

## ارزیابی زیستگاه آهوی ایرانی و ارائه مدل مطلوبیت آن

### در پناهگاه حیات وحش موته

سمیرا افشاری<sup>۱</sup>، سعید پورمنافی<sup>۲\*</sup>، علی لطفی<sup>۳</sup>، علیرضا سفیانیان<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۱۷

#### چکیده

ارزیابی و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه، برای حفاظت و مدیریت گونه، بسیار مهم است. پناهگاه حیات وحش موته یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های آهوی ایرانی است. در حال حاضر، محدوده پراکنش آهوی ایرانی در این منطقه به دلیل تخریب یا اشغال زیستگاه‌های اصلی آن، محدود به مناطق خاصی شده است. بنابراین در این مطالعه، مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در پناهگاه حیات وحش موته با استفاده از نرم‌افزار MaxEnt مورد بررسی قرار گرفت. برای مدل‌سازی از نقاط حضور و شش متغیر شامل نقشه‌های فاصله از اراضی مرتعی، شیب، فاصله از آبراهه‌ها، فاصله از اراضی کشاورزی، فاصله از جاده‌ها و فاصله از معادن استفاده گردید و در دو طبقه نشان داده شد. میزان سطح زیر منحنی برابر با ۰/۹۲ نشان‌دهنده عملکرد بسیار خوب مدل بود. نتایج نشان داد مهم‌ترین عامل در انتخاب زیستگاه آهوی ایرانی در پناهگاه حیات وحش موته، متغیر فاصله از اراضی مرتعی است که دارای ۳۳/۳٪ مشارکت و ۳۶/۳٪ تأثیر می‌باشد. همچنین ۴۰۲۴۰ هکتار از اراضی پناهگاه حیات وحش موته به‌عنوان زیستگاه مطلوب برای آهوی ایرانی پیش‌بینی می‌شود. نتایج نشان‌دهنده این است که آهوی مناطقی با پوشش مرتعی، شیب کم، نزدیک به منابع آبی و دور از مزارع، جاده‌ها و معادن را ترجیح می‌دهد.

**کلیدواژه‌ها:** آهوی ایرانی، پناهگاه حیات وحش موته، مدیریت گونه، مطلوبیت زیستگاه.

۱. گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، نویسنده مسئول، spourmanafi@iut.ac.ir

۳. گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴. گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

\* این مقاله برگرفته از پژوهش مستقل است.

## مقدمه

مدیریت و حفاظت مؤثر از جمعیت‌های حیات وحش به درک و پیش‌بینی انسان در مورد روابط بین جمعیت حیات وحش و زیستگاه وابسته است (عبداللهی و سلمان ماهینی، ۲۰۱۶). زیستگاه مجموعه‌ای از شرایط و منابعی است که نیازمندی‌های گروهی از گونه‌ها را در طول حیات آن‌ها تأمین می‌کند. تخریب زیستگاه مهم‌ترین تهدید برای تنوع زیستی محسوب می‌شود و حفاظت از زیستگاه‌های طبیعی به راهکارهای مدیریتی-حفاظتی تبدیل شده که امروزه بیش از پیش، مورد توجه برنامه‌ریزان قرار گرفته است. برای جلوگیری از تخریب و زوال زیستگاه، آگاهی از عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه ضروری است (گودرزی و همکاران، ۲۰۱۹؛ مددی و همکاران، ۲۰۱۷). زیستگاه مطلوب تأثیر بسزایی بر بقا و تولیدمثل گونه‌ها دارد و در امر مدیریت و حفاظت حیات وحش بسیار مورد توجه است (فراشی، ۲۰۱۴).

تخریب و تکه تکه شدن زیستگاه سبب کاهش مساحت و در نتیجه، محدود شدن جمعیت‌های محلی به زیستگاه‌های کوچک و انزوای جمعیت‌های گونه‌های حیات وحش (چراغی و همکاران، ۲۰۱۸)، افزایش درون‌آمیزی و کاهش تنوع ژنتیکی می‌شود که این امر در طولانی مدت منجر به افزایش ریسک انقراض می‌گردد (اسویزرو<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹). زیست‌شناسان حفاظت معتقدند که ارتباطات زیستی، شانس بقای جمعیت‌های حیات وحش را افزایش داده و تأثیرات ناشی از انزوا را بر جمعیت‌ها به حداقل می‌رساند (اسماعیلی و همکاران، ۲۰۲۰). برای تعیین محدوده پراکنش گونه‌ها و مطلوبیت زیستگاه‌ها فنون مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه بر اساس آنالیز رابطه بین گونه و زیستگاه ابداع شده‌اند. تعیین پراکنش گونه برای حفظ و مدیریت جمعیت‌ها به‌ویژه برای گونه‌های تهدیدشده ضروری است (کانداس<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). بوم‌شنایی فضایی گونه‌ها اطلاعات زیادی درباره نحوه توزیع منابع یا محدود کردن بالقوه گستره خانگی

گونه‌ها در اختیار بوم‌شناسان قرار می‌دهد (هاز<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). مشکل زمان و بودجه قابل دسترس برای مطالعه زیستگاه‌ها در مقیاس وسیع اجرای بسیاری از مطالعات را دشوار و در مواردی غیرممکن می‌سازد. لذا روش‌های مدل‌سازی زیستگاه که از سال ۱۹۷۰ تاکنون به سرعت در مدیریت حیات وحش مورد استفاده قرار گرفته‌اند، ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده‌اند (فراشی، ۲۰۱۴). همچنین داده‌های مورد نیاز شامل نحوه پراکنش گونه‌ها، شرایط زیستی و بوم‌شناسی گونه‌های حیات وحش در بسیاری از زیستگاه‌ها در دسترس نیست. از این رو، زیست‌شناسان حفاظت اغلب با مشکل مدیریت با داده‌های کم مواجه هستند. این مسائل باعث می‌شود که با بهره‌گیری از ابزارها و تمرکز بر منابع محدود، اولویت‌بندی تحقیق‌ها و ارزیابی مطلوبیت زیستگاه‌های یک گونه انجام شود (بایان و متاکساس<sup>۴</sup>، ۲۰۰۷).

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. 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 (اسماعیلی و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین استفاده از مدل‌هایی که تنها نیازمند داده‌های حضور هستند، می‌تواند از خطاهای حاصل از به‌کارگیری داده‌های عدم حضور اشتباه جلوگیری کنند. الگوریتم حداکثر آنتروپی مکسنت<sup>۵</sup> برای مدل‌سازی توزیع جغرافیایی گونه‌ها فقط با استفاده از داده‌های حضور ارائه شده است. این الگوریتم از جمله روش‌هایی است که با وجود تعداد کم نقاط حضور از توانایی پیش‌بینی بالایی برخوردار بوده و به دلیل صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه مطالعه، به‌طور گسترده مورد استفاده محققان قرار گرفته است (فیلیپس<sup>۶</sup>، ۲۰۰۴). در این نرم‌افزار، برآورد پراکنش گونه باید بر اساس داده‌ها و اطلاعات موجود باشد و از فرضیاتی که

3. Howze  
4. Bayan and Metaxas  
5. MaxEnt  
6. Phillips

1. Svizzero  
2. Candas

گونه‌های طعمه برای شکارچیان بزرگ هستند. آهو طعمه اصلی یوزپلنگ آسیایی در حال انقراض بود و می‌تواند یکی از گونه‌های مهم طعمه پلنگ در مناطق کوهپایه و دشتی باشد (اسویزیرو و همکاران، ۲۰۱۹). شناخت و آگاهی از توزیع گونه آهوی ایرانی و نیازهای زیستگاهی آن در برنامه‌ریزی و مدیریت حفاظت این گونه بسیار مؤثر است (انصاری، ۲۰۱۷).

بررسی و ارزیابی زیستگاه آهو در مناطق مختلف ایران از جمله پارک ملی بمو استان فارس (جمالی‌منش و همکاران، ۲۰۱۴)، منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله استان مرکزی (حسینی و همکاران، ۲۰۱۷؛ حسینی، ۲۰۱۳)، نیمه جنوبی استان مرکزی (انصاری، ۲۰۱۷)، پارک ملی سالوک استان خراسان شمالی (رمضان‌زاده، ۲۰۱۲)، پارک ملی گلستان (اکبرنژاد، ۲۰۱۴؛ باقری‌راد، ۲۰۱۴؛ مددی و همکاران، ۲۰۱۷)، منطقه حفاظت‌شده کالمنده بهادران استان یزد (فقیهی، ۲۰۱۳؛ اکبری، ۲۰۰۸؛ مروتی و همکاران، ۲۰۱۹)، پارک ملی سرخه حصار تهران (عاشوری‌راد و همکاران، ۲۰۱۸؛ کاظمی جهاندیزی و همکاران، ۲۰۱۵)، منطقه شکار ممنوع قراویز و استان کرمانشاه (کرمی و همکاران، ۲۰۱۶) و همچنین تغییرات فصلی توزیع زیستگاه‌های مناسب آهو در اصفهان توسط شمس‌اسفندآباد و همکاران (۲۰۱۹) صورت گرفته است. همچنین مطالعاتی برای انتخاب زیستگاه و گستره خانگی آهو صورت گرفته است (اسویزیور، ۲۰۱۹؛ دارموس<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰). مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در سطح کشور به صورت توصیفی (اکبری، ۲۰۰۸) و با استفاده از روش مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی (رمضان‌زاده و همکاران، ۲۰۱۲) مورد بررسی قرار گرفته است.

پناهگاه حیات وحش مونه در شهرستان گلپایگان با ویژگی‌های طبیعی و خاص خود در مناطق حفاظت‌شده استان اصفهان یکی از بهترین زیستگاه‌های حفاظت‌شده آهوی ایرانی به شمار می‌رود. در واقع، مونه یکی از غنی‌ترین مناطق در سطح خاورمیانه به لحاظ تعداد حیات

توسط داده‌های موجود تأیید نمی‌شود، دوری کرد. مکسنت یک مدل آماری است و برای اینکه بتوان توزیع گونه را به دست آورد باید ارتباطی را میان داده‌ها و پارامترهای مدل اکولوژیکی ایجاد کرد (فیلیس، ۲۰۰۴).

وجود مدل‌سازی زیستگاه تا به امروز سهم زیادی در حفاظت و مدیریت گونه‌های حیات وحش داشته و به اکولوژیست‌ها اجازه می‌دهد تا نسبت به نیازهای اکولوژیکی گونه‌ها، عوامل محدودکننده آن‌ها، جغرافیایی زیستی و موانع پراکنش آن‌ها، جمعیت‌ها و گونه‌های جدید، تشخیص مکان‌های جدیدی برای معرفی گونه‌ها، طراحی برنامه‌های حفاظتی و ذخیره‌گاه‌ها، پیش‌بینی اثرات تخریب زیستگاه‌ها پیش‌بینی هجوم گونه‌ها و پیش‌بینی اثرات تغییرات اقلیمی شناخت حاصل کنند (پترسون<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶).

آهوی ایرانی (*subgutturosa Gazella*) در حال حاضر در زمره گونه‌های حمایت‌شده سازمان حفاظت محیط‌زیست و طبقه آسیب‌پذیر<sup>۲</sup> فهرست سرخ IUCN قرار دارد. این گونه از خانواده گاوسانان است که در انواعی از زیستگاه‌های نیمه‌بیابانی، استپی، بوته‌زارها و درخت‌زارها زندگی کرده و دشت‌ها و تپه‌ماهورهای پوشیده از درمنه را ترجیح می‌دهد. از علوفه و بوته‌ها و در برخی موارد از مزارع کشاورزی تغذیه می‌کند. در گذشته، در اکثر مناطق دشتی ایران یافت می‌شد ولی امروزه به دلیل شکار بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها، نسل این گونه تقریباً در مناطقی که حفاظت‌شده نیستند نابود شده است. در حال حاضر، شمار آهوان ایران کمتر از ۲۰۰۰۰ رأس برآورد می‌شود (عاشوری‌راد و همکاران، ۲۰۱۸). این واقعیت نشان‌دهنده نیاز فوری به تصمیم‌گیری مدیریتی برای مناطق دارای قابلیت زیست گونه‌های جانوری برای حفظ و بهبود جمعیت گونه مذکور است (رضایی و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعات نشان داده است که بهره‌برداری بی‌رویه گونه‌های استپی توسط جوامع، نقش مهمی در نابودی گونه‌های آهو داشته است (زیدر<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). این گونه جزء مهم اکوسیستم‌ها به‌عنوان

1. Peterson  
2. vulnerable  
3. Zeder

4. Durmus

خانواده در این منطقه شناسایی شده است (حاضری و همکاران، ۲۰۰۹). پوشش گیاهی این منطقه از نوع ایران و تورانی است که با روش زهری جزء بخش ایران مرکزی و با روش دکتر جوانشیر جزء ایران و توران دشتی محسوب می شود (حاضری و همکاران، ۲۰۰۹). در مناطقی وسیع از دشت ها و همواری های منطقه، بوته های درمنه بسیار ضعیف شده و درصد فراوانی از آن ها خشک شده اند که عامل اصلی آن عدم بارندگی در طی چند سال گذشته است. علاوه بر آن، چرای مفرط دام ها از این مناطق، مراتع را به شدت تحت فشار قرار داده است (سالنامه آماری سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان، ۲۰۱۶).

شکل (۱) موقعیت پناهگاه حیات وحش موته در استان اصفهان و استان مرکزی را نشان می دهد.

## روش کار

### تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی

در این پژوهش، در طی پیمایش های منطقه در فصول بهار، تابستان و پاییز ۱۳۹۷، تعداد ۵۶ نقطه حضور گونه آهو با مشاهده مستقیم گونه و نیز مشاهده غیرمستقیم (مشاهده سرگین و ردپا) با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جهانی در پناهگاه حیات وحش موته ثبت شد. در این مطالعه، ابتدا ۱۲ متغیر با استفاده از مرور منابع (عبیدادی و همکاران، ۲۰۱۶؛ مددی و همکاران، ۲۰۱۷؛ عاشوری راد و همکاران، ۲۰۱۸؛ حسینی و همکاران، ۲۰۱۷؛ جمالی منش و همکاران، ۲۰۱۴) و پرسش از کارشناسان و محیط بانان پناهگاه حیات وحش موته در نظر گرفته شد. تمامی متغیرها پیش از ورود به مدل سازی از نظر همبستگی بررسی شدند. چنانچه دو یا چند متغیر دارای همبستگی بیش از ۰/۸ باشد، باید تنها یکی از این متغیرها به نرم افزار MaxEnt وارد شود (مروتی و همکاران، ۲۰۱۹). در بررسی میزان همبستگی داده ها، ۶ متغیر محیط زیستی شامل اراضی مرتعی، شیب، آبراه ها، اراضی کشاورزی، جاده ها و معادن انتخاب شد (جدول ۲). سپس با استفاده از نقاط حضور آهوی ایرانی و متغیرهای محیط زیستی، نقشه مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی ساخته شد و در دو طبقه مطلوب و نامطلوب نشان داده شد. تبدیل

وحش محسوب می شود و تنوع زیستی و تعداد بالای حیوانات، اهمیت این عرصه زیستی را چند برابر می کند (سالنامه آماری سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان، ۲۰۱۶). زیستگاه تیپیک آهوی ایرانی در ایران را بوته زارهای مناطق نیمه خشک، به ویژه درمنه زارها تشکیل می دهد (حاضری و همکاران، ۲۰۰۹).

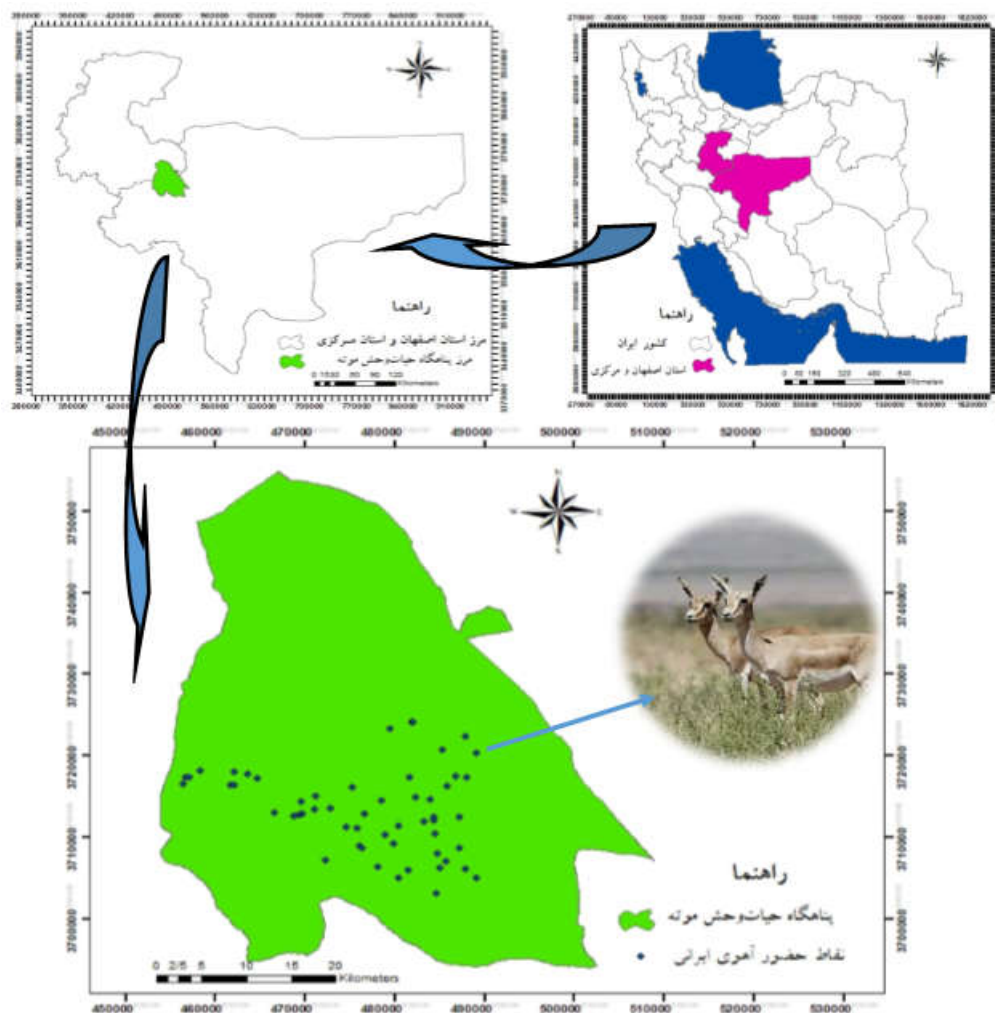
هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی زیستگاه و ارائه مدل مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در پناهگاه حیات وحش موته در شهرستان گلپایگان بوده است که به منظور شناسایی زیستگاه های مطلوب برای آهو در منطقه، تعیین عوامل مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه آهو و همچنین شناسایی عوامل محدودکننده و تهدیدکننده زیستگاه آهو در سطح منطقه صورت گرفت. به منظور کاهش تداخل فعالیت های انسانی با فعالیت های حیات وحش، لازم است با تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه، مناطقی که از نظر حفاظتی مهم تر هستند، مشخص و حفظ شوند. به علاوه با این روش، مهم ترین عوامل تخریب زیستگاه و تهدید برای گونه هدف نیز مشخص می شود و با کنترل و حذف آن عوامل، از کاهش جمعیت هدف جلوگیری خواهد شد (عاشوری راد و همکاران، ۲۰۱۸).

## مواد و روش ها

### منطقه مورد مطالعه

پناهگاه حیات وحش موته با وسعت ۲۰۵ هزار هکتار در شمال غربی استان اصفهان، شمال میمه و جنوب غربی شهرستان دلبران قرار دارد. حدود ۵۰۰۰ رأس آهو در منطقه حفاظت شده موته زندگی می کنند. از این روی از این منطقه حفاظت شده به عنوان مهم ترین پناهگاه آهوی ایرانی یاد می شود. از نظر اقلیمی، پناهگاه حیات وحش موته دارای آب و هوای خشک سرد یا نیمه خشک سرد است. در این منطقه انواع گیاهان بوته ای و درختچه ای به ویژه درمنه (*Artemisia sp.*)، گون (*Astragalus sp.*)، خارشتر (*Alhagi camelorum*)، بادام کوهی (*Prunus scoparia*) و پسته کوهی (*Pistacia atlantica*) رویش دارند. در مجموع، ۴۷۸ گونه گیاهی متعلق به ۲۴۰ جنس و ۵۳

نقشه پیوسته مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی به نقشه دوطبقه‌ای نیز با استفاده از حد آستانه متناظر با مقدار Maximum training sensitivity plus specificity مدل استفاده شد که معادل ۰/۴۵ بود. در این حالت، مدل بیش‌ترین صحت را در طبقه‌بندی نقاط حضور و عدم حضور یا پس‌زمینه دارد (حسینی و همکاران، ۲۰۱۷).



شکل (۱): موقعیت پناهگاه حیات وحش موته

Figure (1): Location of Mouteh Wildlife Refuge

گیاهی در منطقه مورد مطالعه است، از سایت USGS تهیه شد و شاخص پوشش گیاهی برای ماه‌های ذکر شده استخراج گردید. سپس طبقه‌بندی نقشه کاربری/پوشش اراضی به صورت هیبرید از تصاویر ترکیب رنگی، PCA و شاخص گیاهی NDVI ساخته شد. این تصاویر با روش الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی شد. سپس همبستگی بین آن‌ها گرفته شد. مشخصات تصاویر در جدول (۱) آمده است.

اجرای مدل حداکثر آنتروپی در نرم‌افزار MaxEnt 3.3.3k صورت گرفت. در این پژوهش، حداکثر تعداد نقاط پس‌زمینه ۱۰۰۰۰ و فرمت خروجی، لجستیک در نظر گرفته شد. در این پژوهش برای تهیه شاخص گیاهی NDVI و همچنین تهیه نقشه کاربری/پوشش اراضی منطقه از تصاویر سنجنده OLI ماهواره Landsat8 با دقت مکانی ۳۰ متر استفاده شد. بدین منظور تصاویر سری زمانی ۲۰۱۸ این سنجنده برای دوره اردیبهشت، تیر و مرداد ماه که در واقع اوج رشد پوشش

جدول (۱): مشخصات تصاویر مورد استفاده  
Table (1): characteristics of Images used

ماهواره	سنجنده	تاریخ	شماره باند	شماره گذار	شماره ردیف	قدرت تفکیک رادبو متری	قدرت تفکیک مکانی
لندست ۸	OLI	۲۰۱۸/۰۶/۱۷	۷-۲	۱۶۵	۳۷	۱۶ بیت	۳۰ متر
لندست ۸	OLI	۲۰۱۸/۰۷/۰۳	۷-۲	۱۶۵	۳۷	۱۶ بیت	۳۰ متر
لندست ۸	OLI	۲۰۱۸/۰۸/۲۰	۷-۲	۱۶۵	۳۷	۱۶ بیت	۳۰ متر

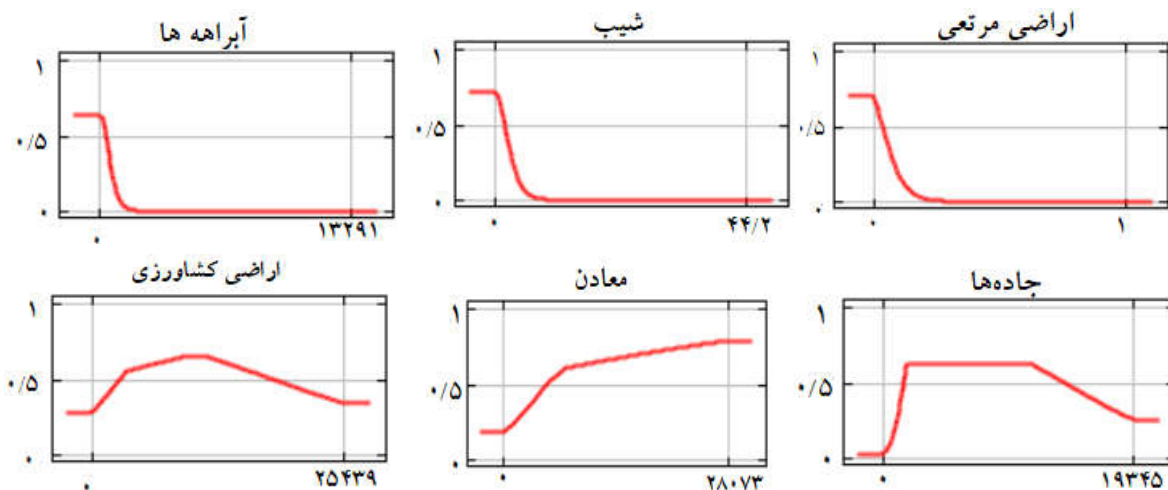
## نتایج

### نتایج حاصل از مدل مطلوبیت زیستگاه با نرم افزار مکسنت

نمودارهای پاسخ نشان دادند که با افزایش فاصله از اراضی کشاورزی، جاده‌ها و معادن، میزان مطلوبیت افزایش یافته و با کاهش فاصله از اراضی مرتعی، آبراهه‌ها و کاهش شیب میزان مطلوبیت زیستگاه آهو افزایش یافته است. طبق نتایج حاصل از منحنی‌های پاسخ، آهوی ایران مناطق دور از معادن و اراضی کشاورزی و نزدیک به منابع آبی و اراضی مرتعی مناطق با شیب پایین را ترجیح می‌دهد.

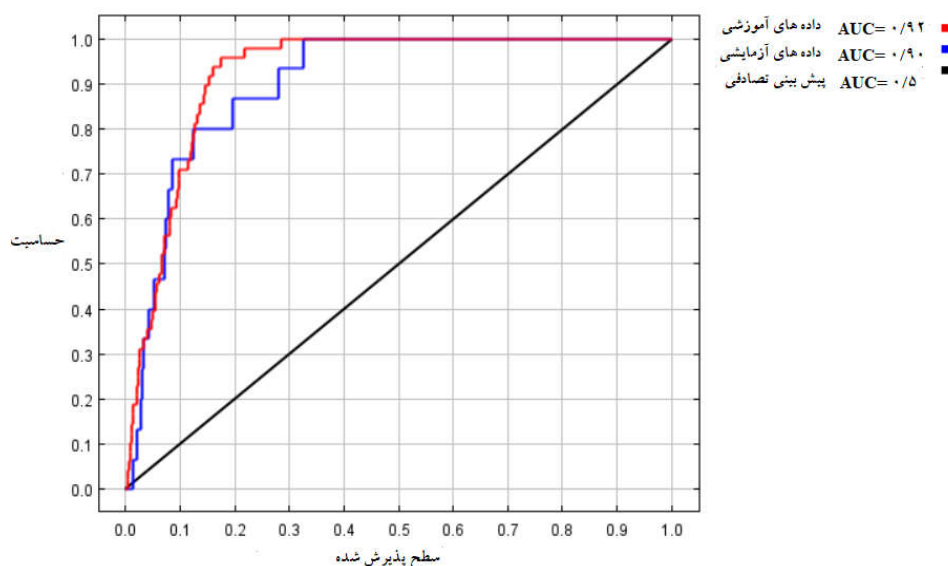
سطح زیر منحنی، یک شاخص کمی از قدرت تشخیص نقاط حضور توسط مدل است. AUC نیز یکی از مقادیر مهم در مدل مکسنت می‌باشد که اگر برابر با ۱ باشد، به معنی پیش‌بینی کامل بدون حذف هیچ‌یک از نقاط حضور است. اگر مقدار آن از ۰/۹ بالاتر باشد، نشان‌دهنده عملکرد بسیار خوب مدل است. مقدار بالاتر از ۰/۸ نشان‌دهنده عملکرد خوب مدل، مقدار بالاتر از ۰/۷ بیانگر عملکرد قابل قبول مدل است و AUC با امتیاز ۰/۵ یک پیش‌بینی تصادفی برای مدل مورد انتظار است. برای سنجش اعتبار مکسنت از سطح زیر منحنی استفاده شد؛ سطح زیر منحنی برابر ۰/۹۲ می‌باشد که بیانگر عملکرد بسیار خوب مدل است. مقدار AUC در شکل (۳) آمده است.

بررسی اعتبار مدل مکسنت با استفاده از سطح زیر منحنی ROC صورت گرفت. سطح زیر منحنی برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (فیلیپس و همکاران، ۲۰۰۴). AUC این احتمال را ارزیابی می‌کند که مکان‌های حضور گونه که به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند، ارزش پیش‌بینی بالاتری به نسبت مکان‌های عدم حضور گونه که به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند داشته باشند. مقادیر مختلف سطح زیر منحنی بین ۰/۵ تا ۱ است. هرچه مقدار AUC از ۰/۵ به سمت ۱ رود نشان‌دهنده ارزش و اعتبار بیش‌تر مدل است و در واقع میزان درستی با استفاده از داده‌های مستقل را نشان می‌دهد (کرمی، ۲۰۱۶). نمودار جک‌نایف برای نشان دادن اهمیت هریک از متغیرهای استفاده‌شده در مدل استفاده می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده از این نمودار نتیجه تکرار راه‌اندازی مدل است (فیلیپس، ۲۰۱۰). برای تعیین مهم‌ترین متغیر در مدل‌سازی مکسنت از عملیات جک‌نایف و جدول سهم مشارکت متغیرهای محیط‌زیستی استفاده شد. همچنین ابزار منحنی پاسخ، برای برآورد میزان احتمال شرایط مطلوب پیش‌بینی شده برای هریک از عوامل محیط‌زیستی مورد استفاده قرار گرفت و با توصیف شرایط گذشته منطقه، به وسیله ابزار تصویرسازی، مدل‌سازی زیستگاه در زمان حال صورت گرفت.



شکل (۲): منحنی‌های پاسخ

Figure (2): Response curves



شکل (۳): سطح زیر منحنی

Figure (3): Specificity (Fractional Predicted Area)

جدول (۲): درصد مشارکت و اهمیت تأثیر متغیرها

Table (2): Percent contribution and Permutation importance

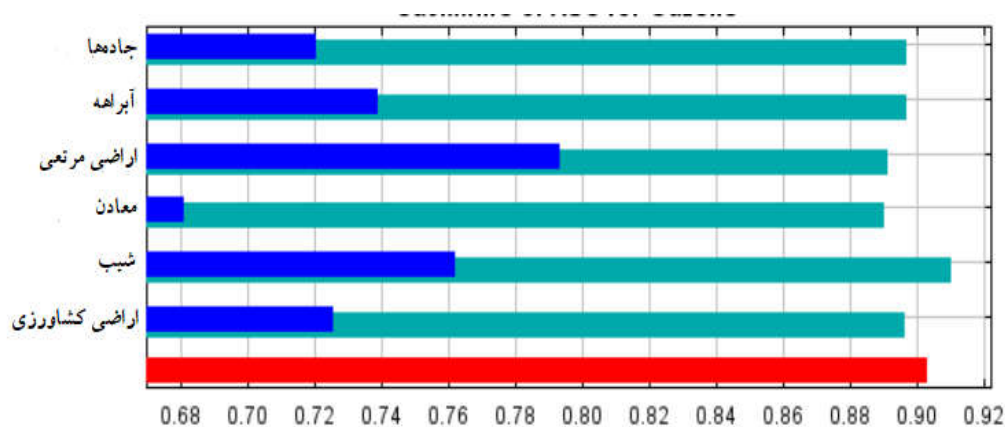
متغیر	درصد مشارکت	اهمیت تأثیر متغیرها
اراضی مرتعی	۳۳/۳	۳۶/۳
شیب	۳۰/۶	۳۳/۲
آبراهه	۲۱/۲	۱۶/۹
اراضی کشاورزی	۸/۸	۶/۷
جاده‌ها	۵/۱	۴/۷
معادن	۰/۹	۲/۲

بر اساس جدول به دست آمده از مکسنت، مهم‌ترین عامل در انتخاب زیستگاه آهوی ایرانی در پناهگاه حیات وحش موته، متغیر فاصله از اراضی مرتعی است که دارای ۳۳/۳٪ مشارکت و ۳۶/۳٪ دارای تأثیر می‌باشد؛ به طوری که با افزایش فاصله از مراتع مطلوبیت زیستگاه به شکل چشمگیری کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌شود که به علت رفع نیاز تغذیه از مراتع است. همچنین متغیر شیب در رده بعدی قرار دارد. متغیرهای فاصله از آبراهه‌ها، اراضی کشاورزی، جاده‌ها و معادن در رده‌های بعدی قرار دارند. این مقادیر در جدول (۲) آمده است.

## آزمون جک‌نایف

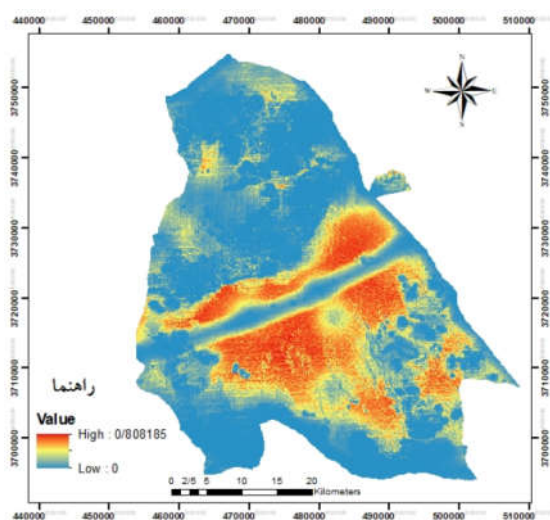
نشان می‌دهد که متغیر فاصله از اراضی مرتعی به تنهایی اطلاعات و سهم زیادی در مدل‌سازی دارد (رنگ آبی). همچنین با حذف این متغیر، قسمت محسوسی از اطلاعات مدل‌سازی نیز از بین می‌رود (رنگ سبز). پس این متغیر دارای اطلاعات ارزشمند و منحصر به فردی در مورد پراکنش گونه است که سایر متغیرها قادر به توضیح آن نیستند. همچنین متغیر شیب و آبراهه‌ها به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند.

نمودار جک‌نایف برای نشان دادن اهمیت هریک از متغیرهای استفاده شده در مدل استفاده می‌شود. اهمیت هر متغیر پیش‌بینی‌کننده محیط‌زیستی با توجه به عملیات جک‌نایف ارزیابی شد. نتایج به دست آمده از این نمودار نتیجه تکرار راه‌اندازی مدل است (شکل ۴). در شکل (۴) اهمیت بالای متغیر فاصله از مراتع قابل ملاحظه است. این نمودار



شکل (۴): منحنی جک‌نایف  
Figure (4): Jackknife curve

آهوی ایرانی در طبقه مطلوب و ۱۶۴۱۰۲/۳ هکتار معادل ۸۰/۳٪ در طبقه نامطلوب قرار دارد.



شکل (۵): نقشه مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی  
Figure (5): Utility model of *Gazella subguttosa* habitat

## نقشه پیش‌بینی توزیع آهوی

خروجی نرم‌افزار MaxEnt برای نمایش مطلوبیت زیستگاه یک گونه، یک نقشه پیوسته با مقادیر بین صفر تا یک می‌باشد. شیب مطلوبیت زیستگاه به رنگ‌های گرم متمایل است؛ بدین معنی که هرچه به طرف رنگ تیره پیش می‌رود، زیستگاه مطلوبیت بیشتری دارد و به همین ترتیب، هرچه به طرف رنگ روشن‌تر پیش می‌رود، از مطلوبیت زیستگاه کاسته می‌شود. نقشه مطلوبیت زیستگاه به دست آمده نشان می‌دهد که بیشترین مناطق مطلوب در منطقه مورد مطالعه در قسمت مرکز، شرق، جنوب شرق و جنوب غرب پناهگاه حیات وحش موه قرار دارد (شکل ۵). در پژوهش حاضر، مدل مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی به دو طبقه مطلوب و نامطلوب طبقه‌بندی شد (شکل ۶). سپس مساحت هرکدام از طبقات محاسبه شد. نتایج حاصل از طبقه‌بندی مدل مطلوبیت زیستگاه نشان می‌دهد که ۴۰۲۴۰/۴ هکتار معادل ۱۹/۷٪ از اراضی پناهگاه حیات وحش موه از نظر مطلوبیت زیستگاه

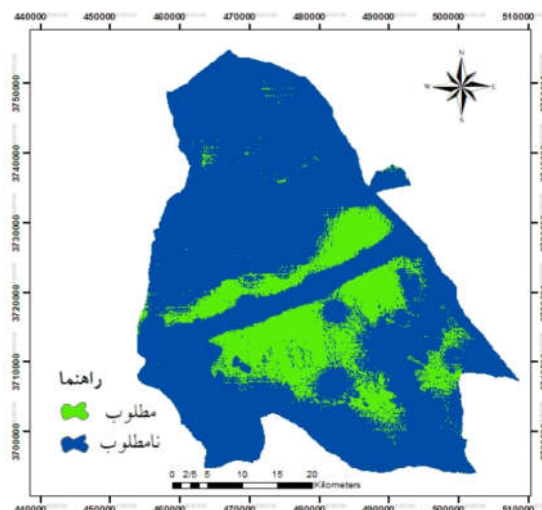


شده است: در مطالعه عاشوری راد و همکاران (۲۰۱۸) در پارک ملی سرخه حصار تهران نیز، بیشترین احتمال حضور آهو در منطقه‌هایی است که دارای تیپ‌های گیاهی شامل درمنه و گون می‌باشد. در مطالعه جمالی منش و همکاران (۲۰۱۴) در پارک ملی بمو استان فارس، آهو بیشتر در مناطق استپی با تیپ‌های گیاهی شامل درمنه و بوته‌زارهای گون و گونه‌های مرتعی که زیستگاه مناسبی برای این گونه است، دیده می‌شود. همچنین در مطالعه اکبری و همکاران (۲۰۰۸) و دهقانی و پروانه (۲۰۰۹) که در منطقه حفاظت‌شده کالمند بهادران انجام شد، نشان داده شده است که گونه غالب مورد مصرف آهو، تیپ گیاهی درمنه می‌باشد.

همچنین آهو مناطق نزدیک به آبراهه را ترجیح می‌دهد. نتایج سایر پژوهش‌ها نیز نشان‌دهنده اهمیت زیاد منابع آبی برای گونه آهوست. در مطالعات حسینی و همکاران (۲۰۱۷) و رمضان‌زاده و همکاران (۲۰۱۲)، فراوانی منابع آبی بر مطلوب بودن زیستگاه آهو تأثیرگذار بوده‌اند و مناطق نزدیک به منابع آبی ترجیح داده شده‌اند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، رفع نیاز آبی برای آهوان، عامل مهمی محسوب می‌شود. بنابراین پایش منظم منابع آبی و نظارت بر آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد (عاشوری راد و همکاران، ۲۰۱۸).

از دیگر عوامل مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه آهو در این پژوهش، متغیر شیب است. طبق نتایج به‌دست‌آمده، با افزایش شیب، مطلوبیت زیستگاه آهو کاهش می‌یابد. در مطالعه عاشوری راد و همکاران (۲۰۱۸) در پارک ملی سرخه حصار تهران و جمالی منش و همکاران (۲۰۱۴) در پارک ملی بمو و حسینی و همکاران (۲۰۱۷) در منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله نیز همانند این پژوهش با افزایش شیب از مطلوبیت زیستگاه کاسته می‌شود. این امر به‌علت در اختیار داشتن پناه و گریزگاه مناسب برای فرار از طعمه‌خواران برای آهو در شیب‌های پایین است.

عامل تأثیرگذار دیگر بر مطلوبیت زیستگاه در این پژوهش، فاصله از اراضی کشاورزی است که نشان می‌دهد آهو به نزدیکی به اراضی کشاورزی گرایش ندارد و با افزایش فاصله از اراضی کشاورزی، مطلوبیت زیستگاه آهو



شکل (۶): نقشه طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی

Figure (6): classification map of *Gazella subguttosa* habitat Utility Model

## بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی مناطق بالقوه مناسب و تشخیص عوامل محدودکننده برای گونه آهو می‌تواند یکی از مهم‌ترین گام‌ها در جهت محافظت از این گونه با ارزش باشد. پناهگاه حیات وحش موته یکی از مهم‌ترین و ناب‌ترین زیستگاه‌های آهوی ایرانی است. در این مطالعه، نقشه مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در پناهگاه حیات وحش موته با استفاده از نرم‌افزار MaxEnt تهیه شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش ۴/۴۰۲۴۰ هکتار معادل ۱۹/۷٪ از اراضی پناهگاه حیات وحش موته از نظر مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در طبقه مطلوب و ۳/۱۶۴۱۰۲ هکتار معادل ۸۰/۳٪ در طبقه نامطلوب قرار دارد. مناطق مطلوب در قسمت مرکز، شرق، جنوب شرق و جنوب غرب پناهگاه حیات وحش موته قرار دارد. در این پژوهش، مقدار AUC برابر با ۰/۹۲ می‌باشد؛ این مقدار نشان‌دهنده عملکرد بسیار خوب مدل است. در این مطالعه، مهم‌ترین متغیر تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی با توجه به نتایج مدل‌سازی، فاصله از مراتع است؛ به طوری که با افزایش فاصله از اراضی مرتعی، مطلوبیت زیستگاه به شکل چشمگیری کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌شود. نتایج نشان داد بیشترین احتمال حضور آهو در منطقه‌هایی است که دارای تیپ‌های گیاهی شامل درمنه و گون می‌باشد. اهمیت این گونه‌های گیاهی برای آهو در پژوهش‌های دیگر نیز بیان

بنابراین می‌توان گفت پناهگاه حیات وحش موته یک منطقه آهوخیز بوده و برای این گونه زیستگاه خوبی می‌باشد. هم‌اکنون در این منطقه به دلیل تخریب یا اشغال زیستگاه‌های اصلی آهو، به‌ویژه پیشروی معادن در مناطق امن پناهگاه حیات وحش موته، محدوده پراکنش این گونه محدود به مناطق خاصی شده است که می‌توان با مدیریت و برنامه‌ریزی، سطح زیستگاه مطلوب را در منطقه بهبود بخشید. نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد برای برنامه‌ریزی حفاظتی بیشتر از این گونه ارزشمند باشد.

به‌طور کلی، نظارت دقیق بر منابع آبی، جلوگیری از پیشروی معادن و نیز کنترل ورود دام‌های اهلی برای جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی منطقه، از اقدامات مهمی است که در راستای مدیریت زیستگاه این گونه باید صورت گیرد. استفاده از چنین بررسی‌هایی به‌خصوص در مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط‌زیست می‌تواند به‌عنوان ابزار بسیار کارآمدی در جهت مدیریت و کنترل بهره‌برداری از معادن و در نتیجه، حفاظت بهتر از مناطق باشد. همچنین به دلیل در دسترس بودن زیستگاه آهو، این گونه نسبت به شکار آسیب‌پذیر است. بنابراین کنترل ورود و خروج افراد متفرقه، جلوگیری از شکار غیرمجاز، افزایش جریمه‌های شکار غیرقانونی، آموزش و حمایت افراد بومی در حفظ و نگهداری این گونه ضروری است.

ایرانی کاهش می‌یابد و سیر نزولی دارد. در مطالعه اسماعیلی و همکاران (۲۰۲۰) نیز با افزایش فاصله از زمین‌های کشاورزی تا ۱۰۰ متری، مطلوبیت افزایش و از این فاصله به‌بعد، سیر نزولی دارد. در مطالعه حسینی و همکاران (۲۰۱۷)، آهو مناطق دور از مزارع را ترجیح داده است. اما در مطالعات رمضان‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) و اکبری و همکاران (۲۰۰۸) آهو به نزدیکی به مزارع کشاورزی گرایش دارد.

از دیگر متغیرهای تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه آهو در این پژوهش، فاصله از جاده‌هاست. در این پژوهش همانند مطالعه مددی و همکاران (۲۰۱۷) در پارک ملی گلستان، حسینی و همکاران (۲۰۱۷) در منطقه حفاظت‌شده هفتاد قلعه و کرمی و همکاران (۲۰۱۶) در منطقه شکار ممنوع قراویز در استان کرمانشاه، مناطق دور از جاده‌ها را ترجیح می‌دهد.

همچنین بر اساس نتایج این پژوهش، متغیر تأثیرگذار دیگر، فاصله از معادن است؛ به‌طوری که با افزایش فاصله از معادن، مطلوبیت زیستگاه به شکل چشمگیری افزایش می‌یابد. معدن‌کاوی یکی از فعالیت‌هایی است که تأثیرات بسیاری روی محیط و شکل زمین گذاشته و این تغییرات باعث تخریب اکولوژیکی شده است (موسویان و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین نظارت دقیق بر معادن، از اقدامات مهمی است که در راستای مدیریت زیستگاه این گونه باید صورت گیرد؛ زیرا بهره‌برداری بیشتر به‌منزله تخریب بیشتر در بهترین زیستگاه آهوی ایرانی در منطقه است.

## منابع

- Abdolahi, S. and Salman Mahini, A.A., 2016. Investigating the effect of scale on leopard habitat modeling in Golestan National Park. *Journal of Environmental Research*. Vol. 6, No. 11, pp: 173-180.
- Abidavi, Z., Rangzan, K., Mirzaei, R. and Ashrafzadeh, M.R., 2016. Modeling the potential distribution of wildlife species based on the ecological knowledge of indigenous communities in comparison with machine learning methods (Case study: *Gazella subgutturosa* in the protected area of Mishdagh). *Journal of Natural Environment*, Vol. 70, No. 4, pp: 893-906
- Akbarnejad, F., 2014. Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (A Case study: Golestan National Park). Master's thesis in Environmental Science. Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Gilan Province. Pp. 1, 50-55.
- Akbari, H., Behroozi, B. and Hasanzade, B., 2008. Investigation on Habitat Suitability of *Gazella Subgutturosa* in Kalmand-Bahadoran Protected Area in Yazd Province *Journal of Environmental studies*. Vol. 34, No. 46, pp: 113-118.
- Ansari, A., 2017. Habitat evaluation for Persian Gazelle in the Southern half of Markazi province, Iran. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, Vol. 1, No. 1, pp: 19-23.
- Ashourirad, A., Rahimi, R. and Shams, E.B., 2018. Modeling habitat suitability for Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Sorkheh Hesar national park. *Journal of Environmental Science and*

- Technology, Vol. 19, No. 4 (75), pp: 193-207.
7. Bagherirad, E., Abdulrasoul, S., Norhayati, A. and Maimon, A., Erfanian, B., 2014. Predicting habitat suitability of the goitered gazelle (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) using presence-only data in Golestan National park, Iran. International Journal of Biological Sciences and Applications, Vol. 1, No. 4, pp: 124-136.
  8. Bayan, T.L. and Metaxas, A., 2007. Predicting suitable habitat for deep – water gorgonian corals on the Atlantic and Pacific Continentale Margins of North America. Mariane Ecology Progress Series. Vol. 330, pp: 113-126.
  9. Candas, A., Sagarminaga, R., Stephanis, R.D., Urquiola, E. and Hammond, P.S., 2005. Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters, Aquatic Conservation Marine Freshwater. Ecosystems. Vol.15, pp: 495–521.
  10. Cheraghi, F., Delavar, M. R., Amiraslani, F., Alavipanah, S. K., Gurarie, E. and Fagan, W.F., 2018. Statistical analysis of Asiatic cheetah movement and its spatio temporal drivers. Journal of Arid Environments, Vol.151, pp: 141-145.
  11. Dehghani, M. and Parvaneh, E., 2009. Protein quality of consuming forage of Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Kalmand-Bahadoran Protected area in Yazd Province. Iranian Journal of Biology. Vol. 22, No. 4, pp: 594-598.
  12. Durmuş, M., 2010. Determination of home range size and habitat selection of gazelles (*Gazella subgutturosa*) by GPS Telemetry in Şanlıurfa. Middle East Technical University, Institute of Natural and Applied Science, Master thesis, 121p.
  13. Esmaili, M., Shayesteh, K. and Karami, P., 2020. Investigating the desirability of habitat and communication routes of *Gazella subgutturosa* in the west of Kermanshah province and the east of Iraq, Journal of Animal Environment, Vol. 12, No. 1, pp: 23-30.
  14. Faghihi, F., Karimian, A., Sadeghian, F. and Khabari, Z., 2013. Habitat selection of Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Kalmand Bahadoran protected area. Third international Conference on Environmental Planning and Management. University of Tehran.
  15. Farashi, A., 2014. Habitat modelling as a suitable tool for management of wildlife habitats. Journal of Expremental Animal Biology, Vol. 3, No. 3, pp: 43-53. (Persian)
  16. Godarzi, F., Hemami, M.R., Malekian, M. and Fakheran, S., 2019. Ecological Characterization of the breeding habitat of Luristan newt (*Neurergus kaiseri*) at local scale. Journal of Natural Environment, Vol. 27, No. 1, pp: 113-127.
  17. Hazeri, F., Hemami, M.R. and Khajedin, j., 2009. The use of plant communities by *Gazella subgutturosa* in the Moteh Wildlife Refuge. Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources, Vol. 13, No. 48, pp: 427-435.
  18. Hosseini, G., 2013. Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Haftad Qolleh Protected Area, Markazi provincein central Iran. Master's thesis in Environmental Science. Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. 70 p. (Persian)
  19. Hosseini, G., Shams, E. A. B. and Alizadeh, S. A., 2017. Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Haftad Qolleh Protected Area, Markazi provincein central Iran. Vol. 69, No. 4, pp: 965- 979.
  20. Howze, J. M., Sash, K. J., Carroll, J. P. and Smith, L., 2019. A regional scale assessment of habitat selection and home range of the eastern rat snake in pine-dominated forests. Forest ecology and management, Vol. 432, pp: 225-230.
  21. Isfahan Provincial Program and Budget Organization., 2016. Statistics of Isfahan province, Publications of the Program and Budget Organization.
  22. Karami, P., 2016. Modelling of Habitat Suitability of Persian Gazelle (*Gazella Subgutturosa Subgutturosa*) In Qaraviz No Hunting Area and Kermanshah Province by Using Artificial Neural Networks. Vol. 29, No. 3, pp: 340- 352.
  23. Kazemi, J. E., Kaboli, M., Karami, M. and Soufi, M., 2015. Determination of Carrying Capacity and Nutritional Dietary of *Gazella Subgutturosa* in Sorkh-e-Hesar National Park, Tehran province, Iran. Vol. 17, No. 1, pp: 135- 143.
  24. Jamalimanesh, A., Amoeian, A., Radnezhad, H. and Moshtaghi, M., 2014. Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) Using ENFA Method in Bamu National Park, Fars Province. First National Conference on Environmental Assessment and Management Planning in Iran. Department of Environment of Hamadan Province. (Persian)
  25. Madadi, M., Akbarnejad, F. and Gorbanzadeh, S., 2017. Desirability model of *Gazella subgutturosa* in Golestan National Park. Journal of Animal Environment. Vol. 10, No. 1, pp: 9-18.
  26. Morovati, M., Hoseini, Z. and Amjas, F. B., 2019. Assessment of the level of desirability of habitat *Gazella subgutturosa* with MCE model (Case study: Kalmand Bahadoran protected area in Yazd province). Vol. 8, No. 30, pp: 83-91.
  27. Mousavian, M., Vali, A. and Mousavi, H., 2019. Ecological Vulnerability Assessment of Mining Areas under Operation (Case Study: Tabas County). Journal of Desert Ecosystem Engineering, Vol. 8, No. 25, pp: 83-96.
  28. Peterson, A.T., Lash, R.R., Carroll, D.S. and Johnson, K.M., 2006. Geographic potential for outbreaks of Marburg hemorrhagic fever. American Journal of Tropical Medicine and

- Hygiene; Vol. 75, No. 1, pp: 9-15.
29. Phillips, S. J., Dudík, M. and Schapire, R. E., 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. In Proceedings of twenty-first international conference on Machine learning. pp: 655-662.
  30. Phillips, S.J., 2010. Species Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Exercise American Museum of natural History, Vol. 50, pp: 54-89.
  31. Ramezanzadeh, S., 2012. Habitat suitability evaluation for Persian Gazelle (*Gazella subgutturosa*) Using ENFA Method in Salook National Park. Master's thesis in Environmental Science. Department of Environment and Energy, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Gilan Province, Iran. pp: 1-106. (Persian)
  32. Rezai, M., Arzani, H., Azarinvand, H., Najafi, K. and Moslemi, H., 2019. Suitability determining in protected area for wildlife (Case study: Geno protected area). Journal of Desert Ecosystem Engineering, Vol. 8, No. 25, pp: 67-82.
  33. Shams-Esfandabad, B., Ahmadi, A. and Yusefi, T., 2019. Seasonal changes in distribution of suitable habitats for Persian goitered gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Isfahan province. Journal of Wildlife and Biodiversity. Vol. 3, No. 1, pp: 58-65.
  34. Svizzero, S., 2019. Issues and Challenges in the Conservation of the Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa*; Gldenstdt, 1780). Vol. 3, No. 3, pp: 1-9.
  35. Zeder, M. A., Bar-Oz, G., Rufolo, S. J. and Hole, F., 2013. New perspectives on the use of kites in mass-kills of Levantine gazelle: a view from northeastern Syria. Quaternary International, Vol. 297, pp: 110-125.

## Evaluation of *Gazella subgutturosa* Habitat and Presentation of its Utility Model at Mouteh Wildlife Refuge

Samira Afshari<sup>1</sup>, Saeid pourmanafi<sup>2\*</sup>, Ali Lotfi<sup>3</sup>, Alireza Soffianian<sup>4</sup>

Received: 07/06/2020

Accepted: 07/07/2020

### Extended Abstract

**Introduction:** effective management and protection of wildlife populations depends on human understanding of the relationship between wildlife populations and habitats. The destruction and fragmentation of habitats reduces the living area of local communities, limits them to small habitats, and isolates wildlife populations, leading to increased intra-reproductions, reduced genetic diversity, and eventually the increased risk of extinction in the long run. Therefore, habitat optimization modeling techniques have been developed based on the analysis of the relationship between species and habitat to determine the range of species' distribution and habitat suitability which is required for the preservation and management of populations, especially the endangered species.

The *Gazella subgutturosa* is currently protected by the Iranian organization for environmental protection and placed as the vulnerable class in the Red List of IUCN. Characterized by special natural features, Moteh Wildlife Refuge is regarded as one of the best protected habitats for *Gazella Subgutturosa*. In fact, it is considered as one of the richest habitats in the Middle East in terms of wildlife diversity and the high number of animal species living there, making this biologic field seem much more important.

This study sought to evaluate the *Gazella subgurttosa*'s habitat in Moteh Wildlife and present a desirability model in this regard, trying to identify optimal habitats for *Gazella subgutturosa* in the region, determine the factors involved in the desirability of such habitats, and discover its limiting and threatening factors. The *Gazella subgutturosa* habitat threatened the area. Thus, to reduce the interference of human activities with the wildlife activities, it is necessary to identify and preserve areas that are more important in terms of preservation by

1. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Isfahan university Technology

2. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Isfahan university Technology; spourmanafi@iut.ac.ir

3. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Isfahan university Technology

4. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Isfahan university Technology

DOI: 10.22052/deej.2020.9.29.61

preparing a map of habitat desirability. This helps identify the most destructive and threatening factors to the habitat and target species, and prevent the reduction of the target population by controlling and eliminating such factors.

**Materials and Methods:** with an area of 205,000 hectares, the Moteh Wildlife Refuge is located in the northwest of Isfahan province, having a cold or semi-arid cold climate.

Having surveyed the region in spring, summer and autumn of 2018, this study recorded the presence points of *Gazella subgutturosa* species in Moteh Wildlife Refuge via direct and indirect observation (the dung and footprints), using the Global Positioning System. Following the review of the related literature and interviews with experts and Moteh Wildlife Refuge's park rangers, 12 variables were identified, all of which were analyzed in terms of correlation with each other before starting modeling. As for analyzing the data correlation, six environmental variables including maps of distance from rangelands, slope, distance from waterways, distance from agricultural lands, distance from main roads, and distance from mines were selected. The map the desirability of *Gazella subgutturosa* habitat was, then, developed based on the presence points of the *Gazella* and environmental variables, presented in two classes of desirable and undesirable. Moreover, the MaxEnt model was validated via the area below the curve which shows the probability of discernment between the points of presence and absence of a model.

**Results:** According to the results of the response curves, *Gazella subgutturosa* prefers areas far from mines and agricultural lands which are near water resources and rangelands, and areas with low slope. The level below the curve was found to be 0.92, indicating that the model worked well. According to the table obtained from MaxEnt, the most important factor in selecting the Moteh wildlife Refuge as the *Gazella subgutturosa* habitat is its distance from the rangelands, with 33.3% contribution and 36.3% effect coefficient, with the habitat's desirability considerably decreasing with an increase in distance from the rangelands, followed by slope, waterways, agricultural lands, roads, and mines as other variables involved in this regard. The Jack Naif's chart shows that distance from wetlands alone greatly contributed to modeling. The results of the classification of the habitat's desirability model show that 40240 hectares, equivalent to 19.7% of Moteh Wildlife Refuge are classified as desirable in terms of the *Gazella subgutturosa* habitat's desirability, and 164102 hectares, equivalent to 80.3%, are placed in the undesirable class.

**Discussion and Conclusion:** In this study, the AUC value was found to be 0.92, indicating a very good performance of the model. Moreover, distance from the rangelands was identified as the most important factor in the desirability of the *Gazella subgutturosa* habitat, with the habitat's desirability considerably decreasing with an increase in distance from the rangelands. The findings also suggested that *Gazella subgutturosa* prefers areas near the rivers. The results of other studies also indicate the high importance of water resources for *Gazella subgutturosa* species. In general, monitoring and careful management of water resources, preventing the advancement of mines, and controlling the entry of domestic livestock to prevent the destruction of regional vegetation are some important measures that should be carried out in managing the habitat of this species.

**Keywords:** Habitat Utility, *Gazella subgutturosa*, Moteh Wildlife Refuge, Species Management.