ارزیابی زیست‌گاه گرگ خاکستری (*Canis lupus*) در منطقه حفاظت شده خانگرمز استان همدان با استفاده از روش MaxEnt

- **علی‌اکبر یالپانیان*:** گروه محیط زیست و انرژی، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۱۴۵۱۵-۷۷۵
- **محمود کرمی:** گروه محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق‌پستی: ۱۴۵۱۵-۷۷۵
- **بهمن شمس‌اسفندآباد:** گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، صندوق پستی: ۳۸۱۳۵-۵۶۷
- **گلنار مخفی:** باشگاه پژوهشگران جوان، گروه محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، صندوق پستی: ۶۵۱۳۸-۷۳۴

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۳

چکیده

با توجه به کاهش جمعیت گوشت‌خوارنی نظیر پلنگ و یوزپلنگ در اکثر زیست‌گاه‌ها، حضور گرگ به‌عنوان شکارچی وگونه‌ای در رأس هرم غذایی، در اکثر زیست‌گاه‌های کشور نقش مهم و کلیدی دارد. با ارزیابی زیست‌گاه رابطه بین گونه و متغیرهای زیست‌گاهی و عواملی که گونه به آن‌ها وابسته است، شناسایی می‌شوند، سپس طرح‌های مدیریتی با تمرکز بر آن عوامل ارائه می‌گردد. در این مطالعه، هدف بررسی عوامل مؤثر در انتخاب زیست‌گاه به‌وسیله گرگ خاکستری (*Canis lupus*)، در منطقه حفاظت شده خانگرمز در استان همدان، با استفاده از روش مکسنت می‌باشد. روش مکسنت مبتنی بر داده‌های حضور می‌باشد. در این مطالعه ٤٠ نقطه حضور ثبت شد، هم‌چنین عواملی به‌عنوان متغیرهای زیست‌گاهی تعیین گردید،که این متغیرها عبارتند از: ارتفاع، شیب، پوشش گیاهی، فاصله از روستاها ومراکز پرورش دام، فاصله از جاده، رودخانه و فاصله تا منابع آبی. هم‌بستگی بین فاکتورها و تعیین معنی‌دار بودن فاکتورها با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید. مهم‌ترین فاکتور، عامل نزدیکی به مناطق روستایی با میزان مشارکت ٤٢/٢ درصد و اهمیت ٢٠/٧ درصد بود. سپس فاصله از دامداری‌ها و مرغداری‌ها با میزان مشارکت ٢١/٥ درصد و اهمیت ٢٥/٤ درصد، فاصله از جاده با میزان مشارکت ١٦/٢ درصد و اهمیت ١٩/٢ درصد، شیب با میزان مشارکت ٥/٢ درصد و اهمیت ٤/٧ درصد، دیگر فاکتورهای مؤثر بر پراکنش این گونه می‌باشند که با توجه به نقشه مطلوبیت زیست‌گاه و جدول درصد اهمیت فاکتورها گرگ خاکستری در این منطقه، تمایل به‌حضور در نزدیکی روستاها و مراکز پرورشی، هم‌چنین، در کنار جاده‌ها و مناطقی با شیب متوسط دارد.

کلمات کلیدی: گرگ، ارزیابی زیست‌گاه، منطقه حفاظت شده خانگرمز، MaxEnt

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:yalpaniyan63@gmail.com

مقدمه

لزوم حفاظت از زیست‌گاه به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور در جهت حفظ و حراست از گونه‌های حیات وحش امروزه بیش از پیش مطرح شده است (California Department of Fish and Game، ۲۰۱۲)، بدین‌منظور، استفاده از روش‌ها جهت ارزیابی زیست‌گاه به‌صورت کمّی، به‌عنوان ابزاری جهت حفظ زیست‌گاه و در نهایت مراقبت از تنوع زیستی این مناطق ضروری به‌نظر می‌رسد. هم‌چنین، با استفاده از روش‌های ارزیابی زیست‌گاه می‌توان به بررسی روند مدیریت زیست‌گاه‌ها پرداخت و باعث کاهش آثار تخریبی و به‌حداقل رساندن آثار توسعه در آن مناطق شد (Luis، ۲۰۰۴).

استفاده از مدل‌های مطلوبیت زیست‌گاه، یکی از روش‌های ارزیابی زیست‌گاه به‌شیوه کمّی می‌باشد (Anderson، ۲۰۰۰). با روش‌های مدل‌سازی زیست‌گاه می‌توان به یک تخمین مناسب در مقیاس وسیع از مطلوبیت زیست‌گاه گونه‌های حیات وحش بدون نیاز به جمع‌آوری اطلاعات از جزئیات ویژگی‌های فیزیولوژیکی و رفتار گونه دست یافت (Morrison، ۱۹۷۲). لازم به‌ذکر است که مدل‌های توزیع گونه‌ها براساس مفهوم نیچ بنیادین هاچینسون عمل می‌کند (Seoane، ۲۰۰۸). این مدل‌ها قدرت سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) را با ابزارهای آماری چندمتغیره درهم می‌آمیزند تا ارتباط بین گونه و زیست‌گاه آن را به‌صورت فرمول درآورده و تأثیر پارامترهای مؤثر بر مطلوبیت زیست‌گاه را کمّی نمایند.

امروزه برای مدل‌سازی زیست‌گاه حیات وحش از روش‌های گوناگونی استفاده می‌شود، Levins (۱۹۶۶) اساس انتخاب مدل را به سه عامل عمومیت‌پذیری، دقت و صحت مرتبط دانسته است. سه گروه از مدل‌ها دردسترس می‌باشد که عبارتند از: مدل‌های مکانیکی، مدل‌های تجربی و مدل‌های تحلیلی. مدل‌های مطلوبیت زیست‌گاه معمولاً جزء گروه مدل‌های تجربی قرار می‌گیرند. مدل‌های توزیع گونه‌ها برای پیش‌بینی پراکنش در محدوده مورد نظر، نقاط ثبت حضور گونه‌ها را به متغیرهایی که محیط زیست را توصیف می‌کند، نسبت می‌دهند. استفاده از این مدل‌ها با سرعت زیادی در دو دهه اخیر افزایش یافته است و در سال‌های اخیر توسعه فنون مدل‌سازی نوینی مشهود است. مدنی (۱۳۸۷) با استفاده از روش MaxEnt (Maximum Entropy) به تخمین توزیع جمعیت گور پرداخت. کابلی (۱۳۹۰) در پژوهشی علل حملات و تعارضات گرگ خاکستری در استان همدان را با استفاده از روش MaxEnt و GARP (Genetic Algorithm for Rule Production) مورد بررسی قرار داد. هم‌چنین، اسدیان (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای ارزیابی زیست‌گاه بالابان را با استفاده از روش MaxEnt به انجام رساند. Shrotriya (۲۰۱۳) به بررسی انتخاب زیست‌گاه به‌وسیله گرگ خاکستری در منطقه هیمالایا پرداخت. هم‌چنین، تعارضات مربوط به هم‌پوشانی مناطق مورد انتخاب گرگ خاکستری به‌عنوان زیست‌گاه با سکونت‌گاه‌های انسانی را با استفاده از مدل MaxEnt بررسی نمود. Jelaska (۲۰۱۲) با استفاده از روش MaxEnt به بررسی انتخاب زیست‌گاه به‌وسیله شغال طلایی پرداخت.

یکی از این روش‌های مدل‌سازی که Phillips و همکاران (۲۰۰۶) تهیه کرده‌اند، مدل MaxEnt می‌باشد. MaxEnt یک روش همه منظوره برای انجام پیش‌بینی مطلوبیت است، اساس روش MaxEnt به حداکثر آنتروپی (حداکثر آشفتگی) مربوط می‌باشد. کاربرد قاعده حداکثر آنتروپی برای توزیع گونه به کمک قوانین ترمودینامیک در فرآیندهای بوم شناختی توصیف می‌شود، که براساس قانون دوم ترمودینامیک، در سیستم‌های بسته، فرآیند موجود در جهت حداکثر آشفتگی پیش می‌رود. بنابراین در غیاب تأثیر عوامل محدودکننده دیگر، نسبت به محدودیت‌های اعمال شده در مدل، توزیع جغرافیایی گونه تمایل به حداکثر آشفتگی دارد (Philips و همکاران، ۲۰۰۶).

این مدل صرفاً از داده‌های حضور برای مدل‌سازی توزیع گونه‌ها استفاده می‌کند. مدل MaxEnt برای یک گونه، به‌کمک تعدادی لایه زیست‌محیطی همراه با تعدادی نقاط حضور گونه به‌دست می‌آید و مطلوبیت هر سلول در زیست‌گاه را به‌صورت تابعی از متغیرهای زیست محیطی بیان می‌کند. ارزش بالای هر سلول نشان‌دهنده این است که آن سلول شرایط مطلوبی را برای گونه دارد. مدل محاسبه شده امکان توزیع جمعیت را در تمامی سلول‌ها بیان می‌کند (قابلیت تعمیم‌پذیری مدل). توزیع منتخب، آن قسمتی است که به واقعیت نزدیک‌تر است این وضعیت برای هر متغیر باید قابل اعمال باشد. گام مهم در فرموله کردن مدل بوم‌شناختی روش MaxEnt، استفاده از مجموعه‌ای از ویژگی‌های مطلوب است. این ویژگی‌ها در واقع فاکتورهای زیست‌محیطی محدودکننده توزیع جغرافیایی گونه‌ها هستند (Philips و همکاران، ۲۰۰۶).

همان‌طورکه ذکر شد حفاظت از زیست‌گاه، مهم‌ترین عامل در حفظ تنوع زیستی کشور می‌باشد، یکی از عوامل حفظ زیست‌گاه، حفاظت از زنجیره‌های غذایی زیست‌گاه می‌باشد (Egerton، ۲۰۰۷) که با توجه به کاهش جمعیت گوشت‌خوارن

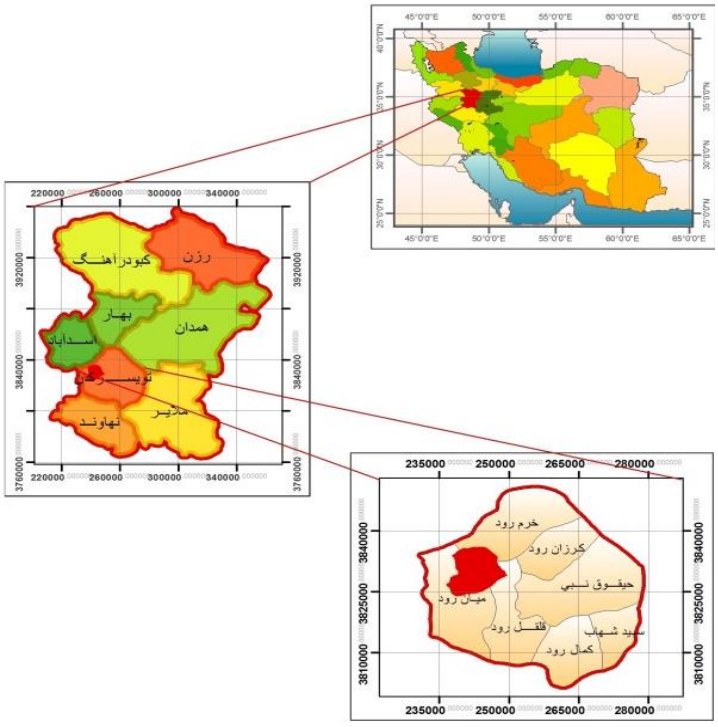
بزرگ‌جثه‌ای نظیر پلنگ (Ghoddousi، ۲۰۱۰) در اکثر زیست‌گاه‌ها، حضور گرگ به‌عنوان شکارچی، نقش مهم‌تری به‌عنوان گونه کلیدی، در رأس هرم غذایی اکثر زیست‌گاه‌های کشور دارد. گرگ خاکستری ایرانی (*Canis lupus pallipes*) یکی از بزرگ‌ترین سگ‌سان وحشی در اکثر زیست‌گاه‌های ایران است که به‌جز نوار جنوبی حاشیه خلیج فارس و دریای عمان، در همه جا دیده می‌شود. براساس گزارش IUCN (۲۰۱۲) وضعیت حفاظتی گرگ در جهان، در رده کم‌ترین نگرانی (LC=Last Concern) قرار دارد. با این‌حال، این گونه طعمه‌خوار در ایران، در معرض مخاطرات بسیار قرار دارد، که از آن‌جمله می‌توان به بروز تعارضات این گونه کلیدی با زیست‌گاه‌های انسانی اشاره نمود (کابلی، ۱۳۹۰)، که منجر به تلفات و کاهش جمعیت گرگ‌ها در ایران می شود. بنابراین برای حفظ این گونه ارزشمند، نیاز به بررسی مجدد زیست‌گاه‌های گرگ و تدوین برنامه‌های حفاظتی برای پایداری دسته‌های گرگ در مناطق مختلف می‌باشد.

منطقه حفاظت‌شده خانگرمز، یکی از زیست‌گاه‌های اصلی گرگ در استان همدان می‌باشد که جمعیت مناسبی از این گونه گوشت‌خوار را در خود جای داده است، در این مقاله ضمن استفاده از روش MaxEnt برای ارزیابی زیست‌گاه، مهم‌ترین متغیرهای زیست‌گاهی در پراکنش گرگ خاکستری در این منطقه مشخص شده است.

مواد و روش‌ها

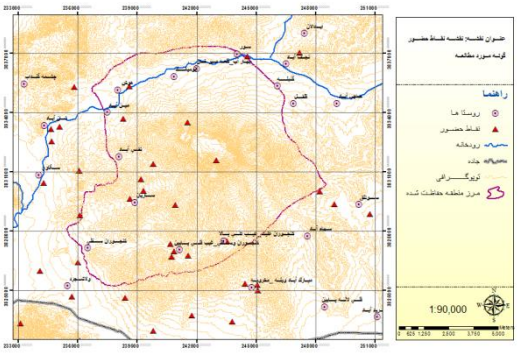
معرفی منطقه مورد مطالعه: مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۰ در منطقه حفاظت شده خانگرمز استان همدان انجام پذیرفته است، این منطقه با وسعت ۹۳۸۹/۷۹ هکتار در فاصله ۳۰ کیلومتری غرب شهرستان تویسرکان، ۲۵ کیلومتری شرق شهر اسدآباد و در سمت جنوب‌غربی شهر همدان قرارگرفته است. این منطقه دارای آب و هوای نیمه‌خشک و سرد و معتدل بوده و رژیم بارندگی آن از نوع اقلیم مدیترانه‌ای است. بیش‌ترین نوع پوشش گیاهی منطقه را پوشش علفزار تشکیل می‌دهد. پستانداران شاخص منطقه شامل: کل و بز، گرگ، شغال، کفتار، تشی و... می‌باشند (Reyahi khoram، ۲۰۱۰).

این منطقه با ارتفاع ۲۸۵۳ متر از سطح دریا در ضلع شمالی، دارای صخره‌ها و پرتگاه‌های مرتفع و صعب‌العبوری است که در معرض فرسایش شدید ناشی از بارندگی و یخبندان می‌باشد (Reyahi khoram، ۲۰۱۰). با توجه به برخورداری این منطقه از شرایط و عوامل زیستی مناسب حیات وحش، از جمله: دور بودن از مسیر جاده اصلی، محصور بودن جبهه شمالی آن با رشته کوه الوند و منابع آب کافی، جمعیت جانوری قابل‌توجهی را در خود جای داده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

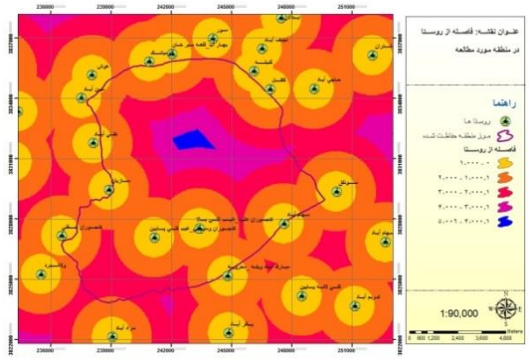
تهیه داده‌های مورد نیاز: تعداد ۴۰ نقطه حضور گونه گرگ در منطقه حفاظت شده خانگرمز، طی گشت‌زنی‌های مکرر و با مشاهده مستقیم گرگ و نمایه‌های مستقیم (سرگین و ردپا) به‌کمک سامانه موقعیت یاب جهانی(GPS) ثبت شد. لایه این نقشه به‌صورت وکتور در نرم‌افزار GIS ترسیم گردید. در ادامه ۹ متغیر طی مدت نمونه‌برداری، مورد بررسی قرار گرفت، متغیرهای زیست‌گاهی مرتبط با گرگ خاکستری با توجه به مرور منابع مطالعاتی (Demma و Mech، ۲۰۰۹؛ Meneay، ۲۰۰۴) تهیه گردید، نقشه این متغیرها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و بازدیدهای میدانی، با توجه به منطقه مورد مطالعه، تهیه شد (شکل ۲).



شکل ۲: نقشه نقاط حضور

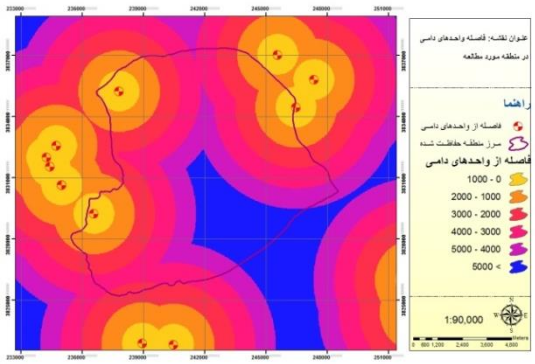
هم‌بستگی بین فاکتورها با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید، هم‌چنین جهت جلوگیری از خطا، فاکتورهایی که ضریب هم‌بستگی آن‌ها بالاتر از ۷۵ درصد بود، حذف شد. این لایه‌ها به‌شرح زیر می‌باشند:

- **فاصله از مناطق مسکونی:** این لایه به‌کمک نرم افزار GIS و با استفاده از تابع Distance با اندازه سلول ۳۰ در ۳۰ تهیه گردید (شکل ۳).



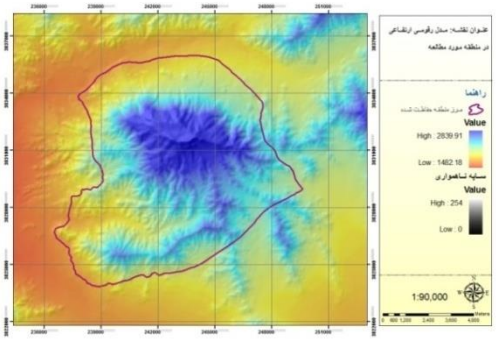
شکل ۳ : نقشه فاصله نقاط حضور از روستا

- **فاصله از دامداری‌ها و مرغداری‌ها:** وجود مراکز پرورشی دام و طیور و هم‌چنین حضور گله‌های دام در منطقه باعث بروز تعارضاتی میان دسته‌های گرگ و دامداران منطقه می‌گردد (Krithivasan و همکاران، ۲۰۰۹). با تعیین تراکم دامداری‌ها و مرغداری‌ها با اندازه سلول ۳۰ در ۳۰ و توسط تابع Distance در محیط Arc GIS 9.3 نقشه فاصله از دامداری‌ها و مرغداری‌ها به‌دست آمد (شکل ۴).

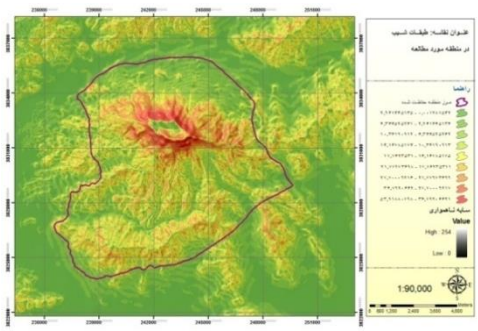


شکل ۴: نقشه فاصله نقاط حضور از مراکز دامی

- **مدل رقومی ارتفاع (DEM) و نقشه شیب منطقه:** با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شده است (شکل‌های ۵ و ۶).



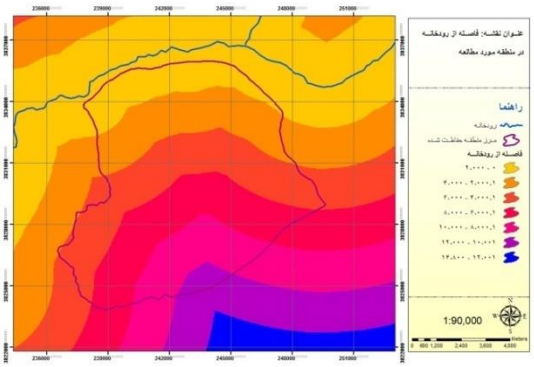
شکل ۵: نقشه فاصله نقاط حضور از ارتفاعات منطقه



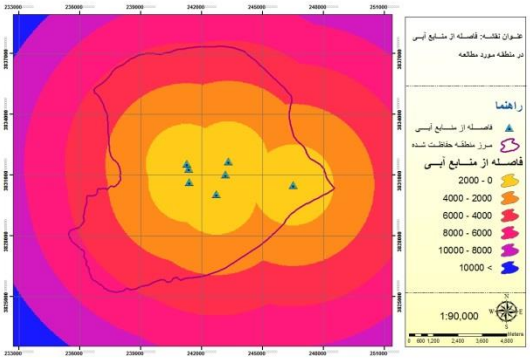
شکل ۶: نقشه فاصله نقاط حضور از طبقات شیب

لازم به‌ذکر است به‌دلیل مسطح بودن مناطق حضور گرگ در منطقه، از نقشه جهت صرف‌نظر گردید.

- **فاصله از رودخانه:** براساس مطالعات صورت‌گرفته، لانه گرگ‌ها اغلب در نزدیکی رودخانه‌ها و منابع آبی یافت می‌شود، که به احتمال زیاد به‌دلیل افزایش نیاز آبی ماده‌ها در طول دوران شیردهی به آب است (Trapp، ۲۰۰۴). هم‌چنین، گرگ‌ها از عارضه‌های خطی مانند رودخانه جهت استفاده به‌عنوان مسیر جابجایی‌های خود استفاده می‌کنند (Jedrzejewski وهمکاران، ۲۰۰۵). این نقشه به‌صورت لایه وکتور در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد (شکل‌های ۷ و ۸).

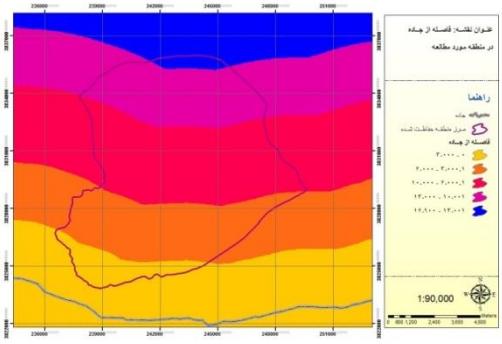


شکل ۷: نقشه فاصله نقاط حضور از رودخانه‌ها



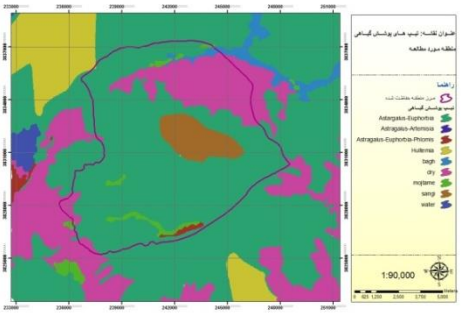
شکل ۸: نقشه فاصله نقاط حضور از منابع آبی

- **فاصله از جاده:** در برخی مطالعات، پارامتر فاصله از جاده به‌عنوان شاخصی از حضور و نزدیکی گرگ‌ها، به سکونت‌گاه‌های انسانی مطرح می‌شود (Carnes، ۲۰۱۱). گرگ‌ها از جاده‌های کم تردد برای مسیر حرکت خود استفاده می‌کنند (Mladenoff و همکاران، ۱۹۹۹). به‌منظور تهیه نقشه فاصله از جاده‌های آسفالت با اندازه سلول ۳۰ در ۳۰، از تابع Distance استفاده شد (شکل ۹).



شکل ۹: نقشه فاصله نقاط حضور از جاده

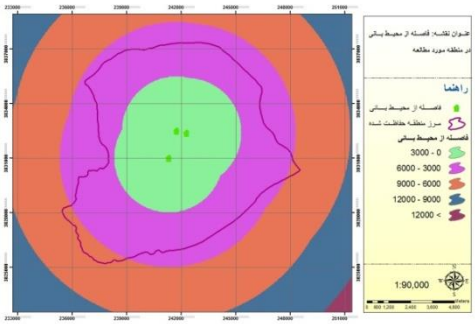
- **پوشش گیاهی:** اگرچه گرگ‌ها جانورانی با دامنه بردباری وسیع می‌باشند، با این‌حال نقش پوشش گیاهی به‌دلیل حضور طعمه‌ها در این تیپ‌های زیست‌گاهی اهمیت به‌سزایی دارد (Mech، ۲۰۰۹). نقشه پوشش گیاهی در نرم‌افزار GIS تهیه گردید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ : نقشه فاصله نقاط حضور از پوشش گیاهی

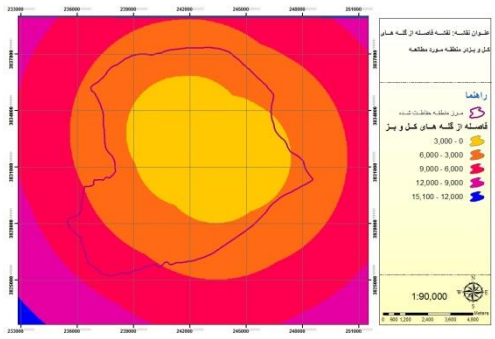
- **چشمه‌ها و آبشخورهای طبیعی و مصنوعی:** این محل‌ها با GPS ثبت و نقشه وکتوری آن‌ها تهیه گردید (شکل ۸).

- **پاسگاه‌ها و اتاقک‌های نگهبانی:** هرچند این‌ها جزئی از سکونت‌گاه‌های انسانی محسوب می‌شوند، اما با توجه به‌حضور این محل‌ها در فاصله کم و به‌طور مستقیم در محل تردد گرگ‌ها، نقش مهمی در تعیین پراکنش این گونه دارند (شکل ۱۱).



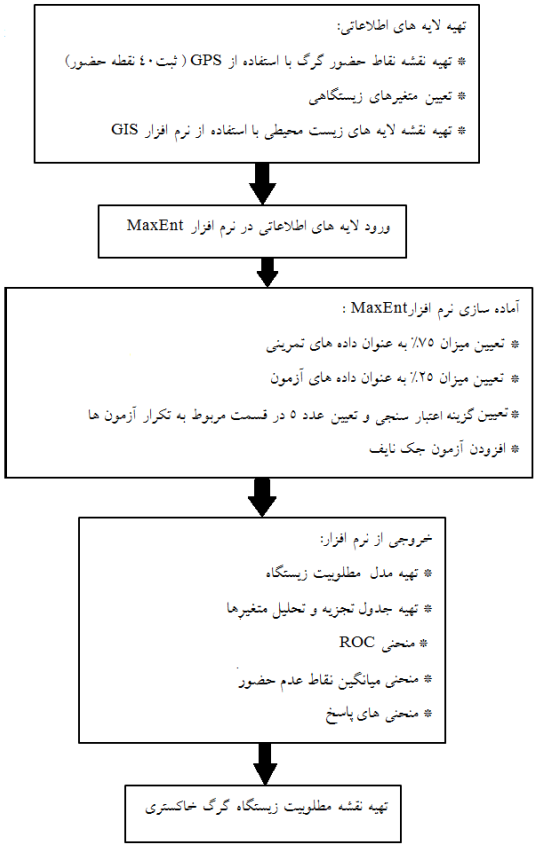
شکل ۱۱: نقشه فاصله نقاط حضور از محیط بانی‌ها

- **وحوش موجود در منطقه حفاظت شده خانگرمز**:
ازجمله گله‌های کل و بز، می‌تواند عامل مهمی در پراکنش گرگ در این منطقه باشد، با این‌حال، کوهستانی و صخره‌ای بودن این منطقه عامل بازدارنده‌ای در نزدیکی دسته‌های گرگ به این جمعیت‌ها می‌باشد. نقشه فاصله از گله‌های کل و بز در نرم افزار Arc GIS و با استفاده از تابع Distance تهیه شد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: نقشه فاصله نقاط حضور از گله‌های کل و بز

در این پژوهش از نرم‌افزار MaxEnt نسخه K.۳/۳/۳ برای رسم مدل و نقشه مطلوبیت زیستگاه استفاده شد. هم‌چنین، نرم‌افزار Excel ویرایش ۲۰۱۲، به‌منظور آماده‌سازی اطلاعات مربوط به نقاط حضور، برای ورود به نرم‌افزار Maxent مورد استفاده قرارگرفت. از نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (Arc GIS) نسخه ۹/۳ به‌منظور تهیه لایه‌های زیست محیطی و نقشه‌های پایه‌های منطقه بهره‌برداری شده است. هم‌چنین، از نرم‌افزار Map Source ویرایش ۶/۱۱/۶ به‌منظور مدیریت اطلاعات استخراج شده از سامانه موقعیت‌یاب جهانی استفاده شده است. هم‌چنین نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ جهت بررسی همبستگی بین فاکتورها مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱۳).



شکل ۱۳: مراحل اجرای مدل مطلوبیت زیستگاه در MaxEnt

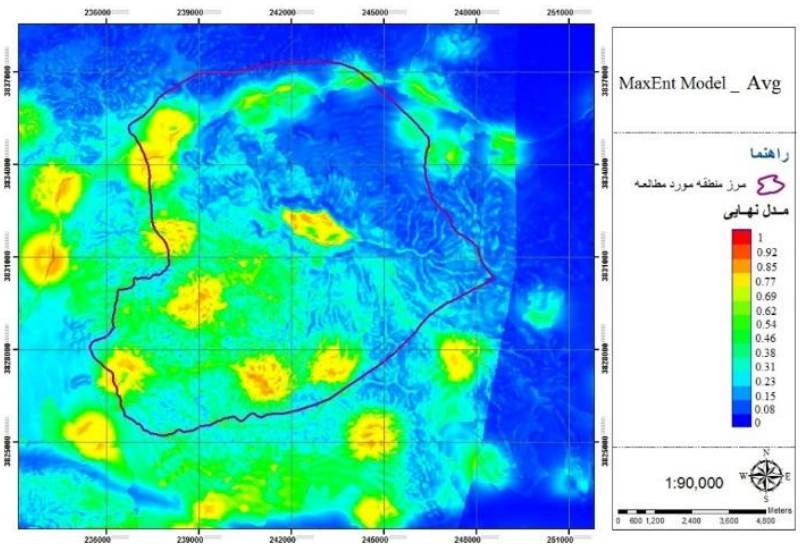
نتایج

طبق جدول به‌دست آمده در نرم افزار MaxEnt، مهم‌ترین فاکتور در انتخاب زیست‌گاه گونه مورد مطالعه، فاصله از روستا می‌باشد، که دارای میزان ۴۲/۲ درصد مشارکت بوده، و از نظر اهمیت ترتیب ۲۰/۷ درصد، دارای تاثیر می‌باشد. دومین فاکتور، فاصله از دامداری‌ها و مرغداری‌ها بوده، که دارای میزان مشارکت برابر با ۲۱/۵ درصد و اهمیت ترتیب ۲۵/۴ درصد می باشد. به‌همین ترتیب، فاصله از جاده، شیب، مدل رقومی ارتفاع، فاصله تا محیط بانی، پوشش گیاهی، فاصله تا رودخانه، پوشش گیاهی و فاصله تا منابع آبی، فاکتورهایی هستند که در مدل مشارکت داشته اند و فاکتورهایی مثل جهت، فاصله تا گله‌های کل و بز، اقلیم و منحنی کم باران در مدل مشارکت داده نشده اند. دلیل این امر صفر شدن میزان مشارکت این فاکتورها در اجرای مدل آزمایشی بود (جدول ۱).

جدول ۱: اهمیت و ترتیب ارزش فاکتورهای به‌کار رفته در مدل

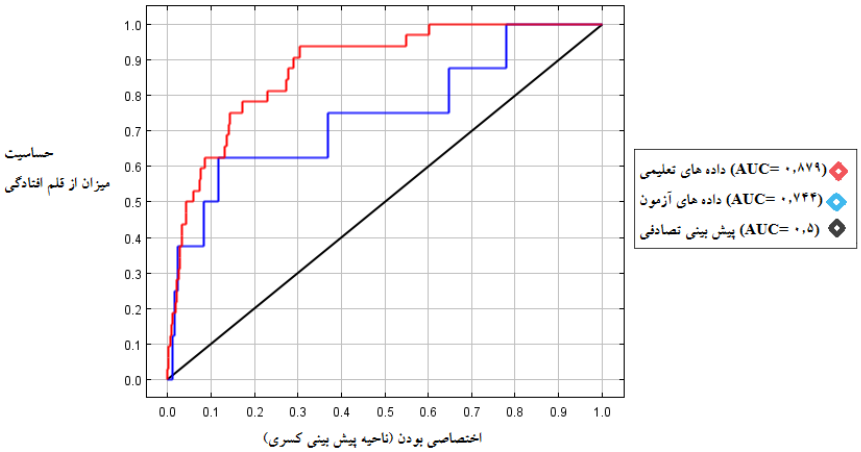
فاکتورهای مورد استفاده	میزان مشارکت فاکتورها (٪)	اهمیت ترتیب فاکتورها (٪)
فاصله از روستا	۴۲/۲	۲۰/۷
فاصله از مزارع پرورشی	۲۱/۵	۲۵/۴
فاصله از جاده	۱۶/۲	۱۹/۴
شیب	۵/۲	۴/۷
مدل رقومی ارتفاع	۴/۱	۷/۴
فاصله تا محیط بانی	۳/۱	۳/۸
پوشش گیاهی	۲/۶	۵/۱
فاصله تا رودخانه	۲/۴	۴/۷
فاصله تا منابع آبی	۱/۴	۱

تهیه مدل مطلوبیت زیست‌گاه: در این روش میزان مطلوبیت زیست‌گاه بین صفر تا یک مشخص می‌شود. شیب مطلوبیت زیست‌گاه به‌طرف رنگ‌های گرم متمایل است. بدین‌معنی که هر چه به طرف رنگ تیره (قرمز= عدد ۱)، پیش می‌رود، زیست‌گاه برای گرگ مطلوبیت بالاتری دارد و به‌همین ترتیب، هرچه به‌طرف رنگ روشن‌تر (آبی= عدد صفر) پیش می‌رود، از مطلوبیت زیست‌گاه کاسته می‌شود (شکل ۱۴).



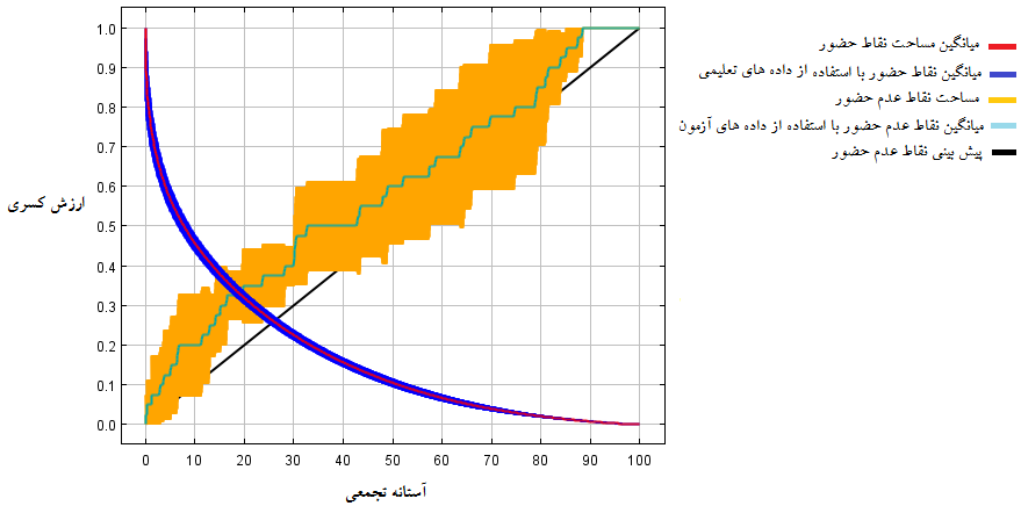
شکل ۱۴: مدل مطلوبیت زیست‌گاه

بررسی اعتبار مدل: منحنی ROC یکی از متداول‌ترین روش‌های آماری است که به‌طور گسترده در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی استفاده می‌شود (Elith، ۲۰۱۱). سطح زیر منحنی (AUC) برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور به‌کمک یک مدل است (Philips و همکاران ۲۰۰۴) (شکل ۱۵).



شکل ۱۵: نمودار ROC

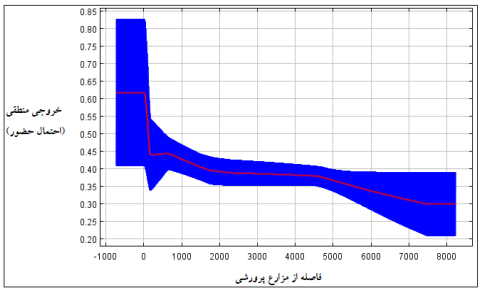
با توجه به نمودار، خط قرمز نشان‌دهنده داده‌های مورد استفاده در مدل می‌باشد، خط آبی نشان‌دهنده داده‌هایی است که برای آزمون مدل مورد استفاده قرارگرفته است و خط سیاه، نشان‌دهنده پیش‌بینی مدل به‌صورت تصادفی است. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، سطح زیر منحنی (AUC) برای داده‌های به‌کار رفته در مدل (خط قرمز رنگ)، برابر با ۰/۸۷۹ می‌باشد و هم‌چنین برای داده‌های به‌کار رفته در تعیین اعتبار مدل، برابر با ۰/۷۴۴ می‌باشد. در این مدل، که سطح زیر منحنی برابر ۰/۸۷۹، نشان‌دهنده قدرت تشخیص عالی مدل می‌باشد. قدرت پیش‌بینی مدل در رابطه با ارزیابی صحت مدل و تعیین محل‌های جای‌گیری نقاط حضور گونه گرگ خاکستری در شکل ۱۶ نمایش داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود برهم افتادگی میانگین مساحت نقاط حضور و میانگین نقاط حضور با استفاده از داده‌های تعلیمی، نشان‌دهنده معتبر بودن مدل نهایی است.



شکل ۱۶: نمودار میانگین نقاط عدم حضور و محاسبه ناحیه حضور گرگ

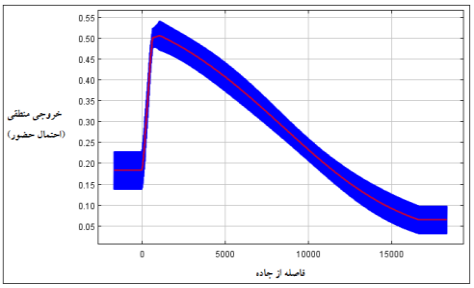
نمودارهای پاسخ برای متغیرهای بکار رفته در مدل:

نرم‌افزار مکسنت برای هرکدام از فاکتورهای به‌کار رفته در مدل، نموداری ارائه می‌دهد که در این نمودارها، خط روشن مربوط به داده‌های آزمون و حاشیه تیره، مربوط به داده‌های تعلیمی است. در این نمودارها، با توجه به متغیر مشخص شده، میزان مطلوبیت آن با نمایش خط مجانب مشخص شده است. طبق منحنی‌های بدست آمده از نرم افزار، با فاصله گرفتن از مزارع پرورشی از مطلوبیت زیست‌گاه گرگ کاسته می‌شود (شکل ۱۷).



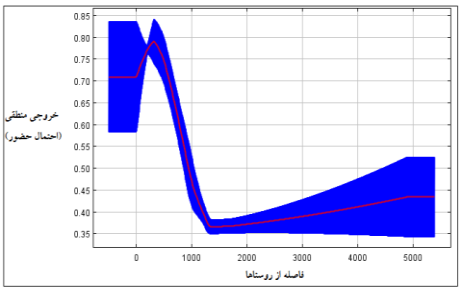
شکل ۱۷: نمودار پاسخ فاصله از مزارع پروشی

هم‌چنین، حضور گرگ در نزدیکی خطوط مانند جاده‌ها بیش‌تر دیده می‌شود که به‌نظر می‌رسد به‌دلیل تغذیه گرگ از زباله‌های کنار جاده، و هم‌چنین عبور و مرور گرگ به محل‌های پسماندهای روستا در نزدیکی جاده‌ها می‌باشد (شکل ۱۸).

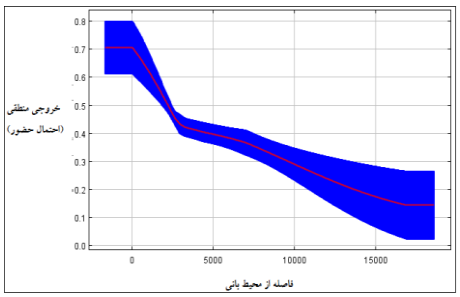


شکل ۱۸: نمودار پاسخ فاصله از جاده

با فاصله گرفتن از روستا از مطلوبیت زیست‌گاه گرگ کاسته می‌شود، روستاها مهم‌ترین فاکتور در پراکنش گرگ در این منطقه می‌باشند (شکل ۱۹). حضور گرگ‌ها در نزدیکی پاسگاه‌ها و اتاقک‌های نگهبانی مؤید استفاده گرگ‌ها از پسماندهای این مراکز است که با فاصله گرفتن از این نقاط از مطلوبیت زیست‌گاه این گونه کاسته می‌شود (شکل ۲۰).

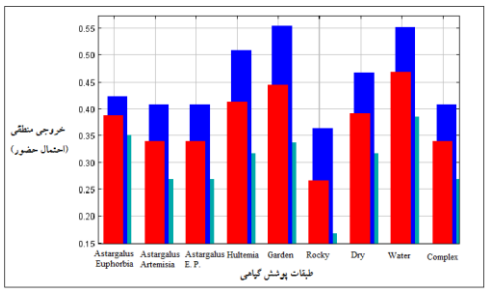


شکل شماره ۱۹: نمودار پاسخ فاصله از روستاها

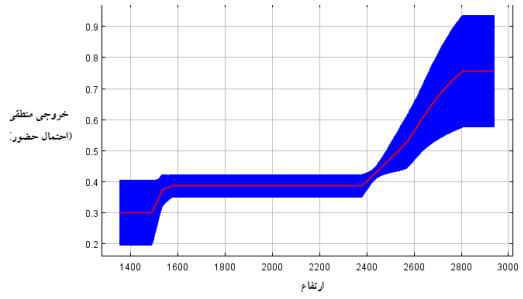


شکل شماره ۲۰: نمودار پاسخ فاصله از محیط بانی‌ها

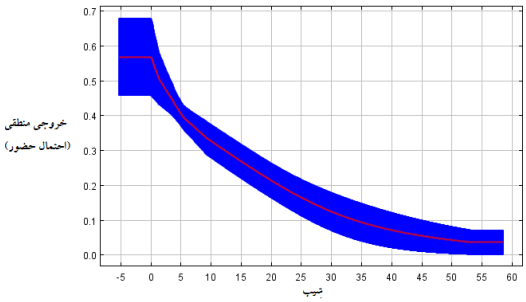
با توجه به صفر شدن درصد میزان مشارکت فاکتورهای مانند، فاصله تا گله‌های کل و بز، اقلیم و منحنی کم باران در اجرای مدل، این متغیرها در مدل مشارکت داده نشدند. در نهایت پس از تهیه مدل مطلوبیت زیست‌گاه در نرم‌افزار MaxEnt، نقشه مطلوبیت زیست‌گاه برای گونه گرگ خاکستری تهیه شد. در این نقشه نواحی قرمز رنگ، نشان‌دهنده مناطق با سطح بالای مطلوبیت برای زیست‌گاه این گونه طعمه خوار و نواحی آبی رنگ دارای مطلوبیت پایین برای گرگ خاکستری می باشد. همان‌طورکه در نقشه مشاهده می‌شود نواحی مطلوب زیست‌گاهی بیش‌تر در حاشیه منطقه حفاظت شده خانگرمز و یا به صورت لکه‌هایی در اطراف مناطق روستایی و محل‌های نگه‌داری دام و طیور دیده می‌شود (شکل‌های ۲۲ تا ۲۵).



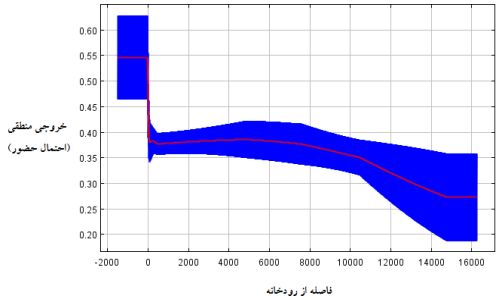
شکل ۲۱: نمودار پاسخ پوشش گیاهی



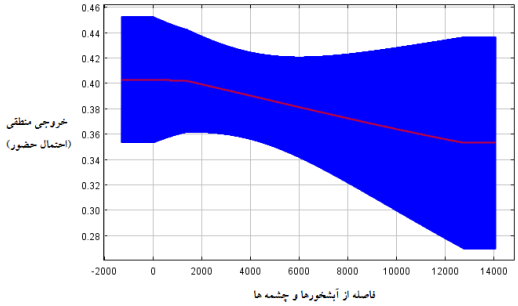
شکل ۲۲: منحنی پاسخ ارتفاع



شکل ۲۳: منحنی پاسخ شیب

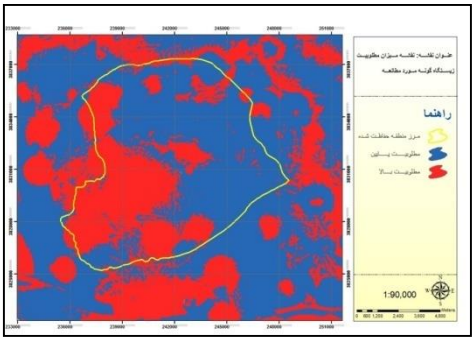


شکل ۲۴: منحنی پاسخ فاصله از رودخانه



شکل ۲۵: منحنی پاسخ فاصله از منابع آبی

طبق منحنی‌های به‌دست آمده از نرم‌افزار، با فاصله گرفتن از مزارع پرورشی از مطلوبیت زیست‌گاه گرگ کاسته می‌شود، هم‌چنین، حضور گرگ در نزدیکی خطوط مانند جاده‌ها بیش‌تر دیده می‌شود که به‌نظر می‌رسد به‌دلیل تغذیه گرگ از زباله‌های کنار جاده، و هم‌چنین عبور و مرور گرگ به محل‌های پسماندهای روستا در نزدیکی جاده‌ها می‌باشد. با فاصله گرفتن از روستا از مطلوبیت زیست‌گاه گرگ کاسته می‌شود، روستاها مهم‌ترین فاکتور در پراکنش گرگ در این منطقه می‌باشند. حضور گرگ‌ها در نزدیکی پاسگاه و اتاقک‌های نگهبانی مؤید استفاده گرگ‌ها از پسماندهای این مراکز است، که با فاصله گرفتن از این نقاط از مطلوبیت زیست‌گاه این گونه کاسته می‌شود. با توجه به صفر شدن درصد میزان مشارکت فاکتورهایی مانند، فاصله تا گله‌های کل و بز، اقلیم و منحنی کم باران در اجرای مدل، این متغیرها در مدل مشارکت داده نشدند. در نهایت پس از تهیه مدل مطلوبیت زیست‌گاه در نرم‌افزار MaxEnt، نقشه مطلوبیت زیست‌گاه برای گونه گرگ خاکستری تهیه شد. در این نقشه نواحی قرمز رنگ، نشان‌دهنده مناطق با سطح بالای مطلوبیت برای زیست‌گاه این گونه طعمه‌خوار و نواحی آبی رنگ دارای مطلوبیت پایین برای گرگ خاکستری می باشد. همان‌طورکه در شکل ۲۶ مشاهده می‌شود نواحی مطلوب زیست‌گاهی بیش‌تر در حاشیه منطقه حفاظت شده خانگرمز و یا به‌صورت لکه‌هایی در اطراف مناطق روستایی و محل‌های نگه‌داری دام و طیور دیده می‌شود.



شکل ۲۶: نقشه مطلوبیت زیست‌گاه

بحث

ارزیابی زیست‌گاه به‌منظور تعیین نقاط ضعف و قوت یک زیست‌گاه برای گونه‌های حیات وحش امری ضروری به‌نظر می‌رسد. اگرچه گرگ‌ها به‌دلیل تحرک زیاد و قدرت انعطاف بالایی که دارند، توانایی تحمل محدوده وسیعی از شرایط زیست‌گاهی را دارا می‌باشند (Mech، ۲۰۰۲)، با این‌حال طبق نتایج به‌دست آمده از مدل MaxEnt، مهم‌ترین متغیرهای زیست‌گاهی برای انتخاب زیست‌گاه گرگ خاکستری در منطقه حفاظت شده خانگرمز، فاکتورهای فاصله از روستا و فاصله از مزارع پرورشی می‌باشد که این امر نشان‌دهنده تمایل گرگ‌ها به‌حضور در حاشیه زیست‌گاه و در نزدیکی روستاها و دامداری‌ها به‌منظور شکار چهارپایان اهلی و یا تغذیه از پسماندهای این مناطق می باشد. پژوهش‌های کابلی و همکاران (۱۳۹۰) نتایج به‌دست آمده در این پژوهش را تأیید می‌کند که حضور گرگ در زیست‌گاه‌هایی که توانایی نگه‌داری جمعیت‌های حیات وحش را به‌تدریج از دست می‌دهند در حاشیه زیست‌گاه بیش‌تر می‌باشد. پیامد این حاشیه‌گرایی علاوه‌بر افزایش خطر کشته شدن گرگ‌ها توسط انسان به‌دلیل نزدیکی بیش از حد این گونه طعمه‌خوار به مراکز مسکونی و دامی، خطر بالقوه تلاقی گرگ با سگ‌های ولگرد و یا حتی سگ‌های اهلی در این مناطق را دارد (کابلی، ۱۳۹۰). هم‌چنین در پژوهشی که باقری (۱۳۹۰) در پارک ملی کلاه قاضی انجام داده‌است، مطلوبیت زیست‌گاه گرگ در مناطق دشتی و کوهپایه‌ای بالاتر است و بخش بسیار کمی از زیست‌گاه‌های مطلوب در مناطق تپه ماهوری و کوهستان‌ها قرار دارد. با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش در رابطه با حضور گرگ در مناطق دشتی و اطراف جاده‌ها و روستاها و مراکز دامی، هم‌خوانی دارد. در پژوهش دیگری، Michael (۲۰۰۱)، متغیرهای مؤثر در انتخاب زیست‌گاه گرگ خاکستری، فاکتورهایی هم‌چون فاصله تا مراکز پرورش و نگه‌داری دام‌های کوچک و بزرگ، روستاها و جاده‌ها می‌باشد، در مطالعه Shrotriya (۲۰۱۳) در منطقه همالیا، تمایل گرگ به‌حضور در حاشیه زیست‌گاه اصلی و تجمع در نواحی نزدیک به روستاها و مراکز نگه‌داری دام‌های اهلی مشخص شده است، که به‌نظر می‌رسد نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، با نتایج استخراج شده نگارنده هم‌خوانی دارد. در مطالعه Wilmers (۲۰۱۲) در پارک ملی یلواستون، نتایج به‌دست آمده تجمع دسته‌های گرگ در اطراف جایگاه‌های نگه‌داری دام‌های بزرگ را مشخص می‌کند، هم‌چنین، در مطالعه ذکر شده حضور گرگ در اطراف دسته‌های گوزن حاکی از آن است که حضور گرگ بیش‌تر در نواحی دشتی متمرکز است، که با نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر مشابهت دارد. در پژوهشی دیگر، Jared (۲۰۱۲) نزدیکی دسته‌های کایوت به روستاها و مراکز نگه‌داری بوقلمون و خسارت‌های این گونه گوشت‌خوار، مورد بررسی قرار گرفته است. هم‌چنین، میزان بالای تلفات جاده‌ای کایوت نشان دهنده حضور این گونه در اطراف خطوط جاده‌ای است، که با نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر مشابهت بالایی دارد.

به‌نظر می‌رسد به‌دلیل صخره‌ای بودن ناحیه مرکزی منطقه حفاظت شده خانگرمز، دسته‌های گرگ تمایلی به‌حضور در این نواحی و تغذیه از گله‌های کل و بز موجود در منطقه ندارند، با این‌حال حضور گرگ در حاشیه زیست‌گاه خطرات، بالقوه‌ای را متوجه این گونه کلیدی می‌نماید و زیستایی این گونه طعمه‌خوار را مورد تهدید قرار می‌دهد.

منابع

۱. **حسن‌زاده، م.؛ کابلی، م.؛ خسروی، ر. و احمدی، م.، ۱۳۹۱.** ارزیابی ارتباط ترکیب پسماند و بروز تعارض گرگ (*Canis lupus*) با جوامع بومی در استان همدان. نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۵، شماره ۱، صفحه ۸ تا ۱۸.

۲. **فلاح‌باقری، ف. و فراشی، آ.، ۱۳۹۰.** مدلسازی زیستگاه گرگ (*Canis lupus*) در پارک ملی کلاه قاضی با استفاده از روش تحلیل فاکتوری آشیان بوم شناختی ENFA. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). دوره ۸، شماره ۳، صفحه ۹ تا ۱۳.

۳. **کابلی، م.، ۱۳۹۰.** گزارش نهایی طرح مدیریت جمعیت‌های گرگ در استان همدان با رویکرد کنترل تضاد با انسان. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. سازمان حفاظت محیط زیست استان همدان. ۳۴۰ صفحه.

4. **Anderson, M.C.; Watts, J.M.; Freilich, J.E.; Yool, S.R.; Wakefield, G.L.; Mccaulery, J.F. and Fahnestock, A., 2000.** Regression tree modeling of desert tortoise habitat in the central Mojave Desert. Ecological Application Jur. Vol. 7, No. 3, pp: 890-897.

5. **Carnes, R. and Swenson. J., 2011.** Mexican Wolf Recovery: habitat sutiabilty and dispersal potential. Masters project submitted in partial fulfillment of the requirements for the Master of Environmental Management degree in the Nicholas School of the Environment of Duke University. 120 P.

6. **Carroll, C.; Paquet, P. and Noss, R.F., 1999.** Modeling carnivore habitat in the rocky mountain region: Aliterature review and suggested strategy. Toronto: WWF Canada. 85 P.

7. **California Department of Fish & Game. 2012.** Annual Report. 135 P.

(M.Sc.) in Forest Ecology and Management at the Albert Ludwigs-University. Freiburg, Germany Ltd. 180 P.

24. **Phillips, J.; Anderson, R. and Schapire, R., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological modeling Jur. Vol. 190, No, 12. pp: 231-259.
25. **Reyahi khoram, M. and Norisharikabad, V., 2010.** Biodiversities and limiting factors of Lashgardar Protected Area (LPA), Hamadan Province, Iran. Biodiversitas Jur. Vol. 11, No. 4, pp: 216-221.
26. **Trapp, G., 2004.** Basic and clinical biostatistics on B Dawson. Biodiversity Jur. Vol. 18, No, 10. pp: 135-148.
27. **Seoanea, S.; Eladio, L.; García, B.; Manuel, B.; Morales, P.; Patrick, E. and Osbornec, S., 2008.** Maximum entropy niche-based modelling of seasonal changes in little bustard (*Tetrax tetrax*) distribution. Ecological Modelling Jur. Vol. 12, No. 5, pp: 17-29.
28. **Shrotriya, S.H.; Habib, B. and Jhala, Y.V., 2013.** Ecology and Conservation of Himalayan Wolf. Department of Animal Ecology and Conservation Biology Wildlife Institute of India. Chandrabani, Dehradun Ltd. India. 185 P.
29. **Wilmers, C., 2013.** The gray wolf - scavenger complex in Yellowstone National Park. A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Environmental Science, Policy and Management in the Graduate Division of the University OF California, Berkeley. Ltd. 230 P.

8. **Cayuela, L., 2004.** Habitat evaluation for the Iberian wolf Canis lupus in Picos de Europa National Park. Spain Applied Geography. Vol. 24, No. 3, pp: 199-215.
9. **David J.; Mladenoff, S.; Theodore, A.; Sickley, C. Adrian P.W., 1999.** Predicting Gray Wolf landscape recolonization: logestic regression models VS. New Filed Data. Ecological Applications Jur. Vol. 9, No. 2, pp: 37-44.
10. **Demma, D.J. and Mech, D., 2009.** Wolf use of summer territory in northeastern Minnesota. Journal of Wildlife Mgmt. Vol. 11, No. 3, pp: 380-384.
11. **Egerton, F.N., 2007.** Understanding food chains and food webs. Bulletin of the Ecological Society of America. Vol. 88, pp: 50-69.
12. **Elith, J.; Steven, J.; Phillips, A.; Trevor, H.; Miroslav, D.; Yung, E. and Colin, J., 2011.** A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions Jur. Vol. 17, No. 2, pp: 43-57.
13. **Habitat Conservation Planning Branch. 2009.** Habitat Conservation California Department of Fish & Game. Retrieved Ltd, USA. 95 P.
14. **Jared, A.; Nadine, L. and Olup, W., 2012.** Modeling habitat suitability for Coyote (*Canis latrans*) in Northern America. International Journal of Biodiversity and Conservation. Vol. 1, No. 5, pp: 177-186.
15. **Jelaska, S.D., 1758.** Habitat preferences of golden jackal (*Canis aureus Linnaeus*) in Croatia. Diploma thesis, Faculty of Science Department of Biology.Ltd. Canada. 154 P.
16. **Jêdrzejewski, W.; Niedzia, M.; Mysjek, R.; Nowak, S. and Jêdrzejewska, B., 2005.** Habitat selection by wolves (*Canis lupus*) in the uplands and mountains of southern Poland. Acta Theriologica Jur. Vol. 50, No. 3, pp: 417-428.
17. **Krithivasan, R.; Athreya, V. and Odden, M., 2009.** Human-Wolf conflict in humandominated landscapes of Ahmednagar District, Maharashtra, India and possible mitigation measures. Environmental Bio Jur. Vol. 16, No. 12, pp: 45-58.
18. **Levins, R., 1966.** The strategy of model building in population ecology, American scientist Jur. Vol. 4, No. 15, pp: 421- 431.
19. **Laramie, A., 2004.** Species assessment foe Gray Wolf (*Canis lupus*) in Wyoming Carron Meaney. Wyoming Natural Diversity Database. University of Wyoming. Dept Ltd. 186 P.
20. **Milakovic, B.; Katherine, L.; Parker, D.; Gustine, R.; Lay, A.; Walker, T. and Michael, P., 2011.** Habitat selection by a focal predator (*Canis lupus*) in a multiprey ecosystem of the northern Rockies Gillingham Journal of Mammalogy. Vol. 92, No. 3. pp: 568-582.
21. **Mack, E.; Firbank, L.; Bellary, P.; Hinsley, S. and Veitch, N., 1997.** The comparison of remotely sensed and ground based habitat area data using species–area model. Applied ecology Jur. Vol. 12, No. 34, pp: 1222-1228.
22. **Morrison, M.; Marcot, L. and Mannan, R., 1992.** Wildlife-habitat relationships Concepts and applications. University of Wisconsin Press Ltd. Madison. Wisconsin, USA. 130 P.
23. **Navinder, S. and Yash, V., 2013.** Spatial-temporal dimensions of human wildlife conflicts: Case study in the trans-Himalaya. Master Thesis Submitted in partial fulfillment of the requirements for the Master of Science