

مدل سازی مطلوبیت زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) در منطقه حفاظت شده دنا با استفاده از الگوریتم آنتروپی بیشینه (MAXENT)

- میرمهرداد میرسنجری*: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر
- فرنکیس سخنگو: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

چکیده

آگاهی از عوامل مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها و محدوده پراکنش زیستگاه‌های مطلوب اهمیت اساسی در برنامه‌ریزی به منظور مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات وحش دارد. کل و بز به‌عنوان شاخص‌ترین پستاندار مناطق کوهستانی ایران است که در بسیاری از مناطق کوهستانی ایران پراکنش دارد. منطقه حفاظت شده دنا با وسعتی معادل ۹۳۸۲۰ هکتار در ۳۶ کیلومتری شهر یاسوج مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد قرار دارد کل و بز گونه شاخص منطقه دنا می‌باشد. هدف از مطالعه مورد نظر بررسی وضعیت پراکنشی کل و بز در منطقه دنا و دنا شرقی است. داده‌های نقاط حضور گونه در فصل بهار جمع‌آوری به صورت تصادفی و به دودسته تعلیمی (Training data) و آزمون (Test data) تقسیم شدند. سپس متغیرهای زیستگاهی دیگر وارد مدل MaxEnt شدند. نتایج حساسیت‌سنجی جک نایف مشخص کرد که فاصله از مناطق صخره‌ای، فاصله از جنگل و زبری مهم‌ترین متغیرهای مؤثر در مطلوبیت زیستگاه هستند نتایج مطالعه نشان داد که زیستگاه مطلوب گونه در مناطق صخره‌ای دور از مناطق انسان ساخت قرار دارد و گونه به مناطق با پوشش گیاهی کم تراکم، دارای پستی بلندی زیاد تمایل دارد.

کلمات کلیدی: کل و بز، مدل سازی مطلوبیت زیستگاه، دنا، MAXENT



مقدمه

آگاهی از نیازهای زیستگاهی گونه‌ها برای مدیریت آن‌ها ضروری است. امروزه تخریب و نابودی زیستگاه‌های طبیعی به دلیل فعالیت‌های انسانی یکی از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده تداوم حیات گونه‌ها است. قطعه‌قطعه شدن زیستگاه‌ها از تأثیرات منفی بالقوه‌ای را برای گونه‌های ساکن در این مناطق به همراه دارد، از جمله باعث محصور شدن جمعیت‌ها و عدم امکان تبادل ژنی بین جمعیت‌ها می‌شود (Malekian, 2007). کل و بز (*Capra aegagrus*) از راسته زوج‌سمان و از خانواده گاوسانان است. زیستگاه این گونه از صخره‌های ساحلی تا ارتفاع 4000 متری است. این گونه پراکندگی وسیع داشته و در تمام مناطق کوهستانی کشور که آب و امنیت کافی دارد مشاهده می‌گردد. کل و بز گونه‌ای روز فعال است که از جمله عواملی که باعث تهدید این گونه در منطقه حفاظت‌شده دنا می‌شود شکار بی‌رویه آن و از بین رفتن زیستگاه در منطقه مورد مطالعه است و دشمن طبیعی آن پلنگ و گرگ است (بهمن‌پور، 1394). طبق طبقه‌بندی حفاظتی براساس فهرست سرخ IUCN گونه‌ای آسیب‌پذیر است (ضیایی، 1387). کل و بز به‌عنوان تنها گونه گیاه‌خوار زیستا در مناطق صخره‌ای و صعب‌العبور نقش مهمی در تأثیرگذاری در ساختار و ترکیب گونه‌های گیاهی این مناطق و چرخه مواد غذایی دارد (Bagchi و همکاران، 2010). مدل‌سازی پیش‌بینی توزیع گونه‌ها یک ابزار مهم در بوم‌شناسی و زیست‌شناسی حفاظت بوده که قابلیت کاربرد در برنامه‌ریزی حفاظت، تکامل، مدیریت گونه‌ها یا برطرف کردن تضاد میان انسان و حیات وحش و سایر موارد را دار است (Hirzel و همکاران، 2001). مدل‌های زیستگاهی بر پایه حضور و عدم حضور اطلاعاتی را در مورد ترجیحات زیستگاهی گونه نشان می‌دهد. هم‌چنین اجازه کشف و پیش‌بینی مکان‌های مناسب زیستگاهی در مناطق دیگر را می‌دهد (Jepsen و همکاران، 2005). مدل‌های توزیع گونه اساساً نیازمند دو نوع داده ورودی شامل داده‌های محیط‌زیستی (سیمای سرزمین که گونه در آن یافت می‌شود) و داده‌های زیستی (نقاط حضور گونه) هستند (Pearson, 2007). مکسنت یکی از الگوریتم‌های بسیار رایج یادگیری ماشینی است. اصل MAXENT (Maximum Entropy) به حداکثر آنتروپی یا نزدیک به واقعیت برمی‌گردد. بنابراین در غیاب تأثیر عوامل محدودکننده دیگر نسبت به محدودیت‌های اعمال‌شده در مدل، توزیع جغرافیایی گونه تمایل به حداکثر آنتروپی را دارد (به‌دروند، 1390). مطالعات بسیاری در مورد انواع گونه‌های کل و بز در جهان انجام شده است. از مطالعاتی که در مورد کل و بز در ایران انجام شده است، که می‌توان به آن اشاره کرد: فلاحی و همکاران (1394) در مطالعه خود به بررسی تأثیر عشایر کوچ‌رو بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus aegagrus*)

در پارک ملی لار پرداختند. این مطالعه به‌منظور بررسی اثر عشایر بر روی گونه، قبل و بعد از ورود عشایر بود. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه با استفاده از روش ENFA انجام گرفت. نتایج بررسی بیانگر کاهش 20 درصدی زیستگاه گونه در زمان حضور عشایر در منطقه مورد مطالعه بوده است. میزان حاشیه‌گرایی افزایش یافت به این معنی که جمعیت به زیستگاه‌های حاشیه‌ای رانده شده و آشیان بوم‌شناختی گونه کاهش پیدا کرده است.

همامی و همکاران (1394) به مطالعه پراکنش سه گونه یوزپلنگ آسیایی، پلنگ ایرانی و خرس قهوه‌ای در پاسخ به متغیرهای اقلیمی در استان اصفهان پرداختند. در این روش با در نظر گرفتن متغیرهای اقلیمی، توپوگرافی و انسانی زیستگاه گونه‌ها با استفاده از روش آنتروپی بیشینه مدل‌سازی شدند. نتایج نشان داد زیستگاه بالقوه سه گونه به ترتیب 2/5٪، 12٪ و 3/4٪ مساحت استان اصفهان را در بر گرفته است. عوامل اقلیمی در زیستگاه یوزپلنگ و خرس و عامل شیب زمین در خصوص زیستگاه پلنگ بیشترین تأثیر را داشته‌اند. Rahim (2016) به بررسی اثر متغیرهای اقلیمی بر روی پراکنش کل و بز (*Capra aegagrus*) در کشور عراق پرداخته است. در این روش از 13 نقطه حضور گونه در کشور و 21 متغیر محیطی استفاده شد. مدل‌سازی با استفاده از روش آنتروپی بیشینه انجام گرفته است. براساس نتایج متغیرهای پوشش اراضی، ارتفاع، بارش و دما بیش‌ترین تأثیر را بر روی پراکنش گونه داشته‌اند. Khan و همکاران (2015) به مطالعه فراوانی، پراکنش و وضعیت حفاظتی سه گونه سم‌دار *Capra sibirica*، *Pseudois nayaur* و *Ovis ammon polii* در کوه‌های حد واسط کشور چین و پاکستان پرداختند. نتایج نشان داد که تراکم سه گونه در نواحی مختلف منطقه مورد مطالعه متفاوت است. براساس نتایج حاصل از حساسیت‌سنجی با استفاده از روش جک نایف مطلوبیت زیستگاه (*Capra sibirica*) به بیش‌ترین مقدار تحت تأثیر متغیر حداقل دما (42٪)، تبخیر و تعرق (37٪) بوده و رابطه معنی‌داری بین مطلوبیت زیستگاه این گونه با ارتفاع، شیب، جهت، پوشش زمین، گریزگاه و تیپ پوشش گیاهی وجود نداشته است. Katsaounis (2012) به مطالعه استفاده زیستگاه گونه (*Capra aegagrus cretica*) و اثر بزهای اهلی در جزیره کرت واقع در کشور یونان پرداخت. در این مطالعه دو هدف اصلی دنبال می‌شد (1) مشخص کردن استفاده از زیستگاه توسط گونه با توجه به رابطه گونه با پوشش‌های گیاهی و تخمین گستره خانگی برای سه بازه زمانی و دیگری (2) مدل‌سازی پراکنش گونه. براساس نتایج از حاصل از حساسیت‌سنجی جک نایف متغیرهای فاصله از مناطق توسعه انسانی، فاصله از جاده، فاصله از گریزگاه، ارتفاع و مناطق جنگلی با پوشش درختان سوزنی‌برگ بیش‌ترین تأثیر را بر روی گونه مذکور داشته‌اند. هدف از این تحقیق بررسی وضعیت



دوازده متغیر محیطی تأثیرگذار شامل فاصله از صخره، فاصله از جنگل کم تراکم، زبری، ارتفاع، شیب، رطوبت، فاصله از گذرگاه، فاصله از روستا، فاصله از رودخانه به عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر گونه شناسایی شدند. همبستگی بین متغیرهای تأثیرگذار در مدل سازی با استفاده از دستور تجزیه به مؤلفه اصلی در نرم افزار ادرسی محاسبه گردید. از آنجاکه بین هیچ کدام از متغیرها همبستگی بالای ۰/۸ وجود نداشت هیچ کدام از متغیرها از تحلیل حذف نشدند. جدول ۱ متغیرهای تأثیرگذار در مدل سازی را به همراه دامنه تغییرات و منبع تهیه نمایش می دهد. با اندازه سلول ۱۰ پیکسل.



شکل ۱: محدوده مطالعاتی و نقاط پراکندگی کل و بز

آنتروپی بیشینه: براساس بسیاری از این قبیل مطالعات روش آنتروپی بیشینه از جمله روش های است که با وجود تعداد کم نقاط حضور گونه از توان پیش بینی بالای برخوردار است. این الگوریتم یکی از الگوریتم های بسیار رایج ماشینی است که در بسته نرم افزاری MaxEnt ارائه شده است. کاربرد این قاعده براساس قوانین ترمودینامیک فرآیندهای بوم شناختی حمایت می شود (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). از لحاظ کارکرد از بهترین روش های مدل سازی محسوب می شود (فرهادی نیا و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از کاربردهای بسیار مهم این مدل شناسایی زیستگاه گونه های نادری است که امکان مطالعه آنها با استفاده از سایر روش ها معمولاً امکان پذیر نیست (ناظری و همکاران، ۲۰۱۲). مدل مکسنت یک روش یادگیری ماشینی (Machine-learning) مبتنی بر حداکثر بی نظمی است که برای پیش بینی حضور گونه ها هنگام در دسترس نبودن داده های کامل به کار می رود. این روش احتمال پراکندگی حضور یک گونه را براساس محدودیت های به دست آمده از داده های موجود تخمین می زند (Dudik و Phillips، ۲۰۰۸). از مزایای این روش می توان به قابلیت استفاده از هر دو نوع داده گسسته و پیوسته، جزئیات پیش بینی به دلیل ماهیت پیوسته مدل های حاصله و سرعت و سادگی استفاده از نرم افزار اشاره کرد (Thorn و

پراکنش کل و بز در منطقه حفاظت شده دنا و دنا شرقی با روش حداکثر آنتروپی می باشد. لذا در این مطالعه سعی بر آن است تا با به کارگیری مدل آنتروپی بیشینه فاکتورهای مؤثر بر پراکنش کل و بز در منطقه حفاظت شده دنا و دنا شرقی تعیین و زیستگاه های بالقوه این گونه شناسایی گردید.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه حفاظت شده دنا با وسعت ۹۳۸۲۰

هکتار در ۳۶ کیلومتری شهر یاسوج مرکز استان کهگیلویه و بویر احمد و ۵۰ کیلومتری شهر سمیرم از استان اصفهان واقع گردیده است. منطقه حفاظت شده دنا با موقعیت جغرافیایی (طول شرقی ۵۱ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۹ دقیقه) و (عرض شمالی ۳۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۵۲ دقیقه) واقع گردیده است (شکل ۱). این منطقه با بیش از ۲۶ گونه پستاندار، ۸۴ پرنده و ۱۲۰۰ گونه گیاهی که ۴۰ گونه آن اندمیک دنا می باشد و داشتن بیش از ۴۰ قله بالای ۴۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا و چشم اندازهای زیبای طبیعی از سال ۱۳۶۹ به عنوان منطقه حفاظت شده انتخاب شد. با توجه به این که کل و بز در هر دو منطقه دنا و دنا شرقی حضور دارد بنابراین هر دو منطقه را به عنوان محدوده مطالعاتی گونه در نظر گرفته شده است. شکل ۱ موقعیت منطقه مطالعاتی مورد نظر از نظر تقسیمات کشوری و مرز محدوده مورد مطالعه و نقاط حضور گونه را نشان می دهد.

نحوه جمع آوری نقاط حضور گونه در منطقه مورد مطالعه:

جهت تهیه نقشه نقاط حضور گونه مناطق مختلفی از جمله: گردنه پونک، آب سپاه، گردنه بیژن، کله خرمن، کریدور گردنه بره باز و تنگ پونه ای به عنوان نقاط حضور گونه توسط کارشناسان محیط زیست معرفی شدند که طی عملیات میدانی و با استفاده از نقشه راه های منطقه و با همراهی محیط بانان منطقه مسیرهای احتمال حضور کل و بز پیموده شد و با مشاهده گونه با استفاده از دستگاه (GPS) موقعیت گونه برداشت شد. با توجه به این که مکان حضور برخی از حیوانات قابل دسترس نبود در این موارد مختصات مکان ایستادن مشاهده گر، فاصله تا حیوان و زاویه مشاهده حیوان ثبت می گردید تا با استفاده از نقشه توپوگرافی موقعیت دقیق مشاهده حیوان به دست آید.

متغیرهای زیستگاهی: انتخاب زیستگاه کل و بز تحت تأثیر

شرایط توپوگرافی زیستگاه و میزان فعالیت های انسانی قرار می گیرد (Sarhangzadeh و همکاران، ۲۰۱۳). به منظور مدل سازی پراکنش کل و بز در منطقه حفاظت شده دنا و دنا شرقی براساس مطالعات بررسی های قبلی پیرامون کل و بز (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۴؛ Sarhangzadeh، ۲۰۱۳؛ مددی و همکاران، ۱۳۹۲)



نمونه معرفی شده از نقاط حضور که بیش‌تر یا تمام زیستگاه‌های مهم را پوشش دهد، کافی است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶)، این مدل، هم برای متغیرهای پیوسته و هم گسسته کاربرد دارد و خروجی آن یک پیش‌بینی پیوسته است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). مدل مکسنت از حیث سنجش کارایی براساس میزان AUC، در مقایسه با دیگر روش‌های مدل‌سازی مبتنی بر داده‌های صرفاً حضور در جایگاه خوبی قرار دارد (P Anderson و همکاران، ۲۰۰۶). محدودیت اصلی داده‌های فقط حضور آن است که خطای انتخاب نمونه، تأثیر بسیار شدیدی بر روی مدل‌های مبتنی بر حضور، نسبت به مدل‌های حضور/عدم حضور دارند. دستورالعمل‌های کم‌تری برای استفاده از مدل مکسنت وجود دارد از این‌رو کم‌تر برای تخمین مقدار خطا در پیش‌بینی‌ها استفاده می‌شود و این نرم‌افزار در بسته‌بندی آماری استاندارد در دسترس نیست (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). در سال‌های اخیر این متود نسبت به سایر روش‌های حضور / عدم حضور به‌خصوص برای مجموعه داده‌های کوچک نتایج بهتری را کسب کرده است (Peterson و همکاران، ۲۰۰۷).

همکاران، ۲۰۰۹). مطلوبیت هر سلول در زیستگاه به‌صورت تابعی از متغیرهای محیط‌زیستی بیان می‌شود. ارزش بالای هر سلول نشان دهنده این است که آن سلول شرایط مطلوبی برای آن‌گونه دارد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). الگوریتم حداکثر آنتروپی بیشینه، به ارزیابی احتمال توزیع مقادیر حداکثر آنتروپی متأثر از محدودیت‌های ناشی از متغیرهای تأثیرگذار بر نحوه توزیع مکانی گونه می‌پردازد (Olivier و Wotherspoon، ۲۰۰۶). در این الگوریتم، حداقل تعداد نقاط جمع‌آوری حضور و مشاهده گونه بستگی به عوامل متعددی نظیر، یکنواختی محدوده مورد مطالعه از نظر میزان شیب، ارتفاع و میزان تخصصی بودن گونه و آشیان اکولوژیک گونه و میزان دقت در مطالعات دارد (مشهدی‌احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). الگوریتم آنتروپی بیشینه، از جمله روش‌هایی است که باوجود تعداد کم نقاط حضور گونه‌ها از توان پیش‌بینی بالایی برخوردار است به‌عبارتی قادر به پیش‌بینی و استنباط از اطلاعات ناقص و ناکامل است (Wilting و همکاران، ۲۰۱۰؛ Hoffman و همکاران، ۲۰۰۸)، برای مدل مکسنت، لازم نیست تا داده‌های کاملی از تمام نقاط حضور وجود داشته باشد، بلکه

جدول ۱: متغیرهای تأثیرگذار در مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه

ردیف	نام متغیر	دامنه تغییرات	منبع تهیه
۱	ارتفاع	۴۳۹۰-۱۳۹۱	USGS
۲	شیب	۲۹۰-۰	مدل رقومی ارتفاعی- درصد
۳	جهت	۱۰-۰	مدل رقومی ارتفاعی
۴	زبری	۱۴-۰	مدل رقومی ارتفاعی
۵	نمایه رطوبت	۲/۱۶-۴۳/۳۷	مدل رقومی ارتفاعی
۶	فاصله از مناطق روستایی	۷۴۴۶-۰	اداره کل حفاظت محیط‌زیست- استان
۷	فاصله از جنگل‌های کم تراکم	۱۹۴۵۸-۰	تصویر طبقه‌بندی شده لندست ۸
۸	فاصله از جنگل‌های نیمه متراکم	۱۷۵۰۴-۰	تصویر طبقه‌بندی شده لندست ۸
۹	فاصله از مراتع نیمه متراکم	۱۵۰۵۱-۰	تصویر طبقه‌بندی شده لندست ۸
۱۰	فاصله از مراتع فقیر	۱۶۵۵۲-۰	تصویر طبقه‌بندی شده لندست ۸
۱۱	فاصله از مناطق صخره‌ای	۱۷۵۵۱-۰	اداره کل حفاظت محیط‌زیست- استان
۱۲	فاصله از رودخانه	۷۴۹۱-۰	اداره کل حفاظت محیط‌زیست- استان

گونه را حساسیت‌سنجی مدل نشان می‌دهد. آزمون جک نایف برای ارزیابی اهمیت تک تک متغیرها در تهیه مدل استفاده می‌شود.

اعتبارسنجی با استفاده از رویکرد آمار ROC: برای ارزیابی

مدل‌های پیش‌بینی از منحنی ROC استفاده شد. برای بررسی اهمیت تک تک متغیرها از آزمون جک نایف استفاده شد. هم‌چنین از تحلیل منحنی ویژه عامل دریافت‌کننده (ROC) و مساحت زیر منحنی (AUC) برای ارزیابی کیفیت کلی استفاده شد.

حساسیت‌سنجی مدل با استفاده از تحلیل جک نایف: اهمیت

متغیرها در مدل نهایی با استفاده از نمودار جک نایف بررسی شد (Flory و همکاران، ۲۰۱۲، Phillips، ۲۰۰۶). این منحنی شامل دستیابی به AUC در سه حالت مختلف است. حالت اول بیانگر زمانی است که مدل با حذف متغیر زیست محیطی مورد نظر انجام می‌شود. حالت دوم مربوط به زمانی است که مدل‌سازی تنها براساس وجود یک عامل خاص انجام می‌شود و براساس آن میزان AUC برآورده می‌شود. سهم هر یک از متغیرها در توسعه مدل توسط آزمون حساسیت‌سنجی جک نایف انجام شد و مهم‌ترین متغیرهای موثر در مدل‌سازی پراکنش

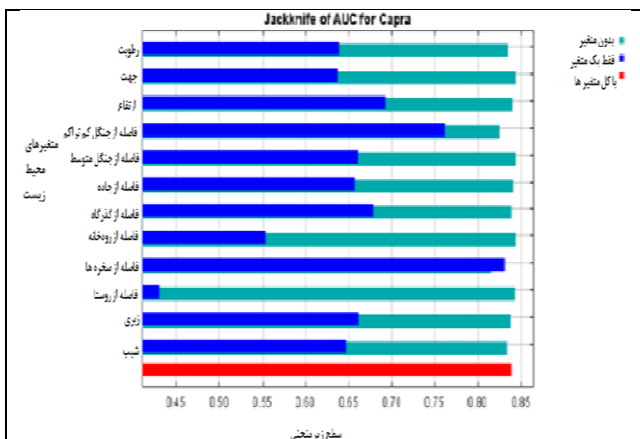


نتایج

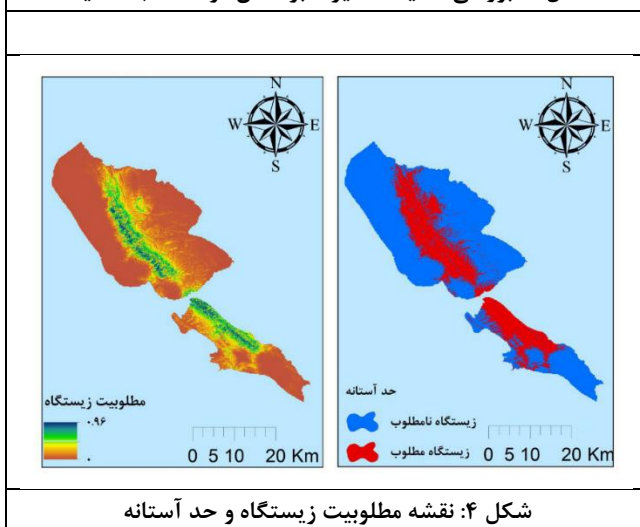
صخره‌ها، فاصله از جنگل، ارتفاع، فاصله از گذرگاه، زبری بیشترین تأثیر را بر پراکنش گونه دارد (شکل ۳).

جدول ۲: درصد مشارکت هر متغیر در توسعه مدل

ردیف	نام متغیر	درصد مشارکت
۱	فاصله از مناطق صخره ای	۵۶/۶
۲	جهت	۱۸/۸
۳	فاصله از جنگل های کم تراکم	۸/۶
۴	فاصله از جنگل های نیمه متراکم	۶/۹
۵	فاصله از مراتع فقیر	۲/۹
۶	ارتفاع	۲/۵
۷	نمایه رطوبت	۲
۸	شیب	۱/۲
۹	فاصله از مناطق روستا	۰/۲
۱۰	زبری	۰/۲
۱۱	فاصله از رودخانه	۰/۱
۱۲	فاصله از مراتع نیمه متراکم	۰



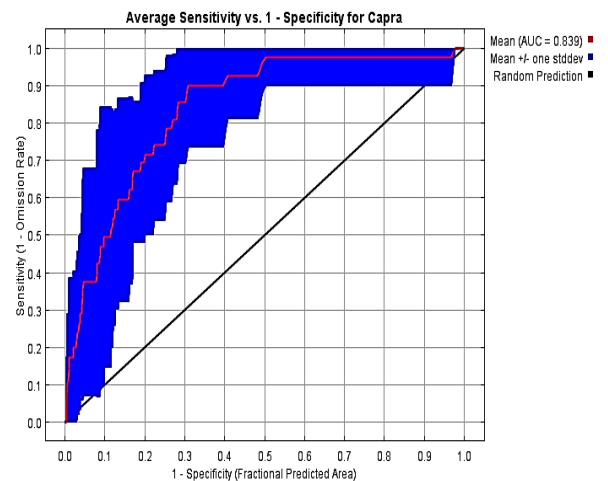
شکل ۳: بررسی اهمیت متغیرها براساس فراکافت جک نایف



شکل ۴: نقشه مطلوبیت زیستگاه و حد آستانه

اعتبارسنجی مدل: از تحلیل منحنی ویژگی عامل دریافت

کننده ROC و سطح زیر منحنی AUC برای ارزیابی کیفیت کلی مدل مورد استفاده قرار گرفت. این منحنی به صورت نموداری نشان داده می شود که در آن محور عمودی نشان دهنده حساسیت (مثبت واقعی) و محور افقی نشان دهنده ویژگی-۱، (مثبت کاذب) است. سطح زیر منحنی ایجاد شده توسط مقادیر حساسیت و ویژگی-۱، یک شاخص کمی برای نمایش کارایی و قدرت پیش بینی مدل است. همان طور که مشاهده می شود در این مطالعه سطح زیر منحنی برای داده های آموزشی (Training data) ۰/۸۳ به دست آمد که نشان دهنده کارایی بالای این مدل می باشد (شکل ۲).



شکل ۲: منحنی ROC محاسبه شده توسط مدل MAXENT

درصد مشارکت متغیرها در توسعه مدل: براساس جدول

مشارکت هر متغیر در جدول ۲ هر کدام از متغیرهای تأثیرگذار در مدل درصد خاصی را به خود اختصاص داده اند که بیشترین درصد مشارکت را در میان متغیرها فاصله از مناطق صخره ای، جهت، فاصله از جنگل کم تراکم، فاصله از جنگل نیمه متراکم دارند و متغیرهای درصد مشارکت کمتری را به خود اختصاص داده اند. جدول ۲ درصد مشارکت متغیرهای مورد استفاده را توسعه مدل نمایش می دهد.

حساسیت سنجی با استفاده از تحلیل جک نایف: متغیرهای

محیط زیستی تأثیرگذار در حساسیت سنجی تحلیل جک نایف، این متغیرها شامل ارتفاع، شیب، جهت، زبری، رطوبت، فاصله از روستا، فاصله از صخره ها، فاصله از رودخانه، فاصله از جنگل می باشد. نتایج به دست آمده از نمودار جک نایف نشان داد که متغیرهای فاصله از



خروجی مطلوبیت زیستگاه: برای بررسی نقش متغیرهای

زیستگاهی در مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه مورد مطالعه از تحلیل جک‌نایف استفاده گردید. برای طبقه‌بندی نقشه مطلوبیت زیستگاه تولید شده توسط نرم‌افزار MaxEnt از آستانه مطلوبیتی استفاده گردید که توانایی نقشه مطلوبیت در ارائه مناطق مطلوب و نامطلوب را به حداکثر می‌رساند (Jimenez-Valverde, 2007). در این پژوهش آستانه مطلوبیتی ۱۰ درصد در نظر گرفته شده است. لکه‌های زیستگاهی مطلوب بزرگ‌تر از گستره خانگی کل و بز مشخص و نسبت محیط به مساحت (P/A) به‌عنوان شاخصی از پیچیدگی شکل محاسبه گردید، هر چه میزان این شاخص بیشتر باشد حساسیت لکه زیستگاهی نسبت به دخالت‌های انسانی بیشتر است. نتیجه آزمون دوجمله‌ای نشان می‌دهد که حد آستانه ۱۰ درصد در نظر گرفته شود.

حد آستانه

۱	۵	۱۰
۰/۱۵	۰/۴۵	۵۵
۰/۱۲	۰/۳۵	۰/۴۰
۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۱۴
۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۱۴

بحث

یکی از راه‌های مدیریتی برای حفظ، کنترل و افزایش جمعیت یک گونه مدیریت صحیح زیستگاه گونه است. نتایج حاصل از حساسیت سنجی اجرای مدل نشان داد که فاصله از مناطق صخره‌ای بیش‌ترین تأثیر را در پراکنش گونه کل و بز در منطقه دنا دارد. با توجه به محدوده پراکنش مشخص شد که کل و بز به مناطق صخره‌ای گرایش دارد و با افزایش فاصله از مناطق صخره‌ای مطلوبیت زیستگاه گونه کاهش می‌یابد. در بررسی شمس‌اسفندآباد و همکاران (۱۳۹۴) نیز مشخص گردید که بز وحشی در کوه سفید دماوند به مناطق صخره‌ای گرایش دارد که مشابه یافته‌های این تحقیق است. نتایج فرهمند (۱۳۸۰) با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد که نقاط حضور بز و پازن وابسته به مناطق صخره‌ای می‌باشد. عامل مهم دیگر فاصله از جنگل کم‌تراکم است. گونه کل و بز به مناطقی که دارای پوشش جنگلی کم‌تراکم است گرایش بیش‌تری دارند. با افزایش فاصله از جنگل کم‌تراکم مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کاهش می‌یابد. با توجه به این که کل و بز گونه‌های مختص زیستگاه‌های صخره‌ای و کم‌تراکم است بیش‌ترین پراکنش را در جنگل‌های کم‌تراکم دارد. ارتفاع سومین عامل تأثیرگذار در پراکنش گونه مورد نظر است. در منطقه حفاظت شده دنا کل و بز ارتفاعات بالا را ترجیح می‌دهد پراکنش این گونه در

منطقه در محدوده ارتفاع بین ۱۰۰۰ تا ۴۵۰۰ متری است که بیش‌ترین پراکنش در ارتفاع ۳۰۰۰ متر از سطح دریا است. در این منطقه با افزایش ارتفاع مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد با توجه به این که گونه کل و بز گونه شاخص ارتفاعات بالا است و شرایط زیستگاهی برای این گونه در مناطق صخره‌ای فراهم می‌باشد این گونه مناطق ارتفاعی را برای زیست ترجیح می‌دهد. در بررسی کابلی (۱۳۸۷) مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پازن در پارک ملی کلاه قاضی که نقش ارتفاع در پراکنش پازن مؤثر است. درصد زبری سطح زمین برای حفاظت نوزادان در برابر آب‌وهوا و تندبادها بسیار مهم می‌باشد (Skoglan, ۱۹۸۸). یکی دیگر از متغیرهای تأثیرگذار شیب می‌باشد. نقشه مطلوبیت زیستگاه کل و بز نشان می‌دهد که ابتدا شیب افزایش می‌یابد و در ادامه کاهش پیدا می‌کند. گونه کل و بز برای فرار از طعمه‌خواران و شرایط بد آب و هوایی شیارهای عمیق بین سنگ‌ها را ترجیح می‌دهد. در بررسی سرهنگ‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) در منطقه کوه سفید دماوند نقش عامل شیب در پراکنش گونه مورد نظر نشان داد که شیب منطقه از عوامل تأثیرگذار در پراکنش گونه است که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. جهت و رطوبت نیز از جمله عواملی هستند که نقش مهمی در پراکنش این گونه در منطقه مورد مطالعه دارند. نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه مورد نظر نشان می‌دهد که در جهت ۱ درجه شمالی بیش‌ترین مطلوبیت را دارد و با افزایش جهت مطلوبیت کاهش می‌یابد. جهت جغرافیایی تأثیر زیادی بر روی گونه دارد به طوری که تراکم حضور گونه در یک جهت بیش‌تر از جهت‌های دیگر است. در بررسی شمس‌اسفندآباد (۱۳۹۴) در منطقه کوه سفید دماوند به نتایج یکسانی در مورد جهت جغرافیایی در پراکنش گونه رسیدند. فاصله از گذرگاه و فاصله از جنگل متوسط نیز تأثیر کم‌تری در پراکنش گونه مورد نظر دارد. نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه مورد نظر نشان می‌دهد که با افزایش تراکم جنگل مطلوبیت زیستگاه کاهش می‌یابد با توجه به این که گونه کل و بز بیش‌تر گرایش به مناطق باز و کم‌تراکم دارد بنابراین مطلوبیت این مناطق جنگلی متوسط برای گونه کل و بز پایین می‌باشد. در آخر فاصله از مناطق روستایی کم‌ترین تأثیر را در پراکنش گونه مورد نظر دارد. مدل به‌دست‌آمده نشان داد که عوامل انسانی به‌ویژه توسعه مناطق روستایی تأثیر زیادی در پراکنش کل و بز ندارد دلیل این امر می‌تواند وابستگی کل و بز به مناطق صخره‌ای و ارتفاعات بالا می‌باشد. براساس نتایج به‌دست‌آمده به‌طور کلی می‌توان عنوان کرد که مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پراکنش کل و بز فاصله از صخره و ارتفاع و فاصله از جنگل کم‌تراکم می‌باشد. بزرگ‌ترین تهدید برای جمعیت‌های کل و بز افزایش جمعیت انسانی در روستاهای واقع در منطقه دنا تخریب زیستگاه گونه مورد نظر و کاهش پوشش گیاهی گونه بر اثر آتش‌سوزی شکار این گونه



۷. همای، م.ر.؛ اسماعیلی، س. و سفیانیان، ع.ر.، ۱۳۹۴. پیش‌بینی پراکنش یوز آسیایی، پلنگ ایرانی و خرس قهوه‌ای در پاسخ به متغیرهای محیطی در استان اصفهان. فصلنامه بوم‌شناسی کاربردی. سال ۴، شماره ۱۳، صفحات ۵۱ تا ۶۳.
۸. **Baldwin, R.A., 2009:** Use of maximum entropy modeling in wildlife research. *Entropy*. Vol. 11, pp: 854-866
۹. **Farhadinia, M.S.; Akbari, H.; Mousavi, S.J.; Eslami, M.; Azizi, M.; Shokouhi, J.; Gholikhani, M. and Hosseini Zavarei, F., 2013.** Exceptionally long movements of the Asiatic cheetah *Acinonyx jubatus venaticus* across multiple arid reserves in central Iran. *Oryx*. Vol. 47, pp: 427-430.
۱۰. **Flory, A.R.; Kumar, S.; Stohlgren, T.J. and Cryan, P.M., 2012.** Environmental conditions associated with white nose syndrome mortality in the north eastern United States. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 49, No.3, pp: 680-689.
۱۱. **Geographic distributions.** *Ecological Modelling*. Vol. 190, pp: 231-259.
۱۲. **Giovanelli, J.G.R.; DeSiqueira, M.F.; Haddad, C.F.B. and Alexandrino, J., 2010.** 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. 221, pp: 215-224.
۱۳. **Hirzel, A.H.; Helfer, V. and Metral, F., 2001.** Assessing habitat suitability models with a virtual species. *Ecological Modelling*. Vol. 145, pp: 111-121.
۱۴. **Hoffman, J.D.; Narumalani, S.; Mishra, D.R.; Merani, P. and Wilson, R.G., 2008.** 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.
۱۵. **Jepsen, J.U.; Madsen, A.B.; Karlsson, M.D. and Groth, R., 2005.** Predicting distribution and density of European badger (*Melesmeles*) setts in Denmark, *Biodiversity and Conservation*. Vol. 14, pp: 3235-3253.
۱۶. **Jimenez-Valverde, A. and Lobo, J.M., 2007:** Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either or presence absence. *Acta Oecologica*. Vol. 31, pp: 361-369.
۱۷. **Katsaounis, C.H., 2012.** Habitat use of the endangered and endemic Cretan Capricorn and impact of domestic goats, Thesis submitted for Master of Science. Faculty of Geo Information Science and Earth Observation, University of Twente.
۱۸. **Khan, B.; Ablimit, A.; Khan, G.; Jasra, A.W.; Ali, H.; Ali, R.; Ahmad, E. and Ismail, M., 2015.** Abundance, distribution and conservation status of Siberian ibex, Marco Polo and Blue Sheep in Karakoram Pamir mountain area. *Journal of King Saud University Science*.
۱۹. **Liu, C.; White, M. and Newell, G., 2009:** Measuring the accuracy of species distribution models: a review. 18th World IMA CS/MODSIM Congress, Carins, Australia.
۲۰. **Malekian, M., 2007.** Effects of habitat fragmentation on the genetic diversity and population structure *Petaurubrevicapsa* species in southeast Australia. The National Biotechnology Congress of Iran
۲۱. **Nazeri, M.; Jusoff, K.; Madani, N.; Mahmud, A.R.; Bahman, A.R. and Kumar, L., 2012.** Predicting modeling and mapping of Malayan sun bear (*Helarctos malayanus*) distribution using maximum entropy. *PLoS ONE*. Vol. 7, No. 10. e48104.
۲۲. **Olivier, F. and Wotherspoon, S., 2006.** Modelling habitat selection using presence only data: Case study of a colonial

جانوری موجبات نامنی گونه را فراهم آورده و موجب تغییر الگوی طبیعی و تهدید بقای جمعیت کل و بز در منطقه حفاظت‌شده دنا می‌شود. هم‌چنین انتقال خطوط لوله گاز از پتروشیمی گچساران به شهرکرد برای انتقال گاز به این مناطق که این پروژه از جنگل‌ها و مناطق حفاظت‌شده دنا عبور کرده و باعث تخریب زیستگاه کل و بز شده است. با توجه به تهدیدهای فوق، هم‌چنین تهدیدهای بالقوه دیگر، لزوم بررسی وضعیت گونه، زیستگاه و شناسایی عوامل منجر به تهدید گونه، امری بدیهی به‌نظر می‌رسد. مدیریت مستمر پارک‌ها و مناطق حفاظت‌شده برای حفظ تنوع زیستی زمانی می‌تواند مؤثر باشد که درباره انتشار، وضعیت گونه‌ها و اکوسیستم‌ها، تغییرات آن‌ها و شرایط اقتصادی-اجتماعی جوامع بومی و ساکن در منطقه، اطلاعات کافی موجود باشد. فرهنگ‌سازی و افزایش آگاهی‌های زیست‌محیطی از طریق آموزش افراد محلی و به‌خصوص آموزش محیط‌بانان سازمان در خصوص عوارض تخریب زیستگاه، ترویج ارزش‌های اکولوژیکی و زیبایی‌شناختی گونه‌های گیاهی و جانوری افزایش اقدامات در جهت حفاظت از گونه‌ها می‌تواند مؤثر باشد.

منابع

۱. بهمن‌پور، ه. و بالی، ع. ۱۳۹۴. پروژه بین‌المللی حفاظت از تنوع زیستی در سیمای حفاظتی زاگرس مرکزی، ارزیابی توان اکولوژیکی حوزه آبخیز دنا. ۱۲۴ صفحه.
۲. بهداروند، ن.، ۱۳۹۰. مدل‌سازی حملات اخیر گرگ به انسان در استان همدان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۳. ضیایی، ه.، ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پستانداران، تهران، انتشارات کانون آشنایی با حیات‌وحش.
۴. فلاحی، م.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م.؛ مهرابی، ع.ا.؛ گل‌جانی، ر. و مصطفوی، س.م.، ۱۳۹۴. بررسی تأثیر عشایر کوچ‌رو بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) در پارک ملی لار، دو فصلنامه پژوهش‌های محیط‌زیست. سال ۶، شماره ۱۱. صفحات ۱۴۱ تا ۱۴۸.
۵. مددی، م.؛ سلمان‌ماهینی، ع. و وارسته‌مرادی، ح.، ۱۳۹۲. ارزیابی زیستگاه پاییزه کل و بز (*Capra aegagrus*) در پارک ملی گلستان. دومین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست.
۶. مشهدی‌احمدی، ا.ع.؛ شمس‌اسفندآباد، بهمن. و گشتاسب میگوی، ح.، ۱۳۹۳. مدل‌سازی مسیر گذار گوسفند وحشی البرز با استفاده از آنالیز کم‌ترین هزینه در استان تهران (*O.o.arkali* & *O.o.vigneii*). فصلنامه علوم و مهندسی محیط‌زیست. سال ۱، شماره ۳، صفحات ۴۱ تا ۵۸.



- hollow nesting bird, the snow petrel. Ecological modeling. Vol. 195, pp: 187-204.
۲۳. **P Anderson, R.; Dudík, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.J.; Hijmans, R.; Huettmann, F. and Zimmermann, E.N., 2006.** Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography. Vol. 29, No. 2, pp: 129-151.
۲۴. **Pearson, R.G., 2007.** Species distribution modeling for conservation educators and practitioners. American Museum of Natural History. pp: 1-50.
۲۵. **Peterson, A.T.; Papes, M. and Eaton, M., 2007.** Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent, Ecography. Vol. 30, pp: 550-560.
۲۶. **Phillips, S.J. and Dudik, M., 2008.** Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. Ecography. Vol. 31, pp: 161-175.
۲۷. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006:** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological modelling. Vol. 190, pp: 231-259.
۲۸. **Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling. Vol. 190, pp: 231-259.
۲۹. **Rahim, M., 2016.** Influence of Environmental Variables on Distribution of Wild Goat (*Capra aegagrus*), in Iraq by Maxent. American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS). Vol. 18, No. 1, pp: 97-107.
۳۰. **Rushton, J.P.; Skuy, M. and Bons, T.A., 2004.** Construct Validity of Raven's Advanced Progressive Matrices for African and Non-African Engineering Students in South Africa. International Journal of Selection and Assessment. Vol. 12, No. 3, pp: 220-229.
۳۱. **Bagchi, S. and Ritchie, M.E., 2010.** Herbivore effects on above and belowground plant production and soil nitrogen availability in the Trans-Himalayan shrub steppe, Oecologia. Vol. 164, pp: 1075-1082.
۳۲. **Sarhangzadeh, J.; Yavari, A.R.; Hemami, M.R.; Jafari, H.R. and Shams Esfandabad, B., 2013:** Habitatsuitability modeling for wild goat (*Capra aegagrus*) in a mountainous arid area, central Iran Caspian Journal of Environmental Science. Vol. 11, pp: 41-51.
۳۳. **Thorn, J.S.; Nijman, V.; Smith, D. and Nekaris, K.A.I., 2009.** Ecological niche modelling as a technique for assessing threats and setting conservation priorities for Asian slow lorises (Primates: Nycticebus). Diversity and Distributions. Vol. 15, pp: 289-298.
۳۴. **Williams, A.K., 2003.** The influence of probability of detection when modeling species occurrence using GIS and survey data: Virginia Polytechnic Institute and State University. 281 p.
۳۵. **Wilting, A.; Cord, A.; Hearn, A.J.; Hesse, D.; Mohamed, A.; Traholdt, C.; Cheyne, S.M.; Sunarto, S.; Jayasilan, M.A.; Ross, J.; Shapiro, A.C.; Sebastian, A.; Dech, S.; Breitenmoser, C.; Sanderson, J.; Duckworth, J.W. and Hofer, H., 2010.** Modelling the species distribution of Flat-headed cat (*Prionailurus planiceps*), an endangered south-east Asian Small Felid, PLoS ONE. Vol. 5, No. 3. e9612.

