تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش زیستگاه‌های مطلوب جمعیت‌های جبیر (*Gazella bennettii*) در پارک ملی کویر

- **رمضان جمشیدی**: گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- **جلیل ایمانی‌هرسینی***: گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- **مهدی رمضانی**: گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- **برهان ریاضی**: گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: تیر ١٣٩٧ تاریخ پذیرش: مهر ١٣٩٧

چکیده

مدل‌سازی زیستگاه، به‌عنوان ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری در مدیریت گونه‌ها سبب می‌شود تا بتوان علاوه بر آگاهی از عوامل زیست‌محیطی تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه یک گونه و ترتیب اهمیت آن‌ها، زیستگاه‌های مطلوب برای گونه را در سطح مناطق تحت حفاظت مشخص نموده، نسبت به اتخاذ اقدامات مدیریتی مناسب اقدام نمود. در این مطالعه بررسی مطلوبیت زیستگاه و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر حضور جبیر در پارک ملی کویر با استفاده از الگوریتم حداکثر آنتروپی مورد بررسی قرار گفت. مدل‌سازی براساس ٧٨ نقطه حضور جبیر در پارک ملی کویر و چهار گروه متغیر محیطی شامل متغیرهای فیزیوگرافی، پوشش اراضی، انسانی و اقلیمی با کارایی پیش‌بینی عالی و مقدار AUC برابر با ٠/٩٩٢ انجام شد. براساس نتایج مساحت زیستگاه‌های با مطلوبیت بالا و متوسط برای جمعیت‌های جبیر در پارک ملی کویر به‌ترتیب در حدود ٤٥٦/٦٥ و ٦٧٩/٠٥ کیلومترمربع برآورد شد. تأثیرگذارترین متغیر در توسعه مدل پراکنش جمعیت‌های جبیر در پارک ملی کویر، مربوط به متغیر فاصله از منابع آبی (چشمه‌ها و آبشخورها) شناسایی شد و براساس حساسیت‌سنجی انجام شده تیپ پوشش گیاهی، فاصله تا پاسگاه‌های محیط‌بانی، تنوع ناهمواری‌ها، محدوده سالانه دما و پوشش اراضی ازجمله متغیرهای مهم دیگر در ساخت مدل پراکنش جبیر بودند.

کلمات کلیدی: مطلوبیت زیستگاه، حداکثر آنتروپی، پارک ملی کویر، جبیر (*Gazella bennettii*)

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Jalil.imani@ut.ac.ir

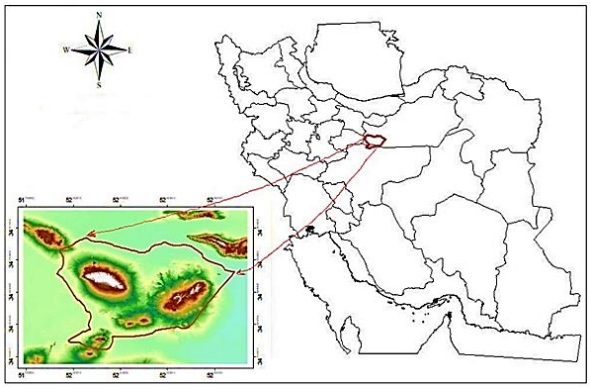
مقدمه

گونه جبیر (*Gazella bennettii*) از خانواده گاوسانان، زیرخانواده آنتلوپ‌ها و جنس *Gazella* است. پراکنش جهانی جبیر از مرکز و غرب هندوستان شروع شده و به سمت پاکستان، جنوب افغانستان تا ایران ادامه می‌یابد. دامنه گسترش این گونه در مرکز، جنوب و جنوب‌شرقی ایران (Karami و همکاران، ۲۰۰۲) و به‌طور دقیق‌تر از استان سمنان در جنوب رشته کوه‌های البرز، شروع و در شرق زاگرس به سمت جنوب تا جزایر خلیج فارس و به سمت جنوب‌شرقی تا نواحی مرزی سیستان و بلوچستان ادامه می‌یابد (Akbari و همکاران، ۲۰۱۴). این گونه، کاهش شدید جمعیتی را در ایران، پاکستان و افغانستان در طول چند دهه گذشته تجربه کرده است (Habibi، ۲۰۰۱؛ Hemami و Groves، ۲۰۰۱). کاهش شدید جمعیت جبیر در ایران از سال ۱۹۵۰ به‌دلیل شکار بی‌رویه و غیرمجاز اتفاق افتاده است و تا سال ۱۹۸۰ بسیاری از جمعیت‌های محلی در کشور ناپدید شدند (Hemami، ۱۹۹۴) اما هنوز انتشار گسترده‌ای از شمال سمنان گرفته به سمت جنوب تا هرمزگان (شرق زاگرس) و به سمت شرق تا مرز پاکستان دارد (Akbari و همکاران، ۲۰۱۴). جبیر سازگاری خوبی با محیط‌های مختلف داشته و می‌تواند در جنگل‌های پهن‌برگ خشک، درختچه‌زارهای باز و مناطق تپه‌ای و ماسه‌ای زندگی کند (Rahmani، ۱۹۹۰). در هند این گونه در زیستگاه‌هایی با میانگین بارندگی سالیانه ۱۵۰-۷۵۰ میلی‌متر زیست می‌کند (Rahmani، ۱۹۹۰). در حالی که در ایران این گونه در زیستگاه‌های خشک و خیلی خشک با میانگین بارندگی سالیانه ۵۰-۲۵۰ میلی‌متر زندگی می‌کند. جبیر ایرانی در دشت‌ها زیست می‌کند و معمولاً تپه ماهورها را ترجیح می‌دهد (Akbari و همکاران، ۲۰۱۳). ارتفاع زیستگاه‌های جبیر از ۱۰ متر بالاتر از سطح دریا در جزایر لاوان، هنگام و هرمز در خلیج فارس تا ۲۰۰۰ متر در پارک ملی خبر در کرمان امتداد دارد. به استناد آخرین ارزیابی IUCN (۲۰۱۷)، از نظر جهانی گونه جبیر (*G. bennettii*) در طبقه کم‌ترین نگرانی قرار گرفته است. البته این گونه در طبقه‌بندی سال ۱۹۹۴ IUCN در طبقه آسیب‌پذیر و سال ۲۰۰۳ در طبقه کم‌ترین نگرانی قرار گرفته بود، اما توجه به این نکته ضروری است که احتمالاً وضعیت زیرگونه‌های موجود در ایران نگران‌کننده‌تر از وضعیت جهانی گونه است. براساس گزارش‌های قبلی Hemami و Groves (۲۰۰۱) تعداد جبیرهای ایران حدود ۱۳۰۰ رأس ذکر شده بود، اما جمعیت گونه جبیر در ایران براساس آخرین گزارش‌ها بیش از ۳۰۰۰ رأس برآورد شده است (Akbari و همکاران، ۲۰۱۴). به‌طورکلی روند وضعیت جمعیت این گونه در حال کاهش است (IUCN SSC Antelope Specialist Group، ۲۰۱۷). در ایران یوزپلنگ (Farhadinia و Homami، ۲۰۱۰) از شکارگران طبیعی جبیر محسوب می‌شود و علاوه بر طعنه‌خواران طبیعی یکی دیگر از علل کاهش شدید جمعیت آن‌ها، تعقیب و شکار آن به‌وسیله موتورسیکلت و اتومبیل تخریب زیستگاه و اشغال آبشخورها به‌وسیله دام‌های اهلی است (ضیایی، ۱۳۸۸). براساس اطلاعات موجود، در گذشته شکار بی‌رویه توسط انسان عامل اصلی کاهش جمعیت‌های جبیر در ایران بوده‌است اما امروزه با توجه به شدت توسعه کشاورزی، خدماتی و معدنی، محدودیت جدی زیستگاه‌های مطلوب برای احیاء جمعیت‌های جبیر کاملاً محسوس است. شناخت عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه نقش مهمی در تعیین توزیع گونه‌ها داشته و اطلاعات مهمی را در اختیار مدیرانی قرار می‌دهد که با مسائلی نظیر معرفی مجدد گونه، انتقال و توسعه مناطق تحت مدیریت جدید برای حفاظت کارآمدتر از گونه سروکار دارند (Rotenberry و همکاران، ۲۰۰۶؛ Stamps و Swaisgood، ۲۰۰۷). مدل‌های توزیع گونه با استفاده از ارتباط میان متغیرهای محیط زیستی و نقاط حضور گونه‌ها امکان قائل شدن تفاوت بین زیستگاه‌های مختلف از نظر کیفیت را فراهم می‌کند که این تعیین کیفیت زیستگاه در مدیریت مؤثر استفاده می‌شود (Franklin، ۲۰۰۹) و مدل‌های مطلوبیت زیستگاه به ابزار بسیار مهمی در زیست‌شناسی حفاظت تبدیل شده‌اند. این مدل‌ها را می‌توان برای آزمون نظریه‌های جغرافیای زیستی، بوم‌شناختی، ارزیابی اثرات تهاجم گونه‌ها، برنامه‌ریزی‌های حفاظتی، انتخاب ذخیره‌گاه‌ها (Guisan و Zimmermann، ۲۰۰۰) و هم‌چنین جنبه‌های مختلفی از حفاظت نظیر حفظ گونه‌های در معرض خطر، تضاد بین انسان و حیات‌وحش و طراحی ذخیره‌گاه‌ها (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۱؛ Johnson و همکاران، ۲۰۰۴) به‌کار برد. در این مطالعه به‌منظور شناخت عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه و تعیین کیفیت زیستگاه جبیر در پارک ملی کویر، روش حداکثر آنتروپی یا مکسنت (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶) که نسبت به تعداد کم نقاط حضور حساسیت کم‌تری نشان داده (Peterson و همکاران، ۲۰۰۷) و پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به نرم‌افزار گارپ دارد (Phillipes و همکاران، ۲۰۰۶؛ Peterson و همکاران، ۲۰۰۷) و کارایی آن به‌عنوان یکی از روش‌های مدل‌سازی پراکنش در مقایسه با سایر روش‌ها خوب ارزیابی شده است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۹؛ Pearson و همکاران، ۲۰۰۷؛ Elith و همکاران، ۲۰۰۶) مورد استفاده قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: پارک ملی کویر با وسعت ۶۷۰ هزار هکتار که ۴۲۰ هزار هکتار آن پارک ملی و ۲۵۰ هزار هکتار منطقه حفاظت شده است که در سال ۱۳۴۳ در فهرست مناطق تحت حفاظت ثبت شده و در استان سمنان و بخش‌های کمی از نواحی جنوبی در استان

اصفهان قرار گرفته است و بین عرض‌های جغرافیایی "۲۸ و ۵۸ و ۵۱ تا "۱۸ و ۳ و ۵۳ طول شرقی و "۱۵ و ۱۷ و ۳۴ تا "۱۷ و ۵۵ و ۳۴ عرض شمالی قرار دارد. این منطقه دارای ۳۴ گونه پستاندار، ۱۵۵ گونه پرنده و ۳۴ گونه خزنده شناسایی شده است. ازجمله مهم‌ترین پستانداران آن: یوزپلنگ آسیایی، پلنگ ایرانی، گرگ، کفتار راه‌راه، گربه شنی، روباه قرمز، کل و بز، شغال، سیاه‌گوش، آهوی گواتردار و جبیر است. با توجه به این‌که پراکنش و استفاده از زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش به مرز حفاظتی مناطق حفاظت شده محدود نمی‌شود و مشاهداتی‌ازحضور جبیردر بیرون مرزحفاظتی‌پارک‌ملی کویر مشاهده شده، مرز منطقه مورد مطالعه فراتر از محدوده پارک ملی و به‌صورت یک مستطیل درنظر گرفته شد که مرزهای پارک ملی کویر را دربر می‌گیرد (شکل ۱).

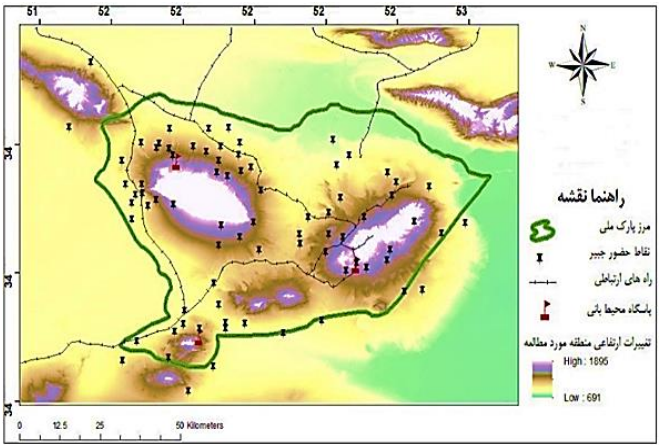


شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه و پارک ملی کویر در ایران

روش تحقیق

تهیه لایه نقاط حضور: بازدیدهای میدانی برای تهیه لایه نقاط حضور گونه طی یک دوره یک‌ساله (از دی‌ماه ۱۳۹۴ تا دی‌ماه ۱۳۹۵) انجام شد. تعداد ۱۰ ترانسکت به طول ۵ تا ۱۰ کیلومتر در پارک ملی کویر به گونه‌ای که تقریباً عمده زیستگاه‌های جبیر را پوشش دهند، انتخاب شد. برای بازدید فصلی از این ترانسکت‌ها از موتورسیکلت استفاده شد. در طی این مطالعه ۷۸ موقعیت دقیق مشاهده جبیر با سیستم مکان‌یابی جهانی (GPS) ثبت شد (شکل ۲).

متغیرهای محیطی: چهار گروه متغیر محیطی شامل متغیرهای فیزیوگرافی، پوشش اراضی، انسانی و اقلیمی برای مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه جمعیت‌های جبیر در پارک ملی کویر انتخاب شد. متغیرهای فیزیوگرافیک‌شامل‌ارتفاع‌از سطح دریا، جهت و نقشه تنوع ناهمواری‌ها و نقشه رقومی ارتفاعی (DEM) به‌دست آمد. این نقشه‌ها از مرکز ملی نقشه‌برداری ایران تهیه شدند. زبری زمین، معیاری کمی از میزان تغییرپذیری ناهمواری‌های زمین (انحراف معیار تغییرات ارتفاع) در شعاع یک کیلومتری از مرکز هر پیکسل است که با استفاده از تابع focal statistics درنرم‌افزار ArcGIS تهیه‌شد. متغیر لایه‌طبقات پوشش کاربری اراضی از نقشه پوشش اراضی ایران تهیه شده در سازمان جنگل‌ها و مراتع برای منطقه مورد مطالعه استخراج شد. لایه طبقات پوشش گیاهی در مجموع شامل ۹ تیپ گیاهی در منطقه مورد مطالعه تهیه شد (جدول ۱). هم‌چنین لایه فاصله تا منابع آبی (چشمه‌ها و آبشخورها) تهیه شد.



شکل ۲: نقشه نقاط حضور جبیر در منطقه مورد مطالعه

جدول ۱: تیپ‌های گیاهی پارک ملی کویر

نام علمی	نام تیپ گیاهی
Artemisa. s - *Stipa*	درمنه دشتی- یال اسب
Artemisia-dendrostellara	درمنه دشتی- سیاه گینه
Artemisia. s - *siedlitezia*	درمنه دشتی- اشنان
Artemisia. s - *Zyghophyllovm*	درمنه دشتی- فیچ
Zyghophrllyllum-Siedlitzia-Artemisia. s	درمنه دشتی- قیچ- اشنان
Aellorupos	بونو
Halostachis-Halocnemum-Siedliznia	شور رویان
Artemisia. S- *Ephedra*	درمنه دشتی- ریش بز
Haloxylon - stipa-Calligonum	سبک رویان

متغیرهای مرتبط با عوامل انسانی عبارتند از: لایه فاصله تا جاده‌های نوع دوم که تنها شامل جاده‌های خاکی در منطقه مورد مطالعه است. لایه فاصله تا پاسگاه‌های محیط‌بانی (پاسگاه سیاه کوه، پاسگاه ملک آباد و پاسگاه سفید آب) استخراج شد. متغیرهای اقلیمی شامل دامنه میانگین دمای روزانه، حداقل دمای سردترین ماه، محدوده سالانه دما، میانگین دمای گرم‌ترین فصل، میانگین دمای سردترین فصل و بارش سالانه از بانک داده WorldClim تهیه شدند. (Hijmans و همکاران، ۲۰۰۵). علی‌رغم این‌که مدل مکسنت نسبت

به‌سایر مدل‌های مشابه حساسیت کم‌تری به همبستگی میان متغیرهای محیطی دارد(Phillips و همکاران، ۲۰۰۹)،فقط یکی از زوج متغیرهایی که همبستگی بالا دارند (r>۰/۷) در مدل مورد استفاده قرار گرفت (Trisurat و همکاران، ۲۰۱۲). برای انتخاب متغیرهای مناسب در فرایند مدل‌سازی، همبستگی متغیرها مورد بررسی قرار گرفت و از آنجا که میان متغیرهایی همبستگی بیش از ۰/۷ وجود نداشت ۱۴ متغیراز چهار گروه متغیرهای محیطی برای ساخت مدل نهایی انتخاب شدند. لایه‌های متغیرهای مستقل محیطی با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10 رقومی و سپس رستری شدند (اندازه سلول ۳۰×۳۰) و پس از یکسان‌سازی مرزها و سیستم مختصات، به فرمت Ascii که قابل استفاده در محیط نرم‌افزار مکسنت است تبدیل شدند.

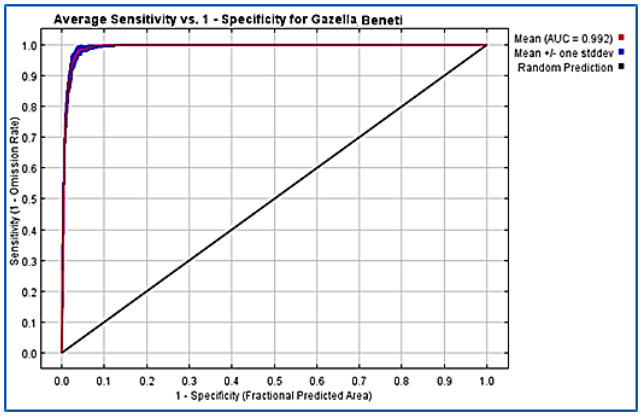
ساخت و راه‌اندازی مدل: برای ساختن مدل از ۷۵ درصد داده‌های حضور (model training) برای ساختن مدل و برای ارزیابی از ۲۵ درصد داده‌ها (model testinng) استفاده شد. راه‌اندازی مدل با ۱۰ تکرار برای ارزیابی متقابل و ۵۰۰۰ اجرا انجام شد. به‌منظور محاسبه خطای ارتکاب (commission error)، ۱۰۰۰۰ نقطه به‌صورت تصادفی از پس‌زمینه به‌عنوان نقاط عدم حضور کاذب انتخاب گردید. برای مشخص کردن آستانه زیستگاه مطلوب و نامطلوب (تهیه نقشه دوتایی(صفر و یک) از نقشه پیوسته مطلوبیت زیستگاه)از آستانه ۱۰٪ حضورآموزشی(۱۰ percentile training presence)استفاده شد (Raes و همکاران، ۲۰۰۹). نقشه پراکنش مطلوبیت زیستگاه بالقوه جمعیت جبیر از روش طبقه‌بندی مجدد در سه طبقه طبقه ۱، مطلوبیت بالا (آستانه ۰/۵۵)،مطلوبیت‌متوسط(آستانه‌بین ۰/۱۸ تا ۰/۵۵) و نامطلوب (آستانه کم‌تر از ۰/۱۸) تهیه شد. حد آستانه نامطلوب براساس آستانه منطقی صدک ۱۰ داده‌های حضور درنظر گرفته شد.

اعتبارسنجی‌مدل:منحنی ROC از متداول‌ترین روش‌های آماری جهت‌مدل‌سازی‌وارزیابی‌مدل‌های‌پیش‌بینی‌شده‌است(Elith، ۲۰۱۱). سطح زیرمنحنی (AUC) برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضوروعدم‌حضور توسط یک مدل است (Philips و همکاران، ۲۰۰۴). اگر AUC کم‌تر یا برابر با ۰/۵ باشد، بدین معنی است که پیش‌بینی مدل براساس نقاط حضور با پیش‌بینی آن براساس نقاط تصادفی تفاوتی ندارد. عدد AUC بین ۰/۵ تا ۰/۷ بیانگر یک مدل متوسط، بین ۰/۷ تا ۰/۹ مدل خوب و بیش از ۰/۹ بیانگر پیش‌بینی عالی مدل است(Phillipsوهمکاران، ۲۰۰۶).برای‌به‌دست‌آوردن‌فواصل اطمینان، محاسبه AUC از طریق بوت‌استرپ (Bootstrap) ۹۹۹ بار انجام شد.

حساسیت‌سنجی مدل با استفاده از تحلیل جک نایف: برای حساسیت‌سنجی و تعیین اهمیت هر یک از متغیرهای موجود در مدل از آماره‌های محاسبه شده توسط نرم‌افزار مکسنت که شامل بهره نسبی مشارکت برای هر متغیر و آزمون جک‌نایف (Jackknife test) استفاده شد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶).

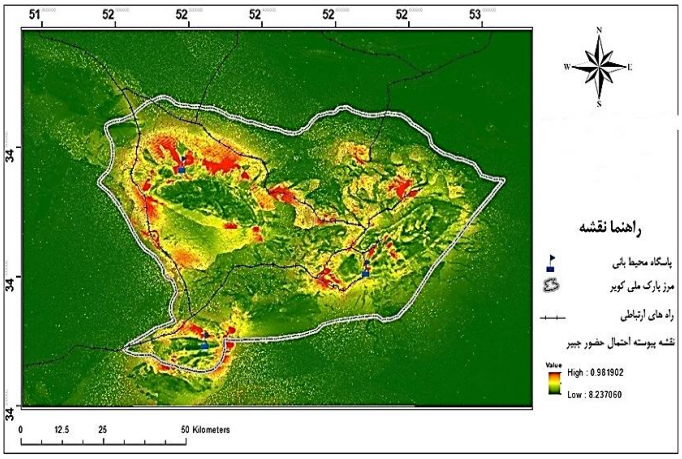
نتایج

ارزیابی مدل: یکی از نقاط قوت مدل مکسنت خودکفا بودن در ارزیابی مدل است. از طریق نمودار ROC می‌توان به ارزیابی مدل مکسنت پرداخت. مقدار ROC (میانگین AUC) برای ۱۰ بار اجرای مدل مکسنت برای پراکنش جمعیت جبیر ۰/۹۹۲ به‌دست آمد و می‌توان براساس طبقه‌بندی Swets مدل پیش‌بینی پراکنش بالقوه جبیر در پارک ملی کویر را دارای کارایی عالی دانست (شکل ۳).

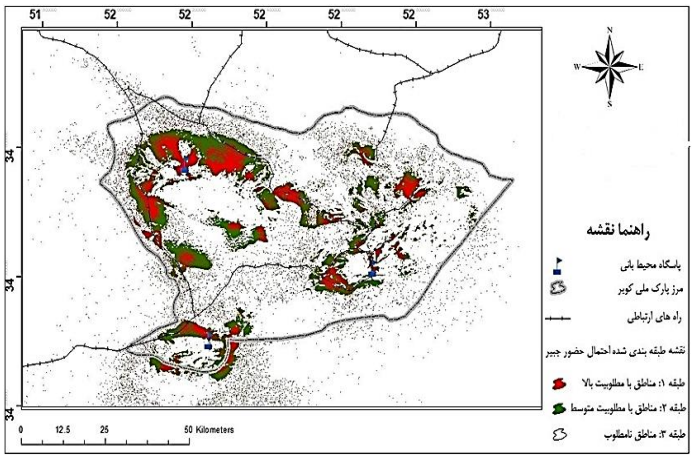


شکل ۳: منحنی ROC محاسبه شده توسط مدل MAXENT

خروجی مطلوبیت زیستگاه: نقشه پیوسته پراکنش بالقوه مهم‌ترین خروجی مدل مکسنت است. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه با استفاده از لایه‌های نقاط حضور و متغیرهای منتخب، در نرم‌افزار مکسنت انجام شده و این نقشه برای جمعیت جبیر در منطقه مورد مطالعه در شکل ۴ آورده شده است. شکل ۵، نقشه طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه جمعیت جبیر در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مساحت هریک از طبقات در جدول ۲ آورده شده است. نتایج حساسیت‌سنجی و تعیین اهمیت هر یک از متغیرهای موجود در مدل، براساس برآیندی از آماره‌های موجود در مدل، نشان داد که تأثیرگذارترین متغیرهای مدل پراکنش جبیر در محدوده مورد مطالعه، مربوط به متغیر فاصله از منابع آبی (چشمه‌ها و آبشخورها)، فاصله تا پاسگاه‌های محیط‌بانی، تیپ پوشش گیاهی، تنوع ناهمواری‌ها، محدوده سالانه دما و پوشش اراضی است (جدول ۳ و شکل ۶).



شکل ۴: مطلوبیت زیستگاه جمعیت‌های جبیر در محدوده مورد مطالعه و پارک ملی کویر



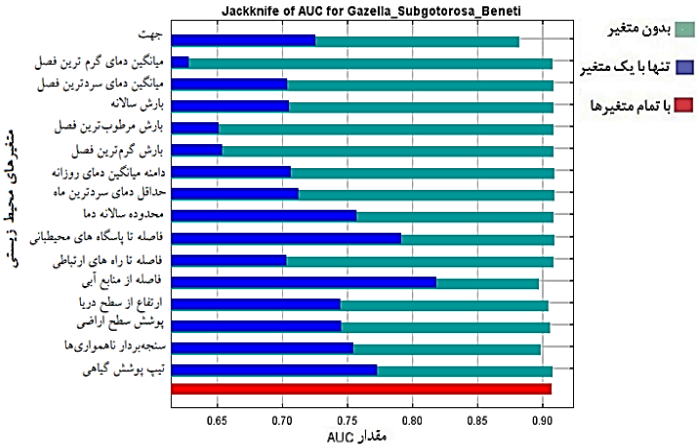
شکل ۵: مطلوبیت زیستگاه جمعیت‌های جبیر در محدوده مورد مطالعه و پارک ملی کویر: مناطق قرمز نشانگر مکان‌های با مطلوبیت بالاتر، مناطق سبز دارای مطلوبیت متوسط و مناطق سفید نشان‌دهنده مناطق نامطلوب است.

جدول ۲: مساحت طبقات زیستگاه جمعیت‌های جبیر در محدوده مورد مطالعه و پارک ملی کویر

طبقه	محدوده مورد مطالعه		پارک ملی کویر	
	مساحت (کیلومترمربع)	درصد	مساحت (کیلومترمربع)	درصد
طبقه ۱: مطلوبیت بالا	۵۲۲/۱۰	۴/۲۸	۴۵۶/۶۵	۱۰/۳۶
طبقه ۲: مطلوبیت متوسط	۷۵۷/۲۰	۶/۲۱	۶۷۹/۰۵	۱۵/۴۱
طبقه ۳: نامطلوب	۱۰۹۰۳/۳۲	۸۹/۴۹	۳۲۶۸/۹۵	۷۴/۲۱
جمع	۱۲۱۸۲/۶۲	۱۰۰	۴۴۰۴/۶۵	۱۰۰

جدول ۳ : میزان درصد مشارکت و اهمیت جایگشتی متغیرهای چهار گروه برای مدل پراکنش جمعیت جبیر در پارک ملی کویر

متغیرها	علامت اختصاری	واحد	درصد مشارکت	اهمیت جایگشتی
متغیرهای فیزیوگرافی				
سنجه‌بردار ناهمواری‌ها	Roughness	ضریب تغییرات ارتفاع	۱۷/۴	۳/۱
جهت	Aspect	درجه	۵۷/۷	۲/۱
ارتفاع از سطح دریا	Elevation	متر	۲/۹	۱۴/۲
متغیرهای سطح اراضی				
پوشش سطح اراضی	Landuse	نوع تیپ پوشش زمین	۶/۹	۷/۱
فاصله از منابع آبی	Dis-Water	Distance	۱۲/۲	۴۵/۱
تیپ پوشش گیاهی	Vegetation	نوع تیپ‌های پوشش گیاهی	۱۴/۴	۲/۹
متغیرهای عوامل انسانی				
فاصله تا راه‌های ارتباطی	Dis-Road	Distance	۰/۲	۱/۶
فاصله تا پاسگاه‌های محیط‌بانی	Dis-E-M-S	Distance	۰/۵	۵/۲
متغیرهای اقلیمی				
دامنه میانگین دمای روزانه	Bio-2	درجه سانتی‌گراد	۰/۱	۱/۲
حداقل دمای سردترین ماه	Bio-6	درجه سانتی‌گراد	۰	۰/۲
محدوده سالانه دما	Bio-7	درجه سانتی‌گراد	۰/۵	۰/۱
میانگین دمای گرم‌ترین فصل	Bio10	درجه سانتی‌گراد × ۱۰	۰	۰/۳
میانگین دمای سردترین فصل	Bio11	درجه سانتی‌گراد × ۱۰	۰	۰/۳
بارش سالانه	Bio12	میلی‌متر میانگین ماهانه	۰/۲	۰
بارش مرطوب‌ترین فصل	Bio16	میلی‌متر میانگین ماهانه	۰/۱	۰/۸
بارش گرم‌ترین فصل	Bio18	میلی‌متر میانگین ماهانه	۰/۹	۱/۶



شکل ۶: نتایج آزمون جک نایف برای بررسی اهمیت متغیرهای محیط زیستی در توسعه مدل پراکنش جبیر

بحث

مطالعه Sterndable (۱۹۸۴) نشان داد که جبیر می‌تواند بدون نیاز به منابع آب آزاد، به حیات خود ادامه دهد و با تغذیه از منابع غذایی که محتوی آب زیادی هستند، نیاز آبی بدن خود را تأمین کند (Goyal و همکاران، ۱۹۸۸)، اما مطالعه حاضر نشان داد که فاصله از منابع آبی (چشمه و آبشخور) از مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر مطلوبیت گونه است و جمعیت‌های جبیر در پارک ملی کویر به‌طور معمول در زیستگاه‌های اطراف منابع آبی (چشمه‌ها و آبشخورها) پراکنده شده‌اند که این مورد کاملاً با مطالعه اکبری (۱۳۹۴) هم‌خوانی دارد که در آن مطالعه گرمای شدید، شوری زیاد و آب اندک گونه‌های گیاهی مصرفی جبیر، دلایل وابستگی جبیر به منابع آبی در پناهگاه حیات‌وحش دره‌انجیر بیان شده بود که این موارد می‌تواند در پاک ملی کویر نیز سبب وابستگی جبیر به منابع آبی باشد. البته در مطالعه Henley و همکاران (۲۰۰۷)، Farhadina و همکاران (۲۰۰۹) و اکبری و همکاران (۱۳۸۷) نیز رابطه مثبتی بین دسترسی به منابع آبی سطحی و حضور گونه‌های جنس *Gazella* نشان داده شده است.

منحنی پاسخ جبیر به متغیر پوشش اراضی نشان می‌دهد این گونه اکثراً در زیستگاه‌های با مراتع ضعیف (با درصد پوشش ۲۵-۰) پراکنش دارد. زیستگاه‌های با پوشش مرتعی متوسط (با درصد پوشش ۵۰-۲۵) فقط در مناطق کوهستانی پارک ملی کویر وجود دارد که جبیر از این مناطق پرهیز می‌کند. به‌طورکلی اراضی شور و بایر از زیستگاه‌های مناسب برای جبیر محسوب نمی‌شود اما بخش‌هایی از این مناطق که در بخش حاشیه‌ای دریاچه نمک قرار دارد به‌دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی و رشد گیاهان شورپسند زیستگاه تقریباً مطلوبی برای جبیر محسوب می‌گردند. در بررسی حاضری و دیگران (۱۳۸۸) وجود علف شورپسند بر استفاده گونه از زیستگاه اثر مثبت داشته است.

انتخاب رژیم غذایی توسط حیوان به نوع گیاه، مراحل فنولوژی، فصل، تنوع فرم‌های پوشش، ساختار گیاه و فراوانی آن در مرتع بستگی دارد (Duncan و همکاران، ۲۰۰۶). منحنی پاسخ جبیر به متغیر تیپ پوشش گیاهان در پارک ملی کویر نشان می‌دهد این گونه به ترتیب ابتدا زیستگاه‌های با تیپ درمنه دشتی- سیاه گینه و سپس تیپ گیاهی درمنه‌دشتی- اشنان و تاغ- سبد- اسکنبیل را انتخاب می‌کنند.

میزان بارش سالانه نواحی مطلوب برای پراکنش حمیت‌های جبیر در حدود ۸۸ تا ۱۰۲ میلی‌متر توسط مدل برآورد شد. هم‌چنین، مناطقی با میزان بارش ۴۵ تا ۵۸ میلی‌متر در مرطوب‌ترین فصل سال، اولویت بیش‌تری برای حضور جمعیت‌های جبیر دارد. مناطقی با میزان بارش بیش‌تر از این حد به‌دلیل نزدیک شدن به ارتفاعات منطقه از زیستگاه‌های جبیر محسوب نمی‌شود. پارک ملی کویر، بیش‌ترین میزان بارش خود را در فصل سرد زمستان دریافت می‌کنند. منحنی‌های پاسخ نشان می‌دهد، زیستگاه‌های با میانگین دمای حداقل بین پنج تا هفت درجه سانتی‌گراد در فصل سرد زمستان برای حضور جمعیت‌های جبیر مناسب است.

زیستگاه‌های مطلوب برای جمعیت‌های جبیر در پارک ملی کویر با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می‌یابد. مناطقی با ارتفاع حدود ۸۵۰ متری بهترین زیستگاه‌ها برای جبیر محسوب می‌شوند. سنجه‌بردار ناهمواری‌ها از متغیرهای توپوگرافی است که تابعی از تغییر ارتفاع و شیب است. به‌طوری‌که با افزایش درجه یا درصد شیب، عدد سنجه‌بردار ناهمواری‌ها نیز زیاد می‌شود. در این مطالعه با افزایش عدد سنجه‌بردار ناهمواری‌ها مطلوبیت زیستگاه به شدت کاهش می‌یابد. این متغیر نشان می‌دهد زیستگاه‌ها و مناطقی که دارای پستی و بلندی زیاد می‌باشند برای جبیر مناسب نیست. به احتمال زیاد، جبیر از این نوع مناطق به‌دلیل کاهش دید اجتناب می‌کند. مطالعات انجام شده روی هوبره آسیایی که گونه‌های هم زیستگاه با جبیر است نیز نشان می‌دهد که این گونه از مناطق دارای پستی و بلندی زیاد دوری می‌کند (Le Cuziat and و همکاران، ۲۰۰۵).

منحنی پاسخ مربوط به متغیر فاصله تا مناطق انسانی (شامل: متغیر فاصله تا پاسگاه‌های محیطبانی و راه‌های ارتباطی) نشان داد، با اندکی فاصله از این مناطق مطلوبیت زیستگاه تا حدی کاهش می‌یابد. این مناطق شامل پاسگاه‌های محیطبانی و راه‌های ارتباطی فرعی هستند که در منطقه قرار دارند و عمدتاً توسط محیطبانان مورد استفاده قرار گرفته و با توجه به این‌که جبیر به این جاده‌ها عادت

کرده و خطری از آن‌ها متوجه حیوان نشده لذا از این جاده‌ها اجتناب نمی‌کنند.

به‌طور کلی می‌توان گفت وجود سه عامل پناه، غذا و آب می‌تواند درصد بالایی از بقای هر گونه‌ای را تأمین کند. زیستگاه‌های مناسب برای جمعیت جبیر در پارک ملی کویر، مناطق دشتی حاشیه دامنه مناطق کوهستانی و حاشیه شوره‌زارها دارای میزان بارش سالانه در حدود ۸۸ تا ۱۰۲ میلی‌متر (حدود ۴۵ تا ۵۸ میلی‌متر از این میزان بارش در مرطوب‌ترین فصل سال ریزش می‌کند) و دارای پستی و بلندی کمی هستند. مساحت زیستگاه‌های با مطلوبیت بالا و متوسط برای جمعیت‌های جبیر در پارک ملی کویر به‌ترتیب در حدود ۴۵۶/۶۵ و ۶۷۹/۰۵ کیلومترمربع برآورد شد. دشت سفید آب، دشت شکرآب، دشت نصار سیاه کوه (چشمه پیغمبر)، دشت چاه قرقره و دشت چاه میش مست، از زیستگاه‌های مهم جبیر را در پارک ملی کویر محسوب می‌شوند.

منابع

۱. **اکبری، ح.؛ بهروزی‌راد، ب. و حسن‌زاده‌کیابی، ب.، ۱۳۸۷.** بررسی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در منطقه حفاظت شده کالمند بهادران یزد. مجله محیط شناسی. سال ۳۴، شماره ۴۶، صفحات ۱۱۱ تا ۱۱۸.

۲. **اکبری، ح.؛ وارسته‌مرادی، ح. و رضایی، ح.، ۱۳۹۳.** بررسی ترکیب و رجحان غذایی جبیر (*Gazella bennettii shikarii*) در فصل بهار در پناهگاه حیات وحش دره انجیر استان یزد. دو فصلنامه خشک بوم. جلد ۴، شماره ۲، صفحات ۳۵ تا ۴۲.

۳. **حاضری، ف.؛ همامی، م. و خواجه‌الدین، س.، ۱۳۸۸.** استفاده از جوامع گیاهی توسط آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) در پناهگاه حیات وحش موته. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۳، شماره ۴۸، صفحات ۴۲۷ تا ۴۳۵.

۴. **ضیایی، ه.، ۱۳۸۸.** راهنمای صحرایی پستانداران ایران. انتشارات کانون آشنایی با حیات وحش.

۵. **Akbari, H.; Habibipour, A. and Mousavi, S.J., 2013.** Investigation on habitat preference andgroup size of Chinkara (*Gazella bennettii*) in Dareh-Anjeer Wildlife Refuge, Yazd province. Iranian Journal of Applied Ecology. Vol. 3, pp: 81-89.

۶. **Akbari, H.; Varasteh Moradi, H.; Sarhangzadeh, J. and Shams Esfandabad, B., 2014.** Population status, distribution, andconservation of Chinkara (*Gazella bennettii*) in Iran. Zoology in the Middle East. Vol. 60, pp: 189-194.

۷. **Duncan, A.J.; Ginane, C.; Elston, D.A.; Kunaver, A. and Gordon, I.J., 2006.** How do herbivores trade-off the positive and negative consequences of diet selection decisions? Animal Behavior. Vol. 71, pp: 93-99.

۸. **Elith, J.H. and Graham, C., 2006.** Novel method improves prediction of species distribution from occurrence data. Ecography. Vol. 29, pp: 129-156.

۹. **Farhadinia, M.S. and Hemami, M.R., 2010.** Prey selection by the critically endangered Asiatic cheetah in central Iran. Journal of Natural History. Vol. 44, pp: 19-20.

۱۰. **Farhadinia, M.S.; Shams Esfandabad, B.; Karami, M.; Hosseini-Zavarei, F.; Absalan, H. and Nezami, B., 2009.** Goitered *Gazelle Gazella subgutturosa* Guldenstaedt, 1780: its habitat preference and conservation needs in Miandasht Wildlife Refuge, northeastern Iran. Zoology in the Middle East. Vol. 46, pp: 9-18.

۱۱. **Franklin, J., 2009.** Mapping species distributions; spatial inference and prediction. Cambridge University Press.

۱۲. **Giovanelli, JGR.; De Siqueira, M.F.; Haddad, CFB. and Alexandrino, J., 2010.** Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: how the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. Ecological Modelling. Vol. 221, pp: 215-224.

۱۳. **Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000.** Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling. Vol. 135, pp: 147-186.

۱۴. **Habibi, K., 2001a.** Afghanistan. In: Mallon, D.P. and Kingswood, S.C., (eds), Antelopes. Part 4: North Africa, the Middle East, and Asia. IUCN, Gland, Switzerland. pp: 119-121.

۱۵. **Habibi, K., 2001b.** Pakistan. In: Mallon, D.P. and Kingswood, S.C., (eds), Antelopes. Part 4: North Africa, theMiddle East, and Asia. IUCN, Gland, Switzerland. pp: 122-128.

۱۶. **Hemami, M.R., 1994.** Investigation on taxonomy and distribution of Gazelles in Iran. TehranUniversity: M.Sc. Thesis.

۱۷. **Hemami, M.R. and Groves, C.P., 2001.** Iran. In: Mallon, D.P. and Kingswood, S.C., (eds), Antelopes. Part 4: North Africa, the Middle East, and Asia. Global Survey and Regional Action Plans. pp: 114-118.

۱۸. **Henley, S.R. and Schmidt, I., 2007.** Habitat selection by two desert-adapted ungulates. Journal of Arid Environment. Vol. 70, pp: 39-48.

۱۹. **Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G. and Jarvis, A., 2005.** Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology. Vol. 25, pp: 1965-1978.

۲۰. **Hirzel, A.; Helfer, V. and Metral, F., 2001.** Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Ecological Modelling. Vol. 145, pp: 111-121.

۲۱. **IUCN SSC Antelope Specialist Group. 2017.** Gazella bennettii. The IUCN Red List ofThreatened Species 2017. e.T8978A50187762.http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.RL TS.T 8978A50187762.en

۲۲. **Johnson, C.; Seip, D. and Boyce, M., 2004.** A quantitative approach to conservation planning: using resource selection functions to map the distribution of mountain caribou at multiple spatial scales. Journal of Applied Ecology. Vol. 41, pp: 238-251.

۲۳. **Karami, M.; Hemami, M.R. and Groves, C.P., 2002.** Taxonomic, distribution and ecological data on gazelles in Iran. Zoology in the Middle East. Vol. 26, pp: 29-36.

۲۴. **Le Cuziat, J.; Lacroix, F.; Roche, P.; Vidal, E.; Medail, F.; Orhant, N. and Beranger, P.M., 2005.** Landscape and human influences on the distribution of the endangered North African houbara bustard (*Chlamydotis undulate undulata*) in Eastern Morocco. Anim. Conserv. Vol. 8, pp: 143-152.

۲۵. **Pearson, R.G.; Raxworthy, C.J.; Nakamura, M. and Peterson, A.T., 2007.** Predicting species' distributions from small numbers of occurrence records: A test case using cryptic geckos in Madagascar. Journal of Biogeography. Vol. 34, pp: 102-117.

۲۶. **Phillipes, S.J.; Dudík, M. and Schapire, R.E., 2004.** A maximum entropy approach to species distribution modeling. In *Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning*; ACM Press: New York, NY, USA. pp. 655-662.

۲۷. **Phillips, S.J.; Dudik, M.; Elith, J.; Graham, C.H.; Lehmann, A.; Leathwick, J. and Ferrier, S., 2009.** Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. Ecological Application. Vol. 19, pp: 181-197.

۲۸. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling. Vol. 190, pp: 231-259.

۲۹. **Rahmani, A.R., 1990.** Distribution, density, group size and conservation of the Indian gazelle or chinkara *Gazella bennetti* (Sykes 1831) in Rajasthan, India. Biological Conservation. Vol. 51, pp: 177-189.

۳۰. **Rahmani, A.R., 2001.** India. In: Mallon, D.P. and Kingswood, S.C., (eds), Antelopes. Part 4: North Africa, the Middle East, and Asia. Global Survey and Rgeional Action Plans. IUCN, Gland, Switzerland. pp: 178-187.

۳۱. **Rotenberry, J.T.; Preston, K.L. and Knick, S.T., 2006.** GIS-based niche modeling for mapping species' habitat. Ecology. Vol. 87, pp: 1458-1464.

۳۲. **Stamps, J.A. and Swaisgood, R.R., 2007.** Some place like home: experience, habitat selection and conservation biology. Appl. Anim. Behav. Sci. Vol. 102, pp: 392-409.

۳۳. **Swets, J., 1988.** Measuring the accuracy of diagnostic systems. Science. Vol. 240, pp: 1285-1293.

۳۴. **Trisurat, Y.; Bhumpakphan, N.; Reed, D.H. and Kanchanasaka, B., 2012.** Using species distribution modeling to setmanagement priorities for mammals in northern Thailand. Journal for Nature Conservation. Vol. 20, pp: 264-273.