مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه قوچ ومیش (*Ovis orientalis*) مهم‌ترین طعمه پوزپلنگ آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) با استفاده از روش حداکثر آنتروپی در پناهگاه حیات وحش دره انجیر در استان یزد

- **مریم مروتی***: گروه علوم محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق‌پستی: ۱٤٥۱٥-۷۷٥
- **محمود کرمی**: گروه علوم محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق‌پستی: ۱٤٥۱٥-۷۷٥
- **محمد کابلی**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، صندوق پستی: ٤۱۱۱
- **زهرا روستا**: گروه علوم محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق‌پستی: ۱٤٥۱٥-۷۷٥
- **محمدجواد شرکائی**: اداره کل حفاظت محیط زیست استان یزد

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۲

چکیده

قوچ ومیش (*Ovis orientalis*) گونه‌ای از راسته زوج‌سمان و خانواده گاوسانان (Bovidae) است. انواع زیرگونه‌های آن طبق لیست قرمز IUCN در رده حفاظتی آسیب‌پذیر قرار دارند. پناهگاه حیات وحش دره انجیر یکی از بهترین و امن‌ترین زیستگاه‌های این گونه در مرکز ایران است. این مطالعه با هدف تعیین عوامل مؤثر برحضور قوچ و میش‌ها با استفاده از روش MAXENT طی سال‌های ۱۳۹۱ لغایت ۱۳۹۲ برای فصول زمستان (دوره سرما)، بهار (دوره بره‌آوری)، تابستان (دوره گرما و کم آبی) و پاییز (دوره جفت‌گیری) انجام شد. متغیرهای زیست‌محیطی مورد استفاده در مدل‌سازی برای چهار فصل شامل ارتفاع، شیب، جهت، فاصله ازمنابع آب، جوامع گیاهی، فاصله ازجاده (آسفالت،خاکی) و فاصله ازمعادن بود. نتایج به‌دست آمده (از نرم‌افزار مکسنت) نشان می‌دهد مهم‌ترین عامل مؤثر برحضور قوچ و میش‌ها به‌عنوان یکی ازمهم‌ترین منابع غذایی برای گونه یوزپلنگ آسیایی (شدیداً در معرض انقراض) در منطقه، در فصل زمستان، بهار، تابستان و پاییز، متغیر شیب است. براساس پیش‌بینی صورت گرفته (با استفاده از نرم‌افزار مکسنت)، نواحی شمالی، مرکزی و جنوب‌شرقی پناهگاه حیات وحش دره انجیر با بیش‌ترین احتمال قوچ و میش همراه است که مطلوب‌ترین زیستگاه گونه و طعمه‌خواران وابسته به آن (یوزپلنگ آسیایی) در طول چهار فصل محسوب می‌شود. از نتایج این مطالعه می‌توان در اجرای اقدامات حفاظتی ومدیریتی جهت افزایش زیستگاه‌های مطلوب در استان یزد استفاده نمود.

کلمات کلیدی: قوچ و میش، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، حداکثر آنتروپی،MAXENT، پناهگاه حیات وحش دره انجیر

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: maryam_morovati147@yahoo.com

مقدمه

عواملی‌که بر روی پراکندگی گونه و انتخاب زیستگاه تأثیر می‌گذارد، برای محققان و مدیران حیات وحش اهمیت بسیار زیادی دارد. به‌عنوان مثال، سازمان‌های حیات وحش اغلب مسئول ایجاد سهمیه‌های شکار برای گونه‌های شکاری هستند و برای کمک به ایجاد این سهمیه‌ها باید بر روی اطلاعاتی درباره پتانسیل زیستگاه و الگوهای پراکندگی حیات وحش تکیه کنند (Baldwin، ۲۰۰۹). بحران‌های زیست‌محیطی سبب شده است جمعیت بسیاری از گونه‌های حیات وحش به دلایلی هم‌چون تخریب و تبدیل زیستگاه و یا شکار بی‌رویه کاهش یابد. مشخص کردن محدوده پراکنش گونه‌ها، شناخت پارامترهای زیستگاهی که توسط یک گونه در منطقه انتخاب می‌شود و تعیین زیستگاه‌های مناسب از مهم‌ترین فعالیت‌ها در زیست‌شناسی حفاظت محسوب می‌شود (Titux و همکاران، ۲۰۰۱؛ Traill و Bigalke، ۲۰۰۱). اما مشکل زمان و بودجه قابل دسترس برای مطالعه گونه‌های حیات وحش در مقیاس وسیع به‌عنوان مثال در مقیاس کشور ایران دشوار و در بسیاری از موارد غیرممکن است. لذاروش‌های مدل‌سازی زیستگاه که از سال ۱۹۷۰ تاکنون به‌سرعت در مدیریت حیات وحش مورد استفاده قرار گرفته و ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده است (Anderson و همکاران، ۲۰۰۰؛ Mack و همکاران، ۱۹۹۷). مدل‌سازی زیستگاه می‌تواند در راستای شناسایی و معرفی زیستگاه‌های بالقوه به‌منظور معرفی گونه‌ها، کاربرد با اهمیتی را ارائه نماید. از سوی دیگر زیستگاه مطلوب تأثیر به‌سزایی بر بقا و تولیدمثل گونه دارد لذا می‌بایست در امر مدیریت و حفاظت حیات وحش مورد توجه بیش‌تری قرار گیرد (Omidi، ۲۰۱۰). هم‌چنین به‌کارگیری روش‌های مدل‌سازی بوم‌شناختی پراکنش گونه‌ها، یکی از راهکارهایی است که به شناسایی پارامترهای محیط زیستی به‌علاوه هم‌کنشی آن‌ها می‌پردازد (Naturalium و همکاران، ۲۰۰۹؛ Treves و همکاران، ۲۰۰۲). از روش‌های مدل‌سازی می‌توان برای اهداف متفاوتی از جمله تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها (Vantoor و همکاران، ۲۰۱۱)، پیش‌بینی روند گسترش گونه‌ها در سطح یک منطقه (Giovanelli و همکاران، ۲۰۱۰) و هم‌چنین پیش‌بینی مناطق پرخطر از بروز تعارض بین گونه‌های حیات وحش و انسان (Leung و همکاران، ۲۰۰۲) سود برد. برای مدل‌سازی زیستگاه‌های حیات وحش از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود (Levins، ۱۹۶۶). از قدیم، تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از داده‌های حضور و عدم‌حضور انجام می‌شده‌اند (مثلاً رگرسیون لوجستیک، تجزیه و تحلیل تابع تشخیص). البته داده‌های عدم‌حضور اغلب در دسترس نیستند . هم‌چنین تأیید و اثبات داده‌های عدم‌حضور کار دشواریست چون احتمال دارد یک گونه در یک مکان حضور داشته باشد اما مشاهده نشود و این منجر به روابط سو دار (جهت‌دار) اساسی حیات وحش در زیستگاه شود. پیشرفت‌های اخیر در مدل‌سازی آشیان بوم‌شناختی گونه‌ها، باعث ابداع روش‌های جدیدی به‌منظور برآورد پراکنش گونه‌ها شده است (Thorn و همکاران، ۲۰۰۹؛ Chefaoui و همکاران، ۲۰۰۵). در طی دهه گذشته، تعدادی شیوه‌های جدید (مثل BIOCLIM، DOMAIN، GARP، MaxEnt) ابداع شده‌اند که جهت تعیین زیستگاه مناسب فقط از مکان‌های حضور استفاده می‌کنند و بدین طریق نیازی به مکان‌های عدم‌حضور واقعی نیست. مطالعات نشان دادند که مدل‌سازی به شیوه حداکثر آنتروپی (MaxEnt)، همانند دیگر شیوه‌ها یا حتی بهتر از آن‌ها عمل می‌کند. این الگوریتم یکی از الگوریتم‌های بسیار رایج یادگیری ماشین است که در بسته نرم‌افزاری MAXENT ارائه شده است و کاربرد این قاعده توسط قوانین ترمودینامیک فرایندهای بوم‌شناختی حمایت می‌شود (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶) و برای ترسیم پراکندگی‌های گونه و تراکم‌های زیستگاه مفید است (Baldwin، ۲۰۰۹). از جمله روش‌هایی است که با وجود تعداد کم نقاط حضور گونه از توان پیش‌بینی بالایی برخوردار است (Wilting و همکاران، ۲۰۱۰؛ Hoffman و همکاران، ۲۰۰۸) و به‌دلیل صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه مطالعه، به گستردگی مورد استفاده محققان قرار گرفته است.

هدف از این مطالعه تعیین زیستگاه مناسب قوچ و میش (*Ovis orientalis*) و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه برای فصول زمستان، بهار، تابستان و پاییز در پناهگاه حیات وحش دره انجیر با استفاده از روش حداکثر آنتروپی است. حفاظت از زیستگاه‌های مناسب برای زیرگونه‌های قوچ و میش دارای اهمیت زیادی است و با حفاظت از این زیرگونه‌ها می‌توان از انقراض آن‌ها در آینده جلوگیری کرد. زمانی و همکاران (۱۳۸۹) طی مطالعه‌ای در پناهگاه حیات وحش دره انجیر، گونه قوچ و میش را به‌عنوان مهم‌ترین و اصلی‌ترین طعمه یوزپلنگ آسیایی (شدیداً در معرض خطر انقراض) معرفی کردند.

در ارتباط با قوچ و میش‌های ایرانی مطالعات مختلفی صورت گرفته مطالعات Salman Mahini (۱۹۹۵) و Kermani Alghreishi (۱۹۹۵) نمونه‌ای از آن است. Maleki (۲۰۰۸) مطلوبیت زیستگاه و Goljani (۲۰۰۹) مطلوبیت

مسیرهای مهاجرت گوسفند وحشی را با روش تحلیل عامل بوم‌شناختی تعیین کردند. اما در این پژوهش، برای نخستین بار، بررسی زیستگاه‌های مطلوب قوچ و میش در ایران با روش حداکثر آنتروپی طی دوره یک‌ساله در پناهگاه حیات وحش دره انجیر در استان یزد مورد مطالعه قرار گرفت. مهم‌ترین مسیر جهت دسترسی به این منطقه جاده اصلی یزد-طبس و جاده اختصاصی چادرملو-ساغند و خرانق می‌باشد (عابدینی، ۱۳۸۸).

دامنه تغییرات ارتفاعی منطقه ۱۴۶۰ متر است که کم‌ترین ارتفاع ۸۳۰ متر مربوط به الله‌قلی و بیش‌ترین ارتفاع ۲۲۹۳ متر مربوط به قله کوه چاه‌جوله (بوزوآ) می‌باشد. دشت‌ها و نواحی پست تقریباً در تمام منطقه پراکنده‌اند.

متوسط بارندگی سالانه پناهگاه حیات وحش دره انجیر ۷۴/۹ میلی‌متر برآورد شده است. حداکثر بارندگی در دی ماه و در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور فاقد بارندگی می‌باشد متوسط درجه حرارت روزانه معادل ۱۹/۱ درجه سانتی‌گراد است. براساس تقسیم‌بندی آمبرژه منطقه دره انجیر دارای اقلیم خشک و سرد و براساس تقسیم‌بندی دومارتن منطقه دره انجیر دارای اقلیم خشک می‌باشد (شرکت مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۸۸).

پناهگاه حیات وحش دره انجیر هیچ رودخانه دائمی ندارد. منابع آبی منطقه اغلب شور و لب‌شور و تعداد معدودی دارای آب شیرین می‌باشند که عمدتاً به شکل چاه، چشمه، سنگ آب هستند (عابدینی، ۱۳۸۸).

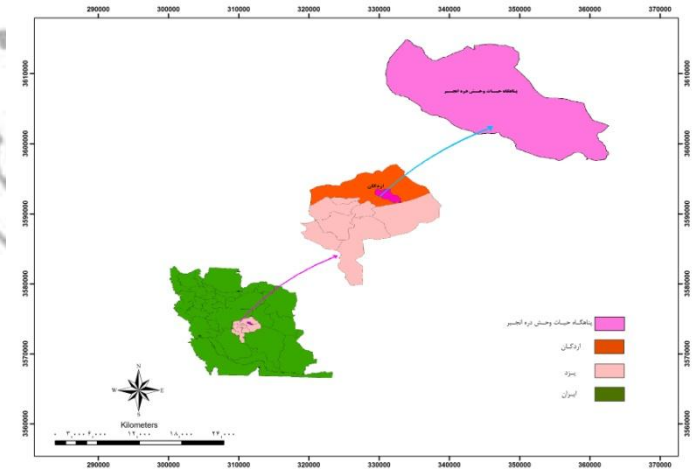
پناهگاه حیات وحش دره انجیر از لحاظ زمین‌شناسی در زون ایران مرکزی قرار می‌گیرد و اختصاصات زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و تکتونیکی منطقه کاملاً از اختصاصات این زون تبعیت می‌نماید (شرکت مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۸۸).

در این منطقه ۱۳۸ گونه از ۳۶ خانواده و ۱۱۲ جنس وجود دارد که شامل ۱۳ گونه دارای ارزش حفاظتی ویژه است. عمده‌ترین گیاهان منطقه شامل درمنه دشتی، قیچ، گون، پرند، اسکنبیل، کلاه میرحسن، اشنان، گزخیارک، ارمک بیابانی و عمده‌ترین گیاهان دارای ارزش حفاظتی منطقه شامل کلاه میرحسن، دم عقربی، تنگرس، گون درختچه‌ای، آنغوزه، شوریزدی، آویشن شیرازی، شنگ اسبی کم گل، کاروانکش و شا می‌باشد (شرکت مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۸۸).

از گونه‌های ارزشمند حیات وحش منطقه می‌توان به قوچ و میش، کل و بز، جبیر، یوزپلنگ ،روباه معمولی، شغال، گرگ، خرگوش، تشی، کاراکال، گربه وحشی، پلنگ ایرانی اشاره کرد (عابدینی، ۱۳۸۸).

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی: پناهگاه حیات وحش دره انجیر و نی باز در استان یزد در محدوده استحفاظی شهرستان اردکان(جنوب شرقی) و در فاصله ۲۵ کیلومتری شرق بخش خرانق واقع گردیده است (شکل ۱). این پناهگاه با مساحت ۱۷۵۳۰۲ هکتار در "۵۱ 48ً ۵۴ تا "۴۹ 32ً ۵۵ طول شرقی و "۵۰ 10ً ۳۲ تا "۵۸ 36ً ۳۲ عرض شمالی قرار دارد.



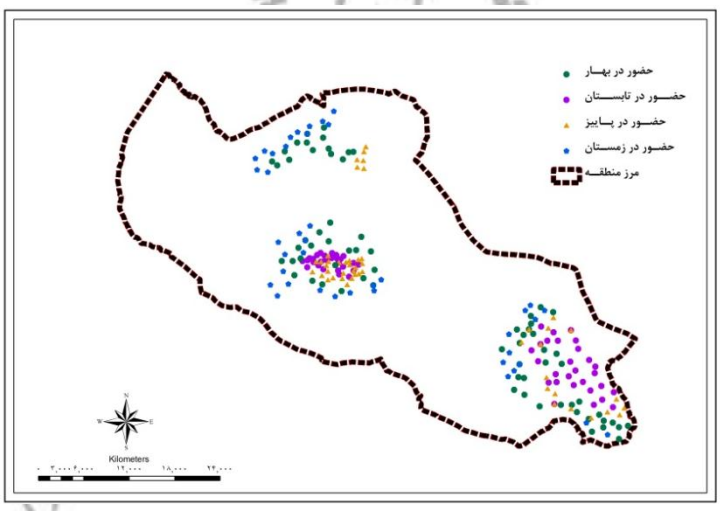
شکل۱: نقشه موقعیت پناهگاه حیات وحش دره انجیر در ایران و استان یزد

روش کار: در این مطالعه از روش حداکثر آنتروپی و نرم‌افزار MAXENT برای تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه و هم‌چنین نرم‌افزار Arc GIS برای تعین همبستگی و نیز ساخت لایه‌های اطلاعاتی برای ورود به نرم‌افزار MAXENT استفاده شد. 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.

متغییرهای غیرمستقیم (Indirect variable) مانند شیب، جهت، ارتفاع، شکل پستی و بلندی، نوع زیستگاه و زمین‌شناسی، به‌خوبی در صحرا جمع‌آوری می‌شوند و به‌واسطه ارتباط خوبی که با الگوهای پراکنش گونه‌ها دارند به گستردگی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از سوی دیگر Guisan و Zimmermann (۲۰۰۰) معتقد بودند که این متغیرها می‌توانند جایگزین مناسبی برای ترکیبی از منابع مورد نیاز (Resources variable) گونه، متغیرهای مستقیم و غیرمستقیم باشند. بر این اساس و از آن‌جا که این مطالعه در مقیاس ۱۷۵۳۰۲ هکتار اجرا شد لذا برای مدل‌سازی، از متغیرهای غیرمستقیم که می‌تواند تخمین بهتری از احتمال حضور گونه ارایه نماید استفاده شد (Guisan و Zimmermann، ۲۰۰۰).

اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل در نرم‌افزار MAXENT را می‌توان به دو دسته اطلاعات شامل نقاط ثبت حضور گونه و لایه‌های اطلاعاتی یا نقشه‌های متغیرهای محیطی پیش‌بینی کننده طبقه‌بندی کرد.

الف- نقاط حضور گونه: این نقاط به‌عنوان متغیر وابسته و شامل نقاط حضور گونه مورد مطالعه، در سطح منطقه است. نقاط حضور قوچ و میش براساس مشاهدات مستقیم، آثار و نمایه‌های به‌جا مانده نظیر سرگین، ردپا، محل استراحت و نظایر آن طی چهار فصل در فاصله سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۱ تعیین و مختصات این نقاط به تعداد ۵۰ نقطه در پاییز، ۴۱ نقطه در زمستان، ۶۸ نقطه در بهار و ۵۹ نقطه در تابستان با دستگاه GPS ثبت شد (شکل۲). سپس این نقاط در برنامه Excel به فرمت csv ذخیره و آماده ورود به نرم‌افزار MAXENT گردید.



شکل۲: نقشه نقاط حضور قوچ و میش در پناهگاه حیات وحش (فصل پاییز، زمستان، بهار و تابستان)

ب- متغیرهای محیطی پیش‌بینی کننده: در این پژوهش، با توجه به ویژگی‌های رفتاری و بوم‌شناختی گوسفندهای وحشی و هم‌چنین براساس مصاحبه‌های انجام شده با کارشناسان و محیط‌بانان منطقه، تعداد ۸ متغیر مستقل زیستگاهی (ارتفاع، شیب، جهت جغرافیایی، فاصله ازمنابع آب، پوشش گیاهی، فاصله از جاده‌های خاکی، فاصله از جاده‌های آسفالته و فاصله از معدن) که حضور و یا عدم‌حضور گونه به آن‌ها بستگی دارد برای مدل‌سازی استفاده شد. لایه‌های اطلاعاتی ارتفاع و شیب، جهت جغرافیایی از نقشه خطوط تراز منطقه با تهیه مدل رقومی (DEM[1]) به‌دست آمدند.

تمام لایه‌های پیش‌بینی کننده به‌شکل رستری و با فرمت ASCII وارد آنالیز MAXENT شدند در نرم‌افزار MAXENT لایه‌های اطلاعاتی ارتفاع، شیب، جهت، فاصله از منابع آب،

[1] Digital Elevation Model

فاصله از جاده (خاکی، آسفالت) و فاصله از معدن به‌عنوان متغیرهای پیش‌بینی کننده Continuous و لایه اطلاعاتی پوشش گیاهی به‌عنوان متغیر پیش‌بینی کننده Categorical مورد استفاده قرار گرفتند.

در این مطالعه اندازه سلول در تمامی نقشه‌های رستری ۳۰×۳۰ مترمربع بوده و برای این‌که نقشه‌ها قابلیت روی‌هم-گذاری داشته باشند از قابلیت نقشه رقومی ارتفاع به‌عنوان مرجع برای هم‌اندازه نمودن لایه‌ها استفاده شد.

پردازش داده‌ها: قبل از انجام تجزیه و تحلیل در نرم‌افزار MAXENT لازم است تا نقشه‌های رستری تهیه شده مورد پردازش اولیه قرار گیرند تا قابلیت روی‌هم‌گذاری و تحلیل‌های بعدی را داشته باشند این پردازش‌ها عبارتند از:

۱- **بررسی وضعیت نرمال بودن داده‌ها:** روش حداکثر آنتروپی تا حدود زیادی به نرمال بودن و یکسان بودن داده‌های اولیه (مختصات، تعداد سطر و ستون، resolution و...) حساسیت دارد و عدم رعایت این اصل سبب انحراف از محاسبات صحیح و تولید خروجی‌ها، بی‌اعتبار خواهد شد. بنابراین تمامی نقشه‌ها براساس یک قالب، یکسان‌سازی می‌شوند و این کار، در نرم‌افزار Arc GIS با استفاده از دستور Spatial Analyst Tools انجام شد.

۲- بررسی میزان همبستگی داده‌ها: آنالیز MAXENT نیاز به متغیرهایی دارد که با هم همبستگی ندارند. در واقع در آنالیز MAXENT اگر دو متغیر وابستگی بالایی داشته باشند، هر دو با یک ضریب در مدل نهایی ظاهر خواهند شد. معمولاً توصیه می‌شود چنان‌چه دو یا چند متغیر دارای همبستگی بیش از ۰/۸ باشد حذف یکی از آن‌ها از فهرست متغیرهای واردشونده به آنالیز MAXENT الزامی است. این کار، در نرم‌افزار Arc GIS با استفاده از فرمان Multivariate Spatial Analyst Tools انجام شد در این پژوهش از آن‌جایی‌که میزان همبستگی بین متغیر محیطی جهت و ارتفاع بیش از ۰/۸ بود متغیر جهت جغرافیایی از آنالیز حذف شد که در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۱: مقادیر میزان همبستگی بین پارامترهای محیطی

لایه‌ها	ارتفاع	شیب	جهت	فاصله از منابع آب	پوشش گیاهی	فاصله از جاده خاکی	فاصله از جاده آسفالت	فاصه از معدن
ارتفاع	۱/۰۰۰۰۰	۰/۶۵۸۹۷	۰/۹۵۹۳۴	-۰/۲۶۶۱۱	۰/۶۵۰۹۴	-۰/۱۴۸۱۶	۰/۶۳۸۲۲	-۰/۷۵۰۲۷
شیب	۰/۶۵۸۹۷	۱/۰۰۰۰۰	۰/۷۱۷۲۶	-۰/۴۲۴۵۵	۰/۶۱۴۴۵	-۰/۰۶۳۶۴	۰/۴۸۳۲۳	-۰/۵۱۵۴۰
جهت	۰/۹۵۹۳۴	۰/۷۱۷۲۶	۱/۰۰۰۰۰	-۰/۲۸۹۱۲	۰/۶۵۱۰۳	-۰/۱۴۸۴۶	۰/۶۶۶۶۳	-۰/۶۹۳۵۵
فاصله از منابع آب	-۰/۲۶۶۱۱	-۰/۴۲۴۵۵	-۰/۲۸۹۱۲	۱/۰۰۰۰۰	-۰/۵۰۲۲۵	-۰/۱۱۱۲۸	۰/۰۸۹۸۳	۰/۳۲۹۸۶
پوشش گیاهی	۰/۶۵۰۹۴	۰/۶۱۴۴۵	۰/۶۵۱۰۳	-۰/۵۰۲۲۵	۱/۰۰۰۰۰	-۰/۱۸۰۸۰	۰/۳۱۹۱۷	-۰/۷۶۰۱۴
فاصله از جاده خاکی	-۰/۱۴۸۱۶	-۰/۰۶۳۶۴	-۰/۱۴۸۴۶	-۰/۱۱۱۲۸	-۰/۱۸۰۸۰	۱/۰۰۰۰۰	-۰/۰۸۹۷۶	۰/۱۴۴۴۶
فاصله از جاده آسفالت	۰/۶۳۸۲۲	۰/۴۸۳۲۳	۰/۶۶۶۶۳	۰/۰۸۹۸۳	۰/۳۱۹۱۷	-۰/۰۸۹۷۶	۱/۰۰۰۰۰	-۰/۲۹۸۴۸
فاصه از معدن	-۰/۷۵۰۲۷	-۰/۵۱۵۴۰	-۰/۶۹۳۵۵	۰/۳۲۹۸۶	-۰/۷۶۰۱۴	۰/۱۴۴۴۶	-۰/۲۹۸۴۸	۱/۰۰۰۰۰

۳- با توجه به این‌که منابع آبی از جمله موارد جذب علف‌خوارن هستند و هم‌چنین معادن، جاده‌ها از جمله عوارض دفع‌کننده حیات وحش محسوب می‌شوند، برای ورود این نقشه‌ها به آنالیز از فرمان Distance در نرم‌افزار Arc GIS استفاده شد.

مدل‌سازی الگوریتم حداکثر آنتروپی با استفاده از نرم‌افزار MAXENT: در این پژوهش جهت مدل‌سازی حداکثر آنتروپی پراکندگی جغرافیایی گونه‌ها به‌منظور پیش‌بینی مناطق با احتمال حضور قوچ و میش از نرم‌افزار MAXENT نسخه 3,3,3 استفاده شد. در این بخش داده‌های حضور گونه و هم‌چنین لایه‌های محیط زیستی وارد آنالیز شدند.

برای ارزیابی درست از مدل از دو دسته نمونه‌گیری تصادفی از داده حضور استفاده شد. Test dataها یا داده‌های ارزیابی‌کننده و Trining dataها یا داده‌های آموزشی. با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده میزان داده‌های Test ۲۵ تا ۳۰ درصد داده‌های حضور و میزان داده‌های Trining ۷۰ تا ۷۵ درصد از داده‌های حضور درنظر می‌گیرند . در این پژوهش، از ۷۰ درصد نقاط حضور به‌صورت تصادفی برای ساخت مدل و از ۳۰درصد باقی‌مانده برای ارزیابی نتایج مدل و برای نمونه‌برداری تصادفی از روش Cross Validation (نمونه‌برداری بدون جایگزاری نمونه‌های برداشت شده) و ده‌بار تکرار استفاده شد و پارامترهای خروجی بعد از اجرای مدل به‌طورکلی شامل:

Ovis orientalis.html: اصلی‌ترین فایل خروجی می‌باشد که شامل محاسبات آماری، نقشه‌ها، تصویر مدل و لینک فایل‌های دیگر می‌باشد. هم‌چنین شامل پارامترها و تنظیماتی است که برای اجرا کردن مدل استفاده شده است.

Ovis orientalis s.asc: شامل نقشه پیش‌بینی با فرمت ascii

Ovis orientalis.png: تصویر پیش‌بینی توزیع

دایرکتوری Plot: شامل نقشه‌های مختلف و نمودارها برای چاپ و استفاده در گزارش‌ها

ارزیابی عملکرد مدل: در نرم‌افزار MAXENT برای ارزیابی عملکرد مدل امکان محاسبه سطح زیرمنحنی ROC (Receiver Operating Characteristic) وجود دارد. این منحنی به‌صورت نموداری ارائه می‌شود که در آن محور عمودی نشان‌دهنده حساسیت (مثبت واقعی) و محور افقی نشان‌دهنده ویژگی (مثبت کاذب) است. سطح زیر منحنی (AUC= Area Under Curve) ایجاد شده توسط مقادیر حساسیت و ویژگی، یک شاخص کمی برای نمایش کارایی و قدرت پیش‌بینی مدل است دامنه مقادیر مختلف سطح زیر منحنی بین ۰/۵(پیش‌بینی تصادفی) تا حداکثر ۱ (پیش‌بینی کاملاًصحیح) می‌باشد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶؛ Fielding و Bell، ۱۹۹۷).

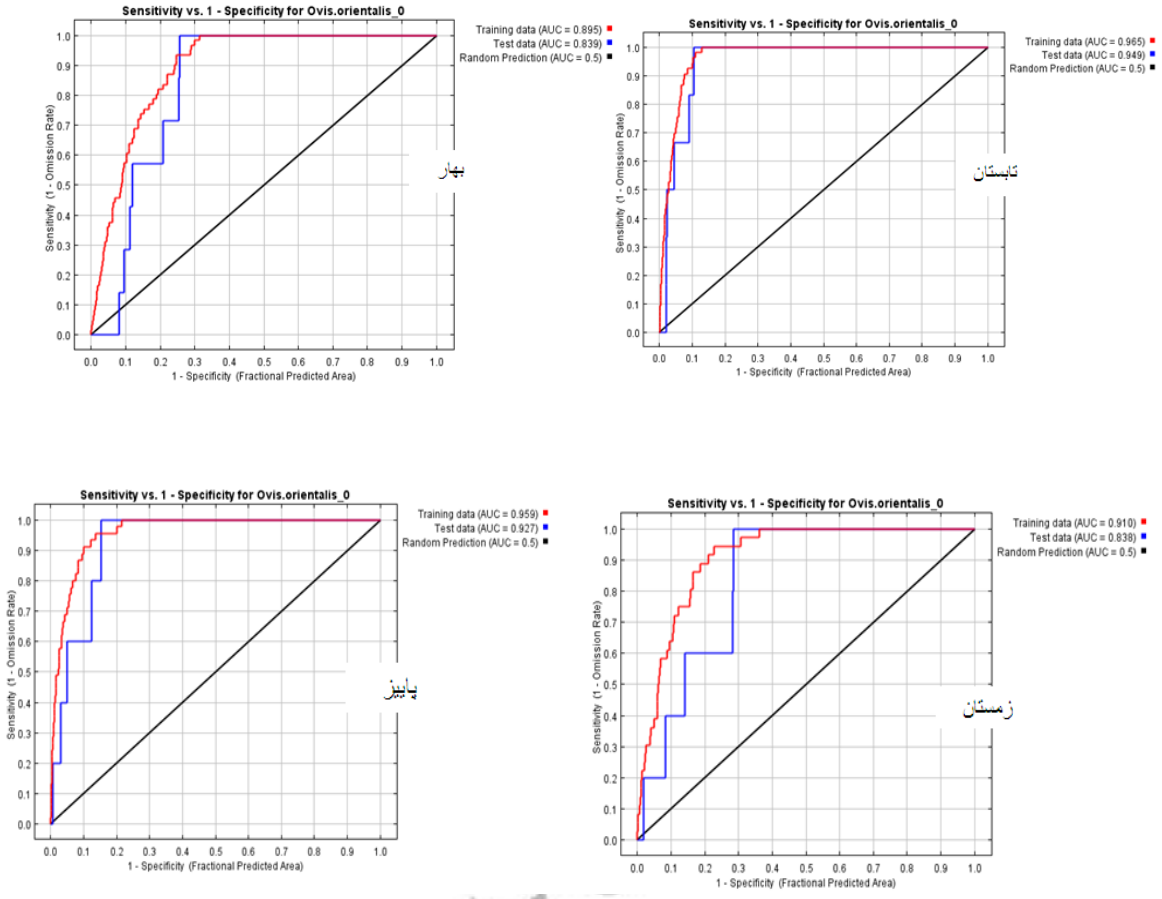
نتایج

تعداد ۲۱۸ داده حضور را طی یک‌سال ثبت شد که همراه با ویژگی‌های محیطی منطقه مورد مطالعه برای ایجاد مدل‌های فصلی به‌روش حداکثر آنتروپی مورد استفاده قرار گرفت.

AUC (سطح زیرمنحنی): راهی است که از طریق آن می‌توان مدل را ارزیابی کرد. ۰/۵ کم‌ترین میزانی است که AUC می‌تواند داشته باشد. هرچه AUC به یک نزدیک‌تر باشد و فاصله خطوط قرمز و آبی (AUC داده‌های آموزشی و AUC داده‌های ارزیابی‌کننده) از خط سیاه بیش‌تر باشد مدل بهتری به‌دست می‌آید. نتایج نشان می‌دهد بهترین مدل برای پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه گوسفندهای وحشی مربوط به فصل تابستان است(AUC=۰/۹۶۵). مقادیر سطح زیرمنحنی برای تمام مدل‌ها بزرگ‌تر از ۰/۸ است که در جدول ۲ و شکل ۳ قابل مشاهده می‌باشد. بر این اساس، الگوریتم حداکثر آنتروپی به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۰۱) قدرت پیش‌بینی بسیار خوبی را برای پیش‌بینی حضور قوچ و میش ارائه نموده است.

جدول۲: مقادیر AUC برای داده های Test و Training در هر فصل

فصل	AUC داده‌های آموزشی	AUCداده‌های ارزیابی‌کننده
بهار	۰/۸۹۵	۰/۸۳۹
تابستان	۰/۹۶۵	۰/۹۴۹
پاییز	۰/۹۵۹	۰/۹۲۷
زمستان	۰/۹۱۰	۰/۸۳۸



شکل۳: منحنی ROC محاسبه شده برای حضور قوچ و میش در منطقه دره انجیر (فصول بهار،تابستان، پاییز، زمستان)

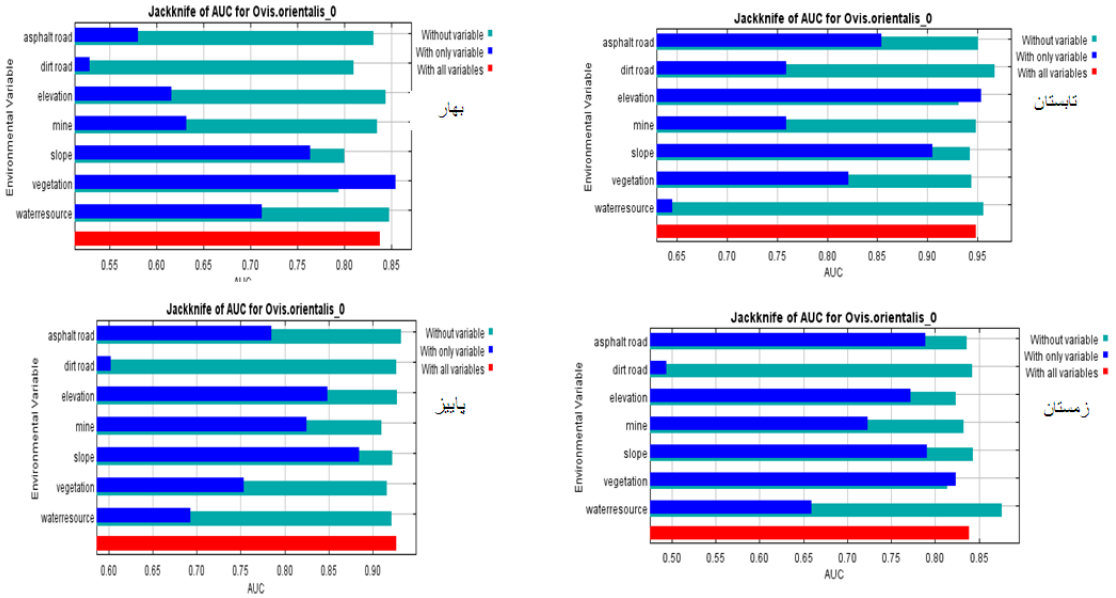
سهم نسبی متغیرها: MAXENT سهم نسبی هر متغیر را در مدل مشخص می‌کند. در این مطالعه طبق نتایج حاصل از الگوریتم حداکثر آنتروپی، سهم هر یک از متغیرها در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان برای مدل‌سازی به‌شرح جدول ۳ می باشد.

در فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان متغیر شیب با بیش‌ترین سهم نسبی به‌عنوان مهمترین پارامتر غیرزنده تأثیرگذار در توزیع گونه و هم‌چنین ساخت نقشه پیش‌بینی در هر فصل شناخته شد. در فصل بهار متغیر شیب به تنهایی ۳۷/۶ درصد تغییرات کل را به‌خود اختصاص داده است درحالی‌که متغیرهای دیگر هرکدام سهمی بین ۰/۵ تا ۲۱ درصد دارند. در فصل تابستان متغیر شیب به تنهایی ۵۰/۴ درصد تغییرات کل را به‌خود اختصاص می‌دهد و متغیرهای دیگر هر کدام سهمی بین ۲ تا ۱۷/۳ درصد دارند. در فصل پاییز متغیر شیب به تنهایی ۴۴/۳ درصد تغییرات کل را به‌خود اختصاص داده درحالی‌که متغیرهای دیگر هرکدام سهمی بین ۲/۳ تا ۱۴/۶ درصد دارند. در فصل پاییز متغیر شیب به تنهایی ۴۹/۴ درصد تغییرات کل را به‌خود اختصاص داده درحالی‌که متغیرهای دیگر هرکدام سهمی بین ۰/۳ تا ۲۱/۶ درصد دارند.

جدول ۳: سهم نسبی پیش‌بینی کننده هر متغیر محیطی در تخمین حضور قوچ و میش

متغییرها	سهم نسبی متغیرها (بهار)	سهم نسبی متغیرها (تابستان)	سهم نسبی متغیرها (پاییز)	سهم نسبی متغیرها (زمستان)
ارتفاع	۲/۱	۱۰/۸	۱۴/۶	۲/۹
پوشش گیاهی	۲۱	۱۲/۸	۱۲/۲	۲۱/۶
شیب	۳۷/۶	۵۰/۴	۴۴/۳	۴۹/۴
فاصله ازجاده آسفالت	۱۶	۳/۱	۱۰/۳	۱۶
فاصله از جاده خاکی	۰/۵	۳/۵	۲/۳	۰/۷
فاصله از معدن	۴/۷	۲	۷/۲	۰/۳
فاصله از منابع آب	۱۸/۲	۱۷/۳	۹/۲	۹/۱

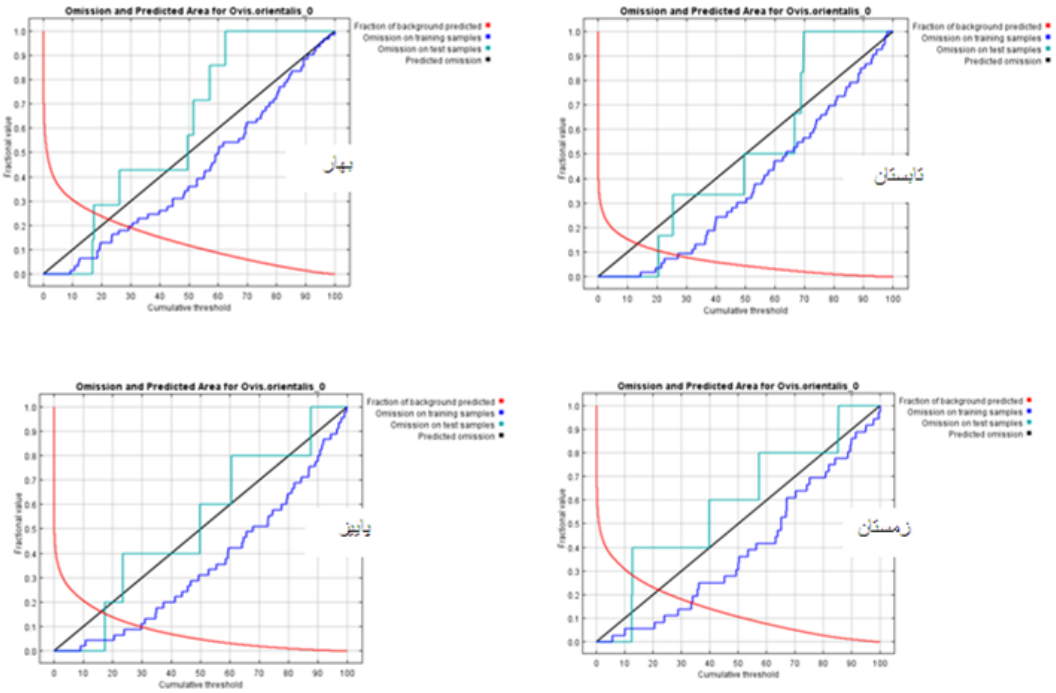
آزمون جک نایف نتیجه دیگری است که MAXENT نشان می‌دهد که چقدر یک متغیر محیطی اهمیت دارد و اگر آن متغیر حذف یا به تنهایی باشد تا چه اندازه بر روی کارایی مدل تأثیر می‌گذارد. طبق آزمون جک نایف سطح زیرمنحنی (AUC) در فصل بهار برای متغیر پوشش گیاهی مقدار بیش‌تری را نشان داد این وضعیت با توجه به فصل رویش و شرایط مساعد برای تغذیه نشان می‌دهد احتمال حضور گوسفندهای وحشی زیاد بوده است. سطح زیرمنحنی (AUC) در فصل تابستان برای متغیر ارتفاع مقدار بیش‌تری بود این وضعیت شاید به این علت باشد که احتمال حضور قوچ و میش‌ها در فصل تابستان در ارتفاعات بالاتر بیش‌تر است، سطح زیرمنحنی (AUC) در فصل پاییز برای متغیر شیب مقدار بیش‌تری بود این وضعیت شاید به این علت باشد که احتمال حضور قوچ و میش‌ها در این فصل در شیب‌های بالا افزایش می‌یابد. سطح زیرمنحنی (AUC) در فصل زمستان هم مانند فصل بهار برای متغیر پوشش گیاهی مقدار بیش‌تری را نشان داد. این وضعیت شاید به این علت باشد که احتمال حضور قوچ و میش‌ها در این فصل با توجه به سردی و خشک بودن هوا و نامساعد بودن شرایط تغذیه بستگی زیادی به پوشش گیاهی دارد (شکل ۴). در نهایت می‌توان گفت به‌نظر می‌رسد متغیر پوشش گیاهی درفصل بهار و زمستان، متغیر ارتفاع در فصل تابستان، متغیر شیب در فصل پاییز دارای بیش‌ترین اطلاعات مفید هستند.



شکل۴: تست جک نایف، سطح زیر منحنی برای متغیرهای زیست محیطی در منطقه دره انجیر(فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان)

نمودار تجمعی: یک گراف است که میزان Omission Erorr را برای هر دو داده، Test و Trining نشان می‌دهد. Omission Erorr یا FalseNegative (کم‌تر از اندازه واقعی یا نرخ حذف) زمانی اتفاق می‌افتد که گونه در مکانی وجود دارد و مشاهده می‌گردد و اطمینان هست که گونه در آن‌جا وجود دارد ولی مدل می‌گوید که گونه در آن‌جا نیست. در این گراف، خط سیاه خطی است که MAXENT در نظر گرفته و Erorr در آن صفر است خط سبز میزان Erorr برای داده‌های Test و خط آبی میزان Erorr برای داده‌های Trining نشان می‌دهد.

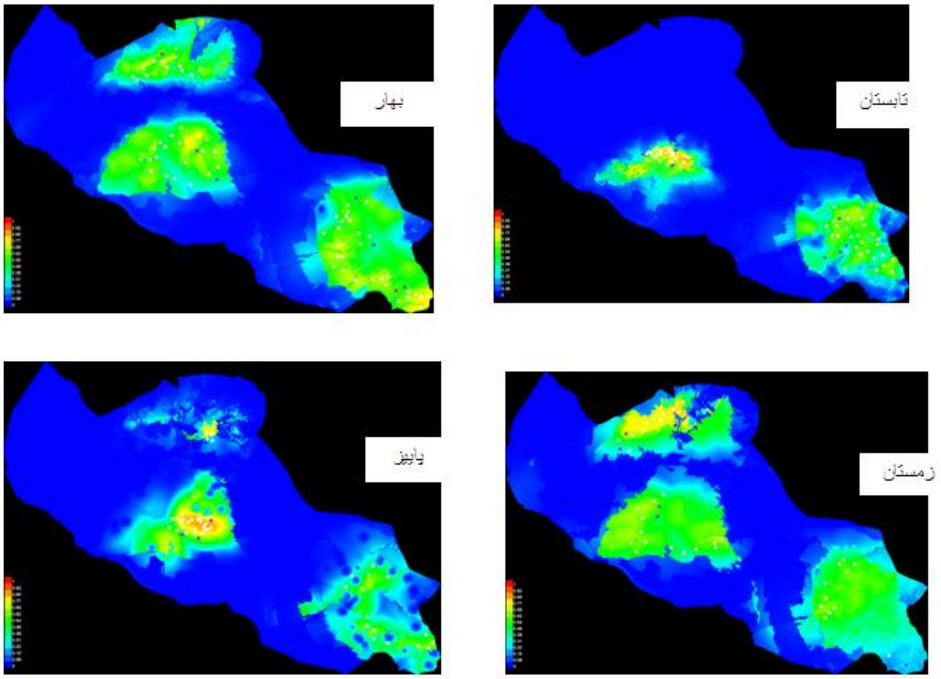
هر چه خط سبز و قرمز به خط سیاه نزدیک و زیر آن باشند میزان Erorr کم‌تر است و نتیجه بهتر است. در این مطالعه میزان Omission Erorr برای داده‌های Trining کم‌تر از داده‌های Test است و تحلیل نرخ حذف و ناحیه پیش‌بینی شده به‌عنوان تابعی از آستانه تجمعی، نشان داد که نرخ حذف به نرخ پیش‌بینی شده نزدیک می‌باشد که این وضعیت مبین این است که مدل استفاده شده دارای قابلیت زیادی برای مطالعات بیش‌تر می‌باشد (شکل۵).



شکل۵: منحنی میزان Omission Erorr برای حضور قوچ ومیش در منطقه دره انجیر

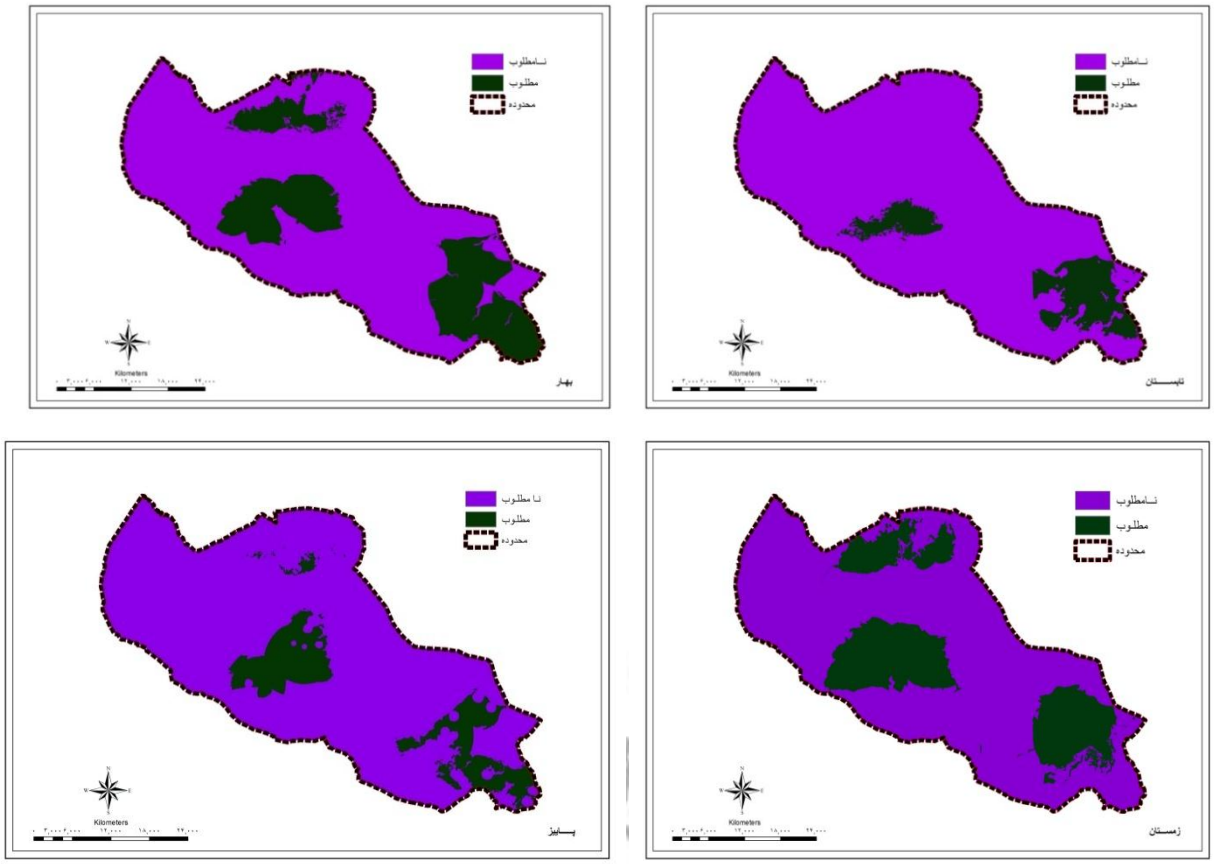
Cheetah.png: نقشه پیش‌بینی توزیع قوچ و میش

(نقشه تناسب زیستگاه): نقشه تناسب زیستگاه به‌دست آمده مطلوبیت آن از صفر تا یک تغییر می‌کند. جاهایی که خیلی مطلوب است و احتمال حضور قوچ و میش زیاد است با رنگ قرمز نشان داده شده و جاهایی که احتمال حضور گونه قوچ و میش صفر است با رنگ آبی و جاهایی که به رنگ سبز است احتمال حضور گونه قوچ و میش متغیر است و از ۲۳ درصد تا ۷۷ درصد تغییر می‌کند.



شکل۶: نقشه مطلوبیت زیستگاه و پیش‌بینی حضور قوچ و میش برای فصول مختلف در منطقه دره انجیر

در نتیجه با استفاده از MAXENT نقشه‌ای از تناسب و مطلوبیت زیستگاه ارائه شد (شکل۶). سپس نقشه تهیه شده براساس طبقه آستانه احتمالی مشاهده گونه مورد مطالعه، مجدداً برای چهار فصل طبقه‌بندی گردید. نقشه تناسب زیستگاهی با توجه به بررسی و مطالعات انجام شده و نظرات کارشناسان به دو طبقه مطلوب و نامطلوب تقسیم شد. با توجه به نتایج MAXENT برای فصل بهار نواحی دارای احتمال ۳۹/۷-۰ درصد مشاهده شدن قوچ و میش‌ها، به‌عنوان نواحی نامطلوب و نواحی دارای احتمال ۱۰۰-۳۹/۷ درصد مشاهده قوچ و میش‌ها به‌عنوان نواحی مطلوب، برای فصل تابستان نواحی دارای احتمال ۳۳/۱-۰ درصد مشاهده شدن قوچ و میش‌ها، به‌عنوان نواحی نامطلوب و نواحی دارای احتمال ۱۰۰-۳۳/۱ درصد مشاهده قوچ و میش‌ها، به‌عنوان نواحی مطلوب، برای فصل پاییز نواحی دارای احتمال ۲۹/۹-۰ درصد مشاهده شدن قوچ و میش‌ها، به‌عنوان نواحی نامطلوب و نواحی دارای احتمال ۱۰۰-۲۹/۹ درصد مشاهده قوچ و میش‌ها، به‌عنوان نواحی مطلوب و برای فصل زمستان نواحی دارای احتمال ۳۸/۵-۰ درصد مشاهده شدن قوچ و میش‌ها، به‌عنوان نواحی نامطلوب و نواحی دارای احتمال ۱۰۰-۳۸/۵ درصد مشاهده قوچ و میش‌ها، به‌عنوان نواحی مطلوب طبقه‌بندی شدند (شکل۷). طبقه نامطلوب ذکرشده شامل نواحی می‌شود که احتمال حضور قوچ و میش‌ها کم‌ترین مقدار بوده درحالی‌که نواحی مطلوب شامل نواحی می‌شود که مورد استفاده قوچ و میش‌ها بوده یا به‌طور بالقوه قابلیت زندگی قوچ و میش‌ها در آن وجود داشته است. طبق جدول ۴ مساحت زیستگاه‌های مطلوب و نامطلوب قوچ و میش در هر فصل براساس هکتار برای پناهگاه حیات وحش دره انجیر بیان شده است. طبق جدول ۴ قوچ و میش‌ها در فصل بهار دارای بیش‌ترین مساحت زیستگاه مطلوب بودند.



شکل ۷: نقشه طبقه‌بندی شده تناسب زیستگاه (مطلوب و نامطلوب) قوچ و میش برای فصول مختلف در پناهگاه حیات وحش دره انجیر

جدول ۴: مساحت زیستگاه مطلوب و نامطلوب قوچ و میش برای فصول مختلف در پناهگاه حیات وحش دره انجیر

فصل	مساحت زیستگاه مطلوب (هکتار)	مساحت زیستگاه نامطلوب (هکتار)
بهار	۴۲۳۲۹	۱۳۲۹۷۳
تابستان	۱۸۴۱۱	۱۵۶۸۹۱
پاییز	۲۳۱۶۶	۱۵۲۱۳۶
زمستان	۴۱۳۵۹	۱۳۳۹۴۳

بحث

ارزیابی مناطق بالقوه مناسب برای قوچ ومیش‌ها می‌تواند یکی از مهم‌ترین گام‌ها در جهت محافظت از این جانوران باشد. پناهگاه حیات وحش دره انجیر یکی از زیستگاه‌های معمول قوچ و میش در مرکز ایران است در نتیجه این مدل به‌طور بالقوه می‌تواند برای سایر زیستگاه‌ها، در این منطقه و دیگر زیستگاه‌های استان مورد استفاده قرار گیرد اگر چه نتایج ما باید با مرور این مطالعه در سایر زیستگاه‌های قوچ و میش مورد ارزیابی قرار گیرد. براساس نتایج حاصل از مدل‌سازی با الگوریتم حداکثر آنتروپی برای گونه مورد مطالعه در پناهگاه حیات وحش دره انجیر مشخص شد مهم‌ترین عاملی که در تعیین و افزایش مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش در فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان نقش مؤثرتری دارد شیب است (جدول ۲).

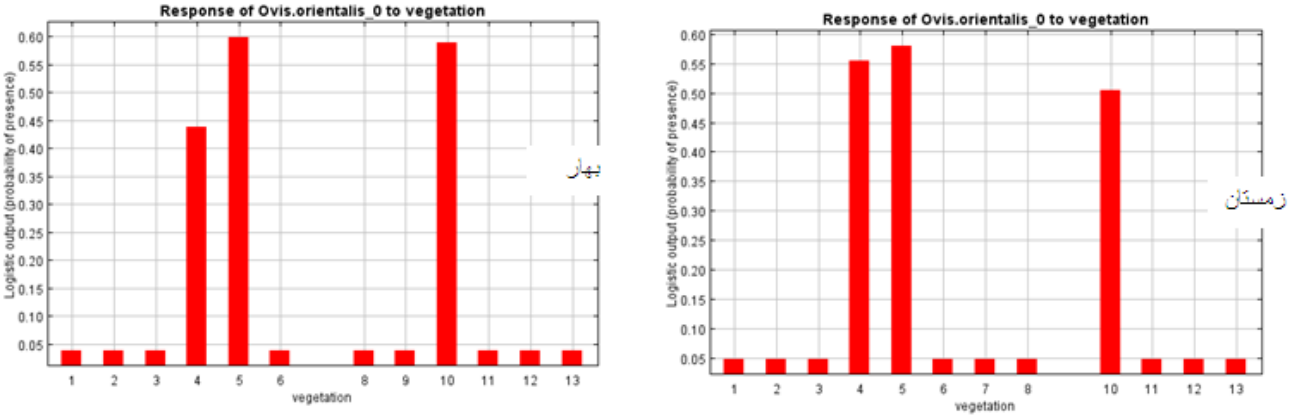
طبق جدول ۴ شیب بین ۳۰ تا ۶۵ درصد بیش‌ترین مساحت زیستگاه مطلوب در چهار فصل را به‌خود اختصاص داده و احتمال حضور قوچ و میش‌ها در این نواحی از سایر نواحی بیش‌تر است با توجه به این‌که قوچ و میش‌ها معمولاً زیستگاه‌های تپه ماهوری و با شیب ملایم را نسبت به مناطق دشتی ترجیح می‌دهند مشاهده گله‌ها در شیب‌های بین ۳۰ تا ۶۵ درصد می‌تواند نشان از یک نوع انتخاب باشد بنابراین از اهمیت بیش‌تری برخوردار است.

جدول ۴: مساحت متغیر شیب در زیستگاه مطلوب در چهار فصل (برحسب هکتار)

درصد شیب	مساحت درفصل بهار	مساحت درفصل تابستان	مساحت در فصل پاییز	مساحت در فصل زمستان
۰-۲	۱۵/۴۵۴۹۱۶	۱۱/۵۹۱۶۹۳۸۸	۱۹/۳۱۷۲۹۵۰۷	۴۶/۳۶۶۷۷۵۵۱
۲-۵	۵۵۸۶/۹۵۲۱۴۸	۲۲۹۹۰/۰۱۹۲۸۷	۳۲۲۹/۸۵۱۵۶۳	۵۶۹۵/۳۸۵۲۵۴
۵-۸	۷۴۶۰/۸۶۰۸۴	۲۶۲۳/۵۸۶۶۷	۳۳۵۷/۳۴۵۷۰۳	۷۰۷۴/۷۹۶۸۷۵
۸-۱۲	۶۲۶۳/۱۰۴۴۹۲	۱۳۰۲/۱۳۳۵۴۵	۳۴۳۰/۷۵۱۴۶۵	۴۲۵۴/۱۵۱۳۶۷
۱۲-۱۵	۲۵۸۰/۹۷۰۹۴۷	۳۱۲/۹۷۵۷۳۸۵	۶۰۶/۵۶۳۰۴۹۳	۱۵۸۴/۱۹۸۱۲
۱۵-۲۰	۳۵۵۸/۴۹۴۳۸۵	۱۴۰۲/۵۹۴۹۷۱	۱۹۵۸/۷۷۳۶۸۲	۳۴۹۶/۸۲۷۶۳۷
۲۰-۳۰	۷۸۷۰/۴۱۶۰۱۶	۴۳۱۲/۱۰۹۸۶۳	۴۶۴۰/۰۱۴۱۶	۸۰۴۰/۷۷۱۴۸۴
۳۰-۶۵	۸۰۸۶/۷۸۴۶۶۸	۵۷۲۲/۴۳۲۶۱۷	۵۳۷۷/۹۳۵۰۵۹	۱۰۲۷۷/۹۶۷۷۷
۶۵	۷۷۲/۷۴۵۷۸۸۶	۳۷۸/۶۶۱۹۸۷۳	۴۷۵/۲۰۵۴۴۴۳	۹۵۴/۳۸۲۷۵۱۵

با توجه به نقشه‌های مطلوبیت به‌دست آمده زیستگاه مطلوب در منطقه دره انجیر در فصل بهار، تابستان و زمستان در حدفاصل ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۲۶۰۰ متر از سطح دریا و در فصل پاییز در حد فاصل ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. ملکی‌نجف‌آبادی و همکاران (۱۳۸۹) مناسب‌ترین ارتفاع و شیب برای زیست گونه قوچ و میش اصفهانی در پناهگاه حیات وحش موته اصفهان طی چهار فصل را به‌ترتیب حدود ۲۲۰۰ متر و ۲۰ تا ۳۰ درصد با استفاده از روش تحلیل عامل بوم شناختی برآورد نموده‌اند. Whiting و همکاران (۲۰۰۱) در مدل‌سازی زیستگاه بره‌آوری و زمستان‌گذرانی برای گوسفند بیگ‌هورن در شمال یوتا، زیستگاه مناسب برای بره‌آوری را در ارتفاع ۲۰۵۴ متر و شیب بین ۳۰ تا ۳۴ درصد و زیستگاه مناسب برای زمستان‌گذرانی را در شیب ۲۶ تا ۳۰ درصد تعیین کردند. پهلوانی (۱۳۸۳) بیش‌ترین شیب انتخابی گونه قوچ و میش اوریال را در سه فصل پاییز، زمستان، بهار در پارک ملی گلستان بالای ۴۰ درصد با استفاده از روش رتبه‌دهی به‌دست آورد. مطالعات Cardenaz و همکاران (۲۰۰۱) درشمال یوتا، نیز نشان داد به‌طورکلی برای کل جمعیت‌های گوسفند بیگ هورن مورد بررسی در کل فصول، شیب بیش‌تر از ۴۰ درصد می‌تواند زیستگاه مناسب باشد. با توجه به نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه به‌دست آمده در منطقه مطالعاتی در مقایسه با سایر مطالعات ذکر شده، زیستگاه مطلوب قوچ و میش‌ها دارای دامنه ارتفاعی و شیب وسیع‌تری است. براساس پیش‌بینی‌های الگوریتم حداکثر آنتروپی و نقشه‌های به‌دست آمده مناطق شمالی، مرکزی و جنوب‌شرقی پناهگاه حیات وحش دره انجیر دارای بیش‌ترین احتمال حضور قوچ و میش‌ها هستند و بایستی مورد توجه بیش‌تری قرار گیرند.

دومین پارامتر مهم در تعیین مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش درفصل بهار و زمستان متغیر پوشش گیاهی بود. هم‌چنین طبق آزمون جک نایف نیز این متغیر به‌عنوان مهم‌ترین عامل در این دو فصل شناخته شد. شکل ۸ منحنی پاسخ متغیر پوشش گیاهی در فصل بهار و زمستان را نشان می‌دهد با توجه به نقشه طبقه‌بندی شده پوشش گیاهی ورودی به نرم‌افزار، این منحنی‌ها نشان می‌دهند در فصل بهار و زمستان به‌ترتیب تیپ‌های گیاهی *Artemisia sieberi-Zygophyllum eurypterum*(b) و*Artemisia sieberi-Zygophyllum eurypterum*(a) درصد بیش‌تری از مساحت زیستگاه‌های مطلوب را پوشش می‌دهند و از آن‌جایی که فصل بهار، فصل بره‌آوری است و فصل زمستان دوره سرما و زمستان‌گذرانی و همراه با کمبود گیاهان و شرایط سخت تغذیه است، بنابراین از اهمیت بیش‌تری برخوردار است .



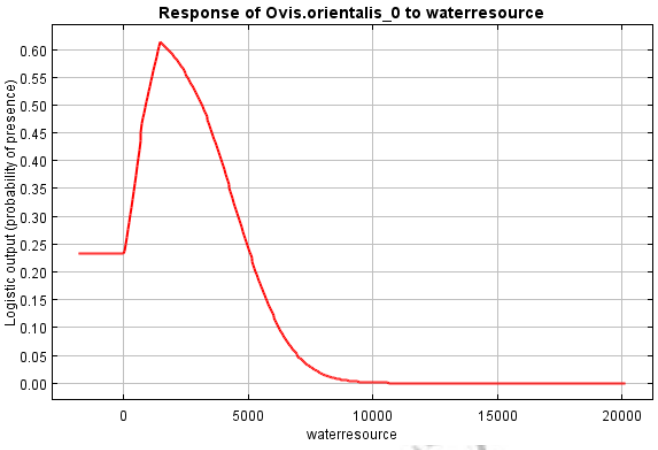
شکل ۸: منحنی پاسخ متغیر پوشش گیاهی در فصل بهار و زمستان
(*Artemisia sieberi-Zygophyllum eurypterum*(a) :۴ ،*Artemisia sieberi-Zygophyllum eurypterum*(b) :۵)

در فصل تابستان دومین متغیر که نسبت به بقیه متغیرها نقش برجسته‌تری در تعیین و افزایش مطلوبیت زیستگاه و پیش‌بینی مناطق مساعد برای حضور قوچ و میش‌ها در منطقه را داشت، متغیر فاصله از منابع آب بود. نتایج مدل‌های الگوریتم حداکثر آنتروپی نشان می‌دهد که منابع آب به‌ویژه در فصل تابستان اهمیت زیادی در مناسب بودن زیستگاه قوچ و میش دارد مخصوصاً مشاهدات، زمانی که قوچ و میش‌ها در این فصل مکرراً به سمت منابع آب در حرکت هستند این ایده را اثبات می‌کند و می‌توان در مناطق مشابه از نظر آب و هوایی با پناهگاه حیات وحش دره انجیر نیز در نظر گرفت. وابستگی قوچ و میش به آب در فصل بهار، پاییز و زمستان کم‌تر از فصل تابستان است. با توجه به نتایج به‌دست آمده ۴ هکتار از منابع آبی در مناطق مطلوب و ۱۸۵ هکتار از این منابع در مناطق نامطلوب قرار دارند. بنابراین از آن‌جایی‌که این متغیر نقش مهمی در احتمال حضور قوچ و میش‌ها در فصل تابستان در منطقه دارد و هم‌چنین با توجه به خشکسالی سال‌های اخیر در منطقه، می‌توان با اعمال تمهیدات مدیریتی و بهبود شرایط، زیستگاه‌های نامطلوبی که دارای منابع آب خوبی هستند را اولویت‌بندی کرد و به سمت شرایط مطلوب سوق داد. شکل ۹ منحنی پاسخ متغیر فاصله از منابع آبی را نشان می‌دهد. هرچه فاصله از منابع آبی بیش‌تر می‌شود احتمال حضور و مشاهده قوچ و میش‌ها در فصل تابستان کاهش می‌یابد.

ولی طبق آزمون جک نایف در MAXENT متغیر ارتفاع به‌عنوان مهم‌ترین عامل در این فصل شناخته شد. رابطه مثبت قوچ و میش با ارتفاعات بالاتر در فصل تابستان ممکن است پیشنهادی برای رفتار مهاجرتی گونه‌ها و نوعی سازگاری برای مقابله با تغییرات درجه حرارت باشد و آب و هوای خشک منطقه در تابستان باعث شده قوچ و میش‌ها در ارتفاعات بالاتر به‌سر ببرند. با توجه به نقشه مطلوبیت زیستگاه به‌دست آمده در فصل تابستان، بیش‌ترین مساحت زیستگاه مطلوب (۱۱۰۵۱ هکتار) در ارتفاع ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ متری قرار دارند.

براساس نتایج به‌دست آمده از مدل‌سازی، متغیر ارتفاع به‌عنوان دومین عامل مهم در افزایش تناسب زیستگاه و پیش‌بینی مناطق مساعد حضور قوچ و میش‌ها در فصل پاییز شناخته شد. با توجه به نقشه مطلوبیت زیستگاه به‌دست آمده در فصل پاییز، بیش‌ترین مساحت زیستگاه مطلوب (۱۲۹۴۲ هکتار) در ارتفاع ۱۴۰۰ تا ۱۸۰۰ متری قرار دارد. در این فصل با توجه به رفتار مهاجرتی گونه، ارتفاعات ملایم‌تری را مورد استفاده قرار می‌دهد و از آن‌جایی‌که فصل پاییز فصل جفت‌گیری و فصل مهمی برای آن‌ها است و در اواسط پاییز این دوره شروع می‌شود طبق آزمون جک نایف در MAXENT از دامنه‌های شیب‌دار استفاده می‌کنند.

در نهایت با درنظر گرفتن نواحی مورد استفاده توسط قوچ و میش‌ها و نواحی که در مدل‌ها مناسب تشخیص داده شده‌اند (در چهار فصل) نتیجه‌گیری می‌شود که زیستگاه فعلی برای قوچ و میش‌ها در پناهگاه حیات وحش دره انجیر بیش از آن‌چه که هم اکنون توسط این گونه از جانوران استفاده می‌شود، مطلوب می‌باشد. چنان‌چه این نواحی به شکل مناسبی مدیریت شود، می‌تواند بیش‌تر از حداکثر تعداد قوچ و میش که تا امروز در این منطقه وجود داشته است را حفاظت نماید.



شکل۹: منحنی پاسخ متغیر فاصله از منابع آب در فصل تابستان

همچنین می‌توان گفت انجام این مطالعه در سایر زیستگاه‌ها شاید طیفی از نتایج متفاوت نسبت به نتایج این تحقیق به‌دست آید و دانش بیش‌تر در مورد خصوصیات اکولوژیکی قوچ و میش از جمله انتخاب مجموعه‌ای بهتر از پیش‌بینی کننده‌ها، ممکن است موجب بهبود و توسعه این مدل در آینده شود.

منابع

۱. **پهلوانی، ع.، ۱۳۸۳.** ارزیابی زیستگاه قوچ و میش اوریال پارک ملی گلستان. مجله محیط شناسی. دوره ۳۰، شماره ۳۵، صفحات ۱ تا ۸.

۲. **زمانی، ن.، ۱۳۸۹.** بررسی و مقایسه عادات غذایی یوزپلنگ آسیایی در دو پناهگاه حیات وحش نایبندان و دره انجیر در استان یزد. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تهران. ۹۶ صفحه.

۳. **شرکت مهندسین مشاور جامع ایران. ۱۳۸۸.** مطالعات طرح مدیریت پناهگاه حیات وحش دره انجیر. گزارش شماره ۴ (اقلیم و آب و هوا). ۱۷۸ صفحه.

۴. **شرکت مهندسین مشاور جامع ایران. ۱۳۸۸.** مطالعات طرح مدیریت پناهگاه حیات وحش دره انجیر. گزارش شماره ۶ (پوشش گیاهی). ۱۶۹ صفحه.

۵. **شرکت مهندسین مشاور جامع ایران. ۱۳۸۸.** مطالعات طرح مدیریت پناهگاه حیات وحش دره انجیر. گزارش شماره ۲ (زمین شناسی و ژئومورفولوژی). ۱۵۱ صفحه.

۶. **عابدینی، م.، ۱۳۸۸.** شناسنامه پناهگاه حیات وحش دره انجیر. اداره کل حفاظت محیط زیست استان یزد. ۷۸ صفحه.

7. **Anderson, M.C.; Watts, J.M.; Freilich, J.E.; Yool, S.R.; Wakefield, G.I.; Mccaulery, J.F. and Fahnestock, A., 2000.** Regression-tree modeling of desert tortoise habitat in the centeral Mojave. Ecological Applications. Vol. 10, pp: 890-900.

8. **Baldwin, R.A., 2009.** Use of maximum entropy modeling in wildlife research. Entropy. Vol. 11, pp: 854-855.

9. **Cardenas, A.S.; Cardenas, I.G.; Dmaz, S.; Tessaro, P.G. and Gallina, S., 2001.** The variables of physical habitat selection by the desert bighorn sheep (*Ovis canadensis weemsi*) in the Sierra del Mechudo, Baja California Sur, Mexico. Journal of Arid Environments. Vol. 49, pp: 357–374.

10. **Chefaoui, R.M.; Hortal, J. and Lobo, J.M., ۲۰۰5.** Potential distribution modeling, niche characterization and conservation status assessment using GIS tools: a case study of Iberian Copris species. Biological Conservation. Vol. ۱۲۲, pp: ۳۳۸-۳۲۷.

11. **Fielding, A.H. and Bell, J.F., ۱۹۹۷.** A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence /absence models. Environmental Conservation. Vol. ۲٤, pp: ٤۹-۳۸.

12. **Giovanelli, J.G.R.; De Siqueira, M.F.; Haddad, C.F.B. and Alexandrino, J., ۲۰۱۰.** 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. ۲۲۱, pp: 215-224.

13. **Goljani, R., 2009.** Suitability Determination of Wildsheep Habitats in Khojir & Sorkhe hesar. Environment College. Science & Reaserch Beranch .Islamic Azad University.155 p.

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

147-186.

15. **Hoffman, J.D.; Narumalani, S.; Mishra, D.R.; Merani, P. and Wilson, R.G., ٢٠٠٨.** Predicting potential occurrence and spread of invasive plant species along the North Platte River, Nebraska. Invasive Plant Science and Management. Vol. 1, No. 4, pp: 359-367.
16. **Kermani Alghoreishi, Z., 2002.** Determination of ecological requirement of Ovis orientalis in Khojir & Sorkhe Hesar. M.S. Thesis. Department of Natural Resources, Tehran University. 123 p.
17. **Leung, B.; Lodge, D.M.; Finnoff, D.; Shogren, J.F.; Lewis, M.A. and Lamberti, G., ٢٠٠٢.** An ounce ofprevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. The Royal Society. pp: ٢٤٠٧–٢٤١٣.
18. **Levins, R., 1966.** The strategy of model building in population ecology. American. Scientist. Vol. 421, pp: 421-431.
19. **Mack, E.L.; Firbank, L.G.; Bellary, P.E.; insley, S.A.H. and Veitch, N., 1997.**The comparison of remotely sensed and ground-based habitat area data using species-area models.Applid ecology. Vol. 34, pp: 1222-1228.
20. **Maleki Najafabadi, S., 2008.** Determination of habitat parameters of Ovis orientalis Isphahanica by GIS. M.S. Thesis. Isfahan University of Technology. 98 p.
21. **Naturalium, R., ٢٠٠٩.** The impact of habitat fragmentation by anthropogenic infrastructures on wolves (*Canis lupus*). PhD Thesis. Biology and Biotechnology group. Ruhr-University of Bochum. ١١٥ p.
22. **Omidi, M.; Kaboli, M.; Karami, M.; Salman Mahini, A. and Hasanzadeh Kiabi, B., 2010.** Habitat suitability modelin of Panthera pardus saxicolor by ENFA in Kolahghazi. Journal of environment sicence and technology. Vol. 12, No. 1, PP: 137-148.
23. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., ٢٠٠٦.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling. Vol. ١٩٠, pp: 259-231.
24. **Salman Mahini, A., 1995.** Touran Habitat Assesment. M.S. Thesis. Department of Natural Resources, Tehran University. 113 p.
25. **Thorn, J.S.; Nijman, V.; Smith, D. and Nekaris, K.A.I., ٢٠٠٩.** Ecological niche modeling as a technique for assessing threats and setting conservation priorities for Asian slow lorises (Primates: Nycticebus). Diversity Distribution. Vol. ١٥, pp: 289-298.
26. **Titeux, N.; Dufrene, M.; Radoux, J.; Hirzel, A. and Defourny, P., 2001.** Fitness-related parameters improve presence-only distribution modelling for conservation practice: The case of the red-backed shrike. Biological conservation. Vol. 138, pp: 207-223.
27. **Traill, L.W. and Bigalke, R.C., 2001.** Presence-only habitat suitability model for large grazing African ungulates and its utility for wildlife management. PhD Thesis. Conservation Ecology Department, University of Stellenbosch. 89 p.
28. **Treves, A.; Jurewicz, R.R.; Naughton-Treves, L.; Rose, R.A.; Willging, R.C. and Wydeven, A.P., ٢٠٠٢.** Wolf depredation on domestic animals: control and compensation in Wisconsin. Wildlife Society Bulletin. Vol. ٣٠, pp: 231-241.
29. **Vantoor, M.L.; Jaberg, C. and Safi, K., ٢٠١١.** Integrating sex-specific habitat use for conservation using habitat suitability models. Animal Conservation. Vol. 14, pp: 512-520.
30. **Whiting, J.C.; Flinders, J.T. and Ogborn, G.L., 2001.** GIS Winter and Lambing Range Habitat Models for Reintroducing Bighorn Sheep in North Central Utah. Biological conservation. Vol. 138, pp: 207-223.
31. **Wilting, A.; Cord, A.; Hearn, A.J.; Hesse, D.; Mohamed, A.; Traeholdt, C.; Cheyne, S.M.; Sunarto, S.; Jayasilan, M.A.; Ross, J.; Shapiro, A.C.; Sebastian, A.; Dech, S.; Sanderson, C.; Sanderson, J.; Duckworth, J.W. and Hofer, H., ٢٠١٠.** Modelling the species distribution of flat-headed cats (*Prionailurus planiceps*), an endangered south-east Asian small felid. Plos One. Vol. 5, No. 3, pp: 9612-9622.