

## مطلوبیت زیستگاه پلنگ (*Panthera pardus saxicolor*) با استفاده از روش حداکثر آنتروپی در پارک ملی و ذخیره گاه زیست کره گلستان

- میثم مددی\*: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- حسین وارسته مرادی: گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۷

### چکیده

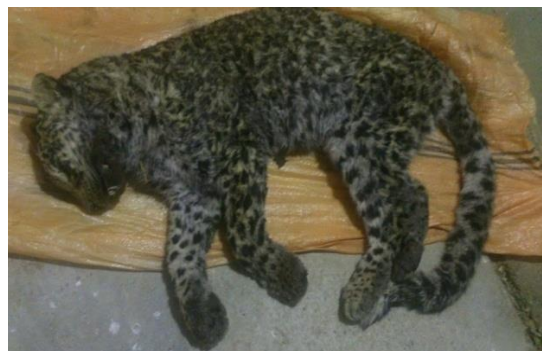
در عصر حاضر تخریب و جدایی زیستگاه اثرات بوم‌شناسی قابل توجهی بر روی گونه‌های حیات وحش به خصوص گونه‌های شاخص و در معرض تهدید به‌جا گذاشته است. در این میان گونه پلنگ توسط اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) در رده حفاظتی، در معرض خطر انقراض (EN) قرار گرفته است. پارک ملی گلستان به‌عنوان اولین پارک ملی ایران، توسط جاده میان‌گذر گرگان-بجنورد، عملاً به دو نیمه شمالی و جنوبی تقسیم گردیده است که موجب تأثیرات شدیدی بر روی مطلوبیت زیستگاه گوشت‌خواران به‌ویژه پلنگ شده است. لذا شناخت عوامل مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه پلنگ به‌عنوان یک ابزار مفید در مدیریت و حفاظت از زیستگاه‌های باقی‌مانده در پارک ملی گلستان، می‌تواند مدیران حفاظت را در مدیریت مؤثر این گونه یاری رساند. در این پژوهش جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ، از روش رویکرد آنتروپی بیشینه و با استفاده از ۱۵ متغیر زیستگاهی و ۷۷ نقطه حضور گونه استفاده شده است. در نهایت پس از استفاده از مدل مکسنت پتانسیل مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی در پارک ملی گلستان پیش‌بینی شد. شاخص AUC به‌دست‌آمده برابر با ۰/۹ بوده است که عدد به‌دست‌آمده بیانگر قدرت پیش‌بینی عالی مدل می‌باشد. نتایج براساس آزمون جک‌نایف نشان می‌دهد که پراکنش پلنگ در پارک ملی گلستان در درجه اول متأثر از پراکنش طعمه‌ها شامل کل و بز، تشی، قوچ و میش و مرال بوده و سپس به متغیرهای محیطی دیگر شامل ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر، فاصله از منابع آبی و جاده وابسته است.

**کلمات کلیدی:** پلنگ، مطلوبیت زیستگاه، مکسنت، پارک ملی گلستان



## مقدمه

دو نیمه شدن پارک ملی گلستان از طریق بزرگراه آسیایی گرگان - مشهد، حرکت و جابه‌جایی حیات وحش را با مشکل روبرو کرده است و در اکثر مواقع باعث مرگ و میر آن‌ها شده است. این مسئله می‌تواند به تدریج باعث کاهش قابل توجه در اندازه جمعیت حیات وحش به خصوص گونه‌های آسیب پذیر شود. بنابراین، به منظور کاهش اختلال ساختارهای اجتماعی، حفظ الگوهای حرکت طبیعی و کاهش مرگ و میر حیات وحش و همچنین حفاظت از این زیستگاه ارزشمند تعیین زیستگاه‌های بالقوه حیات وحش به عنوان یک راهکار مدیریتی مورد مطالعه قرار گرفته است (عرفانیان و همکاران، ۱۳۹۴). به کارگیری روش‌های مدل‌سازی پراکنش یا توزیع گونه‌ها اخیراً در بوم‌شناسی حفاظت، مدیریت حیات وحش و سرزمین به عنوان روش‌های سودمند و کم‌هزینه برای مدیریت گونه‌ها معرفی شده‌اند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). به همین منظور از میان گونه‌های در معرض تهدید، پلنگ (*Panthera pardus saxicolor*) به عنوان یک زیرگونه شاخص که حفاظت از آن به جهت قرارگیری در فهرست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی اهمیت دارد (IUCN، ۲۰۱۰) انتخاب شد و براساس نیازها و شرایط زیستگاهی آن اقدام به تعیین مطلوبیت زیستگاه گردید. یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌های موجود جهت حفاظت از پلنگ ایرانی تخریب و تغییرات زیستگاه به وسیله عوامل انسانی می‌باشد (Acevedo و همکاران، ۲۰۰۷). متأسفانه در سال‌های اخیر جمعیت پلنگ در ایران به علت تخریب زیستگاه و شکار با کاهش مواجه شده است و این کاهش در جمعیت پلنگ در پارک ملی گلستان عمدتاً به دلیل تصادف با خودروهای عبوری جاده میان‌گذر پارک ملی گلستان بوده است. به نحوی که در طی ۴ سال اخیر ۵ قلاوه پلنگ بر اثر برخورد با خودروهای سبک و سنگین تلف گردیده است. بدیهی است این آمار صرفاً براساس مشاهده لاشه‌های موجود در اطراف جاده بوده است (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۱: پلنگ تلف‌شده، بیچ سلیمان کشته



شکل ۲: پلنگ تلف‌شده، دره زاولی

پلنگ اهمیت زیادی در برقراری تعادل و افزایش برآزش در جمعیت‌های مختلف سایر پستانداران بزرگ و کوچک دارد (کربز، ۱۳۹۱). لذا شناسایی نیازهای زیستگاهی این گونه ارزشمند از نیازهای ضروری مدیران مناطق حفاظت‌شده است. هدف از این مطالعه تعیین زیستگاه‌های مطلوب پلنگ در پارک ملی گلستان و مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر حضور پلنگ است. پلنگ در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین و نادرترین گوشت‌خواران ایران محسوب شده و از نظر اکولوژیکی گونه‌ای بسیار مهم و ارزشمند است. این گونه در حالی اکنون جزو گونه‌های نادر به‌شمار می‌رود که در گذشته‌ای نه‌چندان دور در اکثر زیستگاه‌های کوهستانی و جنگلی ایران حضور داشته است (شعاعی و همکاران، ۱۳۹۶). جهت تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه می‌توان از روش‌های متعددی استفاده نمود. تفاوت اصلی بین این روش‌ها نوع کیفیت داده‌های مورد نیاز است. اغلب مدل‌های پیش‌بینی توزیع گونه بر مفهوم آشیان بوم‌شناختی هاجینسونی استوار شده است. مدل‌های پراکنش زیادی به منظور بررسی پراکنش گونه‌های گیاهی و جانوری و شناسایی عوامل محیطی بر روی پراکنش آن‌ها ارائه شده است. بعضی از این مدل‌ها تنها از داده‌های حضور استفاده می‌کنند و در بعضی دیگر از داده‌های حضور و عدم حضور استفاده می‌شود. مهم‌ترین مدل‌هایی که از داده‌های حضور برای تعیین پراکنش گونه‌ای استفاده می‌نمایند شامل مدل تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA)، روش الگوریتم ژنتیک (GARP) و حداکثر آنتروپی (Maxent) می‌باشد. اساس کار این مدل‌ها کمی کردن روابط میان توزیع گونه و محیط زیست پیرامون آن می‌باشد. در این بین روش حداکثر آنتروپی توسط Philips و همکاران (۲۰۰۴) از روی نظریه حداکثر بی‌نظمی ایجاد شده است که یکی از جدیدترین این روش‌ها می‌باشد. این روش همانند روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی از روش‌هایی است که فقط نیازمند داده‌های حضور است (شیخی‌ئیلائلو و همکاران، ۱۳۹۵). اساس روش Maxent به حداکثر آنتروپی (حداکثر آشفتگی) مربوط می‌باشد. کاربرد قاعده حداکثر آنتروپی برای توزیع گونه

در پارک ملی گلستان پرداختند که نتایج نشان داد که مهم‌ترین عامل مؤثر بر حضور گونه پلنگ متغیرهای ارتفاع، فاصله از رودخانه، فاصله از چشمه و جاده بوده است و کم‌ترین تأثیر مربوط به متغیرهای پوشش گیاهی و جهت بوده است. هم‌چنین حضور پازن عامل مثبت قوی در پراکنش پلنگ در منطقه داشته است. Maharjan و همکاران (۲۰۱۷) به مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در کشور نپال پرداختند و نتایج نشان داد که به ترتیب فاصله از مراکز انسانی، فاصله از جنگل و فاصله از جاده بیش‌ترین اهمیت را در مطلوبیت زیستگاه این گونه داشته‌اند. Lumetsberger (۲۰۱۴) در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به بررسی رژیم غذایی پلنگ در پارک ملی گلستان پرداختند که نتایج بررسی سرگین‌ها نشان داد که به ترتیب گونه‌های گراز، کل و بز، قوچ و میش، شوکا و تشی بیش‌ترین حضور در رژیم غذایی این گونه را دارند.

## مواد و روش‌ها

**معرفی منطقه:** پارک ملی گلستان منطقه‌ای کوهستانی است که در منتهی‌الیه شرق جنگل‌های شمال کشور واقع شده است. این پارک از نظر موقعیت جغرافیایی در حدفاصل  $37^{\circ}31'00''$  و  $53^{\circ}04'30''$  عرض شمالی و  $55^{\circ}43'20''$  و  $66^{\circ}17'00''$  طول شرقی بین شهرستان‌های گنبد قابوس و بجنورد قرار گرفته است (شکل ۳). پارک ملی گلستان در ۵۵ کیلومتری شرق گنبد قابوس و ۱۱۵ کیلومتری غرب بجنورد و در مسیر بزرگراه آسیایی تهران مشهد واقع شده است که این بزرگراه به طول ۳۵ کیلومتر آن را به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم می‌کند. این پارک در حوزه قضایی سه استان خراسان شمالی، سمنان و گلستان قرار دارد، اما از نظر تشکیلات و مسئولیت حفاظتی تحت نظر اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان گلستان قرار دارد (مجنونیان و همکاران، ۱۳۷۸) و منطقه‌ای کوهستانی با دامنه ارتفاع ۴۵۰ تا ۲۴۱۱ متر از سطح دریا و با مساحتی برابر با ۹۱۸۹۵ هکتار است (درویش صفت و همکاران، ۱۳۸۵).

**تعیین نقاط حضور گونه:** در الگوریتم مکسنت، حداقل تعداد نقاط جمع‌آوری حضور و مشاهده گونه، بستگی به عوامل متعددی نظیر یکنواختی محدوده مورد مطالعه از نظر شیب، ارتفاع و میزان تخصصی بودن یا آشیان اکولوژیکی گونه و میزان دقت مطالعات دارد. این مدل زمانی که تعداد نقاط حضور اندک باشد کارایی بیش‌تری نسبت به انواع مدل‌های دیگر خواهد داشت. هم‌چنین با استفاده از مکسنت می‌توان تعیین کرد کدام یک از متغیرهای محیطی مهم‌ترین عوامل تشریح‌کننده نحوه توزیع گونه می‌باشند

به کمک قوانین ترمودینامیک در فرآیندهای بوم‌شناختی توصیف می‌شود که بر اساس قانون دوم ترمودینامیک، در دستگاه‌های بسته، فرآیند موجود در جهت حداکثر آشفستگی پیش می‌رود، بنابراین در غیاب تأثیر عوامل محدودکننده دیگر، نسبت به محدودیت‌های اعمال شده در مدل، توزیع جغرافیایی گونه تمایل به حداکثر آشفستگی دارد (Philips و همکاران، ۲۰۰۶). از این مدل به منظورهای متفاوتی در مطالعات مختلف هم‌چون درک رابطه بین حضور گونه‌های مختلف، تهیه نقشه پراکنش گونه‌ها، پیش‌بینی مکان‌های جدید حضور گونه استفاده شده است (Elith و همکاران، ۲۰۰۶). در ایران نیز از مدل مکسنت برای مدل‌سازی زیستگاه‌های جانوری و هم‌چنین برای مدل‌سازی رویشگاه‌های گیاهی استفاده شده است (ترنیا و همکاران، ۱۳۹۶). مطالعات گسترده‌ای در ایران و جهان جهت مطالعه بر روی پلنگ صورت گرفته است که به بخشی از مطالعات و نتایج حاصله اشاره می‌شود. شعاعی و همکاران (۱۳۹۶) طی پژوهشی ارزیابی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی در پارک ملی تندوره طی فصول تابستان و پاییز با روش مکسنت را انجام دادند که نتایج نشان داد مهم‌ترین عامل مؤثر بر حضور یا عدم حضور پلنگ در این منطقه فاصله از جاده است. به علاوه مطلوب‌ترین زیستگاه پلنگ در ارتفاع ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ متری از سطح دریا و در جهت شمالی و هم‌چنین فاصله ۱۱۰۰ تا ۲۵۰۰ متری از چشمه‌ها واقع شده است. عرفانیان و همکاران (۱۳۹۴) طی مطالعه‌ای به مکان‌یابی احداث گذرگاه برای پلنگ در پارک ملی گلستان پرداختند که با محاسبات صورت گرفته پنج مسیر جهت اتصال دو تکه شمالی و جنوبی پارک ملی گلستان شناسایی گردیدند. مقایسه مسیرهای شناسایی شده با مکان‌های ثبت شده تصادفات جاده‌ای پلنگ در طول جاده نتایج قابل قبولی را نشان داد. امیدوی و همکاران (۱۳۸۹) به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در پارک ملی کلاه قاضی پرداختند که نتایج نشان داد که مهم‌ترین عامل مؤثر بر حضور یا عدم حضور پلنگ در این منطقه تحت تأثیر طعمه‌هایش (به‌ویژه پازن) قرار دارد. به علاوه مطلوب‌ترین زیستگاه پلنگ در این منطقه در ارتفاعات ۱۸۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا، در شیب‌های ۲۰ تا ۷۰ درصد، مناطق صخره‌ای و صعب‌العبور کوهستانی واقع شده است. عبداللهی و ماهینی (۱۳۹۴) به بررسی تأثیر مقیاس بر مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان پرداختند که نتایج مدل‌های ارائه شده نشان داد که بهترین مقیاس در پارک ملی گلستان، تصاویری با اندازه سلول ۶۰ و ۹۰ متر می‌باشد. Erfanian و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی

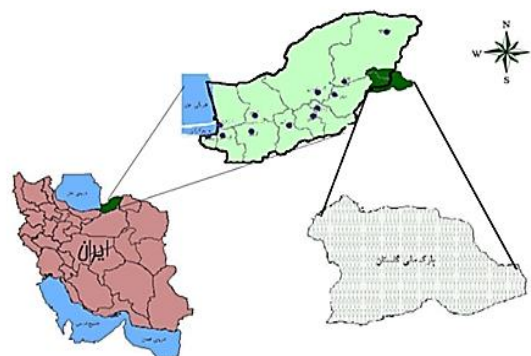


آهو و تشی به‌عنوان طعمه‌های پلنگ جهت تعیین میزان تداخل زیستگاه‌های این دو گونه مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. متغیرهای زیست‌محیطی را می‌توان به دو دسته کلی متغیرهای زیستگاهی (متغیرهایی که باعث جذب گونه می‌شوند) و متغیرهای آشفستگی (حاصل از توسعه انسانی) تقسیم‌بندی کرد (زمان پیرا، ۱۳۹۵). برای تولید لایه‌های متغیرهای زیست‌محیطی از مدل رقومی ارتفاع با اندازه پیکسل ۳۰ متر به‌عنوان نقشه پایه استفاده شد و لایه‌های درصد شیب، زبری و جهت نیز از مدل رقومی ارتفاع تهیه شدند. هم‌چنین فرمت سایر نقشه‌ها براساس مدل رقومی ارتفاع (نقشه پایه) یکسان‌سازی شده‌اند. سپس برای ارزیابی مدل از سطح زیر نمودار AUC که از منحنی ROC به‌دست آمده استفاده گردید. سطح زیر نمودار نمایانگر اعتبار مدل است. میزان AUC برابر با ۰/۵ نمایانگر پیش‌بینی تصادفی می‌باشد. اگر مقدار به‌دست آمده از نمودار بین ۰ تا ۰/۵ باشد بیانگر کارایی پایین، ۰/۵ تا ۰/۷ مدل خوب و بیش‌تر از ۰/۷ نشان‌دهنده عالی‌ترین کارایی نرم‌افزار در پیش‌بینی مدل است (رادنژاد و همکاران، ۱۳۹۵). در انتها نقشه مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان تهیه گردید. در نقشه به‌دست آمده، ارزش نقاط بین صفر تا یک هستند که هرچه نقاط به یک نزدیک‌تر باشند، مطلوبیت بیش‌تری برای گونه مورد نظر دارند (شعاعی و همکاران، ۱۳۹۶).

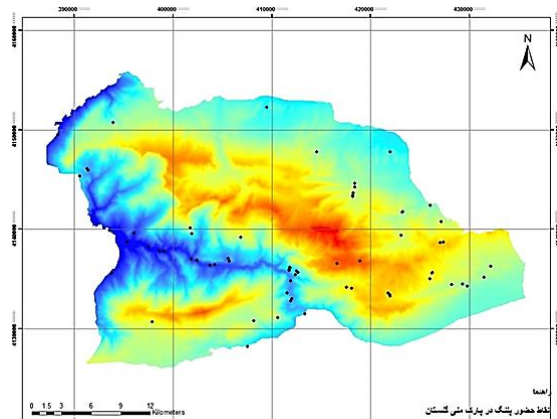
## نتایج

در پژوهش حاضر جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی با استفاده از رویکرد آنتروپی بیشینه، ۱۵ متغیر زیستگاهی انتخاب، با ۷۷ نقطه حضور گونه مقایسه شده و با استفاده از مدل مکسنت پتانسیل مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی در پارک ملی گلستان پیش‌بینی شد. در این پژوهش شاخص AUC برابر با ۰/۹ بوده است که عدد به‌دست آمده بیانگر قدرت پیش‌بینی عالی مدل برای زیستگاه پلنگ می‌باشد (شکل ۵). نتایج آزمون جک‌نایف برای بررسی نقش هر یک از متغیرها در مدل توزیع نشان‌دهنده آن است که متغیر فاصله از نقاط حضور گونه تشی با اختلاف چشمگیر و سپس متغیرهای فاصله از چشمه، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، ارتفاع و فاصله از پاسگاه‌های محیط‌زیست با درصد تقریباً یکسانی بیش‌ترین تأثیر یا نقش و تراکم پوشش گیاهی، زبری و شیب کم‌ترین نقش را در مدل و شکل توزیع این گونه ایفا می‌کنند (شکل ۶). یکی از خروجی‌های نرم‌افزار مکسنت ارائه منحنی‌های پاسخ گونه به متغیرهای زیست‌محیطی می‌باشد که این منحنی‌ها در تفسیر ارتباط بین حضور گونه و متغیرهای زیست‌محیطی اهمیت زیادی دارد.

که این از مهم‌ترین نقاط قوت این روش می‌باشد (Philips و همکاران، ۲۰۰۶). در این پژوهش جمع‌آوری داده‌های حضور طی دوسال با استفاده از روش مشاهده مستقیم و استفاده از نمایه‌های این گونه شامل سرگین، رد پا و هم‌چنین آثار ناشی از تعیین قلمرو با پیمایش مسیرهای قابل تردد به‌صورت هفتگی انجام گردید که در نهایت تعداد ۷۷ نقطه حضور با طی مسیر تقریبی ۵۰۰ کیلومتر با استفاده از دستگاه GPS ثبت گردید (شکل ۴).

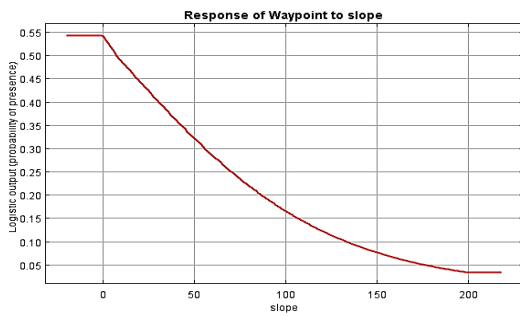


شکل ۳: موقعیت جغرافیایی پارک ملی گلستان

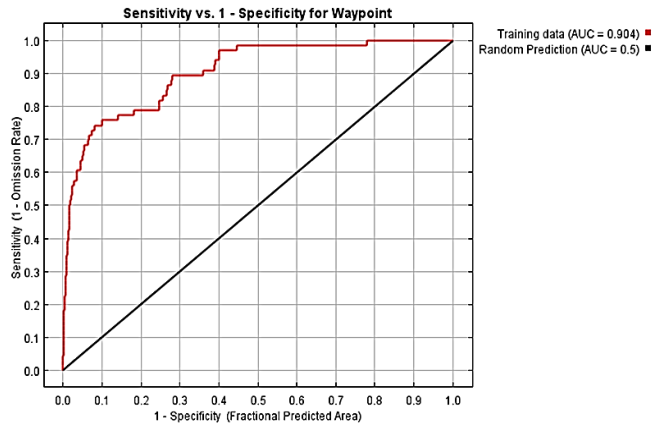


شکل ۴: نقاط حضور پلنگ در پارک ملی گلستان (نقشه پایه: ارتفاع)

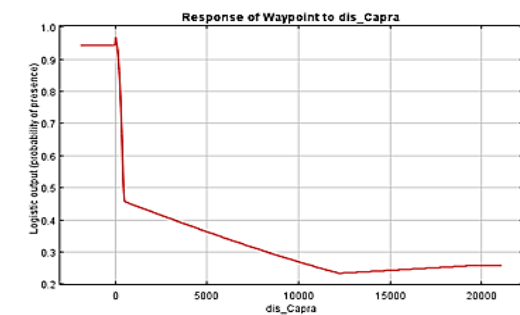
**آماده‌سازی لایه‌ها:** در پژوهش حاضر جهت پیش‌بینی، تحلیل، ترسیم و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه از نرم‌افزار مکسنت، برای آماده‌سازی اطلاعات نقاط حضور برای ورود به نرم‌افزار مکسنت از نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ و جهت تهیه لایه‌های متغیرهای زیست‌محیطی و تغییر فرمت نقشه‌ها به فرمت ASCII (فرمت قابل قبول برای مکسنت) از نرم‌افزار Arc GIS ۱۰٫۵ استفاده گردیده است. جهت ساخت مدل مطلوبیت زیستگاه پلنگ از ۱۵ متغیر زیست‌محیطی شامل شیب، ارتفاع، فاصله از جاده آسفالتی، فاصله از چشمه‌ها، فاصله از روستا، فاصله از رودخانه‌ها، زبری، فاصله از پاسگاه‌های محیط‌زیست، پوشش گیاهی و جهت استفاده شد. هم‌چنین در این مطالعه از نقشه پراکنش کل و بز، قوچ و میش،



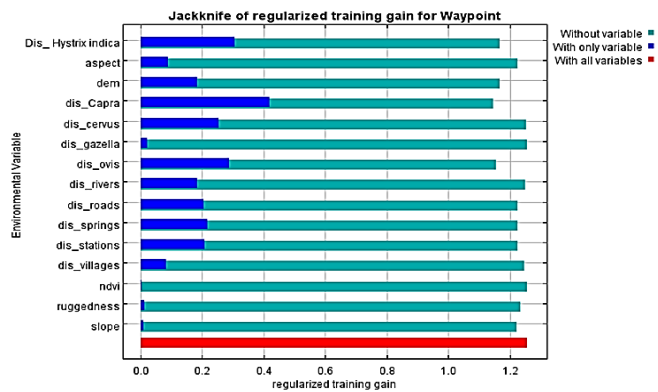
شکل ۹: منحنی پاسخ گونه به متغیر شیب



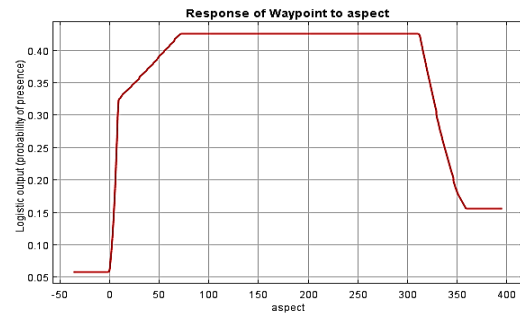
شکل ۵: منحنی ROC و نمودار حساسیت برای ویژگی پلنگ



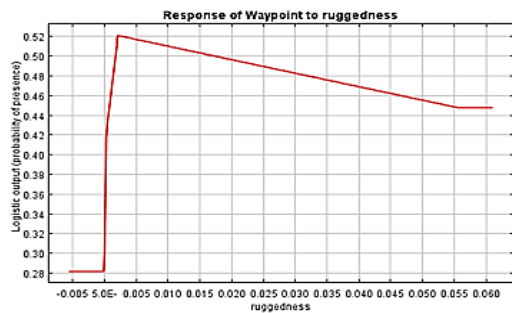
شکل ۱۰: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از کل و بز



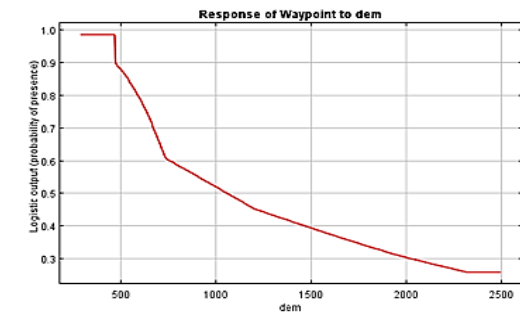
شکل ۶: نتایج آزمون جکنایف برای تعیین اهمیت هر یک از متغیرهای محیطی



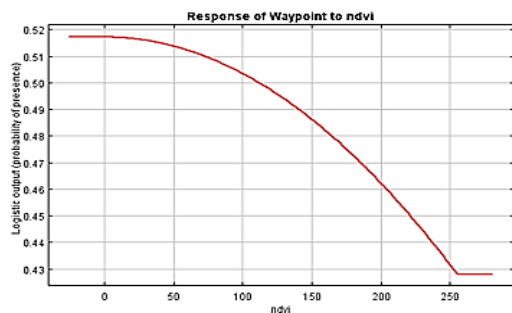
شکل ۱۱: منحنی پاسخ گونه به متغیر جهت



شکل ۷: منحنی پاسخ گونه به متغیر زبری

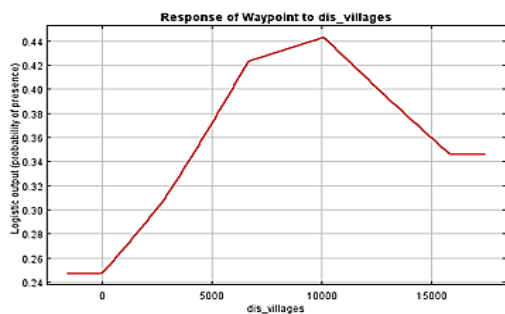


شکل ۱۲: منحنی پاسخ گونه به متغیر ارتفاع

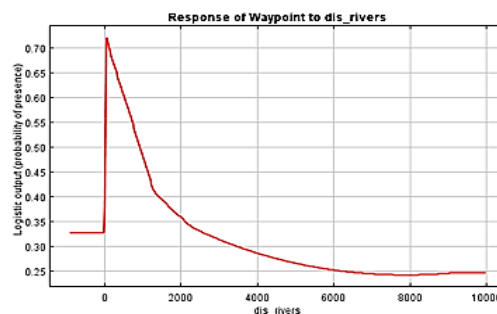


شکل ۸: منحنی پاسخ گونه به متغیر پوشش گیاهی

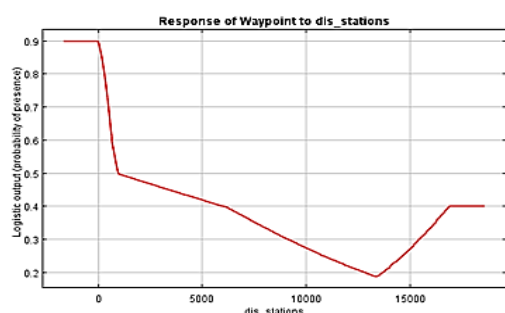




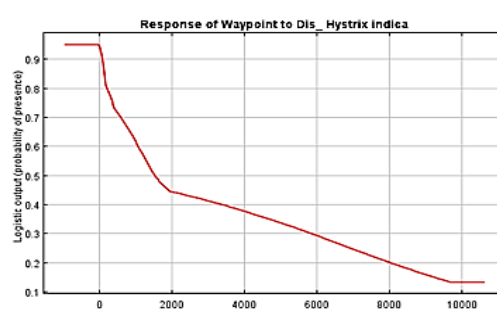
شکل ۱۷: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از روستا



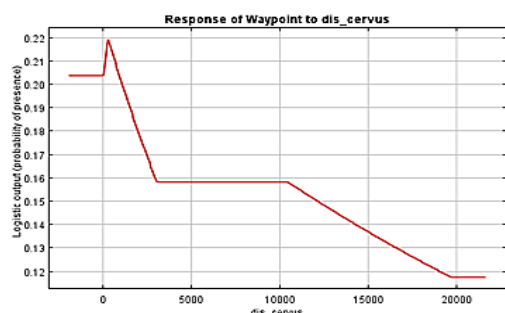
شکل ۱۳: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از رودخانه



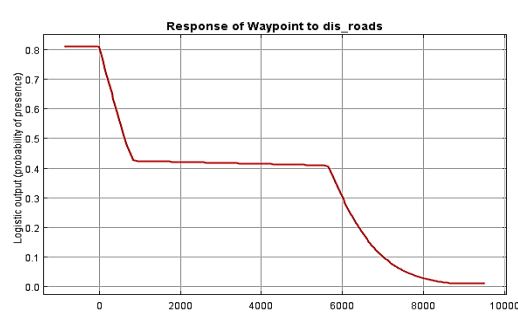
شکل ۱۸: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از پاسگاه



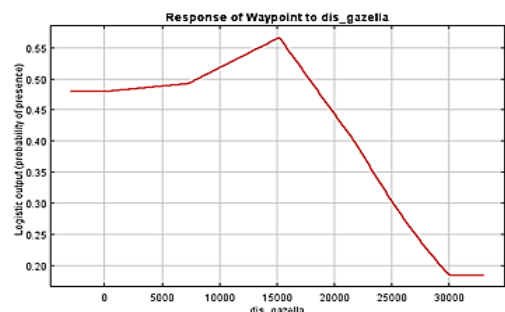
شکل ۱۴: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از گونه تشی



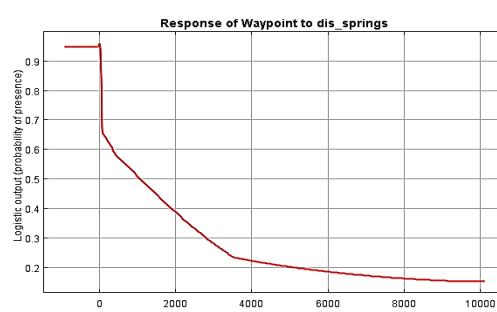
شکل ۱۹: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از مرال



شکل ۱۵: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از جاده



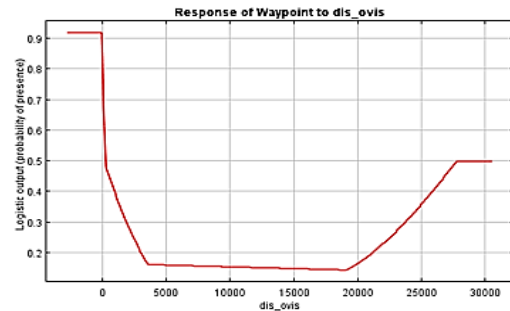
شکل ۲۰: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از آهو



شکل ۱۶: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از چشمه

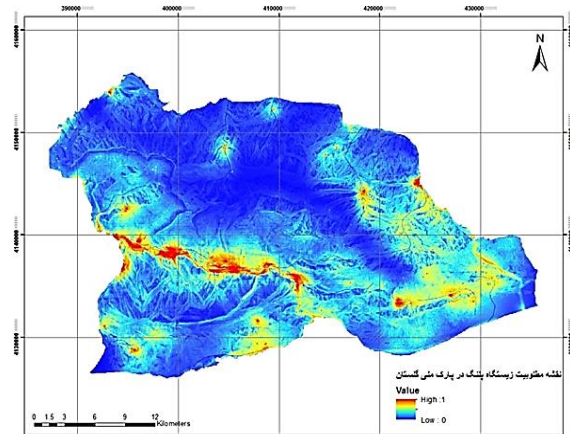


حضور کل و بز، تشی، قوچ و میش و مرال می‌باشد. براساس منحنی‌های پاسخ گونه به دست آمده از نرم‌افزار مکسنت، زیستگاه مطلوب گونه در ارتفاع ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری از سطح دریا بوده و با افزایش ارتفاع از مطلوبیت زیستگاه کاسته می‌شود. مطلوبیت زیستگاه پلنگ در ارتباط با منابع آبی شامل رودخانه و چشمه در کم‌ترین فاصله از این مناطق می‌باشد و با افزایش فاصله مطلوبیت زیستگاه کاهش می‌یابد. با توجه به این که اصولاً چشمه‌ها و رودخانه‌ها عامل مهمی در جذب گونه‌های حیات وحش و به خصوص گونه‌های طعمه محسوب می‌گردد، این مناطق محل تجمع گونه‌های مختلف بوده و پلنگ به عنوان گونه‌ای شکارگر ارجحیت زیستگاه خود را به سمت این مناطق سوق داده است. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج شعاعی و همکاران (۱۳۹۶) که به ارزیابی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی در پارک ملی تندوره طی فصول تابستان و پاییز با روش مکسنت پرداخته و دریافتند که مهم‌ترین عامل مؤثر بر حضور یا عدم حضور پلنگ در این منطقه حفظ فاصله از جاده بوده و مطلوب‌ترین زیستگاه پلنگ در این فصول ارتفاع ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ متری از سطح دریا، جهت شمالی و هم‌چنین فاصله ۱۱۰۰ تا ۲۵۰۰ متری از چشمه‌ها واقع شده است کاملاً در تضاد بوده به نحوی که در پژوهش حاضر مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان با افزایش فاصله از جاده کاهش می‌یابد، با توجه به این که جاده‌ها از عوامل منفی تأثیرگذار بر روی حیات وحش می‌باشد، اما نتایج نشان می‌دهد که نزدیکی به جاده بر مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان می‌افزاید که عامل اصلی این مورد، تردد بیش از ظرفیت خودروها در جاده میان‌گذر پارک ملی گلستان می‌باشد به نحوی که در تمام روزهای سال، آمار تلفات گونه‌های حیات وحش بر اثر برخورد با خودروهای عبوری، بالا بوده و لاشه‌های به جامانده در حاشیه جاده می‌تواند عامل مهمی در جذب پلنگ به سمت جاده گردد، از طرفی به علت تغییر عادات غذایی گراز و تمایل به تغذیه از پسماندها و زباله‌های حاشیه جاده، جمعیت این گونه به عنوان طعمه اصلی پلنگ در حاشیه جاده افزایش چشمگیری داشته است که در افزایش جذب جمعیت پلنگ به سمت خود و در نهایت جاده تأثیر به‌سزایی دارد. براساس نمودار مربوط به فاصله از تراکم تشی در پارک ملی گلستان مشاهده می‌گردد که ارتباط مثبت و قوی‌ای بین پلنگ و گونه‌های طعمه وجود داشته به نحوی که با کاهش تراکم و فاصله از طعمه‌ها، تراکم پلنگ نیز کاهش داشته است. با افزایش درصد شیب مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان کاهش می‌یابد که این مورد در اغلب موارد مغایر با یافته‌های پژوهش‌های دیگران می‌باشد هم‌چنین پلنگ در پارک ملی گلستان تقریباً در تمام جهات به غیر



شکل ۲۱: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از قوچ و میش

با توجه به متغیرهای در نظر گرفته شده و مقایسه آن‌ها با یکدیگر و در ارتباط با نقاط حضور گونه، نقشه مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان با رویکرد آنتروپی بیشینه تولید شد (شکل ۱۷). همان گونه که در نقشه مطلوبیت به دست آمده مشخص است، عمده مناطق مطلوب زیستگاه پلنگ در فاصله کمی از جاده میان‌گذر پارک قرار دارد. هم‌چنین مناطق دشت، آلمه، سولگرد و میرزابایلو نیز از مناطق عمده حضور پلنگ در پارک ملی گلستان می‌باشد.



شکل ۱۷: نقشه مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان

## بحث

در پژوهش صورت گرفته از نقاط حضور گونه جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه استفاده شده است. مزیت اصلی این نوع روش صرفه‌جویی در زمان و هزینه و افزایش دقت می‌باشد. از بین روش‌های مدل‌سازی زیستگاه، روش مکسنت در سالیان اخیر جایگاه ویژه‌ای در میان پژوهشگران محیط‌زیست کسب کرده و به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. آزمون جک‌نایف ارائه شده در نرم‌افزار مکسنت نشان داد که مهم‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده مدل فاصله از طعمه‌های اصلی پلنگ شامل نقاط



Maharjan و همکاران (۲۰۱۷) با افزایش فاصله از جاده مطلوبیت زیستگاه پلنگ افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده با نتایج Lumetsberger (۲۰۱۴) که به بررسی رژیم غذایی پلنگ در پارک ملی گلستان پرداخت و دریافت که به ترتیب گونه‌های گراز، کل و بز، قوچ و میش، شوکا و تشی بیش‌ترین حضور در رژیم غذایی این گونه را دارند کاملاً یکسان بوده و به نوعی پژوهش حاضر تکمیل کننده و تایید کننده پژوهش مذکور می‌باشد. نکته حائز اهمیت این‌که در پژوهش Lumetsberger (۲۰۱۴) هیچ‌گونه آثاری از وجود گونه آهو در رژیم غذایی پلنگ مشاهده نشده و در پژوهش حاضر نیز پراکنش گونه آهو جزء متغیرهایی می‌باشد که کم‌ترین تاثیر را بر روی پراکنش پلنگ داشته است. در طول انجام این پژوهش چندین مرتبه گزارش حمله پلنگ به گله‌های گاو و گوسفند گزارش شده است که عمده این گزارش‌ها مربوط به قسمت‌های غربی و شمالی پارک بوده است. علت اصلی این حملات تجاوز دامداران روستاهای حاشیه به پارک و کاهش جمعیت طعمه در زیستگاه‌های پلنگ به علت شکار غیرمجاز می‌باشد. لذا سازمان حفاظت محیط‌زیست می‌بایست ضمن اجرای برنامه‌های حفاظتی دقیق‌تر در این گونه مناطق، فرهنگ‌سازی در جهت کاهش تعارضات به‌ویژه در خصوص پلنگ و خرس را در صدر فعالیت‌ها قرار دهد. از طرفی به علت عدم انجام تعهدات توسط ارگان‌های مربوطه شاهد افزایش روزافزون تلفات گونه‌های جانوری در جاده میان‌گذر پارک ملی گلستان هستیم که تمامی راهکارهای ارائه شده اعم از کاهش سرعت مجاز، احداث کریدور و نصب گاردریل درمان موقتی بوده و راهکار اصلی انتقال هرچه سریع‌تر این جاده به خارج از پارک می‌باشد.

## منابع

۱. احمدی، ا. و شمس‌اسفندآباد، ب.، ۱۳۹۴. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه‌های تابستانه و زمستانه گوسفند وحشی البرز مرکزی (*O.o.arkali & O.o.vigneu*) به روش حداکثر بی‌نظمی در استان تهران. علوم محیطی. دوره ۱۳، شماره ۳، صفحات ۷۹ تا ۸۸.
۲. امید، م.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م.؛ سلمان‌ماهینی، ع. و حسن‌زاده‌کیابی، ب.، ۱۳۸۹. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) به روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) در پارک ملی کلاه قاضی، استان اصفهان. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. سال ۱۲، شماره ۱.

از جهت‌های شمالی فعالیت زیادی داشته و این متغیر اهمیت نسبی در مطلوبیت زیستگاه داراست. نتایج این پژوهش با نتایج عرفانیان و همکاران (۱۳۹۴) که به مکان‌یابی احداث گذرگاه برای پلنگ در پارک ملی گلستان پرداختند منطبق بوده و تمامی مسیرهایی که جهت اتصال دوتکه شمالی و جنوبی پارک ملی گلستان شناسایی گردیدند در نقشه مطلوبیت به دست آمده حضور دارند. نتایج به دست آمده با نتایج پژوهش امید و همکاران (۱۳۸۹) که به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در پارک ملی کلاه قاضی پرداختند و دریافتند که مطلوب‌ترین زیستگاه پلنگ در این منطقه در شیب‌های ۲۰ تا ۷۰ درصد، مناطق صخره‌ای و صعب‌العبور کوهستانی واقع شده است مغایر می‌باشد به نحوی که در پارک ملی گلستان با افزایش شیب مطلوبیت زیستگاه کاهش می‌یابد و زیستگاه صخره‌ای درصد کمی از زیستگاه مطلوب گونه را شامل می‌شود اما با نتایج حاصله مبنی بر تاثیر نزدیکی به گونه پازن به عنوان طعمه پلنگ هم‌خوانی دارد. به طور کلی علت مغایرت فوق در ارتباط با چگونگی پراکنش گونه‌های طعمه به خصوص گراز و کل و بز می‌باشد. به طوری که گراز در اغلب مناطق پارک حضور داشته و در دسترس می‌باشد و از طرفی به علت ویژگی‌های خاص توپوگرافی پارک ملی گلستان عمده حضور گونه کل و بز در زیستگاه‌هایی می‌باشد که در مقایسه با دیگر زیستگاه‌های کل و بز در ایران دارای ارتفاع و شیب کم‌تری می‌باشد و عمدتاً در زیستگاه جنگلی و تراسی شکل منطقه تنگه گل می‌باشد که حضور این گونه در این مناطق باعث تاثیر در چگونگی انتخاب زیستگاه پلنگ گردیده است. یافته‌های مربوط به اهمیت متغیرهای زیست محیطی مؤثر بر پلنگ با نتایج Erfanian و همکاران (۲۰۱۳) که دریافتند مهم‌ترین عوامل مؤثر بر حضور گونه پلنگ ابتدا متغیرهای ارتفاع، فاصله از رودخانه، فاصله از چشمه و جاده و سپس تحت تاثیر طعمه می‌باشد مغایر بوده به نحوی که در پژوهش حاضر متغیرهای اصلی مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه پلنگ در درجه اول مربوط به طعمه‌های پلنگ شامل کل و بز، تشی، قوچ و میش بوده و سپس به متغیرهای محیطی وابسته است که علت این اختلاف عواملی هم چون چگونگی پراکنش نقاط حضور گونه در زمان نمونه‌برداری، تغییر رفتار تغذیه‌ای پلنگ در سالیان اخیر و نحوه تجزیه و تحلیل مدل‌های به کار گرفته شده می‌باشد. از طرفی نیز نتایج به دست آمده با نتایج Maharjan و همکاران (۲۰۱۷) که به مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در کشور نیال پرداختند مطابقت داشته به نحوی که در هر دو پژوهش فاصله از جاده وزن نسبتاً زیادی را به خود اختصاص داده است. اما وزن این متغیر در جهت عکس یکدیگر می‌باشد به طوری که در پژوهش





۱۲. Acevedo, P.; Alzaga, V.; Cassinello, J. and Gortazar, C., 2007. Habitat suitability modeling reveals a strong niche overlap between two poorly known species, the broom hare and the Pyrenean grey partridge, in the north of Spanish. *Acta Oecologica*. Vol. 31, pp: 174-184.
۱۳. Elith, J.; Graham, C.H.; Anderson, R.P.; Dudik, M.; Guisan, A.R.J.; Hijmans, F.; Huettmann, J.R.; Leathwick, A.L.J.; Lehmann, L.G.; Lohmann, B.A.; Loiselle, G.; Manion, M.C.; Nakamura, M.; Nakazawa, Y.; Overton, J.M.; Peterson, T.A.; Philips, J. S.; Richardson, K.; Philips, J.S.; Scachetti, R.; Philips, J.S.; Chapiro, R.E.; Soberon, J.; Williams, S.; Wisz, M.S. and Zimmermann, N.E., 2006. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography*. Vol. 29, No.2, pp: 129-151.
۱۴. Erfanian, B.; Mirkarimi, S.H.; Mahini, A.S. and Rezaei, H.R., 2013. A presence-only habitat suitability model for Persian leopard (*Panthera pardus saxicolor*) in Golestan National Park, Iran. *Wildlife Biology*. Vol. 19, No. 2, pp: 170-178.
۱۵. IUCN. 2010. IUCN Red List of Threatened Species, Viewed 5 September 2009. www.redlist.org.
۱۶. Lumetsberger, T., 2014. Diet of the Persian leopard (*Panthera pardus saxicolor*) in Golestan National Park, Iran; using scat analysis and biomass regression models. Master thesis, Master of International Nature Conservation, Georg-August-Universität Göttingen, Germany and Lincoln University.
۱۷. Maharjan, B.; Shahn, A.; Thapa, T. and Shrestha, P.M., 2017. Geo-spatial Analysis of Habitat Suitability for Common Leopard (*Panthera pardus Linnaeus*, 1758) ترنیان، ف.؛ آذرینوند، ح.؛ یزدان پرست، ر.؛ زارع چاهوکی، م.ع.؛ جعفری، م. و کومار، س.، ۱۳۹۶. تعیین مهم ترین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه *Daphne mucronata Royle* و مدل سازی رویشگاه های پتانسیل آن. نشریه مرتع، سال ۱۱، شماره ۲، صفحات ۱۷۹ تا ۱۹۳.
۴. درویش صفت، ع.، ۱۳۸۵. اطلس مناطق حفاظت شده. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۵۹ صفحه.
۵. زمان پیرا، ش.، ۱۳۹۵. ارزیابی زیستگاه پازن در پارک ملی خجیر و سرخه حصار با استفاده از روش ENFA، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.
۶. شجاعی، ا.؛ قلی پور، م.؛ رضایی، ح. و یارمحمدی، ث.، ۱۳۹۶. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی با روش آنتروپی بیشینه (Maxent). محیط زیست جانوری، سال ۹، شماره ۱.
۷. شیخی نیلانو، ص.؛ معین الدینی، م.؛ قلی پور، م. و کراچی، ه.، ۱۳۹۵. ارزیابی زیستگاه کوکر شکم سیاه با روش آنتروپی بیشینه در پناهگاه حیات وحش شیر احمد سبزوار. منابع طبیعی ایران. دوره ۹۶، شماره ۱، صفحات ۱۴۳ تا ۱۹۱.
۸. عبداللهی، ص. و سلمان ماهینی، ع.، ۱۳۹۴. بررسی تأثیر مقیاس بر مدل سازی زیستگاه پلنگ در پارک گلستان. پژوهش های محیط زیست. سال ۶، شماره ۱۱، صفحات ۱۷۳ تا ۱۸۰.
۹. عرفانیان، ب.؛ میرکریمی، س. ح.؛ ماهینی، ع. و رضایی، ح.، ۱۳۹۴. مکان یابی احداث گذرگاه برای پلنگ (*Panthera pardus*) در پارک ملی گلستان. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۷، شماره ۴.
۱۰. کوبز، ج.ج.، ۱۳۹۱. بوم شناسی. مطالعه تجربی توزیع و فراوانی، مترجم: وهاب زاده، ع.، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی. مشهد. صفحات ۲۶۴ تا ۲۶۹.
۱۱. مجنونیان، ه.؛ زاهد، ب.؛ کیایی، ب.؛ فرهنگ دره شوری، ب. و گشتاسب میگونی، ح.، ۱۳۷۸. پارک ملی گلستان (ذخیره گاه زیست کره). سازمان حفاظت محیط زیست. تهران.



in Shivapuri Nagarjun National Park, Nepal. Environment and Ecology Research. Vol. 5, No. 2, pp: 117-128.

۱۸. **Philips, J.S.; Dudik, M., and Schapire, E., 2004.** A maximum entropy approach to species distribution modeling. Proceedings of the Twenty-First International Conference of Machin Learning, Banff, Alberta, Canada. pp: 55-662.
۱۹. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological modeling. Vol. 190, No. 3, pp: 231-259.

