Archive of SID

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

- **میثم مددی***: گروه محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- **حسین وارسته‌مرادی**: گروه محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۷

چکیده

در عصر حاضر تخریب و جدایی زیستگاه اثرات بوم‌شناسی قابل‌توجهی بر روی گونه‌های حیات‌وحش به‌خصوص 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) قرارگرفته است. پارک ملی گلستان به‌عنوان اولین پارک ملی ایران، توسط جاده میان‌گذر گرگان-بجنورد، عملاً به دونیمه 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 این‌گونه یاری رساند. در این پژوهش جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ، از روش رویکرد آنتروپی بیشینه و با استفاده از۱۵ متغیر زیستگاهی و ۷۷ نقطه حضور گونه استفاده شده است. درنهایت 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 به‌دست آمده 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

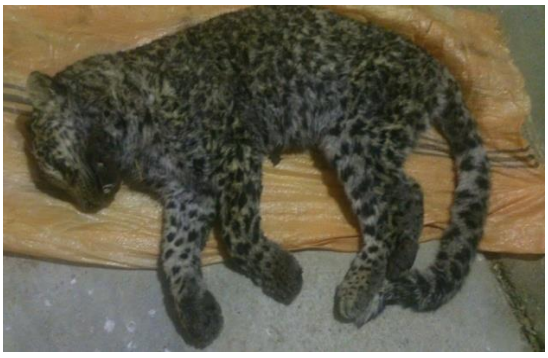
* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Maysam.mm65@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

دونیمه شدن پارک ملی گلستان از طریق بزرگراه آسیایی گرگان - مشهد، حرکت و جابه‌جایی حیات‌وحش را با مشکل روبرو کرده است و در اکثر مواقع باعث مرگ‌ومیر آن‌ها شده است. این مسئله می‌تواند به‌تدریج باعث کاهش قابل توجه در اندازه جمعیت حیات‌وحش به‌خصوص گونه‌های آسیب‌پذیر شود. بنابراین، به‌منظور کاهش اختلال ساختارهای اجتماعی، حفظ الگوهای حرکت طبیعی و کاهش مرگ‌ومیر حیات‌وحش و هم‌چنین حفاظت از این زیستگاه ارزشمند تعیین زیستگاه‌های بالقوه حیات‌وحش به‌عنوان یک راهکار مدیریتی مورد مطالعه قرار گرفته است (عرفانیان و همکاران، ۱۳۹۴). به‌کارگیری روش‌های مدل‌سازی پراکنش یا توزیع گونه‌ها اخیراً در بوم‌شناسی حفاظت، مدیریت حیات‌وحش و سرزمین به‌عنوان روش‌های سودمند و کم‌هزینه برای مدیریت گونه‌ها معرفی‌شده‌اند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). به‌همین منظور از میان گونه‌های در معرض تهدید، پلنگ (*Panthera pardus saxicolor*) به‌عنوان 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 به‌وسیله عوامل انسانی می‌باشد (Acevedo و همکاران، ۲۰۰۷). متأسفانه در سال‌های اخیر جمعیت پلنگ در ایران به‌علت تخریب زیستگاه و شکار با کاهش مواجه شده است و این کاهش در جمعیت پلنگ در پارک ملی گلستان عمدتاً به‌دلیل تصادف با خودروهای عبوری جاده میان‌گذر پارک ملی گلستان بوده است. به‌نحوی‌که در طی ۴ سال اخیر ۵ قلاده پلنگ براثر برخورد با خودروهای سبک و سنگین تلف گردیده‌است. بدیهی است این آمار صرفاً براساس مشاهده لاشه‌های موجود در اطراف جاده بوده است (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۱: پلنگ تلف‌شده، پیچ سلیمان کشته

شکل ۲: پلنگ تلف‌شده، دره زاولی

پلنگ اهمیت زیادی در برقراری تعادل و افزایش برازش در جمعیت‌های مختلف سایر پستانداران بزرگ و کوچک دارد (کربز، ۱۳۹۱). لذا شناسایی نیازهای زیستگاهی این‌گونه 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 ازنظر اکولوژیکی گونه‌ای بسیار مهم و ارزشمند است. این‌گونه در حالی اکنون جزو گونه‌های نادر به‌شمار می‌رود که درگذشته‌ای 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 هاچینسونی استوار شده‌است. مدل‌های پراکنش زیادی به‌منظور 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 حضورو 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 محیط‌زیست پیرامون آن می‌باشد. در این بین روش حداکثر آنتروپی توسط Philips و همکاران (۲۰۰۴) از روی نظریه حداکثر بی‌نظمی ایجادشده 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 (شیخی‌ئیلانلو و همکاران، ۱۳۹۵). اساس روش Maxent به حداکثر آنتروپی (حداکثر آشفتگی) مربوط می‌باشد .کاربرد قاعده حداکثر آنتروپی برای توزیع گونه

www.SID.ir

Archive of SID

به‌کمک قوانین ترمودینامیک در فرآیندهای بوم‌شناختی توصیف می‌شود که براساس قانون دوم ترمودینامیک، در دستگاه‌های بسته، فرآیند موجود در جهت حداکثر آشفتگی پیش می‌رود، بنابراین در غیاب تأثیر عوامل محدودکننده دیگر، نسبت به محدودیت‌های اعمال‌شده در مدل، توزیع جغرافیایی گونه تمایل به حداکثر آشفتگی 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 استفاده‌شده است (ترنیان 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. به‌علاوه 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 واقع‌شده 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 دوتکه شمالی و جنوبی پارک ملی گلستان شناسایی گردیدند. مقایسه مسیرهای شناسایی‌شده با مکان‌های ثبت‌شده تصادفات جاده‌ای پلنگ در طول جاده نتایج قابل قبولی را نشان داد. امیدی 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. به‌علاوه 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 ارائه‌شده 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 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 به‌ترتیب فاصله از مراکز انسانی، فاصله از جنگل و فاصله از جاده بیش‌ترین اهمیت را در مطلوبیت زیستگاه این گونه داشته‌اند. Lumetsberger (۲۰۱۴) در پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد خود به بررسی رژیم غذایی پلنگ در پارک ملی گلستان پرداختند که نتایج بررسی سرگین‌ها نشان داد که به‌ترتیب گونه‌های گراز، کل و بز، قوچ و میش، شوکا و تشی بیش‌ترین حضور در رژیم غذایی این گونه را دارند.

مواد و روش‌ها

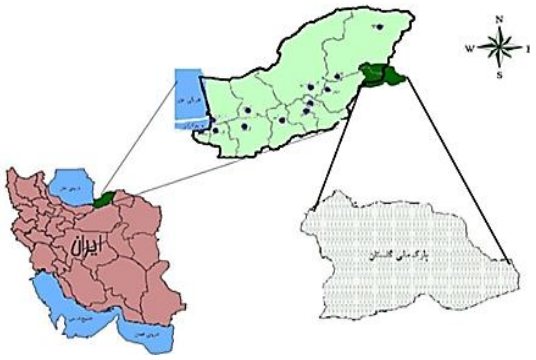
معرفی منطقه: پارک ملی گلستان منطقه‌ای کوهستانی است که در منتهی‌الیه شرق جنگل‌های شمال کشور واقع شده است. این پارک ازنظر موقعیت جغرافیایی در حدفاصل ″۳۷°/۳۱/۰۰ و ″۵۳°/۰۴/۳۰ عرض شمالی و ″۵۵°/۴۳/۲۰ و ″۶۶°/۱۷/۰۰ طول شرقی بین شهرستان‌های گنبد قابوس و بجنورد قرارگرفته است (شکل ۳). پارک ملی گلستان در ۵۵ کیلومتری 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 خراسان‌شمالی، سمنان و گلستان قرار دارد، اما ازنظر 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 موردمطالعه ازنظر شیب، ارتفاع و میزان تخصصی بودن یا آشیان اکولوژیکی گونه و میزان دقت مطالعات دارد. این مدل زمانی‌که تعداد نقاط حضور اندک باشد کارایی بیش‌تری نسبت به انواع مدل‌های دیگر خواهد داشت. هم‌چنین با استفاده از مکسنت می‌توان تعیین کرد کدام‌یک از متغیرهای محیطی مهم‌ترین عوامل تشریح‌کننده نحوه توزیع گونه می‌باشند

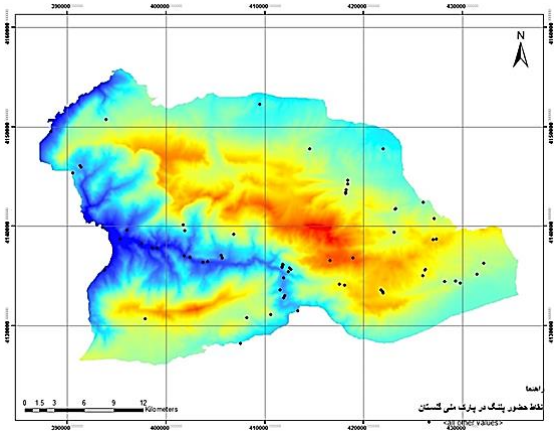
www.SID.ir

Archive of SID

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 این‌گونه شامل سرگین، رد پا و هم‌چنین آثار ناشی از تعیین قلمرو با پیمایش مسیرهای قابل تردد به‌صورت هفتگی انجام گردید که درنهایت 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)

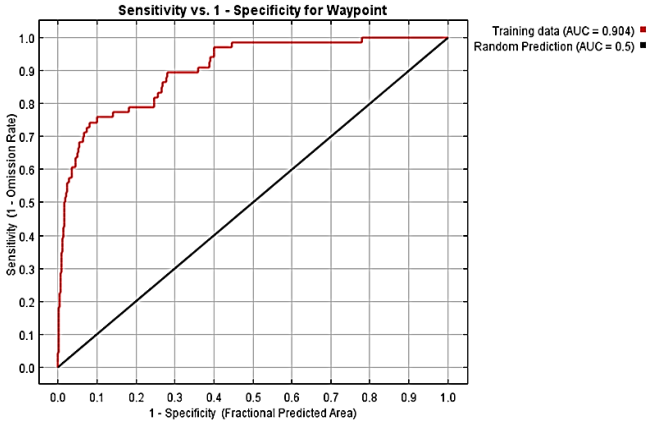
آماده‌سازی لایه‌ها: در پژوهش حاضر جهت پیش‌بینی، تحلیل، ترسیم و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه از نرم‌افزار مکسنت، برای آماده‌سازی اطلاعات نقاط حضور برای ورود به نرم‌افزار مکسنت از نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ و جهت تهیه لایه‌های متغیرهای زیست‌محیطی و تغییر فرمت نقشه‌ها به فرمت Ascii (فرمت قابل قبول برای مکسنت) از نرم‌افزار Arc GIS ۱۰,۵ استفاده گردیده است. جهت ساخت مدل مطلوبیت زیستگاه پلنگ از ۱۵ متغیر زیست‌محیطی شامل شیب، ارتفاع، فاصله از جاده آسفالته، 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، آهو و تشی به‌عنوان طعمه های پلنگ جهت تعیین میزان تداخل زیستگاه‌های این دو گونه مورد ارزیابی و بررسی قرارگرفته است. متغیرهای زیست‌محیطی را می‌توان به دو دسته کلی متغیرهای زیستگاهی(متغیرهایی که باعث جذب گونه می‌شوند) و متغیرهای آشفتگی(حاصل از توسعه انسانی) تقسیم‌بندی کرد (زمان‌پیرا، 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 به‌دست‌آمده استفاده گردید. سطح زیر نمودار نمایانگر اعتبار مدل است. میزان AUC برابر با ۰/۵ نمایانگر پیش‌بینی تصادفی می‌باشد. اگر مقدار به‌دست‌آمده از نمودار بین ۰ تا ۰/۵ باشد بیانگر کارایی پائین، 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

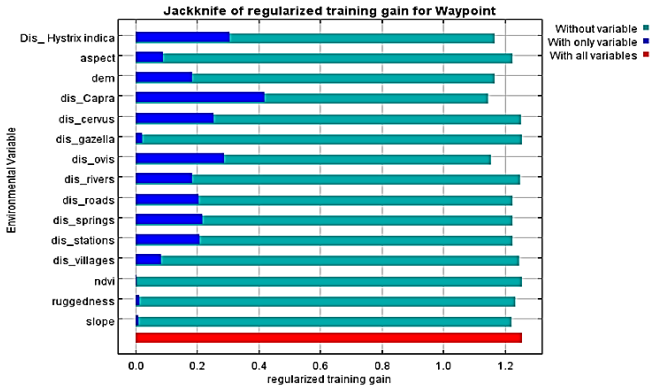
در پژوهش حاضر جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی با استفاده از رویکرد آنتروپی بیشینه، ۱۵ متغیر زیستگاهی انتخاب، با ۷۷ نقطه حضور گونه مقایسه شده و با استفاده از مدل مکسنت پتانسیل مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی در پارک ملی گلستان پیش‌بینی شد. در این پژوهش شاخص AUC برابر با ۰/۹ بوده است که عدد به‌دست‌آمده 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 این‌گونه 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 زیست محیطی اهمیت زیادی دارد.

www.SID.ir

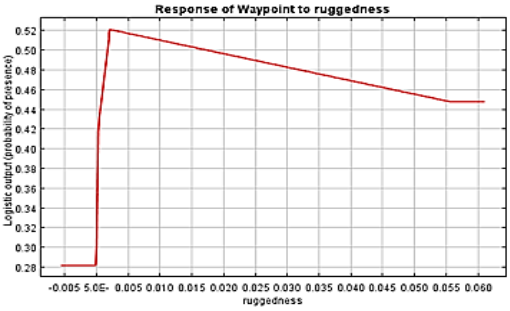
Archive of SID



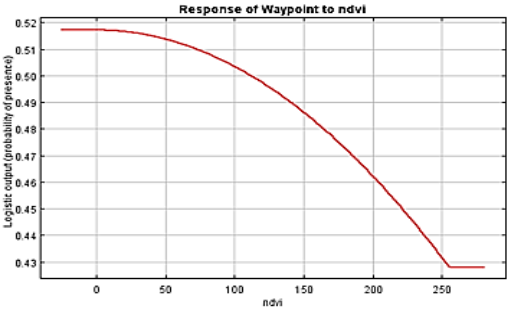
شکل ۵: منحنی ROC و نمودار حساسیت برای ویژگی پلنگ



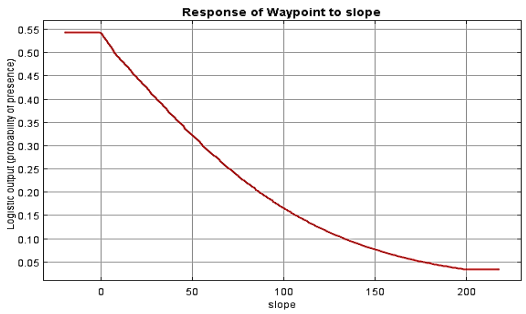
شکل ۶: نتایج آزمون جکنایف برای تعیین اهمیت هریک از متغیرهای محیطی



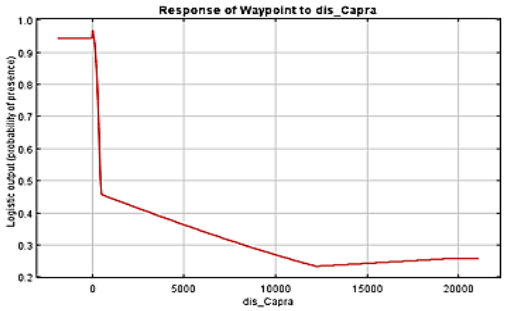
شکل ۷: منحنی پاسخ گونه به متغیر زبری



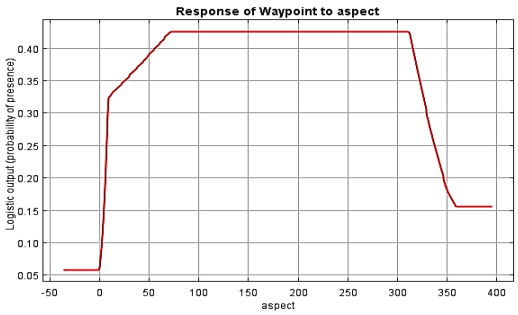
شکل ۸: منحنی پاسخ گونه به متغیر پوشش گیاهی



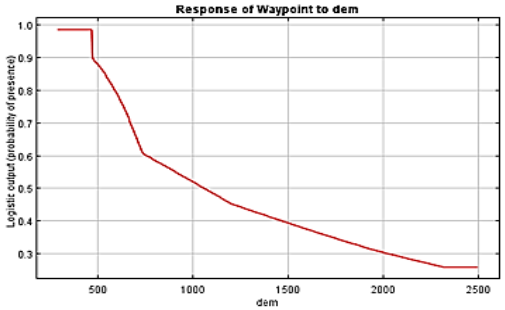
شکل ۹: منحنی پاسخ گونه به متغیر شیب



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



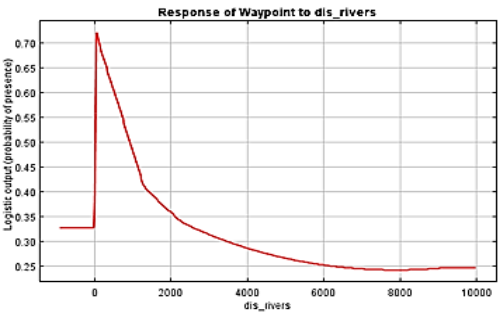
شکل ۱۱: منحنی پاسخ گونه به متغیر جهت



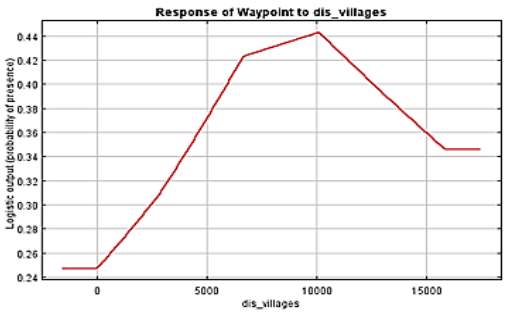
شکل ۱۲: منحنی پاسخ گونه به متغیر ارتفاع

www.SID.ir

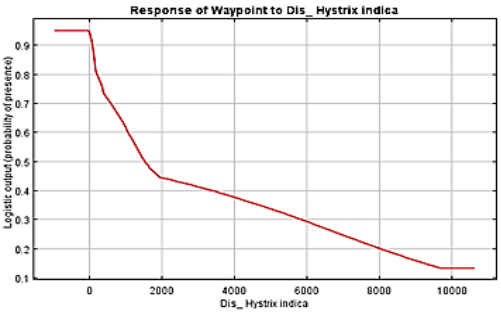
Archive of SID



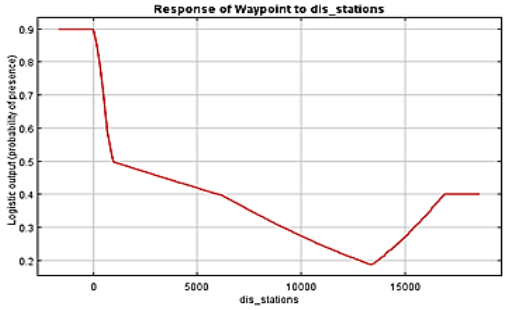
شکل ۱۳: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از رودخانه



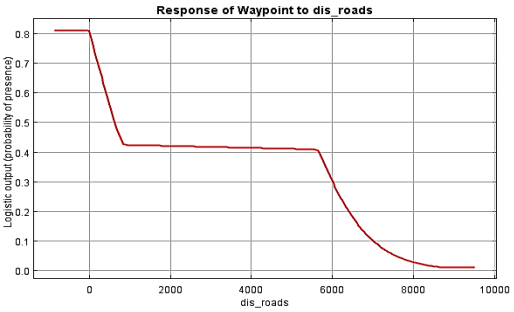
شکل ۱۷: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از روستا



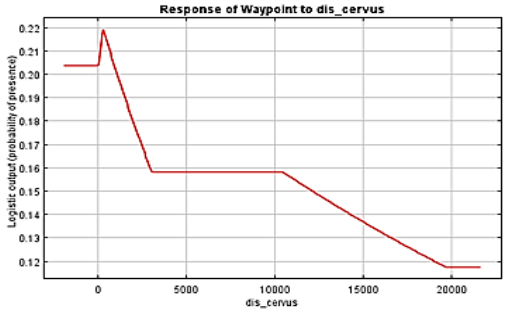
شکل ۱۴: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از گونه تشی



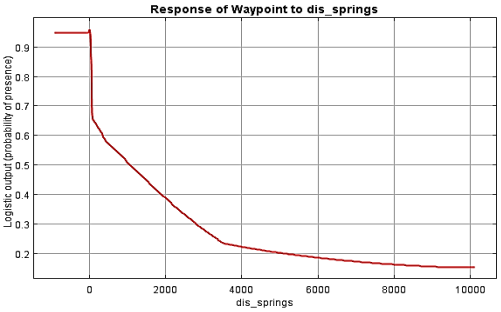
شکل ۱۸: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از پاسگاه



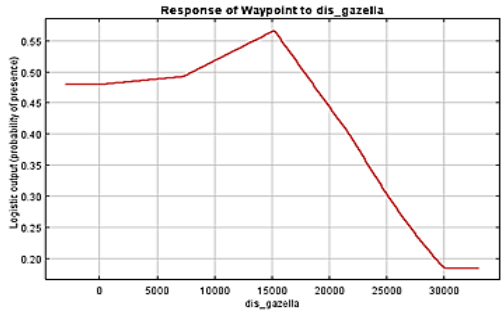
شکل ۱۵: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از جاده



شکل ۱۹: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از مرال



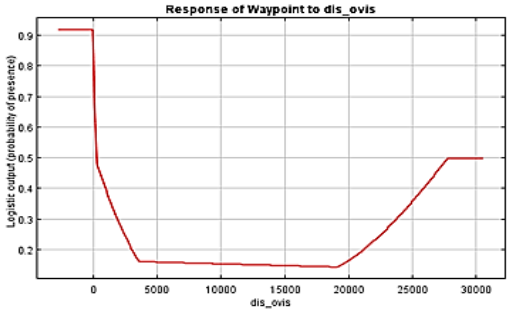
شکل ۱۶: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله از چشمه



شکل ۲۰: منحنی پاسخ گونه به متغیر فاصله ازآهو

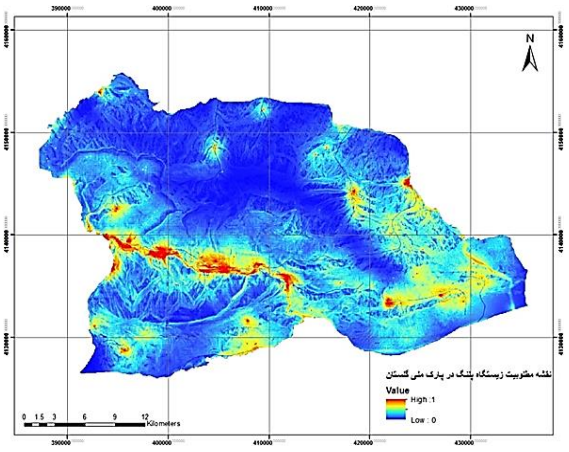
www.SID.ir

Archive of SID



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

با توجه به متغیرهای در نظر گرفته‌شده 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).همان‌گونه که در نقشه مطلوبیت به‌دست‌آمده 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 پیش‌بینی کننده مدل فاصله از طعمه‌های اصلی پلنگ شامل نقاط حضور کل و بز، تشی، قوچ و میش و مرال می‌باشد. براساس منحنی‌های پاسخ گونه به‌دست 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.باتوجه‌به‌این‌که‌اصولاً چشمه‌ها و رودخانه‌ها عامل‌مهمی در جذب گونه‌های حیات‌وحش و به‌خصوص گونه‌های طعمه‌محسوب‌می‌گردد، این مناطق محل تجمع گونه‌های مختلف بوده و پلنگ به‌عنوان گونه‌ای شکارگر ارجحیت زیستگاه خود را به سمت این مناطق سوق داده است. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش با نتایج شعاعی و همکاران(۱۳۹۶) که‌به‌ارزیابی 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 ۱۱۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متری از چشمه‌ها واقع‌شده است کاملاً در تضاد بوده به‌نحوی‌که در پژوهش حاضر مطلوبیت زیستگاه پلنگ در پارک ملی گلستان با افزایش فاصله از جاده کاهش می‌یابد، با توجه به این‌که 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 خودرو ها در جاده میان‌گذر پارک ملی گلستان می‌باشد به‌نحوی‌که در تمام روزهای سال، آمار تلفات گونه‌های حیات‌وحش براثر برخورد با خودروهای عبوری، بالابوده‌ولاشه‌های به‌جامانده در حاشیه جاده‌می‌تواند عامل مهمی در جذب پلنگ به سمت جاده گردد، از طرفی به‌علت تغییر عادات غذایی گراز و تمایل به تغذیه از پسماندها و زباله‌های حاشیه جاده، جمعیت این‌گونه به‌عنوان‌طعمه‌اصلی‌پلنگ‌در‌حاشیه‌جاده 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 به‌نحوی‌که 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 به‌غیر

www.SID.ir

Archive of SID

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 به‌دست‌آمده حضور دارند. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج پژوهش امیدی 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 درشیب‌های ۲۰ تا ۷۰ درصد، مناطق صخره‌ای و صعب‌العبور کوهستانی واقع‌شده است مغایر می‌باشد به‌نحوی‌که 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 به‌عنوان طعمه پلنگ هم‌خوانی دارد. به‌طورکلی علت مغایرت فوق در ارتباط با چگونگی پراکنش گونه‌های طعمه به‌خصوص گراز و کل و بز می‌باشد. به‌طوری‌که گراز در اغلب مناطق پارک حضور داشته و در دسترس می‌باشد و از طرفی به‌علت 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 به‌اهمیت متغیرهای زیست‌محیطی 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 موثر 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 وابسته‌است که‌علت این اختلاف عواملی هم‌چون چگونگی پراکنش نقاط حضور گونه در زمان نمونه‌برداری، تغییر رفتار تغذیه‌ای پلنگ در سالیان اخیر و نحوه تجزیه و تحلیل مدل‌های به‌کار گرفته شده می‌باشد. از طرفی نیز نتایج به‌دست‌آمده با نتایج Maharjan و همکاران (۲۰۱۷) که به مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در کشور نپال پرداختند مطابقت داشته به‌نحوی‌که در هر دو پژوهش فاصله از جاده وزن نسبتاً زیادی را به‌خود اختصاص داده است. اما وزن این متغیر در جهت عکس یکدیگر می‌باشد به‌طوری‌که در پژوهش Maharjan و همکاران (۲۰۱۷) با افزایش فاصله از جاده مطلوبیت زیستگاه پلنگ افزایش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده با نتایج Lumetsberger (۲۰۱۴) که به بررسی رژیم غذایی پلنگ در پارک ملی گلستان پرداخت و دریافت که به‌ترتیب 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 گزارش‌شده‌است که‌عمده 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 به‌علت شکار غیرمجاز می‌باشد. لذا سازمان حفاظت محیط‌زیست می‌بایست ضمن اجرای برنامه‌های حفاظتی دقیق‌تر در این گونه مناطق، فرهنگ‌سازی در جهت کاهش تعارضات به‌ویژه درخصوص پلنگ و خرس را در صدر فعالیت‌ها قرار دهد. از طرفی به‌علت عدم انجام تعهدات توسط ارگان‌های مربوطه شاهد افزایش روزافزون تلفات گونه‌های جانوری در جاده میان‌گذر پارک ملی گلستان هستیم که تمامی راهکارهای ارائه‌شده 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)* به‌روش حداکثر بی‌نظمی در استان تهران. علوم محیطی. دوره ۱۳، شماره ۳، صفحات ۷۹ تا ۸۸.

۲. **امیدی، م.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م.؛ سلمان‌ماهینی، ع. و حسن‌زاده‌کیابی، ب.، ۱۳۸۹.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) به‌روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) در پارک ملی کلاه قاضی، استان اصفهان. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. سال ۱۲، شماره ۱.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. **ترنیان، ف.؛ آذرنیوند، ح.؛ یزدان‌پرست، ر.؛ زارع‌چاهوکی، م.ع.؛ جعفری، م. و کومار، س.، ۱۳۹۶.** تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه *Daphne mucronata Royle* و مدل‌سازی رویشگاه‌های پتانسیل آن. نشریهٔ مرتع، سال ۱۱، شماره ۲، صفحات ۱۷۹ تا ۱۹۳.

۴. **درویش‌صفت، ع.، ۱۳۸۵.** اطلس مناطق حفاظت‌شده. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۵۹ صفحه.

۵. **زمان‌پیرا، ش.، ۱۳۹۵.** ارزیابی زیستگاه پازن در پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار با استفاده از روش ENFA، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.

۶. **شجاعی، ا.؛ قلی‌پور، م.؛ رضایی، ح. و یارمحمدی، ث.، ۱۳۹۶.** ارزیابی مطلوبیت زیستگاه پلنگ ایرانی با روش آنتروپی بیشینه (Maxent). محیط‌زیست جانوری، سال ۹، شماره ۱.

۷. **شیخی‌ئیلانلو، ص.؛ معین‌الدینی، م.؛ قلی‌پور. م. و کراچی، ه.، ۱۳۹۵.** ارزیابی زیستگاه کوکر شکم سیاه با روش آنتروپی بیشینه در پناهگاه حیات‌وحش شیر احمد سبزوار. منابع طبیعی ایران. دوره۹۶، شماره ۱، صفحات ۱۴۳ تا ۱۹۱.

۸. **عبداللهی، ص. و سلمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۹۴.** بررسی تأثیر مقیاس بر مدل‌سازی زیستگاه پلنگ در پارک گلستان. پژوهش‌های محیط‌زیست. سال ۶، شماره ۱۱، صفحات ۱۷۳ تا ۱۸۰.

۹. **عرفانیان، ب.؛ میرکریمی، س. ح.؛ ماهینی، ع. و رضایی، ح.، ۱۳۹۴.** مکان‌یابی احداث گذرگاه برای پلنگ (*Panthera pardus*) در پارک ملی گلستان. فصلنامه محیط‌زیست جانوری. سال ۷، شماره ۴.

۱۰. **کربز، چ.ج.، ۱۳۹۱.** بوم‌شناسی. مطالعه تجربی توزیع و فراوانی، مترجم: وهاب‌زاده، ع.، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی. مشهد. صفحات ۲۶۴ تا ۲۶۹.

۱۱. **مجنونیان، ه.؛ زاهد، ب.؛ کیایی، ب.؛ فرهنگ‌دره‌شوری، ب. و گشتاسب‌میگونی، ح.، ۱۳۷۸.** پارک ملی گلستان (ذخیره‌گاه زیست‌کره). سازمان حفاظت محیط‌زیست. تهران.

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.; Chapire, 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)

www.SID.ir

Archive of SID

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.

www.SID.ir