مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه گوسفند وحشی در پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه استان یزد با استفاده از روش حداکثر آنتروپی (MAXENT)

- **عباس نقیب‌زاده***: گروه محیط زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، صندوق‌پستی: ٧٤١- ٨٩١٩٥
- **ندا رضایی**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، صندوق‌پستی: ٧٤١- ٨٩١٩٥
- **جلیل سرهنگ‌زاده**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، صندوق‌پستی: ٧٤١- ٨٩١٩٥
- **نادر سیدی**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، صندوق‌پستی: ٧٤١- ٨٩١٩٥

تاریخ دریافت: آذر ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: اسفند ١٣٩٦

چکیده

گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) از پستانداران شاخص مناطق تپه ماهوری است و از نظر حفاظتی در فهرست سرخ اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت، در طبقه آسیب‌پذیر (VU) قرار دارد. پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه به‌عنوان یکی از زیستگاه‌های این گونه در جنوب استان یزد به‌منظور مطالعه زیستگاه گوسفند وحشی و مدل‌سازی مطلوبیت براساس داده‌های حضور با استفاده از روش حداکثر آنتروپی (MaxEnt) مورد بررسی قرار گرفت. برای مدل‌سازی و مدیریت گونه به‌عنوان گونه شاخص مناطق تپه ماهوری و دامنه‌های کوهستانی، در ابتدا باید عوامل مؤثر بر پراکنش گونه شناسایی و سپس مدل مطلوبیت زیستگاه برای حفاظت و مدیریت این زیستگاه‌ها طراحی شود، تا گونه هدف حفاظت شود. از متغیرهای زیست‌محیطی به‌عنوان متغیر مستقل و نقاط حضور گونه به‌عنوان متغیر وابسته در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه استفاده شد. هدف از این تحقیق تعیین زیستگاه مطلوب برای گوسفند وحشی با استفاده از نقاط حضور و متغیرهای محیط‌زیستی با روش حداکثر آنتروپی می‌باشد. نقشه مطلوبیت به‌دست آمده نشان می‌دهد که متغیرهایی هم‌چون شیب ٥٠-٣٠ درصد، اراضی مرتعی و مناطق تپه‌ماهوری در تعیین زیستگاه مطلوب حائز اهمیت می‌باشند. باتوجه به این‌که AUC=٠/٩٣٩ می‌باشد، بنابراین مدل به‌دست آمده دارای کارایی پیش‌بینی بسیار خوبی است و نمودار جک‌نایف نشان داد که مدل در پیش‌بینی نقاط حضور به‌عنوان زیستگاه مطلوب موفق بوده است. براساس مدل‌سازی انجام شده ٢٨/٢٤ درصد از وسعت پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه، زیستگاه مطلوبی برای گوسفند وحشی می‌باشد.

کلمات کلیدی: گوسفند وحشی، مطلوبیت زیستگاه، حداکثر آنتروپی، پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: abbas.n.114@gmail.com

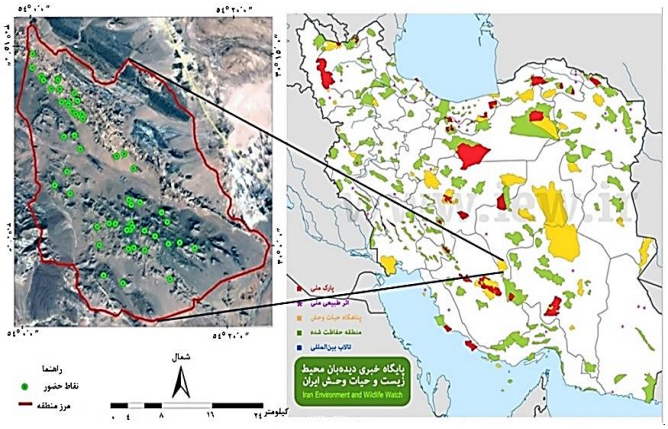
مقدمه

گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) از پستانداران شاخص مناطق تپه ماهوری کشور است که جمعیت آن به‌دلیل تخریب زیستگاه‌ها در مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور و در سطح بین‌المللی کاهش یافته است (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲)، که اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع‌طبیعی این گونه را در فهرست حیوانات آسیب‌پذیر قرار داده است (IUCNredlist، ۲۰۰۸). تجزیه و تحلیل رابطه بین گونه- محیط همیشه یک موضوع اصلی در محیط زیست بوده است (Guisan، ۲۰۰۰). تاکنون روش‌های متعددی برای بررسی استفاده از زیستگاه توسط حیات‌وحش ازجمله مشاهده مستقیم گونه، استفاده از رادیو تله‌متری، فرستنده‌های ماهواره‌ای، دوربین‌های تله‌ای و استفاده از نمایه‌هایی چون ردپا و سرگین ارائه شده است (تاکی و همکاران، ۱۳۹۵). بحران‌های زیست‌محیطی سبب شده‌اند که جمعیت بسیاری از گونه‌های حیات‌وحش به‌دلایلی هم‌چون تخریب، تبدیل زیستگاه و شکار بی‌رویه کاهش یابد. مشخص کردن محدوده پراکنش گونه‌ها، شناخت پارامترهای زیستگاهی که توسط یک گونه در منطقه انتخاب می‌شود و تعیین زیستگاه مناسب از مهم‌ترین فعالیت‌ها در زیست‌شناسی حفاظت محسوب می‌شود (مروتی و همکاران، ۱۳۹۳). انواع روش‌های مختلف مدل‌سازی زیستگاه‌های حیات‌وحش (Levins، ۱۹۶۶) با استفاده از نرم‌افزارهای GIS (Geographic Information Systems) وجود دارد که اساس آن‌ها برپایه داده‌های فقط حضور استوار است. برخی از این روش‌ها عبارتند از: تحلیل آشیان بوم‌شناختی (ENFA=Ecological Nich Factor Analysis)، الگوریتم حداکثر آنتروپی و الگوریتم ژنتیک (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۴). مدل سازی، پیش‌بینی‌کننده توزیع جغرافیایی گونه براساس شرایط محیط زیستی از سایت‌های شناخته شده، یک روش مهم در زیست‌شناسی تحلیلی با برنامه‌های کاربردی در حفاظت و برنامه‌ریزی، محیط‌زیست، تکامل، اپیدمیولوژی، مدیریت گونه‌های تهاجمی و دیگر زمینه‌ها می‌باشد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۴). از روش‌های مدل‌سازی می‌توان برای اهداف متفاوتی ازجمله تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها (Toor و همکاران، ۲۰۱۱) پیش‌بینی روند گسترش گونه‌ها در سطح یک منطقه (Giovannelli و همکاران، ۲۰۱۰) و هم‌چنین پیش‌بینی مناطق پرخطر از بروز تعارض بین گونه‌های حیات‌وحش و انسان سود برد (Leung و همکاران، ۲۰۰۲). مدل‌های ارزیابی زیستگاه به دو گروه تقسیم می‌شوند، گروهی که به داده‌های حضور و عدم حضور گونه نیاز دارند و گروهی که تنها به داده‌های حضور (رنجبر و شاهقلیان، ۱۳۹۲) برای مدل‌سازی نیاز دارند. دستیابی به داده‌های عدم حضور صحیح نیازمند پایش مداوم زیستگاه، ثبت نقاط حضور و عدم حضور گونه در سالیان متمادی و دستیابی به اطلاعات کافی در مورد بوم‌شناسی گونه است (Sobern و Peterson، ۲۰۰۵). از آن‌جایی که اطلاعات قابل اعتماد در خصوص عدم حضور گونه‌های جانوری، به‌دلیل رفتار گریزان، زیستگاه ضعیف موجود و الگوهای فعالیتی را نمی‌توان به‌راحتی به‌دست آورد (Ottaviani و همکاران، ۲۰۰۴)، روش‌های مبتنی بر داده‌های حضور و عدم حضور با پدیده عدم حضور کاذب روبرو هستند. به‌عبارت‌دیگر مشاهده گونه توسط مشاهده‌گر به‌دلایل متعددی نظیر دقت مشاهده‌گر، تجهیزات مورد استفاده، رفتار گونه در استتار و اختفا و نظیر آن، سبب می‌گردد تا آن نقطه به‌عنوان نقطه عدم حضور ثبت گردد. این عمل می‌تواند نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها را با خطای بالایی همراه سازد (Martinez و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین استفاده از مدل‌هایی که تنها نیازمند داده‌های حضور هستند، می‌توانند از خطاهای حاصل از به‌کارگیری داده‌های عدم حضور اشتباه جلوگیری کنند (Zaniewski و همکاران، ۲۰۰۲). الگوریتم حداکثر آنتروپی (MaxEnt) برای مدل سازی توزیع جغرافیایی گونه‌ها فقط با داده‌های حضور ارائه شده است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶؛ Elith و همکاران، ۲۰۱۱). این الگوریتم ازجمله روش‌هایی است که با وجود تعداد کم نقاط حضور از توانایی پیش‌بینی بالایی برخوردار بوده و به‌دلیل صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه مطالعه، به‌طور گسترده مورد استفاده محققان قرار گرفته است. مطالعات نشان دادند که مدل‌سازی به شیوه حداکثر آنتروپی، همانند دیگر روش‌ها و یا حتی بهتر از آن‌ها عمل می‌کند (Bassi و همکاران، ۲۰۱۵؛ Haffman و همکاران، ۲۰۰۸؛ Baasch و همکاران، ۲۰۱۰). مدل MaxEnt از نظر آماری و ارتباط صریح بین ساختار مدل، تصمیم‌گیری‌های لازم برای تولید، توزیع مدل، دانش مربوط به گونه و داده‌هایی که ممکن است بر تصمیم‌گیری‌ها تأثیر بگذارد، را توصیف می‌کند (Elith و همکاران، ۲۰۱۱). هدف ازاین پژوهش تعیین زیستگاه مطلوب برای گونه گوسفند وحشی در پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه بر اساس عوامل تأثیرگذار بر توزیع گونه با روش حداکثر آنتروپی می‌باشد. ازجمله مطالعاتی که بر روی گوسفند وحشی در ایران انجام‌شده می‌توان به بررسی مطلوبیت زیستگاه پاییزه و زمستانه گوسفند وحشی در منطقه حفاظت‌شده پرور در استان سمنان، اشاره کرد (رمیاز و همکاران، ۱۳۹۶) که براساس حداکثر آنتروپی نشان دادند که ارتفاع ۲۲۰۰ متر، شیب ۴۰ درصد، جهت شرقی، پوشش مرتع با گیاهان درمنه

و گون، کاهش فاصله از منابع آبی موجود در منطقه و افزایش فاصله از جاده و روستاها برای گونه مورد مطالعه در فصول پاییز و زمستان ارجحیت دارد. هم‌چنین سرهنگ‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) طی مطالعه خود بر مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش با استفاده از رویکرد تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی بیان کردند که گونه مورد مطالعه مجموعه شرایط محیط‌زیستی بالاتر از شرایط میانگین منطقه را ترجیح می‌دهد و میزان تخصص‌گرایی به‌دست آمده (۸۲/۶۰-۲/۳) نشان می‌دهد که گونه به دامنه محدودی از شرایط محیط‌زیستی منطقه وابسته است و در استفاده از منابع زیستگاهی تخصصی عمل می‌کند. مطالعه انصاری (۱۳۹۵) بر روی گوسفند وحشی در استان مرکزی، نشان داد که در بین متغیرهای توسعه بیش‌ترین اثرگذاری بر روی زیستگاه گوسفند وحشی مربوط به متغیر فاصله از شهرها(۲۰ کیلومتر)و کم‌ترین مربوط به جاده‌های مال‌رو می‌باشد و از متغیرهای بوم‌شناسی بیش‌ترین تأثیرگذاری مربوط به شیب(۲۰٪) و کم‌ترین مربوط به ارتفاع می‌باشد. از سایر مطالعات انجام‌شده می‌توان به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش اوریال در پناهگاه حیات‌وحش دره انجیر استان یزد (احمدپور و همکاران، ۱۳۹۴)،لکه‌های‌زیستگاهی‌مناسب‌برای حفاظت از قوچ و میش اوریال در منطقه حفاظت‌شده درمیان، استان خراسان جنوبی (بهرامی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵)، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پاییزه قوچ و میش در پارک ملی بمو براساس روش حداکثر آنتروپی (علیزاده‌احمدآباد و همکاران، ۱۳۹۴)، انتخاب فصلی زیستگاه گوسفند وحشی اصفهانی در پارک ملی قمیشلو (تاکی و همکاران، ۱۳۹۵) و ارزیابی زیستگاه قوچ و میش اوریال در پارک ملی گلستان (پهلوانی، ۱۳۸۳) و هم‌چنین چندین مطالعه خارجی ازجمله انتخاب زیستگاه و الگوهای فعالیت قوچ ساردینی در ایتالیا (Ciuti و همکاران، ۲۰۰۹) و ارزیابی زیستگاه گوسفند دال در آلاسکا (Dertien و همکاران، ۲۰۱۷) اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی: پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه (دیده‌بان محیط زیست و حیات‌وحش ایران، ۱۳۹۱) در جنوب استان یزد در حوزه استحفاظی‌شهرستان‌خاتم درمحدوده ″۵۳ ′۱۲ °۵۴ تا ″۵۰ ′۵۹ °۵۴ طول شرقی و ″۴۰ ′۰۲ °۳۰ تا ″۵۱ ′۱۱ °۳۰ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). این منطقه در محدوده ارتفاعی ۱۶۰۰ تا ۲۸۵۰ متر قرار گرفته که کم‌ترین ارتفاع در جنوب‌غربی منطقه در قدمگاه علی و بیش‌ترین ارتفاع مربوط به کوه دیده‌بان در نزدیکی غارخانه به ارتفاع ۲۷۰۸ متر و کوه چینگ به ارتفاع ۲۸۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. بخش عمده پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه را منطقه دشتی فراگرفته است که در نزدیکی مناطق کوهستانی چهره استپی به‌خود می‌گیرد و با فاصله‌گرفتن از نقاط کوهستانی چهره بیابانی پیدا می‌کنند (سرهنگ‌زاده و ایران‌نژادپاریزی، ۱۳۹۲).



شکل۱: موقعیت پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه در کشور و پراکنش نقاط حضور

روش‌کار: در این مطالعه از روش حداکثر آنتروپی در نرم‌افزار MaxEnt برای تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه و هم‌چنین نرم‌افزار Arc GIS برای تعیین همبستگی و نیز ساخت لایه‌های اطلاعاتی برای ورود به نرم‌افزار MaxEnt استفاده شد. نرم‌افزار MaxEnt لایه‌های اطلاعاتی متغیرهای محیطی و نقاط حضور گونه را ترکیب کرده و نقاط تصادفی پیش‌زمینه خود را تولید می‌کند سپس یک مدل توزیع گونه با آمار و نمودارهای همراه به‌صورت خروجی ارائه می‌دهد. اطلاعات موردنیاز برای تجزیه و تحلیل در نرم‌افزار MaxEnt را می‌توان به دو دسته اطلاعات‌شامل‌نقاط ثبت حضور گونه و لایه‌های اطلاعاتی یا متغیرهای محیط‌زیستی پیش‌بینی‌کننده طبقه‌بندی کرد (Elith و همکاران، ۲۰۱۱).

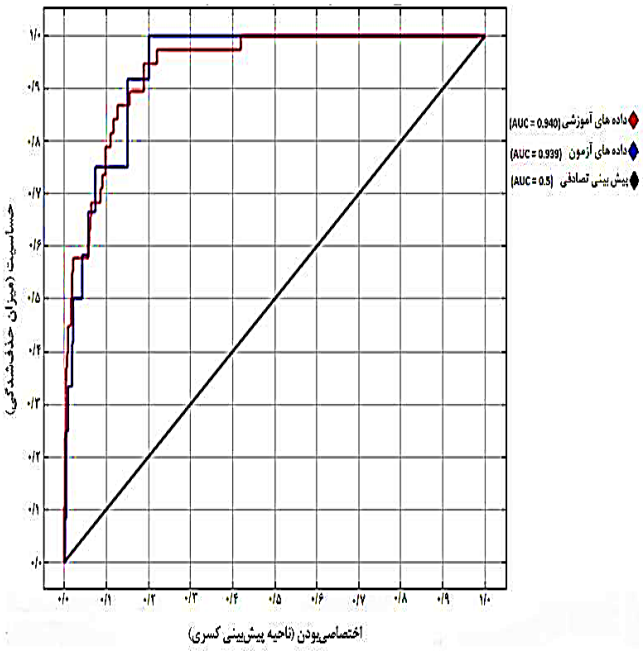
ثبت نقاط حضور گونه: این نقاط به‌عنوان متغیر وابسته، با بازدیدهای میدانی مداوم درکل محدوده منطقه حفاظت‌شده از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۶ صورت گرفت . در هر بازدید با مشاهده مستقیم گونه و نمایه (سرگین)، ردپا و محل استراحت، مختصات جغرافیایی نقطه با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) به‌عنوان نقطه حضور ثبت گردید که در مجموع ۵۰ نقطه حضور در منطقه در طول تحقیق ثبت شد.

متغیرهای محیط‌زیستی: در این پژوهش، باتوجه به ویژگی‌های رفتاری و بوم‌شناختی گونه گوسفند وحشی و مصاحبه‌های انجام‌شده با کارشناسان و محیط‌بانان منطقه، تعداد ۹ متغیر مستقل زیستگاهی ازجمله: طبقات ارتفاع از سطح دریا، طبقات درصد شیب، جهت جغرافیایی، منابع آب، تراکم پوشش گیاهی، کاربری اراضی، جاده خاکی، روستاها و معادن، که حضور و عدم حضور گونه به آن‌ها بستگی دارد، برای مدل‌سازی استفاده شد. برای آنالیز در نرم‌افزار نیاز به متغیرهایی است که با یکدیگر همبستگی ندارند، به‌طوری‌که اگر دو متغیر هم‌پوشانی بیش از ۸۰٪ داشته باشند، حذف یکی از متغیرها الزامی است. پس از بررسی برخی از متغیرهای زیست‌محیطی و تعیین همبستگی متغیر معادن به‌دلیل این‌که با بیش‌تر متغیرها همبستگی داشت در مدل‌سازی کنار گذاشته شد. سپس این نقاط در برنامه Excel به فرمت csv ذخیره و آماده ورود به نرم‌افزار MaxEnt گردید.

آنالیز داده‌ها: برای ارزیابی درست مدل از دو دسته نمونه‌گیری تصادفی از داده حضور استفاده شد. در این روش از ۷۵ درصد نقاط حضور به‌صورت تصادفی برای آموزش مدل و از ۲۵ درصد باقی‌مانده برای ارزیابی نتایج مدل به‌کارگرفته شد. این‌عمل به این منظور انجام می‌گیرد تا از ۷۵ درصد از نقاط حضور با نام داده‌های آموزشی Train data برای کالیبره‌کردن مدل و ۲۵ درصد از آن‌ها با نام داده‌های آموزشی Test data برای بررسی صحت مدل استفاده شود (زیدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ مروتی و همکاران، ۱۳۹۶؛ Elith و همکاران، ۲۰۱۱). برای ارزیابی نتایج مدل‌سازی از تحلیل منحنی ROC (Receiver Operating Characteristic) استفاده می‌شود، مساحت زیرمنحنی AUC (Area Under the Curve) یک شاخص کمی از قدرت تشخیص نقاط حضور توسط مدل می باشد (Elith و همکاران، ۲۰۱۱). مقدار AUC برابر با یک به معنی پیش‌بینی کامل و بدون حذف هیچ‌یک از نقاط حضور است، اگر مقدار آن از ۰/۹ بالاتر باشد نشان‌دهنده عملکرد بسیار خوب، مقدار بالاتر از ۰/۸ نشان‌دهنده عملکرد خوب، مقدار بالاتر از ۰/۷ بیانگر عملکرد قابل قبول مدل می‌باشد و AUC با امتیاز ۰/۵ یک پیش‌بینی تصادفی برای مدل مورد انتظار می‌باشد (Giovanelli و همکاران، ۲۰۱۰).

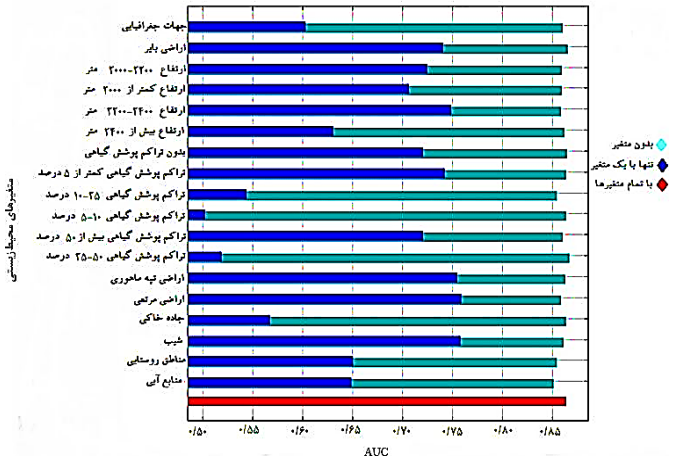
نتایج

ارزیابی کیفیت مدل: منحنی ROC یکی از متداول‌ترین روش‌های آماری است که به‌طور گسترده در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی استفاده می‌شود (Elith و همکاران، ۲۰۱۱). باتوجه به نمودار، خط قرمز نشان‌دهنده داده‌های مورد استفاده در مدل، خط آبی نشان‌دهنده داده‌هایی است که برای آزمون مدل مورد استفاده قرار گرفته است و خط سیاه نشان‌دهنده پیش‌بینی مدل به‌صورت تصادفی است. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، سطح زیرمنحنی (AUC) برای داده‌های به‌کار رفته در تعیین مدل (خط قرمز) برابر ۰/۹۴۰ و برای داده‌های به‌کار رفته در تعیین اعتبار مدل، برابر ۰/۹۳۹ می‌باشد. در این مدل، سطح زیرمنحنی برابر ۰/۹۳۹، نشان‌دهنده قدرت تشخیص بسیار خوب مدل است (شکل ۲).



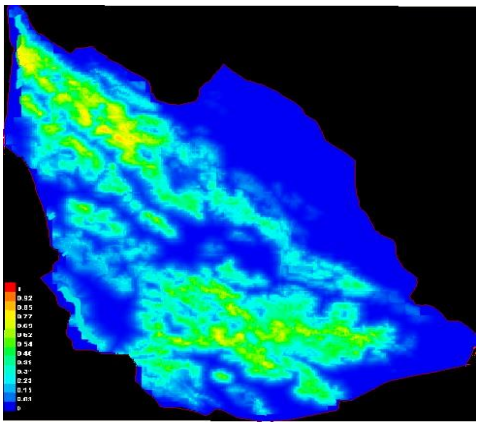
شکل ۲: نمودار ROC

اهمیت متغیرها: نتایج به‌دست آمده از آزمون جک‌نایف (شکل ۳) براساس اهمیت متغیرهای زیست‌محیطی با اجرای الگوریتم Bootstrap نشان می‌دهد که شیب مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در مدل سازی پراکنش گوسفند وحشی در پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه می‌باشد. به‌طور کلی آزمون جک‌نایف نشان داد که متغیرهایی ازجمله شیب (۳۰ تا ۵۰ درصد که براساس آنالیز طبقات درصد شیب بر پراکنش گونه به‌دست آمد)، اراضی مرتعی، مناطق تپه‌ماهور، و سپس اراضی بایر، تراکم پوشش گیاهی بیش از ۵۰ درصد، مناطقی با پوشش گیاهی کم‌تر از ۵ درصد و تغییرات طبقات ارتفاعی تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا بیش‌ترین اهمیت را در مدل داشته‌اند.

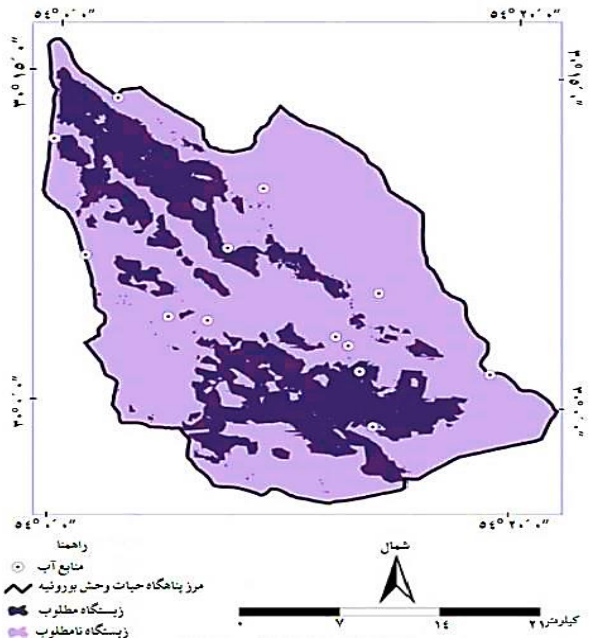


شکل ۳: آزمون جک‌نایف در بررسی اهمیت متغیرها

نقشه مطلوبیت زیستگاه: نقشه پیش‌بینی زیستگاه به‌دست آمده که مطلوبیت آن از صفر تا صد تغییر می‌کند، جاهایی که مطلوب است و احتمال حضور گوسفند وحشی زیاد است با رنگ سبز و جاهایی که احتمال حضور گونه متغیر می‌باشد با رنگ آبی مشخص‌شده، که از نرم‌افزار به‌دست آمده است (شکل ۴).نقشه تهیه شده براساس آستانه ٪۱۰حضور آموزشی(۱۰PTP=Percentile Training Presence)، به دو طبقه مطلوب و نامطلوب تقسیم شد (شکل ۵). طبقه نامطلوب ذکرشده شامل ناحیه‌ای است که احتمال حضور گوسفند وحشی دارای کمترین مقدار بوده در حالی‌که طبقه مطلوب شامل مناطقی می‌شود که مورد استفاده گوسفند وحشی بوده یا به‌طور بالقوه قابلیت زندگی در آن وجود دارد که مساحتی حدود ۲۸/۲۴ درصد از کل مساحت پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه را شامل می‌شود.



شکل ۴: نقشه پیش‌بینی پراکنش گوسفند وحشی در پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه



شکل ۵: نقشه طبقه‌بندی شده مطلوبیت زیستگاه در پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه

بحث

روش حداکثر آنتروپی، پراکنش گونه گوسفند وحشی در پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه را بسیار خوب پیش‌بینی کرد. طبق نتایج به‌دست آمده از این تحقیق شیب مهم‌ترین عامل مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه این گونه بوده است، به‌طوری‌که افزایش شیب (۳۰تا ۵۰ درصد) بر مطلوبیت زیستگاه می‌افزاید (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). این نتیجه با مطالعات انجام‌شده توسط جعفری و همکاران (۱۳۹۵) مشابهت داشته است. آن‌ها در مطالعه خود در منطقه حفاظت‌شده تنگ صیاد نقش شیب را به‌عنوان مهم‌ترین متغیر پیش‌بینی‌کننده در پراکنش گونه دانسته‌اند. احمدپور و همکاران(۱۳۹۴)، در بررسی انجام شده در پناهگاه حیات‌وحش دره‌انجیر شیب مناسب زیستگاه برای قوچ و میش ۳۰ تا ۴۲ درصد دانسته و بیان کردند که افزایش و کاهش شیب تأثیر زیادی بر مطلوبیت زیستگاه گونه دارد. ملکی‌نجف‌آبادی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی انجام‌شده در پناهگاه حیات‌وحش موته شیب مناسب را برای این گونه به‌طور میانگین ۲۰ تا ۳۰ درصد دانسته و شیب کم‌تر از آن را جزء زیستگاه‌هایی با مطلوبیت کم‌تر و مناطق دارای شیب بیش‌تر را جزء زیستگاه‌های نامناسب به‌شمار آورده‌اند، هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگر در سال ۱۳۸۹ با بررسی قوچ و میش

اصفهانی در پناهگاه حیات‌وحش موته با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی جهت مدیریت زیستگاه بیان کردند که شیب‌های بالاتر از ۳۰٪ به‌عنوان فاکتور محدودکننده برای این گونه می‌باشند. Dertien و همکاران (۲۰۱۷)، با بررسی زیستگاه گوسفند دال در آلاسکا یکی از عوامل تعیین‌کننده در انتخاب زیستگاه مناسب برای گونه را مناطقی با شیب کم‌تر از ۶۰ درصد بیان نمودند. مروتی و همکاران (۱۳۹۳)، با مطالعه مطلوبیت زیستگاه قوچ ومیش به‌عنوان مهم‌ترین طعمه یوزپلنگ آسیایی در پناهگاه حیات‌وحش دره‌انجیر یزد بیان کردند که مهم‌ترین عامل مؤثر برحضور این گونه در منطقه متغیر شیب بود.

به موازات اهمیت شیب در مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی، یکی دیگر از پارامترهای تأثیرگذار بر پراکنش گونه اراضی مرتعی و تپه ماهوری بودند، باتوجه به اکوسیستم خشک و نیمه‌خشک موجود در پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه شرایط لازم برای فعالیت‌های کشاورزی وجود ندارد و لی امکان رشد و گسترش پاره‌ای از جوامع گیاهی (سرهنگ‌زاده و ایران‌نژاد، ۱۳۹۲) منبع غذایی برای گونه‌های حیات وحش را فراهم کرده است، به‌طوری‌که با افزایش فاصله از اراضی مرتعی و تپه ماهوری از مطلوبیت زیستگاه گونه کاسته می‌شود. رمیاز و همکاران (۱۳۹۶)، در بررسی مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی در منطقه حفاظت‌شده پرور بیان کردند که پوشش مرتع با گیاهان درمنه و گون برای گونه ارجحیت دارد. احمدپور و همکاران (۱۳۹۴)، با بررسی مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش پناهگاه حیات وحش دره‌انجیر در استان یزد بیان کردند که نوع پوشش گیاهی یکی از عواملی است که بیش‌ترین نقش را در مطلوبیت منطقه داشته است. از سایر عوامل مؤثر که به نسبت تأثیر زیادی در پراکنش گونه مورد مطالعه در منطقه داشته است می‌توان به تغییرات ارتفاعی اشاره کرد به‌طوری‌که تغییرات ارتفاع در انتخاب زیستگاه مناسب برای گوسفند وحشی حائز اهمیت و مناطق با ارتفاع بالاتر از میانگین منطقه را ترجیح می‌دهد که با مطالعات انجام‌شده توسط سرهنگ‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) در منطقه حفاظت‌شده کوه بافق، علیزاده‌احمدآباد و همکاران (۱۳۹۴) در پارک ملی بمو، Yeganehkeya و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی زیستگاه مناسب برای گوسفند وحشی در البرز شرق تهران، عفتی و همکاران (۱۳۹۱) در پارک ملی سالوک و karsch و همکاران (۲۰۱۶) بررسی گوسفند بیگ‌هورن، هم‌سو بود. با توجه به اهمیت متغیرها در تعیین زیستگاه مناسب برای گوسفند وحشی، نقشه مطلوبیت، دو ناحیه در قسمت جنوب و شمال‌غربی منطقه را برای گونه مورد مطالعه نشان داد، که ۲۸/۲۴ درصد از کل پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه را به‌خوداختصاص می‌دهد. سرهنگ‌زاده و ایران‌نژاد(۱۳۹۲)در بررسی وضعیت زیستی پناهگاه حیات‌وحش بوروئیه با توجه به وجود رویشگاه‌ها و زیستگاه‌های متنوع با حیات‌وحش شاخص ازجمله کل و بز، قوچ و میش پلنگ، کبک، تیهو، پرندگان شکاری، عدم تعارضات روستایی و غیره در محدوده پناهگاه، جهت پوشش دادن تمامی قابلیت‌های رویشگاهی و زیستگاهی و با درنظر گرفتن شرایط لازم برای محدوده امن دو منطقه کوه سفید و سربره را به‌عنوان منطقه امن پناهگاه تعیین کردند. شایان ذکر است که نتایج حاصل از تحقیق حاضر با توجه پراکندگی گونه در منطقه مورد مطالعه نیز دو محدوده را با اختلاف نه چندان زیاد به‌عنوان زیستگاه مطلوب برای گونه گوسفند وحشی به‌دست آمد (شکل ۵). از آن‌جاکه گونه گوسفند وحشی یکی از گونه‌های وحشی شاخص است پیشنهاد می‌شود که ترتیبی اتخاذ گردد تا با بهبود کیفیت منابع حیاتی، تقویت امکانات و احیاء پوشش گیاهی بین دو منطقه مناسب، از تکه‌تکه‌شدن منطقه امن، تخریب زیستگاه و درون‌آمیزی جلوگیری شود.

منابع

۱. **احمدپور، م.؛ وارسته‌مرادی، ح.؛ اکبری، ح. و ایمانی‌هرسینی، ج.، ۱۳۹۴**. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه قوچ ومیش اوریال (*Ovis arkal orientalis*) در پناهگاه حیات‌وحش دره انجیر یزد. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. سال ۷، شماره ۲، صفحات ۱۱ تا ۱۸.

۲. **انصاری، ا.، ۱۳۹۵**. مقایسه مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) با استفاده از روش ENFA و MAXENT در استان مرکزی. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. سال ۸، شماره ۲، صفحات ۹ تا ۱۶.

۳. **بهرامی‌نژاد، م.، نظامی‌بلوچی، ب. و حقانی، ع.، ۱۳۹۵**. لکه‌های زیستگاهی مناسب برای حفاظت از قوچ و میش اوریال (*Ovis vignei*) در منطقه حفاظت‌شده درمیان، استان خراسان جنوبی. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. سال ۸، شماره ۴، صفحات ۹ تا ۱۶.

۴. **پهلوانی، ع.، ۱۳۸۳**. ارزیابی زیستگاه قوچ و میش اوریال پارک ملی گلستان. مجله محیط‌شناسی. شماره ۳۵، صفحات ۱ تا ۸.

۵. **تاکی، ز.؛ همامی، م. ر.؛ کرمی، م. و علیزاده، ا.، ۱۳۹۵**. انتخاب فصلی زیستگاه توسط گوسفند وحشی اصفهانی (*Ovis orientalis isphahanica*) در پارک ملی قمیشلو. علوم وتکنولوژی محیط‌زیست. دوره ۱۸، ویژه‌نامه شماره ۲، صفحات ۴۲۵ تا ۴۳۱.

۶. **جعفری، ع.؛ میرزایی، ر.؛ زمانی، ر. و محمودی، ا.، ۱۳۹۵**. مدل سازی پراکنش قوچ و میش اصفهان در منطقه حفاظت‌شده تنگ صیاد براساس بهبود اریب داده‌های حضور و انتخاب متغیرهای مناسب با استفاده از حداکثر آنتروپی. بوم‌شناسی کاربردی. سال ۵، شماره ۱۵، صفحات ۳۹ تا ۴۸.

۷. **دیده‌بان محیط‌زیست و حیات‌وحش ایران، ۱۳۹۱**. وب‌سایت: http://www.iew.ir.

۸. **رم‌یاز، م.؛ نادری، س.؛ کرمی، پ. و بهنام، غ.، ۱۳۹۶**. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پاییزه و زمستانه گوسفندوحشی (*Ovis orientalis*) منطقه حفاظت‌شده پرور براساس روش حداکثر آنتروپی بیشینه. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. سال ۹، شماره ۲، صفحات ۱۷ تا ۲۴.

۹. **رنجبر، ن. و شاهقلیان، ج.، ۱۳۹۲**. روش‌های ارزیابی مطلوبیت زیستگاه. نخستین کنفرانس بین‌المللی اکوالوژی سیمای سرزمین، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.

۱۰. **زیدی، ا.؛ زمانی، ن.؛ مومنی‌اصل، م.؛ کولیوند، ح.؛ گنجی، ر. و میرزاوند، ر.، ۱۳۹۲**. معرفی روش MaxEnt برای ارزیابی زیستگاه حیات‌وحش در ایران. اولین همایش سراسری محیط‌زیست، انرژی و پدافند زیستی. صفحات ۱ تا ۹.

۱۱. **سرهنگ‌زاده، ج. و ایران‌نژادپاریزی، ب.، ۱۳۹۲**. بررسی وضعیت پناهگاه‌حیات‌وحش بوروئیه. اولین همایش ملی برنامه‌ریزی حفاظت، حمایت‌ازمحیط‌زیست و توسعه پایدار. دانشکده شهید مفتح، همدان.

۱۲. **سرهنگ‌زاده، ج.؛ یاوری، ا.ر.؛ همامی، م.ر.؛ جعفری، ح.ر. و شمس‌اسفندآباد، ب.، ۱۳۹۲**. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش (*Ovis orientalis*) با استفاده از رویکرد تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی در منطقه حفاظت‌شده کوه بافق. پژوهش‌های محیط زیست. سال ۴، شماره ۸، صفحات ۱۶۹ تا ۱۸۲.

۱۳. **عفتی، ن.؛ منصوری، ج.؛ دهداردرگاهی، م. و شمس‌اسفند آباد.، ۱۳۹۱**. تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه بهاره و پاییزه قوچ و میش اوریال (*arkal orientalis*) در پارک ملی سالوک. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش‌های کشاورزی، منابع‌طبیعی و محیط‌زیست.

۱۴. **علیزاده‌احمدآباد، ز.؛ نادری، س.؛ سعادت‌علی‌قیالو، ن.؛ اسماعیلی، ح.ر. و ولوی، ح.، ۱۳۹۴**. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پاییزه قوچ ومیش در پارک ملی بمو براساس روش حداکثر آنتروپی. دومین همایش ملی تغییرات اقلیمی و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع‌طبیعی، تهران.

۱۵. **مروتی، م.؛ کابلی، م.؛ پناهنده، م.؛ سرباز، م. و احمدیان، ش.، ۱۳۹۶**. مدل‌سازی زیستگاه یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) تحت تأثیر تغییرات اقلیمی در ایران با استفاده از نرم‌افزار MAXENT. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۲۰.

۱۶. **مروتی، م.؛ کرمی، م.؛ کابلی، م.، روستا، ز. و شرکائی، م.ج.، ۱۳۹۳**. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش (*Ovis orientalis*) مهم‌ترین طعمه یوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) با استفاده از روش حداکثر آنتروپی در پناهگاه حیات‌وحش دره انجیر در استان یزد. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. سال ۶، شماره ۴، صفحات ۱۳۵ تا ۱۴۹.

۱۷. **ملکی‌نجف‌آبادی، س.؛همامی، م.ر. و سلمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۸۹**. تعیین مطلوبیت زیستگاه قوچ ومیش اصفهانی (*Ovis orientalis isphahanica*) در پناهگاه حیات‌وحش موته با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی. نشریه محیط‌زیست طبیعی، مجله منابع‌طبیعی ایران. دوره ۶۳، شماره ۳، صفحات ۲۷۹ تا ۲۹۰.

۱۸. **ملکی‌نجف‌آبادی، س.؛ همامی، م.ر.؛ سلمان‌ماهینی، ع. و راهداری، م.، ۱۳۸۹**. استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی جهت مدیریت زیستگاه حیات‌وحش: مطالعه موردی قوچ ومیش اصفهانی (*Ovis orientalis isphahanica*) در پناهگاه حیات‌وحش موته. همایش ملی ژئوماتیک.

۱۹. **Baasch, D.M.; Tyre, A.J.; Millspaugh, J.J.; Hygnstrom, S.E. and Vercauteren, K.C., 2010**. An evaluation of three statistical methods used to model resource selection. Ecological Modelling. Vol. 221, pp: 565-574.

۲۰. **Bassi, E.; Willis, S.G.; Passilongo, D.; Mattioli, L. and Apollonio, M., 2015**. Predicting the Spatial Distribution of Wolf (*Canis lupus*) Breeding Areas in a Mountainous Region of Central Italy. PLoS One. Vol. 10.

۲۱. **Ciuti, S.; Pipia, A,; Grignolio, S,; Ghiandai, F. and Apollonio, M., 2009**. Space use, habitat selection and activity patterns of female Sardinian mouflon (*Ovis orientalis musimon*) during the lambing season. Eur J Wildl Res. Vol. 55, pp: 589-595.

۲۲. **Dertien, J.S.; Doherty, P.F.; Bagley, C.F.; Haddix, J.A.; Brinkman, A.R. and Neipert, E.S., 2017**. Evaluating dall's sheep habitat use via camera traps. The Journal of Wildlife Management. Vol. 81, pp: 1457-1467.

۲۳. **Elith, J.; Phillips, S.J.; Hastie, T.; Dudík, M.; Chee, Y.E. and Yates, C.J., 2011**. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions. Vol. 17, pp: 43-57.

۲۴. **Giovanelli, J. G. R.; de Siqueira, M. F.; Haddad, C. F. B. 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.

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

۲۶. **Hoffman, J.D.; Narumalani, S.; Mishra, D.R.; Merani, P. and Wilson, R.G., 2008**. Predicting Potential Occurrence

and Spread of Invasive Plant Species along the North Platte River, Nebraska. Invasive Plant Science and Management. Vol. 1, pp: 359-367.

۲۷. **IUCN Red List of Threatened Species. 2008**. Available at: http://www.iucnredlist.org.

۲۸. **Karsch, R.C.; Cain, J.W.; Rominger, E.M. and Goldstein, E.J., 2016**. Desert Bighorn Sheep Lambing Habitat: Parturition, Nursery, and Predation Sites. The Journal of Wildlife Management. pp: 1-12.

۲۹. **Leung, B.; Lodge, D.M.; Finnoff, D.; Shogren, J.F.; Lewis, M.A. and Lamberti, G., 2002**. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. Proc Biol Sci. Vol. 269, pp: 2407-2413.

۳۰. **Levins, R., 1966**. The strategy of model building in population biology. American scientist. Vol. 54, No. 4, pp: 421-431.

۳۱. **Martínez, I.; Carreño, F.; Escudero, A. and Rubio, A., 2006**. Are threatened lichen species well-protected in Spain? Effectiveness of a protected areas network. Biological Conservation. Vol. 133, pp: 500-511.

۳۲. **Ottaviani, D.; Lasinio, G.J. and Boitani, L., 2004**. Two statistical methods to validate habitat suitability models using presence-only data. Ecological Modelling. Vol. 179, pp: 417-443.

۳۳. **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.

۳۴. **Phillips, S.J.; Dudık, M. and Schapire, R.E., 2004**. A maximum entropy approach to species distribution modeling. In: Proceed of the 21st Int. conf. on Machine Learning, AcM Press, New York. pp: 655-662.

۳۵. **Soberón, J. and Peterson, A.T., 2005**. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. Biodiversity Informatics. Vol. 2, pp: 1-10.

۳۶. **Toor, M.L.; Jaberg, C. and Safi, K., 2011**. Integrating sex-specific habitat use for conservation using habitat suitability models. Animal Conservation. Vol. 14, pp: 512-520.

۳۷. **Yeganeh Keya, Z.; Faryadi, S.; Yavari, A.; Kamali, Y. and Shabani, A.A., 2016**. Habitat Suitability & Connectivity of Alborz Wild Sheep in the East of Tehran, Iran. Open Journal of Ecology. Vol. 6, pp: 325-342.

۳۸. **Zaniewski, A.E.; Lehmann, A. and McC. Overton, J., 2002**. Predicting species spatial distributions using presence only data: a case study of native New Zealand ferns. Ecological Modelling. Vol. 157, pp: 261-280.