، ۱۳۹۶)، یکپارچگی و وسعت و برخی نیز براساس شناسایی لکه بر پایه مدل های مطلوبیت هستند. مدل آنتروپی بیشینه در فایل خروجی خود حد آستانه های لجستیکی (logistic threshold) متفاوتی را نمایش می دهد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۴). شناسایی حد آستانه می تواند به صورت اعمال حد آستانه های مختلف و شناسایی حد مناسب با توجه به شاخص کاپا انجام گیرد (پیری صحراگرد و همکاران، ۱۳۹۵؛ زارع چاهوکی و عباسی، ۱۳۹۵). پس از اجرای مدل آنتروپی بیشینه از حد آستانه های موجود در خروجی مدل برای شناسایی لکه های مطلوب استفاده گردید. به این منظور تک تک حد آستانه های موجود بر روی نقشه مطلوبیت زیستگاه اعمال شد و نتایج مشاهده گردید و سپس حد آستانه مناسب اتخاذ شد.





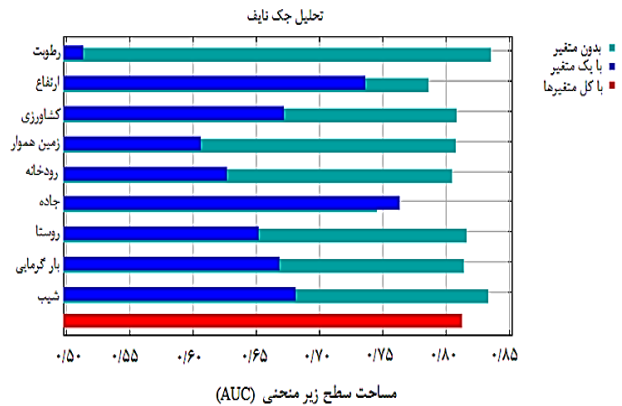
شکل ۵: متریک‌های سیمای سرزمین

براساس نتایج حاصل از اعمال حد آستانه‌های مختلف بر روی نقشه پیوسته مطلوبیت زیستگاه حد آستانه (Maximum training sensitivity plus specificity) با مقدار عددی ۰/۵۲ به بهترین شکل زیستگاه پیوسته با مساحت بالا را شناسایی کرد. شکل ۴ نتایج حاصل از اعمال حد آستانه بر روی نقشه مطلوبیت زیستگاه فوق را نمایش می‌دهد. بیش تر لکه‌های مطلوب زیستگاه در قسمت داخلی محدوده استان کرمانشاه قرار دارند. تعداد این لکه‌ها در بخش مرکزی قراویز و شمال شرقی آن به مراتب بیش از سایر مناطق موجود است. شکل ۵ نتایج حاصل از مدل‌سازی دالان بین منطقه قراویز و بخش شرقی کشور عراق را نمایش می‌دهد. متریک مطلوبیت در سیمای سرزمین نشان داد که با نزدیکی به مرز، به مطلوبیت متریک افزوده شده و متریک تراکم استفاده از دالان نیز در این قسمت (مرز ایران و عراق) فزونی می‌یابد. شکل ۶ دالان‌های موجود بین بلوک‌های مختلف زیستگاهی نمایش می‌دهد. براساس نتایج بیش‌ترین میزان دالان در بخش داخل کشور هم‌مرز با عراق قرار دارد و بیش‌ترین جابه‌جایی آهوی ایرانی بین لکه‌های پراکنشی در داخل کشور است.

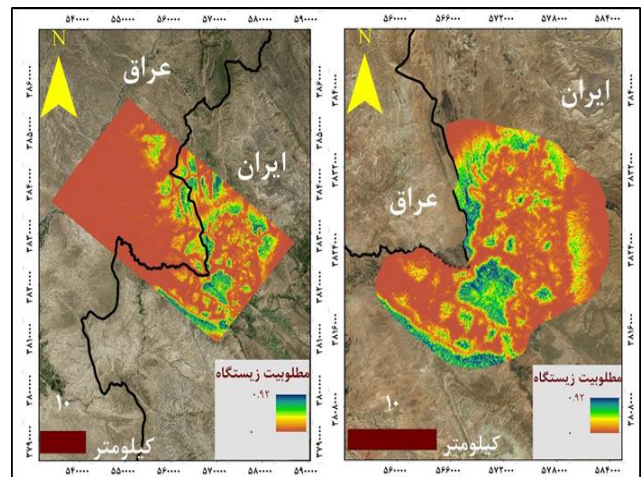


شکل ۶: مسیرهای گذار بین بلوک‌های زیستگاهی

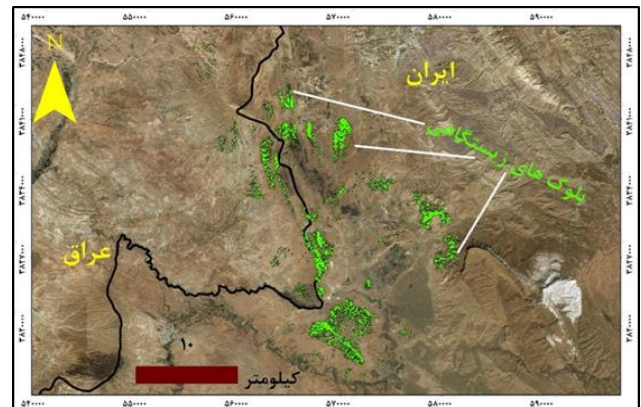
سمت‌های شمال غربی مرز محدوده مورد مطالعه قرار دارد، به عبارتی با حرکت به سمت بخش‌های غربی مرز تعمیم، مطلوبیت زیستگاه گونه مورد مطالعه کاسته می‌شود؛ بنابراین بر اساس نتایج این یافته پراکنش آهوان قراویز در کشور عراق به سمت شمال غربی کشیده می‌شود.



شکل ۲: حساسیت‌سنجی به‌روش تحلیل چک نایف



شکل ۳: مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (Gazella subguttorosa) در مرز قراویز و محدوده تعمیم بین ایران و عراق



شکل ۴: بلوک‌های زیستگاهی آهوی ایرانی بین ایران و عراق



بحث

همام بر روی رودخانه الوند و جگیان قرار گرفته و خروجی آب به سمت کشور عراق را کنترل می‌کند. سد مخزنی شهدای تنگ همام پس از احداث و آبگیری علاوه بر تأمین آب کشاورزی منطقه در پرآب شدن چشمه‌های موجود در منطقه قراویز نیز نقش داشته است. در بررسی‌های میدانی جمعیت‌های بیش از ۱۰۰۰ رأس در منطقه مشاهده شدند. تغییر در پوشش گیاهی و آبدهی چشمه‌های منطقه می‌تواند تحت سرفصل غذا و آب در مدیریت زیستگاه مورد بررسی قرار گیرد. وجود این دو منبع و دشت‌های قراویز به‌عنوان پناه عملاً شرایط مساعد زیستگاهی برای این‌گونه ایجاد کرده است. مهاجرت آهوان به کشور عراق به دلایل متفاوتی رخ می‌دهد که یکی از آن‌ها حضور عشایر در منطقه و ایجاد ناامنی‌های ناشی از فعالیت‌های عشایر و دام است. این ناامنی‌ها در نهایت منجر به جابه‌جایی گونه بین دو کشور می‌شود و از این‌رو شناسایی این دالان‌ها و حفاظت از مسیرهای گذار برای گونه مذکور می‌تواند جهت حفاظت از ارتباط بین جمعیت‌ها مفید واقع شود. در این راستا نتایج این مطالعه نشان داد که عمده زیستگاه مطلوب در داخل کشور قرار دارد (شکل ۳) و تنها بخش کوچکی از زیستگاه گونه در خارج از مرز و در قسمت شمالی واقع گردیده است. مرزی بودن منطقه مذکور، در کنار حفاظت مناسب در دهه گذشته و نیز حمایت‌های جوامع محلی در ایجاد این شرایط بی‌تأثیر نبوده است. متریک تراکم استفاده از دالان نشان داد که دالان‌های پایین دست سد به نسبت سایر قسمت‌های محدوده تعمیم‌داری مطلوبیت بالایی هستند و به بیشترین مقدار توسط آهوان مورد استفاده قرار می‌گیرند. قسمت بالای محدوده سد تنگ همام فاقد مطلوبیت است. با توجه متریک مطلوبیت دالان سیمای سرزمین می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که هرچقدر از مناطق مرکزی مرز قراویز به سمت حاشیه قراویز در نزدیکی مرز ایران و عراق نزدیک می‌شویم به مطلوبیت متریک مذکور افزوده شده است و بر این اساس با نتایج متریک تراکم استفاده از دالان کاملاً هم‌خوانی دارد. بررسی دالان‌های ایجاد شده حاکی از وجود کریدورهای متعدد برای جابه‌جایی گونه در داخل مرز قراویز است در حالی که در مقایسه با دالان‌های طراحی شده در کشور عراق این تعداد بیش‌تر است. از آنجایی که پایه طراحی نقشه هزینه در این مطالعه معکوس نقشه مطلوبیت زیستگاه بوده بنابراین می‌توان گفت که محدوده دالان شناسایی شده از نظر مطلوبیت زیستگاه نیز دارای ارزش بالایی به نسبت سایر مناطق است. ارزیابی توزیع کریدورها، جنبش گونه و جریان ژن را به‌طور بالقوه تسهیل می‌نماید و برای بقای گونه اهمیت دارد (Kaminsin و Suttidate, ۲۰۱۹). بنابر یافته‌های این مطالعه در رابطه با پیش‌بینی مسیرهای گذار آهوی ایرانی، محافظت از راه‌های ارتباطی گونه مذکور در مرز بین ایران و عراق جهت ارتباط بین آن‌ها، امری ضروری است.

با توجه به نتایج آزمون جک نایف، به‌ترتیب متغیرهای فاصله از جاده، ارتفاع، شیب و فاصله از زمین‌های کشاورزی بیش‌ترین تأثیر را بر پراکنش آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) داشتند. نتایج حاکی از آن است که با افزایش فاصله از جاده تا ۹۰۰ متر میزان مطلوبیت افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. در ارتفاع ۸۰۰-۵۰۰ متری از سطح دریا، مطلوبیت وضعیت بهینه دارد. در رابطه با شیب و تأثیر آن، شیب ۲۰-۰ درصد دارای بالاترین مطلوبیت است. با افزایش فاصله از زمین‌های کشاورزی تا ۱۰۰ متری مطلوبیت افزایش و از این فاصله به بعد سیر نزولی یافت. درخصوص تمایل به نزدیکی به جاده باید ذکر کرد که در بازدیدهای میدانی از منطقه مشخص گردید زمین‌های دیم که توسط روستاهای حاشیه کشت می‌شوند مجاور جاده قدیم سرپل ذهاب به قصر شیرین قرار دارند این زمین‌ها نقش مهمی در تعریف آهوان دارند از این‌رو گونه مورد مطالعه به نزدیکی به جاده تمایل دارد. براساس بررسی مکی و همکاران (۱۳۹۱) در پناهگاه حیات وحش قمیشلو، شیب ۱۰-۰ درصد، ارتفاع ۱۹۰۰-۱۷۰۰ متری و فاصله بالای ۳۰۰۰ متر از جاده برای آهو وضعیت مطلوب دارد که نتایج مطلوبیت شیب مشابه یافته این مطالعه است ولی ارتفاع متفاوت است که حاکی از پست بودن زیستگاه گونه در غرب استان کرمانشاه در مقایسه با سایر زیستگاه‌های این‌گونه در کشور دارد. در نتایج حسینی و همکاران (۱۳۹۵) در منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله مرکزی مشخص گردید که آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) به ارتفاع پایین و فاصله زیاد از جاده تمایل دارد که مشابه یافته این مطالعه است. در مطالعه کاظمی جهندیزی و همکاران (۱۳۹۴) در پارک ملی سرخه‌حصار تهران، نتایج حاکی از آن بود که شیب ۱۰-۰ درصد برای گونه مناسب و ارتفاع بالا از عوامل محدودکننده است. در مطالعه مددی و همکاران (۱۳۹۷) در پارک ملی گلستان، ارتفاع ۱۲۰۰-۱۱۰۰ متری از سطح دریا، شیب‌های کم‌تر از ۲۰ درصد و فاصله ۸۰۰ متری از جاده به‌عنوان شرایط مطلوب آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) شناخته شد که پاسخ گونه در این مطالعه به متغیرهای شیب و فاصله از جاده مشابه یافته‌های این مطالعه است. در بررسی خسروی و همکاران (۱۳۹۶) در مناطق مرکزی ایران نتایج حاکی از آن بود که اراضی مرتعی و ارتفاع، از مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر پراکنش آهوی گواتردار (*Gazella subgutturosa*) هستند. آهوی ایرانی در منطقه شکار ممنوع قراویز دارای جمعیت مناسبی است. عوامل متعددی بر روی این افزایش جمعیت مؤثر هستند. از جمله آن‌ها می‌توان به وجود منابع آبی مناسب، چشمه و آب سد اشاره کرد که پیش‌تر نیز در مطالعه کرمی (۱۳۹۳) در مطالعه مطلوبیت زیستگاه این‌گونه به‌روش ENFA نیز به این مسئله اشاره شده بود. سد تنگ



منابع

۱. ابراهیمی، ا.؛ احمدزاده، ف. و نعیمی، ب.، ۱۳۹۷. مناطق داغ زیستگاهی خانواده گربه سانان تحت اقلیم کنونی در ایران. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۱۰، شماره ۴، صفحات ۱ تا ۱۲.
۲. اکبری هارونی، ح.؛ بهروزی راد، ب. و حسن زاده کیابی، ب.، ۱۳۸۷. بررسی رضامندی زیستگاه آهو در منطقه حفاظت شده کالمند- بهادران استان یزد. مجله محیط شناسی. دوره ۳۴، شماره ۴۶، صفحات ۱۱۳ تا ۱۱۸.
۳. الماسیه، ک.؛ کابلی، م.؛ رسولی، ف.؛ قدیریان، ط.؛ فهیمی، ه. و آبتین، ا.، ۱۳۹۶. شناسایی بلوکها و کریدورهای زیستگاهی خرس سیاه ایرانی (*Ursus thibetanus gedrosianus*) در استان هرمزگان. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۲۸ تا ۳۱.
۴. امامی، م.؛ میرکریمی، س. و سلمان ماهینی، ع.، ۱۳۹۷. مسیریابی بهینه خطوط لوله گاز طبیعی به کمک روش LCPA. منطقه مورد مطالعه: دهنه زاو استان گلستان. مجله جغرافیایی آمایش فضا. سال ۸، شماره ۲۷، صفحات ۷۷ تا ۱۰۰.
۵. امیری، س.، ۱۳۹۵. تعیین زیستگاههای ارتباطی بالقوه گونه سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*; Gmelin, 1778) در حدفاصل جنگل های بلوط حومه شهرستان مریوان و شهر سروآباد در استان کردستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه کردستان. ۱۰۱ صفحه.
۶. انصاری، ا.، ۱۳۹۴. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه درنای معمولی (*Grus grus*) در تالاب میقان اراک. فصلنامه اکوبیولوژی تالاب. دوره ۷، شماره ۲۴، صفحات ۵۷ تا ۷۰.
۷. آقاجفی، ش. و سالاری، ل.، ۱۳۹۶. بررسی انتخاب زیستگاه بهاره آهوی کوهی (*Gazella gazella*) در جزیره فارور، خلیج فارس. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۹، شماره ۳، صفحات ۳۵ تا ۴۰.
۸. پیری صحراگرد، ح.؛ زارع جاهوکی، م. و آذر نیوند، ح.، ۱۳۹۵. کاربرد روش آنتروپی حداکثر در مدل سازی پیش بینی پراکنش رویشگاه های گیاهی (مطالعه موردی: مراتع بخش خلجستان استان قم). فصلنامه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۹، شماره ۴، صفحات ۸۱۹ تا ۸۳۴.
۹. ثنائی، ف.؛ ماهینی، ع.؛ میرکریمی، س. ح. و وارسته مرادی، ح.، ۱۳۹۱. بررسی اکولوژی کریدور و تکه تکه شدن زیستگاه. اولین همایش ملی جغرافیا، مخاطرات محیطی و توسعه پایدار. اهواز. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۷ صفحه.
۱۰. جاپلقی، م.؛ غلامعلی فرد، م. و شایسته، ک.، ۱۳۹۶. پایش و تحلیل الگوی سیمای سرزمین استان لرستان و فرآیند تغییر آن در محیط GIS. محیط زیست طبیعی. دوره ۷۰، شماره ۱، صفحات ۱۵ تا ۳۶.
۱۱. جعفری، ع.؛ میرزائی، ر.؛ زمانی، ر. و محمودی، ا.، ۱۳۹۴. مدل سازی پراکنش قوچ و میش اصفهان در منطقه حفاظت شده تنگ صیاد براساس بهبود آریب داده های حضور و انتخاب متغیرهای مناسب با استفاده از روش آنتروپی حداکثر. فصلنامه بوم شناسی کاربردی. سال ۵، شماره ۱۵، صفحات ۳۹ تا ۴۸.
۱۲. حسینی، گ.؛ شمس اسفندآباد، ش. و علیزاده شعبانی، ا.، ۱۳۹۵. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) در منطقه حفاظت شده هفتادقله استان مرکزی. محیط زیست طبیعی. دوره ۶۹، شماره ۴، صفحات ۹۶۵ تا ۹۷۹.
۱۳. خسروی، ر.؛ همامی، م. ر. و ملکیان، م.، ۱۳۹۶. ارزیابی پیوستگی سیمای سرزمین و کریدورهای مهاجرتی آهوی گواتردار (*Gazella subgutturosa*) در مناطق مرکزی ایران. بوم شناسی کاربردی. دوره ۶، شماره ۴، صفحات ۴۹ تا ۶۴.
۱۴. رادنژاد، ه.؛ مشتاقی، م.؛ عمویان، ا. و جمالی منش، ا.، ۱۳۹۵. مدل سازی توزیع پراکنش آهوی گواتردار (*Gazella subgutturosa*) در پارک ملی بمو با روش حداکثر آنتروپی MAXENT. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۸، شماره ۲، صفحات ۱۷ تا ۲۴.
۱۵. رازقندی، ع.؛ زبردست، ل.؛ جعفری، ح. ر. و یآوری، ا. ر.، ۱۳۹۷. کمی سازی تغییرات زیستگاهی آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) در پناهگاه حیات وحش شیراحمد سبزوار با استفاده از متریک های اکولوژی سیمای سرزمین. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۱۰، شماره ۳، صفحات ۹ تا ۱۶.
۱۶. رنجبر، ن. و شاهقلیان، ج.، ۱۳۹۲. روش های ارزیابی مطلوبیت زیستگاه. نخستین کنفرانس بین المللی اکولوژی سیمای سرزمین. اصفهان. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۶ صفحه.
۱۷. زارع جاهوکی، م. و عباسی، م.، ۱۳۹۵. تعیین رویشگاه بالقوه گونه گیاهی ارمک یا *Ephedra strobilacea* L. با استفاده از مدل آنتروپی حداکثر در مراتع پشتکوه استان یزد. نشریه حفاظت از زیست بوم گیاهان. دوره ۴، شماره ۹، صفحات ۱۹۵ تا ۲۱۲.
۱۸. شبانی، ا.؛ حبیب زاده، ن. و حسینی قمی، م. م.، ۱۳۹۶. تعیین اولویت کریدورهای حیات وحش بین مناطق حفاظت شده استان آذربایجان شرقی. جغرافیا و پایداری محیط. دوره ۷، شماره ۲۳، صفحات ۶۷ تا ۸۲.
۱۹. طرح مدیریت و حفاظت از آهوی ایرانی. ۱۳۸۹. سازمان حفاظت محیط زیست. بخش پستانداران. ۱۳ صفحه.
۲۰. عبداللهی، ص. و ایلدرمی، ع. ر.، ۱۳۹۶. ارزیابی چیدمان مکانی سیمای سرزمین به منظور دستیابی به اقدامات حفاظتی. فصلنامه محیط زیست و توسعه پایدار. دوره ۸، شماره ۱۶، صفحات ۵ تا ۱۸.
۲۱. عسگری، ا.؛ خوشبخت، ک.؛ صوفی زاده، س. و کامبوزیا، ج.، ۱۳۹۳. ارزیابی تنوع گیاهان کشاورزی و تأثیرگذاری فاکتورهای مدیریتی در منطقه شکارممنوع قراویز. بوم شناسی کشاورزی. جلد ۶، شماره ۴، صفحات ۸۱۲ تا ۸۲۲.



- corridors. Journal of Applied Ecology. Vol. 46, No. 5, pp: 1036-1047.
۳۳. **Cushman, S.A. and Wasserman, T.N., 2018.** Landscape Applications of Machine Learning: Comparing Random Forests and Logistic Regression in Multi-Scale Optimized Predictive Modeling of American Marten Occurrence in Northern Idaho, USA. In Machine Learning for Ecology and Sustainable Natural Resource Management. Springer, Cham. pp: 185-203.
۳۴. **Fabrizio, M.; Di Febbraro, M.; D'Amico, M.; Frate, L.; Roscioni, F. and Loy, A., 2019.** Habitat suitability vs landscape connectivity determining roadkill risk at a regional scale: a case study on European badger (*Meles meles*). European Journal of Wildlife Research. Vol. 65, No. 1, 7 p.
۳۵. **Kaminsin, D. and Sutcliffe, N., 2019.** Identifying potential dispersal corridors for Malayan tapirs (*Tapirus indicus*) in southern Thailand. Walailak Procedia. Vol. 2019, No. 3, 145 p.
۳۶. **Majumdar, K.; Adhikari, D.; Datta, B.K. and Barik, S.K., 2019.** Identifying corridors for landscape connectivity using species distribution modeling of *Hydnocarpus kurzii* (King) Warb. a threatened species of the Indo-Burma Biodiversity Hotspot. Landscape and ecological engineering. Vol. 15, No. 1, pp: 13-23.
۳۷. **Sawyer, S.C.; Epps, C.W. and Brashares, J.S., 2011.** Placing linkages among fragmented habitats: do least-cost models reflect how animals use landscapes? Journal of Applied Ecology. Vol. 48, No. 3, pp: 668-678.
۲۲. **قاسمی خادمی، ت.، ۱۳۹۲.** آهوهای ایران. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار. تهران. موسسه آموزش عالی مهر اروند. ۱۱ صفحه.
۲۳. **کاظمی جهندی، ا.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م. و صوفی، م.، ۱۳۹۴.** تعیین ظرفیت برد زیستگاه و رژیم غذایی آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) در پارک ملی سرخه حصار تهران. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۷، شماره ۱، صفحات ۱۳۵ تا ۱۴۳.
۲۴. **کرمی، پ.، ۱۳۹۳.** مدل سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) در منطقه شکارممنوع قراویز با استفاده از تجزیه و تحلیل آشیان اکولوژیک (ENFA). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان. ۱۲۵ صفحه.
۲۵. **کرمی، پ.؛ اسماعیل پور، ی.؛ قاسمی، ص. و شریفی، م.، ۱۳۹۴.** تعیین عرصه های مستعد احداث آبشخور برای آهوی ایرانی (*Gazella Subgutturosa Subgutturosa*) با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: منطقه شکارممنوع قراویز). فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۱۲.
۲۶. **کرمی، پ.؛ کمانگر، م. و حسینی، س.م.، ۱۳۹۵.** مدل سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturos subgutturosa*) در منطقه شکارممنوع قراویز و استان کرمانشاه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. مجله پژوهش های جانوری. دوره ۲۹، شماره ۳، صفحات ۳۴۰ تا ۳۵۲.
۲۷. **مددی، م.؛ اکبرنژاد، ف. و قربانزاده، س.، ۱۳۹۷.** مدل سازی مطلوبیت زیستگاه آهو (*Gazella subgutturosa*) در پارک ملی گلستان. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۱۰، شماره ۱، صفحات ۹ تا ۱۸.
۲۸. **مشهدی احمدی، ا.ع.؛ شمس اسفندآباد، ب. و گشتاسب میگوئی، ح.، ۱۳۹۳.** مدل سازی مسیرهای گذار گوسفند وحشی البرز مرکزی (*O.o.arkali & O.o.vigneii*) با استفاده از آنالیز کمترین هزینه مسیر در استان تهران. فصلنامه علوم و مهندسی محیط زیست. دوره ۱، شماره ۳، صفحات ۴۱ تا ۵۸.
۲۹. **مکی، ت.؛ فاخران، س.؛ مرادی، ح.؛ ایروانی، م. و فرهنگ، م.، ۱۳۹۱.** ارزیابی اثرات بوم شناختی کنارگذر غرب اصفهان بر پناهگاه حیات وحش قمیشلو با استفاده از روش HEP. فصلنامه بوم شناسی کاربردی. دوره ۱، شماره ۲، صفحات ۳۹ تا ۵۲.
۳۰. **Bagli, S.; Geneletti, D. and Orsi, F., 2011.** Routing of power lines through least-cost path analysis and multicriteria evaluation to minimise environmental impacts. Environmental Impact Assessment Review. Vol. 31, No. 3, pp: 234-239.
۳۱. **Baldwin, R., 2009.** Use of maximum entropy modeling in wildlife research. Entropy. Vol. 11, No. 4, pp: 854-866.
۳۲. **Chetkiewicz, C.L.B. and Boyce, M.S., 2009.** Use of resource selection functions to identify conservation

