



Original Research Paper

Investigating the overlap of Persian leopard (*Panthera pardus saxicolor*) habitat with its prey (Case study: Sang-e Mes Protected Area)

Fatemeh Bahadori Amjaz¹, Maryam Morovati^{1,2*}, Mina Behnood¹, Nader seyedi³

¹ Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

² Medicinal and Industrial Plants Research Institute, Ardakan University, Ardakan, Iran

³ Conservation Unit, Kerman General Department of Environmental Protection, Kerman, Iran

Key Words

Overlap
Habitat suitability
Persian leopard
Sang-e Mes Protected Area

Abstract

Introduction: The Persian leopard is the largest feline in Iran and lives in most parts of the country, except for desert areas. Awareness of the habitat needs of this species is one of the requirements of wildlife management.

Materials & Methods: The aim of this study was to study the overlap between the habitat of Iranian leopard with its preys (including wild goat and chinkara (Indian gazelle)) in order to prepare the habitat suitability map of these species in the protected area of Sang-e Mes using the maximum entropy method (in Maxent software). The data used to prioritize the habitats include the species presence points based on field observations as well as the environmental variables affecting the species distribution (9 variables for each species).

Result: The results showed the AUC (Area under the ROC Curve) of 0.824 for Persian leopard, 0.787 for wild goat, and 0.740 for Indian gazelle. According to Jackknife analysis, the variables of elevation, rainfall, distance from river, distance from road, and temperature for the Persian leopard, and distance from food sources and slope for the wild goat, and distance from river and temperature for the Indian gazelle provided the most information to the model.

Conclusion: According to the calculations, 45.19% of the suitable habitats of Persian leopard have overlaps with the habitat of the wild goat. The least overlap was reported with the species of Indian gazelle (8.51%).

* Corresponding Author's email: mymorovati@ardakan.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی میزان هم‌پوشانی زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) با طعمه‌های آن (مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده سنگ مس)

فاطمه بهادری/مجری^۱، مریم مروتی^{۱*}، مینا بهنود^۱، نادر سیدی^۲

^۱ گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

^۲ پژوهشکده گیاهان دارویی و صنعتی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

^۳ یگان حفاظت، اداره کل حفاظت محیط زیست کرمان، کرمان، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

هم‌پوشانی

مطلوبیت زیستگاه

پلنگ ایرانی

منطقه حفاظت شده

سنگ مس

مقدمه: پلنگ ایرانی بزرگ‌ترین گربه‌سان ایران است که در اکثر نواحی ایران، به‌جز مناطق کویری زندگی می‌کند. آگاهی از نیازمندی‌های زیستگاهی این گونه یکی از ملزومات مدیریت حیات‌وحش محسوب می‌شود.

مواد و روش‌ها: این پژوهش با هدف مطالعه هم‌پوشانی زیستگاه گونه پلنگ ایرانی با زیستگاه طعمه‌هایش (از جمله: کل و بز و جبیر) و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه این گونه‌ها در منطقه حفاظت شده سنگ مس، با روش حداکثر آنتروپی بیشینه (Maxent) انجام شد. داده‌های مورد استفاده برای تعیین اولویت انتخاب زیستگاه شامل: مجموعه نقاط حضور گونه براساس مشاهدات میدانی و هم‌چنین متغیرهای زیست محیطی موثر بر پراکنش گونه (برای هر گونه ۹ متغیر) است.

نتایج: صحت مدل به‌دست آمده از نتایج، حد استاندارد بالا ($AUC = 0/824$) برای گونه پلنگ، $AUC = 0/787$ برای گونه کل و بز و $AUC = 0/740$ برای گونه جبیر) را نشان می‌دهد. براساس تحلیل جک‌نایف نیز متغیرهای ارتفاع، بارندگی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده و دما برای گونه پلنگ ایرانی، متغیرهای فاصله از منابع غذایی و شیب برای گونه کل و بز، متغیرهای فاصله از رودخانه و دما برای گونه جبیر، بیش‌ترین اطلاعات را در اختیار مدل قرار داده است.

نتیجه‌گیری و بحث: طبق محاسبات انجام شده، ۴۵/۱۹ درصد از زیستگاه‌های مطلوب پلنگ ایرانی، با زیستگاه گونه کل و بز هم‌پوشانی دارد، اما با گونه جبیر کم‌ترین هم‌پوشانی (۸/۵۱ درصد) را داراست.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mymorovati@ardakan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۷ تیر ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۲۳ شهریور ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۵ مهر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳ آبان ۱۳۹۹

(DOI): 10.22034/aej.2021.135129

مقدمه

جهان شناخته شده است (فرهادی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۷). این جانوران نادر بخشی از یک زیستگاه را تشکیل می‌دهند که به یک زنجیره غذایی منجر می‌شود و فقدان آن‌ها چرخه حیاتی بسیاری از گونه‌ها را تحت الشعاع قرار می‌دهد. بنابراین تعیین وضعیت پراکنش گونه‌های حیات وحش و وضعیت زیستگاهی آن‌ها از اهمیت قابل توجهی در مدیریت حیات وحش برخوردار است اما مشکل زمان و بودجه قابل دسترس برای مطالعه گونه‌های حیات وحش در سطح وسیع دشوار و در بعضی موارد غیرممکن است بنابراین روش‌های مدل‌سازی زیستگاه که از سال ۱۹۷۰ تا به امروز در مدیریت حیات وحش مورد استفاده قرار گرفته، ابزاری مناسب برای غلبه بر این مشکل معرفی شده است (امیری و همکاران، ۱۳۸۹؛ روحی و همکاران، ۱۳۹۷). وظیفه مدل‌های ارزیابی مطلوبیت زیستگاه، پیش‌بینی تناسب زیستگاه گونه به‌عنوان یک کارکرد از متغیرهای محیط زیستی می‌باشد. تناسب زیستگاه به عنوان قابلیت یک واحد سرزمین به منظور حمایت بقا و تولیدمثل یک گونه تعریف می‌شود (Amici و همکاران، ۲۰۱۳). مدل‌های ابداع شده بر ۲ نوعند: ۱- مدل‌های وابسته به داده‌های حضور و عدم حضور، ۲- مدل‌های وابسته به داده‌های فقط حضور (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵؛ مروتی و همکاران، ۱۳۹۸). استفاده از مدل‌هایی که فقط نیاز به داده‌های حضور دارند می‌توانند از خطای حاصل از به‌کارگیری داده‌های عدم حضور اشتباه، جلوگیری کرد (نقیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷؛ وصالی و همکاران، ۱۳۹۶). در بین مدل‌های وابسته به داده‌های حضور مدل مکسنت (MAXENT) یا حداکثر بی‌نظمی از لحاظ کارکرد از بهترین روش‌های مدل‌سازی محسوب می‌شود (هماهی و همکاران، ۱۳۹۴). مدل مکسنت از جمله روش‌هایی است که با وجود تعداد کم نقاط حضور توانایی بالایی در پیش‌بینی دارد (نقیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷). هدف از این مطالعه بررسی هم‌پوشانی و ارزیابی زیستگاه پلنگ ایرانی با زیستگاه طعمه‌هایش (کل و بز و جبیر) در منطقه حفاظت شده سنگ مس است.

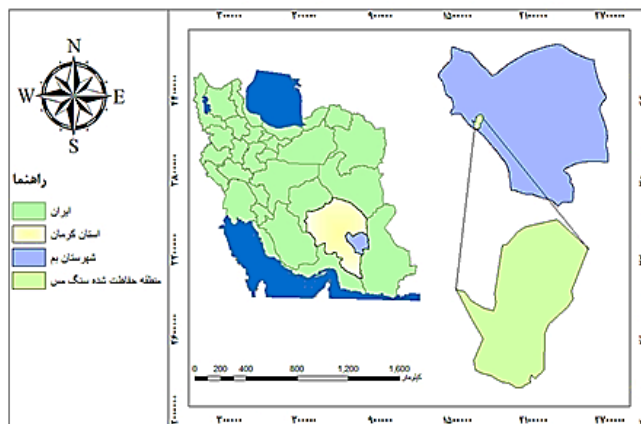
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه حفاظت شده سنگ مس در مختصات $28^{\circ}50'N$ تا $28^{\circ}58'N$ عرض شمالی و $58^{\circ}03'E$ تا $58^{\circ}11'E$ طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. حداکثر ارتفاع ۳۴۰۰ متر مربوط به کوه سنگ مس و حداقل ارتفاع ۱۵۵۰ متر در حوالی دشت تلپور می‌باشد. اقلیم منطقه با توجه به قرارگیری بخش شمالی منطقه در حاشیه کویر گرم و خشک لوت و بخش جنوبی در نواحی کوهستان، خیلی خشک، نیمه گرم تا خنک بوده و دارای تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های معتدل می‌باشد. منطقه حفاظت شده سنگ مس در ۲۰۵ کیلومتری جنوب شرق مرکز استان کرمان و در ۲۰

امروزه شاهد تخریب و تکه‌تکه شدن زیستگاه‌های طبیعی در نتیجه عوامل انسانی هستیم (Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۵؛ چراغی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Hindmarch و همکاران، ۲۰۱۷). تخریب زیستگاه‌های طبیعی تهدیدی جدی برای کاهش عمده تنوع زیستی در جهان است (Ashrafzadeh و همکاران، ۲۰۲۰؛ Hosseini و همکاران، ۲۰۱۹). تجزیه زیستگاه سبب کاهش مساحت و منزوی شدن زیستگاه‌ها شده است. تکه‌تکه شدن زیستگاه موفقیت انتشار و پراکنش گونه‌ها را کاهش، مرگ و میر را افزایش و تنوع ژنتیکی را کاهش می‌دهد (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷؛ رضایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ الماسیه و همکاران، ۱۳۹۸). در این میان پستانداران بزرگ‌جثه به‌ویژه گوشت‌خواران بیش از سایر گونه‌ها در معرض خطر قرار گرفته‌اند. گوشت‌خواران بزرگ‌جثه به دلیل موقعیت آن‌ها در رأس هرم غذایی به‌طور طبیعی گونه‌های کمیاب محسوب می‌شوند. نیاز غذایی بالای پستانداران گوشت‌خوار موجب افزایش تعارضات میان این گونه‌ها و انسان‌ها در نتیجه آسیب‌پذیری بیش‌تر آن‌ها در سال‌های اخیر شده است (هماهی و همکاران، ۱۳۹۴). از جمله مهم‌ترین عوامل تخریب زیستگاه‌های طبیعی و کاهش جمعیت حیات وحش در ایران تبدیل مراتع و جنگل‌ها به اراضی کشاورزی، باغات، اماکن مسکونی، کارخانه‌ها و ایجاد راه‌ها که نتیجه آن کاهش فضای حیاتی حیوانات وحشی، کاهش مهاجرت حیوانات، دسترسی سریع شکارچیان و دامداران به زیستگاه‌های امن آن‌ها است (انصاری، ۱۳۹۸؛ قدوسی و همکاران، ۱۳۸۷). پلنگ دارای یکی از گسترده‌ترین پراکنش‌ها در بین گربه‌سانان بزرگ است. این گونه به‌عنوان یک گونه با زیستگاه عمومی شناخته شده که توانایی زندگی در طیف بزرگی از تیپ‌های زیستگاهی مثل جنگل‌های متراکم، مناطق بوته و درختچه‌ای، مناطق سنگی، علفزارها و حتی مناطق کوهستانی را دارد. در واقع هر جایی که مخفیگاه کافی و طعمه حیوان فراهم باشد (شعاعی و همکاران، ۱۳۹۵). گونه پلنگ ایرانی بزرگ‌ترین زیرگونه پلنگ در دنیا است (رضایی و همکاران، ۱۳۹۵). در غرب آسیا زیرگونه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) از افغانستان و پاکستان تا ایران، قفقاز، ترکیه و عراق پراکندگی دارد (Jacobson، ۲۰۱۶). پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) یکی از مهم‌ترین اعضای خانواده گربه‌سانان به‌عنوان یک گونه چتر در اندازه‌گیری‌های حفاظتی محسوب می‌شود. لازم به ذکر است گونه پلنگ ایرانی کاهش و حتی نیز در بعضی مناطق منقرض شده است (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷؛ Farhadinia و همکاران، ۲۰۱۵؛ مددی و وارسته‌مرادی، ۱۳۹۸). در طبقه‌بندی اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت در طبقه در خطر انقراض (EN) قرار دارد (Fahimi و همکاران، ۲۰۱۱؛ IUCN، ۲۰۱۵). کشور ایران به‌عنوان عمده‌ترین حوزه پراکنش پلنگ ایرانی در سطح

می‌توان به دو دسته اطلاعات شامل نقاط ثبت حضور گونه و متغیرهای محیط زیستی پیش‌بینی کننده، طبقه‌بندی کرد. نقاط حضور گونه در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۷ با بازدید میدانی و براساس مشاهدات مستقیم و با همکاری کارشناسان و محیط‌بانان منطقه و دوربین تله‌ای‌های موجود در منطقه تعیین شدند که شامل ۴۲ نقطه برای گونه پلنگ، ۵۸ نقطه برای گونه کل و بز و ۳۸ نقطه برای گونه جبیر با استفاده از دستگاه GPS ثبت شد. نقاط به‌دست آمده در برنامه ۲۰۱۶ Exel با فرمت csv ذخیره و وارد نرم‌افزار مکسنت شد. با توجه به بررسی‌های انجام شده متغیرهای محیطی پیش‌بینی کننده که برای گونه پلنگ ایرانی انتخاب شدند شامل ارتفاع، شیب، دما، فاصله از روستا، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، بارندگی، فاصله از طعمه، پوشش گیاهی، و برای گونه کل و بز شامل ارتفاع، شیب، دما، فاصله از روستا، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، فاصله از منابع غذایی، بارندگی، پوشش گیاهی، و برای گونه جبیر شامل ارتفاع، شیب، دما، فاصله از روستا، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، فاصله از منابع غذایی، بارندگی، پوشش گیاهی می‌باشد. نقشه ارتفاع، حاصل مدل رقومی ارتفاعی با دقت ۳۰ متر از سایت usgs، نقشه شیب و دما، حاصل از نقشه ارتفاعی، و نقشه‌های فاصله از روستا، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، فاصله از منابع غذایی، بارندگی، فاصله از طعمه، پوشش گیاهی، که از سازمان محیط زیست و منابع طبیعی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شده است. باید توجه داشت آنالیز MaxEnt نیاز به متغیرهایی دارد که با هم همبستگی نداشته باشند یا میزان همبستگی آن‌ها با هم کم باشد. چنان‌چه دو یا چند متغیر دارای همبستگی بیش از ۰/۸ باشند حذف یکی از آن‌ها از فهرست متغیرهای وارد شونده به آنالیز MaxEnt الزامی است. جهت بررسی میزان همبستگی داده‌ها در نرم‌افزار ArcGIS 10.3، از دستور Multivariate Tools Spatial Analyst استفاده شد، از آنجایی که در این پژوهش میزان همبستگی بین متغیرهای محیطی کم‌تر از ۰/۸ بود هیچ کدام از آن‌ها از آنالیز حذف نشدند. این لایه متغیرها، به شکل رستری و با فرمت Ascii به نرم‌افزار Maxent 3.3.e وارد شدند. بدین گونه که تعداد ۱۰ تکرار برای اجرای مدل در نظر گرفته شد. برای ارزیابی نتایج مدل از رویکرد Cross validate و داده‌های test به صورت تصادفی استفاده شد. تعداد ۱۰۰۰۰ نقطه از نقاط پس‌زمینه به‌عنوان نقاط عدم حضور (عدم حضور کاذب) و باقی تنظیمات نرم‌افزار در حالت اولیه خود باقی ماندند. به‌طور کلی، به‌منظور ارزیابی نتایج به‌دست آمده از مدل، از سطح زیرمنحنی و برای تفسیر سهم هر یک از متغیرها در تعیین توزیع گونه از آزمون جک نایف و منحنی‌های عکس‌العمل استفاده می‌شود. AUC 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، مدل بهتری به‌دست می‌آید (مروتی و همکاران، ۱۳۹۳).

کیلومتری جنوب شهرستان بم واقع و از سال ۱۳۸۹ به‌عنوان منطقه حفاظت شده تعیین گردید (مروتی و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

گونه مورد مطالعه: گونه پلنگ (*Panthera pardus saxicolor*)

جزو راسته Carnivora، خانواده Felidae و جنس *Panthera* می‌باشد. گونه پلنگ دارای جثه‌ای بزرگ، بدنی عضلانی ولی نرم و قابل انعطاف، سری پهن، گوش‌های کوچک و گرد دارد. دست و پا نسبتاً کوتاه با پنجه‌های پهن و ناخن‌های تیز و بلند، موهای نرم و کوتاه دارد. رنگ موهای پشت سفید تا کرم متمایل به نارنجی، زیر بدن کرم متمایل به نارنجی، زیر بدن کرم متمایل به خاکستری است. سطح پشت و پهلوها از خال‌های تو خالی وجود دارد. سر، گردن، روی دست‌ها و پاها و زیر بدن از خال‌های توپر پوشیده شده است. هر چه به مناطق شرقی و شمال‌شرقی کشور نزدیک‌تر شویم رنگ زمینه بدن سفیدتر و جثه بزرگ‌تر می‌شود (ضیایی، ۱۳۹۰).



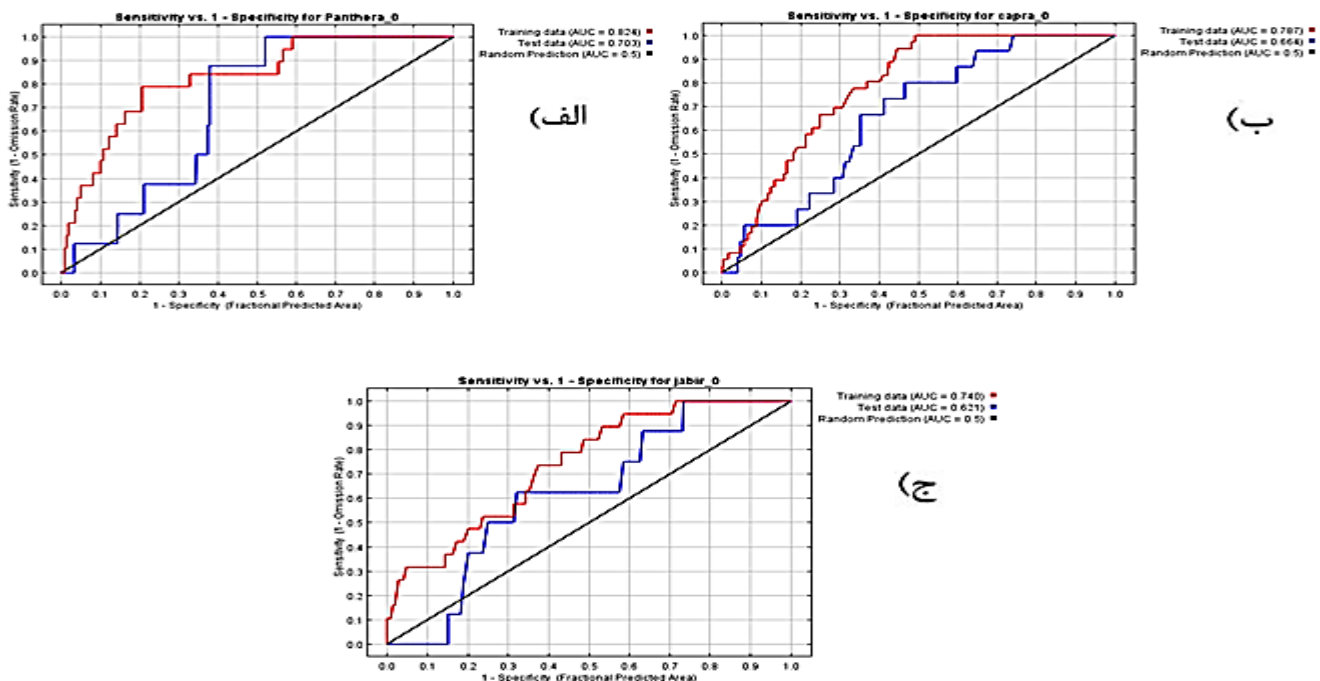
شکل ۲: عکس دوربین تله‌ای از پلنگ ایرانی در منطقه حفاظت شده سنگ مس (سازمان حفاظت محیط‌زیست شهرستان بم، ۱۳۹۹)

روش کار: در این تحقیق برای تهیه مدل مطلوبیت زیستگاه گونه پلنگ، کل و بز و جبیر از روش حداکثر آنتروپی در نرم‌افزار Maxent و هم‌چنین از نرم‌افزار Arc GIS 10.3 برای تعیین همبستگی و نیز ساخت لایه‌های اطلاعاتی برای ورود به نرم‌افزار Maxent استفاده گردید. اطلاعات موردنیاز برای تجزیه و تحلیل در نرم‌افزار مکسنت را

نتایج

کل و بز و متغیرهای فاصله از جاده و فاصله از رودخانه برای گونه جبیر مهم‌ترین متغیرهای تأثیر گذار بر حضور گونه هستند. هم چنین متغیرهای بارندگی و فاصله از روستا برای گونه پلنگ، متغیرهای بارندگی و ارتفاع برای گونه کل و بز و متغیرهای شیب و بارندگی برای گونه جبیر کم‌ترین تأثیر بر حضور گونه در منطقه مورد مطالعه دارند (جدول ۱). در نمودار مربوط به آزمون جک نایف رنگ آبی نشان‌دهنده تأثیر متغیر مورد استفاده به تنهایی در ساخت مدل می‌باشد، رنگ سبز نشان‌دهنده کنار گذاشتن آن متغیر از مدل و رنگ قرمز نشان‌دهنده تأثیر همه متغیرها در ساخت مدل می‌باشد. طبق نتایج این آزمون متغیر ارتفاع برای گونه پلنگ ایرانی (شکل ۴-الف)، متغیر فاصله از منابع غذایی برای گونه کل و بز (شکل ۴-ب)، متغیر فاصله از رودخانه برای گونه جبیر (شکل ۴-ج) مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه این سه گونه شناخته شد.

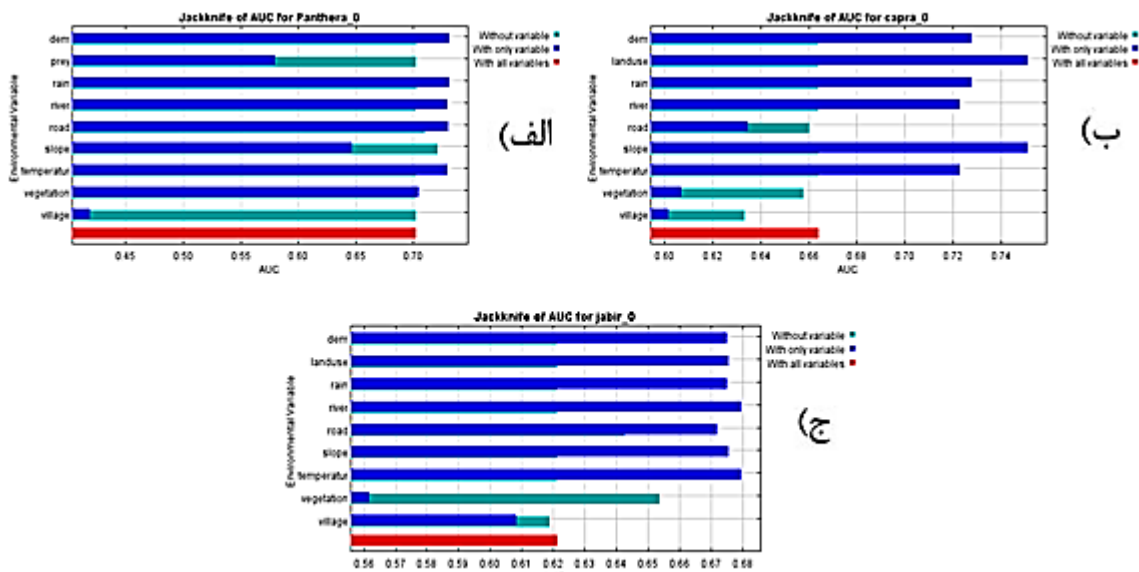
با استفاده از مدل مکسنت پتانسیل مطلوبیت زیستگاه گونه‌های مورد مطالعه در منطقه حفاظت شده سنگ مس پیش‌بینی شد. برای ارزیابی عملکرد مدل از سطح زیر نمودار AUC به دست آمده از منحنی ROC استفاده شد. در این مطالعه مقدار شاخص سطح زیر منحنی AUC= ۰/۸۲۴ برای گونه پلنگ (شکل ۳-الف)، AUC= ۰/۷۸۷ برای گونه کل و بز (شکل ۳-ب) و AUC= ۰/۷۴۰ برای گونه جبیر (شکل ۳-ج) بیانگر قدرت پیش‌بینی بسیار خوب مدل برای زیستگاه گونه‌های مورد مطالعه است. نتایج حاصل از بررسی اهمیت نسبی متغیرها بر حضور گونه‌های پلنگ، کل و بز و جبیر در منطقه مورد مطالعه نشان داد که متغیرهای پوشش گیاهی و فاصله از رودخانه برای گونه پلنگ، متغیرهای پوشش گیاهی و فاصله از جاده برای گونه



شکل ۳: منحنی ROC و مقدار AUC خروجی مدل مکسنت برای سه گونه مورد مطالعه

جدول ۱: میزان تأثیرگذاری و درصد نسبی متغیرهای محیط زیستی در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه‌های مورد مطالعه

گونه	پوشش گیاهی	فاصله از رودخانه	شیب	فاصله از طعمه	ارتفاع	فاصله از جاده	دما	بارندگی	فاصله از روستا	فاصله از منابع غذایی
پلنگ	۴۷/۹	۲۹	۱۳	۷/۳	۱/۵	۱/۱	۰/۲	۰	۰	۰
	۱۴/۵	۵	۴۳/۴	۲۴	۰/۷	۱۲/۵	۰	۰	۰	۰
کل و بز	۹۵/۲	۰	۰	۰	۰	۳/۴	۰	۰	۱/۳	۰/۲
	۷۷/۲	۰	۰	۰	۰	۲۱/۹	۰	۰	۰/۴	۰/۴
جبیر	۹/۵	۳۱/۱	۰/۲	۹/۶	۳۶/۵	۵/۸	۰/۱	۶/۵	۰/۶	۰/۶
	۷/۷	۰	۰	۷۰/۴	۲۰/۲	۰	۰	۰/۱۶	۱	۱



شکل ۴: نتایج آزمون جک نایف برای اهمیت متغیرهای محیط زیستی گونه‌های مورد مطالعه

با توجه به اهمیت طعمه‌های مطلوب در پراکندگی، لازم است تا به هم‌پوشانی زیستگاه مطلوب پلنگ ایرانی با زیستگاه طعمه‌ها (کل و بز و جیبر) اشاره کرد. طبق نتایج جدول ۳ به‌وضوح می‌توان به اهمیت گونه کل و بز به‌عنوان طعمه مورد علاقه پلنگ ایرانی پی برد. طبق محاسبات انجام شده، ۴۵/۱۹ درصد از زیستگاه‌های مطلوب پلنگ ایرانی، با زیستگاه گونه کل و بز هم‌پوشانی دارد، اما با گونه جیبر کم‌ترین هم‌پوشانی (۸/۵۱ درصد) را داراست.

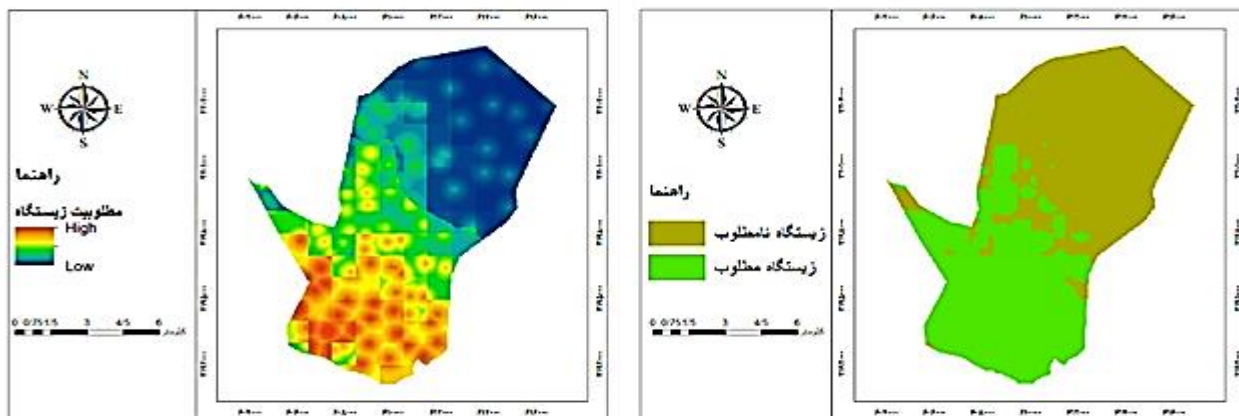
جدول ۳: درصد هم‌پوشانی زیستگاه مطلوب پلنگ و زیستگاه طعمه‌ها

نام گونه	درصد هم‌پوشانی
کل و بز	۴۵/۱۹
جیبر	۸/۵۱

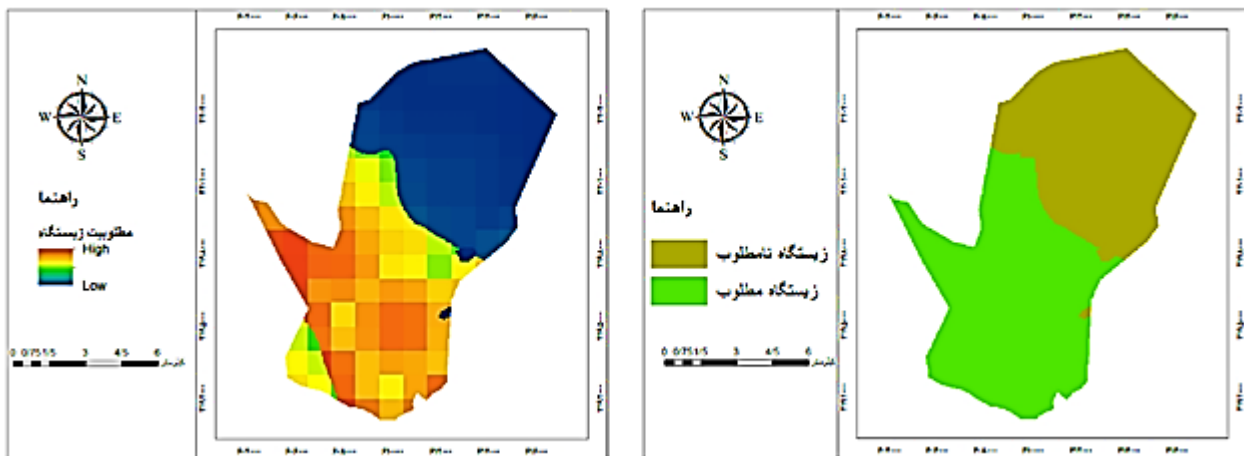
شکل‌های ۵، ۶ و ۷ نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه پلنگ، گونه کل و بز و گونه جیبر را نشان می‌دهند با توجه به خروجی مدل مساحت زیستگاه مطلوب برای گونه پلنگ ۴۵/۴ درصد، برای گونه کل و بز ۵۵ درصد و برای گونه جیبر ۵۸/۵۵ درصد محاسبه شد (جدول ۲).

جدول ۲: مساحت و درصد زیستگاه مطلوب و نامطلوب گونه‌های مورد مطالعه در منطقه حفاظت شده سنگ مس

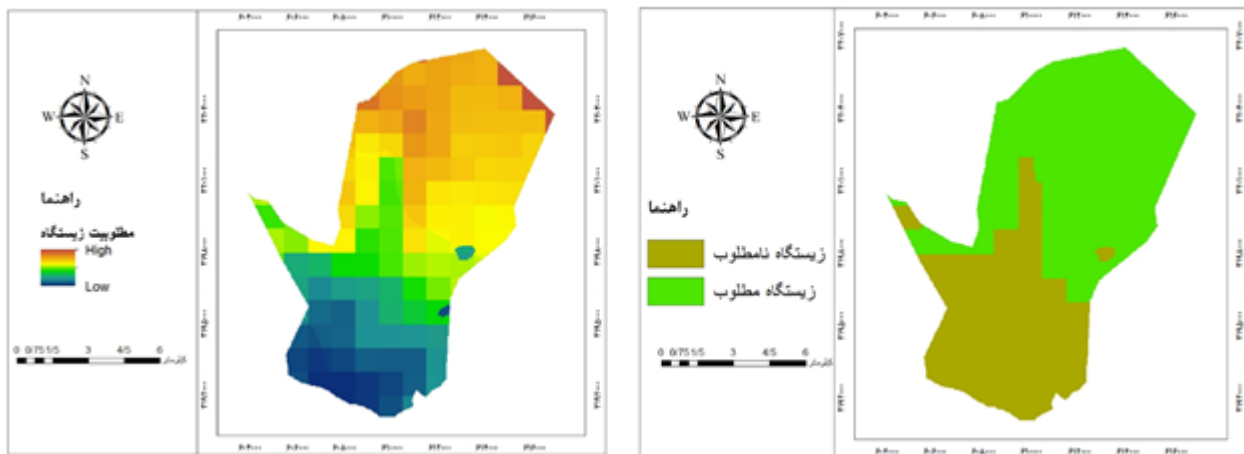
زیستگاه مطلوب (هکتار)	زیستگاه نامطلوب (هکتار)	زیستگاه مطلوب (درصد)	زیستگاه نامطلوب (درصد)	زیستگاه گونه
۴۶۸۳/۴	۵۶۳۳/۱۴	۴۵/۴	۵۴/۶	پلنگ
۵۵۹۹/۷۹	۴۷۱۷/۱۴	۵۵	۴۵	کل و بز
۶۰۴۰/۷۱	۴۲۷۵/۴۷	۵۸/۵۵	۴۱/۴۵	جیبر



شکل ۵: نقشه پیوسته و گسسته مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی در منطقه مورد مطالعه



شکل ۶: نقشه پیوسته و گسسته مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه مورد مطالعه



شکل ۷: نقشه پیوسته و گسسته مطلوبیت زیستگاه جبیر در منطقه مورد مطالعه

بحث

استفاده شده است. در این مطالعه براساس نتایج حاصل از آزمون جک نایف مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاهی گونه پلنگ ایرانی متغیر ارتفاع شناخته شد. در صورتی که با توجه به نتایج مطالعه مددی و وارسته‌مرادی (۱۳۹۷) متغیر پراکنش طعمه در پارک ملی و ذخیره‌گاه زیست‌کره گلستان و مطالعه شعاعی و همکاران (۱۳۹۵) متغیر فاصله از جاده در پارک ملی تندوره از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه گونه پلنگ شناخته شده است. هم‌چنین براساس نتایج آزمون جک‌نایف برای گونه کل و بز، متغیر فاصله از منابع غذایی به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور در پراکنش گونه معرفی شد. در صورتی که در نتایج مطالعه حسینی و همکاران (۱۳۹۵) متغیر شیب در استان گلستان و طبق مطالعه میرسنجری و سخنگو (۱۳۹۶) متغیر فاصله از مناطق صخره‌ای در منطقه حفاظت شده دنا به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور برای گونه کل و بز معرفی شده است. در این مطالعه نتایج آزمون جک‌نایف برای گونه جبیر مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاهی

مدل‌سازی برای زیستگاه و تهیه نقشه مطلوبیت آن، یکی از راه‌های کسب اطلاعات و به‌دست آوردن شناخت از فعالیت و رفتار، انتخاب زیستگاه و نوع عملکرد گونه در آن زیستگاه می‌باشد. در واقع با مشخص شدن زیستگاه‌های مطلوب و منابع جذب و دفع گونه و تعیین عوامل مطلوب و نامطلوب در حضور و پراکنش گونه در یک زیستگاه می‌توان برنامه‌های حفاظتی و حمایتی ویژه‌ای را مناسب با عملکرد آن گونه در آن زیستگاه برای حفاظت از گونه مورد نظر و مدیریت زیستگاه آن طراحی نمود. در این مطالعه با استفاده از متغیرهای محیط‌زیستی و داده‌های حضور گونه، مدل مطلوبیت زیستگاه برای گونه‌های پلنگ، کل و بز و جبیر در منطقه حفاظت شده سنگ مس با استفاده از روش حداکثر آنتروپی که یکی از بهترین روش‌های مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه است و حتی در نمونه‌های کوچک نیز بسیار کارآمد است،

پژوهش حاضر کمال همکاری را داشته‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. ابراهیمی، ا.؛ فراشی، آ. و راشکی، ع.، ۱۳۹۸. هم‌پوشانی زیستگاه پلنگ ایرانی با زیستگاه گوسفند وحشی و بز وحشی در ایران. مجله زیست‌شناسی جانوری تجربی. سال ۸، شماره ۳، صفحات ۱۲۱ تا ۱۳۴.
۲. امیری، م.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م.؛ سلمان ماهینی، ع. ر. و حسن زاده کیابی، ب.، ۱۳۹۸. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) به روش تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی (ENFA) در پارک ملی کلاه قاضی، استان اصفهان. علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۲، شماره ۱، صفحات ۱۳۹ تا ۱۴۸.
۳. انصاری، ا.، ۱۳۹۸. پیش‌بینی فضایی تغییرات زیستگاه منطقه حفاظت شده هفتاد قله در استان مرکزی ایران. بوم‌شناسی کاربردی. سال ۸، شماره ۲، صفحات ۳۱ تا ۴۵.
۴. جمشیدی، ر.؛ ایمانی هرسینی، ج.؛ رضانی، م. و ریاضی، ب.، ۱۳۹۷. تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش زیستگاه‌های مطلوب جمعیت‌های جبیر (*Gazella benettii*) در پارک ملی کویر. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۱، شماره ۴، صفحات ۱۵ تا ۲۲.
۵. چراغی، ف.؛ دلاور، م. ر.؛ امیراصلاتی، ف. و علوی پناه، ک.، ۱۳۹۷. بوم‌شناسی حرکت یوز آسیایی و پلنگ ایرانی در منطقه حفاظت شده بافق با ویژگی‌های محیطی. محیط‌شناسی. دوره ۴۴، شماره ۲، صفحات ۳۳۲ تا ۳۴۴.
۶. حسینی، م.؛ ریاضی، ب.؛ شمس‌اسفندآبادی، ب. و نادری، م.، ۱۳۹۵. ارزیابی زیستگاه کل و بز در استان گلستان. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۲، صفحات ۹ تا ۱۶.
۷. رضایی، ع.؛ کابلی، م.؛ اشرفی، س. و اکبری، ح.، ۱۳۹۵. تعیین پهنای آشیان بوم‌شناختی غذایی پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) در منطقه حفاظت شده کوه بافق. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۸، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۸.
۸. روحی، ح.؛ تحسینی، ه.؛ سلمان‌ماهینی، ع. ر. و رضایی، ح.، ۱۳۹۷. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) در پناهگاه حیات‌وحش خوش‌بیلان با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۰، شماره ۴، صفحات ۱۳ تا ۲۲.
۹. شعاعی، ا.؛ قلی‌پور، م.؛ رضایی، ح. و یارمحمدی بربرستانی، ث.، ۱۳۹۵. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*, Pocock 1927) با روش آنتروپی بیشینه (Maxent) در پارک ملی تندوره طی فصول تابستان و پاییز. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۱، صفحات ۲۱ تا ۳۰.

گونه، متغیر فاصله از رودخانه را نشان داد در صورتی که طبق مطالعه جمشیدی و همکاران (۱۳۹۷) مهم‌ترین متغیر فاصله از منابع آبی (چشمه‌ها و آبشخورها) در پارک ملی کویر برای گونه جبیر شناخته شده است. طبق محاسبات انجام شده، ۴۵/۱۹ درصد از زیستگاه‌های مطلوب پلنگ ایرانی، با زیستگاه گونه کل و بز هم‌پوشانی دارد، اما با گونه جبیر کم‌ترین هم‌پوشانی (۸/۵۱ درصد) را داراست. با توجه به علاقه پلنگ و ترجیح این گونه به زیستن در زیستگاه‌های مرتفع، درصد بالای هم‌پوشانی زیستگاهش با کل و بز، کاملاً قابل توجیه است. منطقه حفاظت شده سنگ مس در سه دهه گذشته دارای گله‌های چند صدتایی از قوچ و میش و کل و بز بوده که به علت تخریب زیستگاه و ناامنی‌های منطقه تمامی قوچ و میش‌های آن از بین رفته‌اند، اما با تلاش‌های محیط‌بانان منطقه، جمعیت کل و بز رو به احیاء است. منطقه حفاظت شده سنگ مس از کیفیت بالای پوشش گیاهی و منابع آبی برخوردار هست و می‌تواند نقش مهمی در افزایش تعداد گونه‌های موجود در این منطقه داشته باشد. مطالعات محدودی در رابطه با هم‌پوشانی زیستگاه گونه پلنگ با زیستگاه طعمه‌هایش صورت گرفته است: ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعات خود هم‌پوشانی زیستگاه پلنگ ایرانی با زیستگاه گوسفند وحشی و بز وحشی در ایران با استفاده از روش Maxent به دست آوردند. در این مطالعه با استفاده از متغیرهای پوشش زمین، توپوگرافی، اقلیمی و انسانی، مدل‌سازی جهت پیش‌بینی زیستگاه‌های مناسب پلنگ ایرانی، بز وحشی، گوسفند وحشی اوربال و گوسفند وحشی ارمنی به عنوان طعمه‌های مورد علاقه‌اش، انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد پلنگ ایرانی، بز وحشی، گوسفند وحشی اوربال و گوسفند وحشی ارمنی در ایران، به فاصله از مناطق حفاظتی عکس‌العمل قابل توجهی نشان می‌دهند و فاصله گرفتن آن‌ها از مناطق حفاظتی، از مناسب بودن زیستگاهشان می‌کاهد. هم‌چنین زیستگاه پلنگ ایرانی با سه طعمه مورد علاقه‌اش هم‌پوشانی معنی‌داری دارد و بیانگر اهمیت حضور این سه گونه در زیستگاه پلنگ ایرانی است. Stevenson Holt و همکاران (۲۰۱۸) هم‌پوشانی پلنگ برفی با چهار طعمه آن (*Capra sibirica*, *Cervus elaphus*, *Ovis ammon* و *Ovis orientalis*) را در قزاقستان با استفاده از روش Maxent و مدل توزیع گونه (SDM) بررسی کردند. نتایج نشان داد زیستگاه پلنگ برفی دارای درجه بالایی از هم‌پوشانی با زیستگاه این گونه دارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری رئیس محترم اداره محیط‌زیست شهرستان بم، جناب آقای عیسی عارف‌کیا که در فرآیند جمع‌آوری داده‌ها در

- پاسخ به متغیرهای محیطی در استان اصفهان. بوم شناسی کاربردی. سال ۴، شماره ۱۳، صفحات ۵۱ تا ۶۳.
21. Amici, V.; Eggers, B.; Geri, F. and Battisti, C., 2013. Habitat suitability and landscape structure: a maximum entropy approach in a Mediterranean Area. Landscape Research. Vol. 20, No. 2, pp: 208-225.
 22. Ashrafzadeh, M.R.; Khosravi, R.; Adibi, M.A.; Taktehrani, A.; YiWan, H. and Cushman, S.A., 2020. A multi-scale, multi-species approach for assessing effectiveness of habitat and connectivity conservation for endangered felids. Biological conservation. Vol. 245, pp: 1-10.
 23. Fahimi, H.; Yusefi, G.H.; Madjzadeh, S.M.; Damangir, A.A.; Sehhatiasabet, M.E. and Khalatbari, L., 2011. Cameratraps reveal use of caves by Asiatic black bears (*Ursus thibetanus gedrosianus*) in southeastern Iran. Journal of Natural History. Vol. 45, No. 37-38, pp: 2363-2373.
 24. Farhadinia, M.S.; Ahmadi, M.; Sharbafi, E.; Khosravi, S.; Alinezhad, H. and Macdonald, D.W., 2015. Leveraging trans-boundary conservation partnerships: Persistence of Persian leopard (*Panthera pardus saxicolor*) in the Iranian Caucasus. Biological conservation. Vol. 191, pp: 770-778.
 25. Hindmarch, S.; Elliott, J. E.; McCann, S. and Levesque, P., 2017. Habitat use by barn owls across a rural to urban gradient and an assessment of stressors including, habitat loss, rodenticide exposure and road mortality. Landscape and Urban Planning. Vol. 164, pp: 132-142.
 26. Hosseini, H.; Farashi AliKhani, A. and Farhadinia, M.S., 2019. Landscape connectivity for mammalian megafauna along the Iran-Turkmenistan-Afghanistan borderland. Nature Conservation. Vol. 52, pp: 1-7.
 27. IUCN. 2015. The IUCN Red List of Threatend Species. Viewed 11 March 2015. <www.iucnredlist.org>.
 28. Jacobson, A.P.; Gerngross, P.; Lemeris Jr, J.R.; Schoonover, R.F.; Anco, C.; Breitenmoser- Würsten, C.; Durant, S.M.; Farhadinia, M.S.; Henschel, P.; Kamler, J.F. and Laguardia, A., 2016. Leopard (*Panthera pardus*) status, distribution, and the research efforts across its range. Peer J. Vol. 4, pp: e1974.
 29. Stevenson Holt, C.D.; Nevin O.T.; Smith, D. and Convery, I., 2018. Environmental niche overlap between snow leopard and four prey species in Kazakhstan. Ecoinf.
 ۱۰. شعاعی، ا. و یارمحمدی بربرستانی، ث.، ۱۳۹۵. رژیم غذایی پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) در پارک ملی تندوره طی فصول تابستان و پاییز. مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست شناسی ایران). جلد ۲۹، شماره ۴، صفحات ۴۲۶ تا ۴۳۴.
 ۱۱. ضیایی، ه.، ۱۳۹۰. راهنمای پستانداران ایران، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. چاپ دوم.
 ۱۲. فرهادی نیا، م. ص.؛ اشرفی، س.؛ فرحمنی، ح.؛ اشرف زاده، م. ر. و کابلی، م.، ۱۳۹۷. تنوع ژنتیکی پایین پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) براساس ژنوم NADH5 میتوکندری. محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران. دوره ۷۱، شماره ۱، صفحات ۷۹ تا ۹۲.
 ۱۳. قدوسی، آ.؛ عشایری، د.؛ مشیری، ح.؛ قدیریان، ط.؛ خالقی حمیدی، ا.؛ قشقایی، ع.؛ حمزه پور، م.؛ ظهراپی، ح.؛ جولایی، ل. و خوروزیان، ا.، ۱۳۸۷. پروژۀ پلنگ ایرانی، گزارش سالیانه ۱۳۸۶-۱۳۸۷. انجمن طرح سرزمین.
 ۱۴. مددی، م. و وارسته مرادی، ح.، ۱۳۹۸. مطلوبیت زیستگاه پلنگ (*Panthera pardus saxicolor*) با استفاده از روش حداکثر آنتروپی در پارک ملی و ذخیره گاه زیست کره گلستان. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۰، شماره ۲، صفحات ۱۱ تا ۲۰.
 ۱۵. مروتی، م.؛ بهنود، م.؛ بهادری امجز، ف. و عارف کیا، ع.، ۱۳۹۸. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه جیبر با استفاده از روش HEP (مطالعه موردی: منطقه حفاظت حفاظت شده سنگ مس). فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۱، شماره ۳، صفحات ۲۱ تا ۲۸.
 ۱۶. مروتی، م.؛ کرمی، م.؛ کابلی، م.؛ روستا، ز. و شرکائی، م.، ۱۳۹۳. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش مهم ترین طعمه یوزپلنگ آسیایی با استفاده از روش حداکثر آنتروپی در پناهگاه حیات وحش دره انجیر در استان یزد. فصلنامه محیط زیست جانوری، سال ۶، شماره ۴، صفحات ۱۳۵ تا ۱۴۹.
 ۱۷. میرسنجری، م. و سخنگو، ف.، ۱۳۹۶. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) در منطقه حفاظت شده دنا با استفاده از الگوریتم آنتروپی بیشینه (MAXENT). فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۱۰، شماره ۲، صفحات ۲۳ تا ۳۰.
 ۱۸. نقیب زاده، ع.؛ رضایی، ن.؛ سرهنگ زاده، ج. و سیدی، ن.، ۱۳۹۷. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه گونه گوسفند وحشی در پناهگاه حیات وحش بوروئیه استان یزد با استفاده از روش حداکثر آنتروپی (MAXENT). فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۲، شماره ۴، صفحات ۷۵ تا ۸۲.
 ۱۹. وصالی، ف.؛ وارسته مرادی، ح. و سلمان ماهینی، ع. ر.، ۱۳۹۶. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) با روش آنتروپی بیشینه در استان گلستان. پژوهش‌های محیط زیست. سال ۸، شماره ۱۵، صفحات ۱۰۱ تا ۱۱۲.
 ۲۰. همایی، م. ر.؛ اسماعیلی، س. و سفیانیان، ع. ر.، ۱۳۹۴. پیش بینی پراکنش یوز پلنگ آسیایی، پلنگ ایرانی و خرس قهوه‌ای در