مدل‌سازی توزیع کل و بز وحشی (*Capra aegagrus* Erxleben, ۱۷۷۷) در منطقه حفاظت شده و پناهگاه حیات‌وحش بیستون کرمانشاه با مدل‌های مبتنی بر داده‌های حضور

- **فرزانه ایمانی‌بوژانی**: گروه زیستگاه‌ها و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- **مرتضی نادری**: گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، کد پستی: ۳۸۱۵۶-۸۳۴۹
- **جلیل ایمانی‌هرسینی***: گروه زیستگاه‌ها و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- **بهمن شمس‌اسفندآباد**: گروه محیط زیست، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶

چکیده

هدف این مطالعه تعیین مهم‌ترین عوامل موثر بر حضور کل و بز با استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌های حضور در فصل‌های بهار و پاییز ۱۳۹۵ بوده و از ۱۳ متغیر محیط زیستی استفاده شده است. با جمع‌آوری داده‌های میدانی و مقایسه ویژگی‌های اکولوژیک ۱۱۰ نقطه حضور در منطقه حفاظت شده و پناهگاه حیات وحش بیستون، مدل توزیع بالقوه گونه و مهم‌ترین متغیرهای دخیل در استفاده از زیستگاه به‌دست آمد. نتایج نرم‌افزارها نشانگر مطلوبیت زیستگاه کل و بز در نواحی جنوب و غرب منطقه است. مهم‌ترین متغیرهای موثر بر مطلوبیت زیستگاه در نرم‌افزار تحلیل آشیان بوم‌شناختی فاصله از مراکز صنعتی در فصل بهار و فاصله از مراکز نظامی در فصل پاییز بوده است. در فصل پاییز متغیرهای فاصله از روستاها، مراکز نظامی و شیب و در فصل بهار ارتفاع از سطح دریا بیش‌ترین میزان مشارکت را داشته‌اند. در فراکافت جک نایف فاصله از عشایر و تیپ پوشش گیاهی بیش‌ترین اثر را در فصول بهار و پاییز بر مطلوبیت زیستگاه داشته‌اند. میزان حاشیه‌گرایی ۱/۸ در پاییز و ۰/۹ در بهار نشانگر تخصص‌گرا بودن و توان تحمل محیطی کم گونه است. جهت بهینه‌سازی مدل از اعتبارسنجی متقاطع استفاده شد. در نرم‌افزار ModEco، بهترین عملکرد را مدل Domain با دقت ۰/۹۲۶۵ داشته است. نتایج روش‌ها مشابه بود و بیش‌ترین تفاوت را ENFA با سایر روش‌ها (MaxEnt, Bioclim,Domain و Svm) داشت. اما بهترین عملکرد را MaxEnt با ۰/۹۳۱ = AUC داشت.

کلمات کلیدی: کل و بز، حداکثر آنتروپی، تحلیل فاکتور آشیان بوم‌شناختی، موداکو، سامانه اطلاعات جغرافیایی، منطقه حفاظت‌شده بیستون، پناهگاه حیات‌وحش بیستون

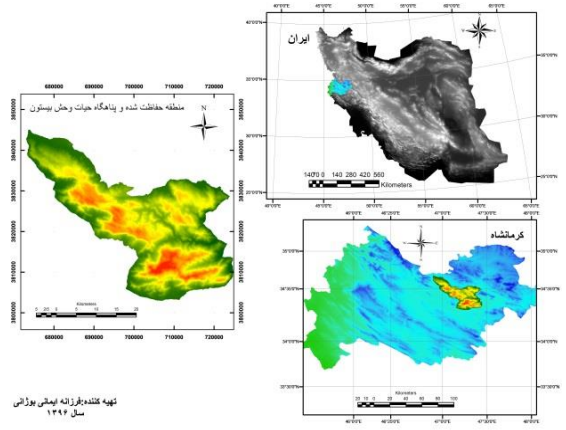
* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: jalil.imani@gmail.com

مقدمه

پازن (*Capra aegagrus*) از علف‌خواران شاخص ارتفاعات صخره‌ای ایران بوده و نقش مهمی در اکوسیستم‌های کوهستانی، به‌عنوان تنها علف‌خوار مناطق صعب‌العبور داشته و یکی از مهم‌ترین طعمه‌های پلنگ است (امیدی، ۱۳۸۷) که جمعیت آن به‌دلیل تخریب زیستگاه و شکار غیرمجاز در سطح بین‌المللی و ملی کاهش یافته (ضیایی، ۱۳۸۷) و ازسوی اتحادیه جهانی حفاظت از حیات وحش و منابع طبیعی در فهرست حیوانات آسیب‌پذیر قرار گرفته است (IUCN، ۲۰۱۷). کاهش جمعیت این گونه، نشانگر نیاز به تصمیم‌گیری مدیریتی برای حفظ و بهبود جمعیت گونه مذکور و گوشت‌خواران وابسته به آن (پلنگ، گرگ، کفتار، روباه، پرندگان شکاری بزرگ) به‌خصوص در مناطق تحت مدیریت دارد (سرهنگ‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). در سال‌های اخیر تعیین وضعیت پراکنش و توزیع گونه‌ها و وضعیت زیستگاه‌های تحت اشغال آن‌ها از اهمیت قابل توجهی در برنامه‌های حفاظتی و مدیریت حیات وحش برخوردار شده است (Pearson، ۲۰۰۷). مدیریت گونه‌های حیات وحش، تحلیل زیست‌مندی جمعیت، تحلیل تضاد بین انسان و حیات وحشی (Weinberg و همکاران، ۲۰۰۸) شناسایی زیستگاه‌های مناسب برای حفاظت، به‌طور عمده وابسته به مدل‌سازی رابطه بین زیستگاه و توزیع گونه‌ها است (Gibson و همکاران، ۲۰۰۴). مدل‌های توزیع گونه یک استراتژی بسیار متداول برای برآورد توزیع جغرافیایی واقعی یا پتانسیل گونه است. اساس کار این مدل‌ها کمی کردن روابط بین توزیع گونه و محیط زیست پیرامون است (Guisan و Zimmerman، ۲۰۰۰). این مدل‌ها، به‌طور مشترک از ارتباطات میان حضور گونه و متغیرهای محیط زیستی، برای شناسایی محیط‌زیستی که توانایی نگه‌داری جمعیت را دارد استفاده می‌کنند. سپس توزیع فضایی محیط‌هایی که مناسب زیست گونه هستند فراتر از منطقه مورد مطالعه شناسایی می‌شود (Pearson، ۲۰۰۷). 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 داراست (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۱؛ Bedia و همکاران، ۲۰۱۱). انواع روش‌های مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزارهای Arc Gis وجود دارد که پایه آن‌ها بر داده‌های فقط حضور استوار است. بعضی از این روش‌ها شامل: تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA)، الگوریتم حداکثر آنتروپی (MaxEnt) و الگوریتم ژنتیک است. منطقه‌های حفاظت‌شده به‌علت حراست از زیستگاه‌ها در مقابل تهدیدهای مختلف از قبیل جابجایی و از دست رفتن زیستگاه‌ها و نیز حفاظت از نمونه‌های نماینده تنوع زیستی مانند فون و فلور گونه‌های بومی، برنامه ریزی شده‌اند (Haene و همکاران، ۲۰۰۳). این مطالعه با هدف تعیین مهم‌ترین عوامل موثر بر حضور کل و بز، مدل مناسب بودن زیستگاه گونه مذکور را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل‌های آماری چندمتغیره (MaxEnt، ModEco و ENFA) که مبتنی بر داده‌های فقط حضور است در دو فصل بهار و پاییز انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: پناهگاه حیات وحش بیستون با مساحت ۴۰۶۵۱ هکتار به‌دلیل تنوع زیستی و غنای بالای زیستی از سال ۱۳۴۶ به‌عنوان پناهگاه حیات وحش به ثبت رسیده است و مورد حفاظت قرار می‌گیرد. این منطقه یکی از زیستگاه‌های با ارزش گونه کل و بز وحشی در ایران به‌حساب می‌آید. بلندترین شاخ‌های کل ایران با ۱۵۲ سانتی‌متر طول، مربوط به پناهگاه حیات وحش بیستون کرمانشاه می‌شود که رکورد جهان نیز محسوب می‌شود و نمونه تاکسیدرمی شده آن (کل رکورد) در موزه تاریخ طبیعی دارآباد نگه‌داری می‌شود. منطقه حفاظت شده بیستون با وسعت ۵۰۸۵۰ هکتار زیستگاه بالقوه ۱۶ گونه پستانداران بزرگ‌جثه مانند: پلنگ ایرانی (*Panthera pardus* saxicolor)، خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*)، قوچ و میش (*Ovis orientalis*)، کل و بز (*Capra aegagrus*)، گرگ (*Canis lupus*) و ۴۸ گونه پوشش جنگلی که از جمله آن‌ها می‌توان به بلوط، بنه (*Desf atlantica*)، گیاهی درمنه (*Irehcua aisimetra*)، بوته‌زارهای گون (*Astragalus*) و گونه‌های مرتعی اشاره کرد و مناطق مناسب ۳۲ گونه پرنده است.



شکل ۱ :موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه و ایران

روش تحقیق: این تحقیق با استفاده از نرم‌افزارهای (MaxEnt، ModEco و ENFA) انجام و نتایج حاصل از این سه نرم‌افزار با هم مقایسه شد. ورژن نرم‌افزارهای این تحقیق عبارتند از MaxEnt ۳/۳/۳ K و Arc Gis ۱۰ و BioMapper ۰/۴ و ModEco ۱/۰ و جهت تعیین

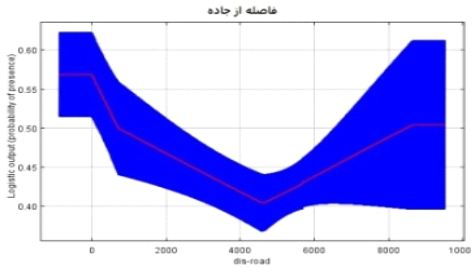
همبستگی و ساخت لایه‌های اطلاعاتی برای ورود به نرم‌افزار MaxEnt استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز تجزیه و تحلیل در نرم‌افزار MaxEnt شامل نقاط ثبت حضور گونه براساس مشاهدات مستقیم توسط کارشناسان و محیط‌بانان منطقه در فصل‌های پاییز و بهار سال ۱۳۹۵ تعیین و مختصات آن شامل ۵۵ نقطه در فصل بهار و ۵۵ نقطه در فصل پاییز بود که با دستگاه GPS ثبت شد. نقاط مذکور در برنامه اکسل با فرمت csv ذخیره و وارد نرم‌افزار MaxEnt شد و لایه‌های اطلاعاتی و نقشه‌های متغیرهای محیطی پیش‌بینی کننده شامل ۱۴ متغیر مستقل زیستگاهی (ارتفاع حاصل از مدل رقومی ارتفاعی با دقت ۳۰ متر از سایت usgs، شیب، جهت شیب، فاصله از دام، فاصله از عشایر، فاصله از روستا، فاصله از چشمه، ، فاصله از جاده، فاصله از مراکز صنعتی، فاصله از مراکز نظامی، فاصله از گرگ، نقشه تیپ پوشش گیاهی و رودخانه‌های دایمی و فصلی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰و تراکم پوشش گیاهی) بوده که از سازمان محیط زیست و منابع طبیعی و جهادکشاورزی تهیه شده است.

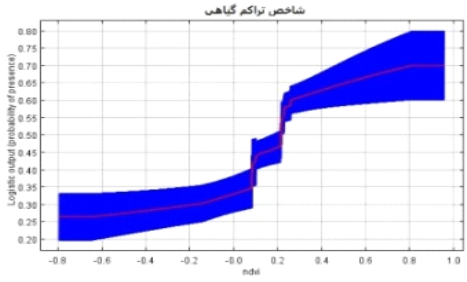
ورود لایه‌ها به نرم‌افزار حداکثر آنتروپی: لایه‌های اطلاعاتی ارتفاع و شیب و جهت جغرافیایی از نقشه خطوط تراز منطقه با تهیه مدل رقومی (DEM)در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ به‌صورت کمی تهیه شد. این لایه‌ها به شکل رستری (سلول ۳۰×۳۰) و با فرمت Ascii به آنالیز MaxEnt وارد شدند .جهت بررسی میزان همبستگی داده‌ها در نرم‌افزار Arc GIS و از دستور Multivariate Tools Spatial Analyst استفاده شد. برای استخراج شاخص تراکم پوشش از باند ۴و ۵ از تصاویر ماهواره لندست ETM در سال ۲۰۱۶ و با شماره تصویر LC81670362016161 LGN00 استفاده شده است در اجرای مدل از پیش فرض‌های نرم‌افزار حد آستانه ه $^{-}$۱۰ حداکثر تکرار(۵۰۰) و ۱۰۰۰ نقطه در پس زمینه استفاده شد. از ۷۵٪ داده‌های حضور برای ساختن مدل و ۲۵٪ برای ارزیابی مدل مورد استفاده گردید. مدل ۱۰ بار تکرار شد .جهت بررسی اهمیت متغیرها نیز از آزمون جک نایف (Jackknife test) استفاده شد و تحلیل منحنی ویژگی عامل دریافت‌کننده (ROC)و مساحت زیرمنحنی (AUC= Area Under the ROC Curve) برای ارزیابی کیفیت کلی مدل مورد استفاده قرار گرفت. جهت تهیه مدل مناسب بودن زیستگاه از نرم‌افزار بایومپرورژن ۴/۰/۶/۳۷۰ استفاده شد.برای هر یک از تیپ‌های گیاهی نیز نقشه فاصله تا نزدیک‌ترین تیپ گیاهی محاسبه و در تحلیل‌ها وارد شد. برای مطالعه نقشه منابع آب در مطلوبیت زیستگاه، تنها موقعیت منابع آبی (چشمه‌ها و آبشخورها) در محاسبات وارد شد و نقشه فاصله از نزدیک‌ترین منبع آبی محاسبه گردید. با استفاده از نقشه موقعیت منابع انسانی(روستاها، جاده‌ها) نقشه فاصله تا نزدیک‌ترین روستا، فاصله تا نزدیک‌ترین جاده آسفالت تهیه شد. نقشه‌ها با مرجع قرار دادن نقشه ارتفاع روی‌هم‌گذاری شدند و متغیرها (نقشه‌ها) جهت تحلیل با استفاده از دستور باکس-کاکس نرمال شدند.

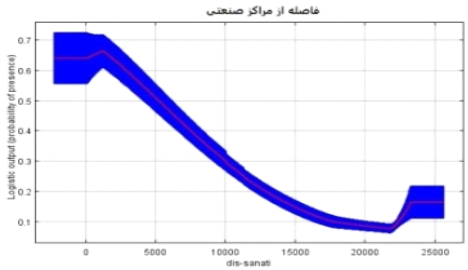
نتایج

تجزیه و تحلیل حداکثر آنتروپی: براساس مدل‌سازی حداکثر آنتروپی حدود ۱۰ درصد از مساحت منطقه حفاظت شده و پناهگاه حیات وحش بیستون برای زیست کل و بز مطلوب است. در نرم‌افزار Arc GISو از دستور Multivariate Tools Spatial میزان همبستگی بین متغیر جهت و ارتفاع بیش از ۰/۸ بود و بنابراین متغیر جهت از آنالیز حذف گردید. نتایج در سطح معنی‌داری نشان می‌دهد که زیستگاه مطلوب این گونه در فصل پاییز، به‌طور میانگین در ارتفاع ۱۶۰۰ تا ۳۲۰۰ متری از سطح دریا و در فصل بهار، به‌طور میانگین از ارتفاع ۲۷۰۰متری مطلوبیت سیر صعودی بیش‌تری یافته تا ۳۳۰۰ متری که مطلوب‌ترین ارتفاع از سطح دریا برای گونه است، شیب ۲۰ تا ۴۰ درجه و در فصل بهار شیب کم‌تر از ۱۰ درجه مطلوب‌ترین شیب و پس از آن با افزایش شیب، مطلوبیت سیر نزولی شدیدی داشته اما در شیب‌های بیش‌تر از ۲۵درجه مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد، فاصله‌های ۵۰ متری از جاده (حواشی جاده) که البته هر چه از فاصله ۴۵۰۰ متری جاده دورتر شود مطلوبیت بالا می‌رود و ۳۰۰۰ تا ۳۳۰۰ متری از رودخانه و در فصل بهار فاصله ۱۵۰۰ تا ۵۰۰۰ متری از رودخانه، با دور شدن از چشمه مطلوبیت افزایش پیدا می‌کند و مطلوب‌ترین فاصله ۴۳۰۰ متری از چشمه است و با فاصله گرفتن بیش‌تر از این محدوده مطلوبیت سیر نزولی پیدا می‌کند، فاصله ۸۰۰۰ متری و بیش‌تر از روستا، ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متری حواشی مراکز صنعتی (کارخانه سیمان و سنگبری و بلوک زنی) و با افزایش فاصله از این مراکز از مطلوبیت کاسته می‌شود، ۳۵۰۰ متری و بیش‌تر از مراکز نظامی، با افزایش فاصله از دام عشایر مطلوبیت کم شده اما از فاصله ۶۰۰۰ متری مطلوبیت افزایش پیدا کرده تا ۱۰۰۰۰ متری که مطلوب‌ترین فاصله است، زیستگاه گرگ با زیستگاه کل و بز هم‌پوشانی دارد چون کل و بز طعمه گرگ هستند و گرگ برای شکار آن‌ها وارد زیستگاه مطلوب‌شان می‌شود، مقدار شاخص NDVI مثبت ۰/۸ بوده که مطلوب‌ترین زیستگاه جهت زندگی این گونه است و گون، چویل (چویر)، آلو وحشی، جو وحشی، علف پشمکی، خانواده گرامینه و جنگل بلوط، چمن، درختچه بادام و راناس و در فصل بهار آلو وحشی، جو وحشی، علف پشمکی، گون و چویل (چویر) در رده مطلوب‌ترین گیاهان جهت تغذیه گونه است.

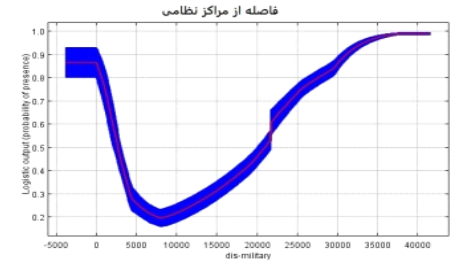
مطلوب‌ترین فاصله از عشایر جهت زیست گونه ۱۲۵۰ متر است و با افزایش فاصله کاهش مطلوبیت پیش می‌آید.

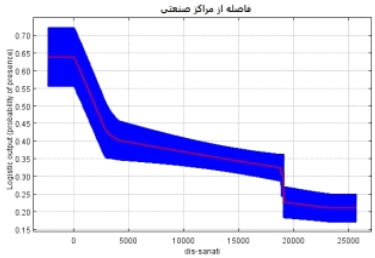


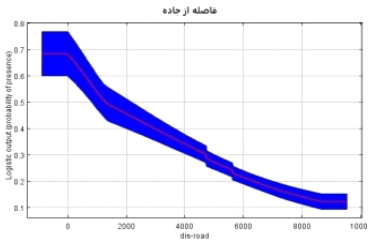


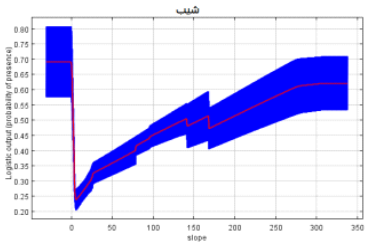


شکل ۲، ۳ و ۴: منحنی پاسخ به متغیرهای مدل رقومی فاصله از جاده – شاخص تراکم گیاهی فاصله از مراکز صنعتی



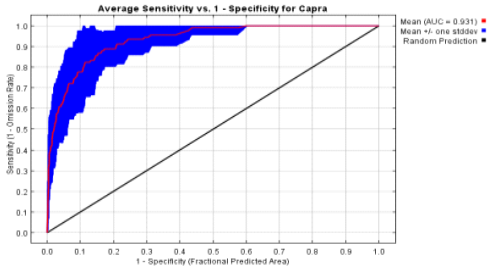




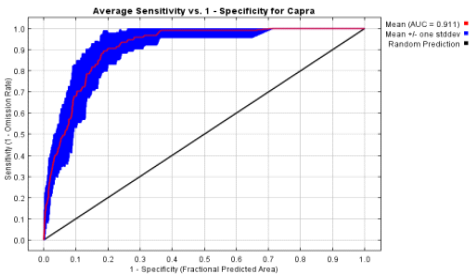


شکل ۵، ۶، ۷و ۸: منحنی پاسخ به متغیرهای مدل رقومی فاصله از مراکز نظامی- فاصله از مراکز صنعتی- فاصله ازجاده -شیب

براساس نتایج حاصل از حساسیت‌سنجی تست جک نایف، در فصل پاییز پوشش گیاهی(۷۷٪)و شیب(۷۷٪)و فاصله از مراکز صنعتی (۶۶٪) بیش‌ترین تاثیر و فاصله از روستا (۵۵٪) کم‌ترین تاثیر را بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز داشته است. در فصل بهار پوشش گیاهی (۷۷٪) فاصله از عشایر (۷۸٪) و ارتفاع (۷۶٪) بیش‌ترین و فاصله از چشمه‌وآبشخور(۳۶٪)مراکزنظامی(۴۰٪)کم‌ترین تاثیر را بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز داشته است.



شکل ۹ : منحنی ROC و مقدار AUC مدل‌سازی زیستگاه مطلوب کل و بز در بهار



شکل ۱۰ : منحنی ROC و مقدار AUC مدل‌سازی زیستگاه مطلوب کل و بز درپاییز

بررسی اعتبار مدل: شکل ۹ توانایی پیش‌بینی مدل برای کل و بز را نشان می‌دهد. مقدار AUC=۰/۹۱۱ درفصل بهارو AUC=۰/۹۳۳

در فصل پاییز (شکل ۱۰) بیان کننده عالی بودن پیش‌بینی مدل برای زیستگاه کل و بز است.

تیپ پوشش گیاهی: در فصل بهار کل و بز از تیپ‌های گیاهی آلو وحشی، جو وحشی، علف پشمکی، گون و چویل تغذیه می‌کند و در فصل پاییز از علف پشمکی، جو وحشی، چمن، جنگل بلوط ، خانواده گرامینه و سپس درختچه‌های بادام وحشی، راناس تغذیه می‌کند.

اهمیت نسبی هر متغیر در مدل: درصد سهم نسبی متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی توزیع کل و بز در فصل‌های بهار و پاییز در جدول ۱و ۲ آورده شده است. این جدول براساس اجرای آنتروپی بیشینه بدون تحلیل جک نایف تولید شده است. براساس این رویکرد ارتفاع با ۲۸/۹درصد ۱۵/۷مهم‌ترین عمل اثرگذار بر مطلوبیت زیستگاه و در نتیجه توزیع کل و بز در فصل بهار بوده و فاصله از جاده با ۰/۶ و فاصله از روستا با ۰/۷ و فاصله از دام با ۰/۷ کم‌ترین تاثیر را داشته‌اند. و در فصل پاییز، شیب با ۱۹/۵ درصد و فاصله از مراکز نظامی با ۱۷/۴ درصد مهم‌ترین عوامل اثر گذار بوده و فاصله از روستا با ۰/۳ کم‌ترین تاثیر را بر مطلوبیت زیستگاه و در نتیجه توزیع کل و بز داشته‌اند.

جدول ۱: درصد مشارکت متغیرها در فصل بهار

نام متغیر در فصل بهار	درصد سهم
ارتفاع	۲۸/۹
فاصله از روستا	۰/۷
فاصله از دام	۰/۷
فاصله از جاده	۰/۶

جدول ۲: درصد مشارکت متغیرها در فصل پاییز

نام متغیر در فصل پاییز	درصد سهم
شیب	۱۹/۵
فاصله از مراکز نظامی	۱۷/۴
فاصله از روستا	۰/۳

تجزیه و تحلیل فاکتور آشیان بوم‌شناختی: ماتریس امتیازهای تولید شده(جدول ۳)نشان‌دهنده سهم هر یک از متغیرها در مطلوبیت زیستگاه گونه است. برطبق ماتریس امتیازهای محاسبه شده، کل و بز مناطق با ارتفاع بالاتر از میانگین منطقه را ترجیح می‌دهد و افزایش شیب، بر مطلوبیت زیستگاه آن می‌افزاید. بیش‌ترین تمایل کل و بز به دامنه جنوب و جنوب‌غربی منطقه حفاظت شده و مرکز و جنوب و غرب پناهگاه است. مناطق صخره‌ایی با شیب بیش‌تر از ۲۵٪ را ترجیح داده و به تیپ‌های گیاهی آلو وحشی، جو وحشی، علف پشمکی، گون و چویل (چویر) تمایل دارد و فاصله از مراکز صنعتی کم‌ترین تاثیر را بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز دارد.

جدول ۳: ماتریس امتیازهای مدل‌سازی به روش تحلیل فاکتور آشیان اکولوژیکی گونه کل و بز در فصل بهار و پاییز

فصل	بهار	پاییز
ارتفاع	۱	۱
فاصله از مراکز نظامی	-۰/۳۱۱	-۰/۳۱۱
فاصله از جاده	۰/۶۶۱	۰/۶۶۱

در این نرم‌افزار، مقدار محاسبه شده حاشیه گرایی (۰/۹۳۳) در فصل بهار (۱/۸۰۶) در فصل پاییز نشان‌دهنده آن است که کل و بز مجموعه شرایط محیط‌زیستی حاشیه منطقه را ترجیح می‌دهد و میزان تخصص‌گرایی (۱/۸۱۳) در فصل بهار و (۱/۸۸۱) در فصل پاییز نشان دهنده آن است که این گونه به دامنه محدودی از شرایط محیط زیستی منطقه در فصل بهار وابسته است و در مورد استفاده از منابع زیستگاهی به‌صورت تخصصی عمل می‌کند.

جدول ۴: نتایج تحلیل فاکتور آشیان اکولوژیکی کل و بز در منطقه حفاظت شده و پناهگاه حیات وحش بیستون کرمانشاه در فصل پاییز

فصل‌ها	تعدادمتغیرها	حاشیه‌گرایی	تخصص‌گرایی	تحمل‌پذیری
پاییز	۱۲	۱/۸۶	۱۸۸/	۰/۵۳۲
بهار	۱۳	۰/۹۳۳	۱/۸۱۳	۰/۵۵۲

ارزیابی و تأیید اعتبار مدل مطلوبیت زیستگاه: به‌منظور ارزیابی صحت پیش‌بینی‌های مدل تولید شده از نمایه پیوسته بویس و نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح استفاده شد. مقادیر نمایه پیوسته بویس بین ۱ و ۱- متغیر است. مقادیر مثبت نمایه نشان‌دهنده آن است که پیش‌بینی‌های مدل هم‌سو با توزیع داده‌ای حضور است. با تفسیر نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح می‌توان آستانه مطلوبیت زیستگاه را تعیین و زیستگاه را به طبقات مطلوب و نامطلوب تقسیم نمود. Hirzel و همکاران(۲۰۰۶)،در این پژوهش الگوریتمی که بالاترین نمایه پیوسته بویس را به خود اختصاص می‌داد، انتخاب شد. با استفاده از مدل عصای شکسته که توسط نرم‌افزار محاسبه شد، مشخص شد که ارتفاع، بیش‌ترین نقش را در توضیح تخصص‌گرایی گونه در فصل پاییز دارد. مقدار به‌دست آمده برای حاشیه‌گرایی بیش از ۱ بوده و نشان دهنده آن است که کل و بز مجموعه شرایط محیط زیستی بالاتر از شرایط میانگین منطقه را ترجیح داده و در استفاده ازمنابع زیستگاه تخصصی عمل می‌کند. تحمل‌پذیری عاملی است که ترجیح گونه را نسبت به متغیرهای محیطی بررسی می‌کند و بیان‌کننده آن است که گونه به زیستن در دامنه باریکی از شرایط مایل است یا محدوده وسیعی را با تمام شرایط منطقه دربر می‌گیرد. میزان این شاخص برای کل و بز در فصل بهار ۰/۵۵۲ و در فصل پاییز ۰/۵۳۲ محاسبه شد و

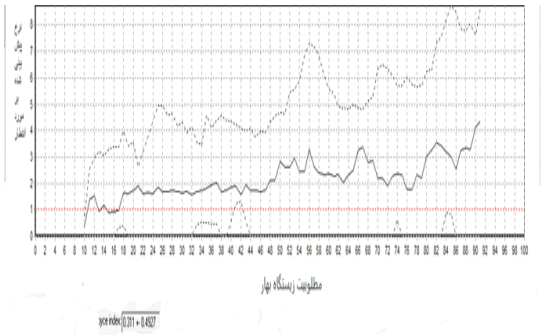
بیانگر آن است که کل و بز منطقه مورد مطالعه همواره به زیستن در دامنه باریکی تمایل دارد. با استفاده از نمایه پیوسته بویس، صحت نقشه مطلوبیت زیستگاه محاسبه شده مبتنی برالگوریتم‌های میانه، حداقل فاصله، هندسی و میانگین هارمونیک با یکدیگر مقایسه و بهترین الگوریتم انتخاب شد (جدول۴) . بررسی صحت مدل به کمک اعتبارسنجی متقاطع،منحنی F یا P/E را به‌دنبال دارد.اگر روند افزایشی یکنواختی در منحنی وجود داشته باشد، می‌شود نتیجه گرفت که الگوریتم استفاده شده در تهیه نقشه تناسب زیستگاه مناسب بوده و بنابراین، مدل تولیدشده مناسب است. بررسی یکنواختی منحنی F براساس شاخص بویس صورت می‌گیرد. هرچه ضریب شاخص بویس به سمت ۲ میل کند و انحراف معیار نیز کوچک‌تر باشد الگوریتم و مدل انتخاب شده از صحت و دقت بالاتری برخوردار خواهد بود.

جدول ۵: نمایه پیوسته بویس محاسبه شده به‌ازای الگوریتم‌های مختلف تعیین مطلوبیت زیستگاه کل و بز (انحراف معیار±نمایه پیوسته بویس)

الگوریتم هندسی	الگوریتم هارمونیک	الگوریتم حداقل فاصله	الگوریتم میانه
۰/۴۶۶±۰/۴۰۷۱	۰/۲۶۰۸±۰/۴۷۱	۰/۵۹۷۵±۰/۲۷۶	۰/۵۳۲۸±۰/۴۱۲
۰/۳۱۱±۰/۴۵۶۵	۰/۱۸±۰/۵۲۳۱	۰/۱۵۶±۰/۳۶۸۱	۰/۲۷۲±۰/۴۹۲۷

سطر اول جدول مقدارهای به‌دست آمده در فصل بهار و سطر دوم مربوط به فصل پاییز است.

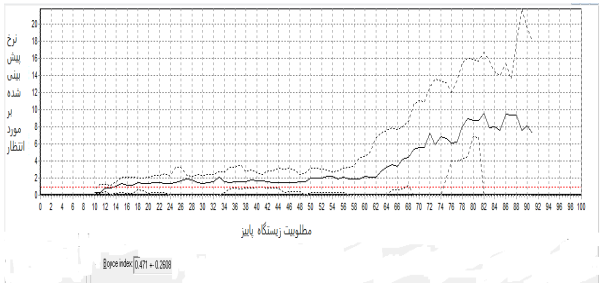
در نمودار فراوانی که نشان‌دهنده روند تغییرات F_i است، خط قرمز رنگ نشان‌دهنده $F_i = ۱$ به‌ازای طبقات مطلوبیت زیستگاه است. این شاخص نشان‌دهنده پیش‌بینی تصادفی مدل است.هنگامی که نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح، در زیر این خط شاخص باشد یعنی مدل مذکور برای مطلوبیت‌های پایین‌تر از این خط شاخص یک مدل تصادفی است، و این بخش به‌عنوان زیستگاه نامطلوب درنظر گرفته می‌شود. از آن نقطه، مطلوبیتی که حاشیه پایین نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح بالاتر از این خط شاخص قرار می‌گیرد به‌عنوان زیستگاه مطلوب درنظر گرفته می‌شود. نتایج حاصل از نمایه پیوسته بویس(جدول۵)نشان می‌دهد که نقشه محاسبه شده مبتنی بر الگوریتم میانه از بالاترین میزان نمایه برای فصل پاییز و نقشه محاسبه شده مبتنی بر الگوریتم هندسی از بالاترین میزان نمایه برای فصل بهار برخوردار است. در نتیجه، نقشه مطلوبیت زیستگاه کل و بز با استفاده از الگوریتم میانه برای پاییز و الگوریتم هندسی برای بهار محاسبه شد (شکل ۹). با بررسی نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح مبتنی برالگوریتم میانه (جدول ۴) و تعیین محدوده‌ای ازمطلوبیت زیستگاه که در آن نسبت پیش‌بینی شده به مورد انتظار کم‌تر است، آستانه مطلوبیت زیستگاه ۱۰٪ تعیین شد. با استفاده از آستانه مطلوبیت به دست آمده، نقشه مطلوبیت زیستگاه کل و بز در دو دسته زیستگاه مطلوب و نامطلوب برای فصول پاییز و بهار طبقه‌بندی شد (شکل۱۵ و ۱۶). براساس نقشه مذکور،حدود ۹۰۹۰ هکتار(۱۰٪)وسعت منطقه، زیستگاه مطلوبی برای کل و بز براساس مدل طراحی شده است.



شکل ۱۱: نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح مبتنی بر الگوریتم میانگین هندسی در فصل بهار

جدول ۶: آستانه مطلوبیت برای طبقه‌بندی زیستگاه کل و بز

فصل	مدل	آستانه مطلوبیت
پاییز	میانگین میانه	۱۲
بهار	میانگین هندسی	۱۱

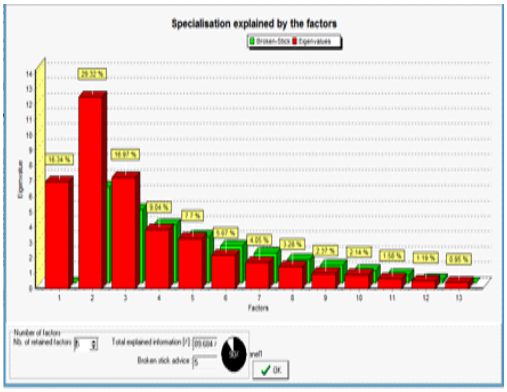


شکل ۱۲: نمودار فراوانی تنظیم شده براساس سطح مبتنی بر الگوریتم میانه در فصل پاییز

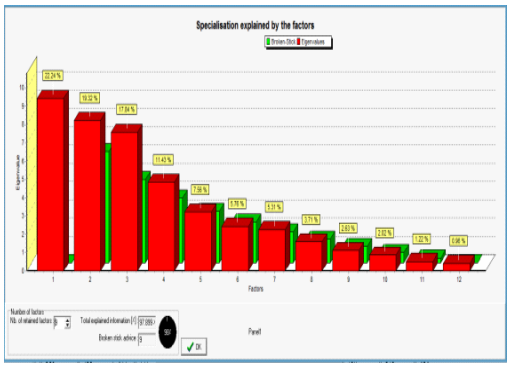
محاسبه عوامل مورد نیاز نقشه تناسب زیستگاه: با استفاده از معیار چوب شکسته مک آرتور ۱۲ عامل برای فصل پاییز و ۱۳ عامل هم برای فصل بهار جهت تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه انتخاب گردید که برای فصل بهار ۹۰٪ و برای فصل پاییز ۹۸٪ اطلاعات را دربر داشتند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار موداکو: در این مطالعه از الگوریتم‌های تنها حضور مانند حضور-شبه حضور شامل حداکثر بی نظمی (Maximum Entropy) Philips و همکاران (۲۰۰۶)، شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks) Manel و همکاران (۱۹۹۹)؛ Spitz و lek (۱۹۹۹)؛ Moisen و Frescino (۲۰۰۲)، ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machines) (Guo و

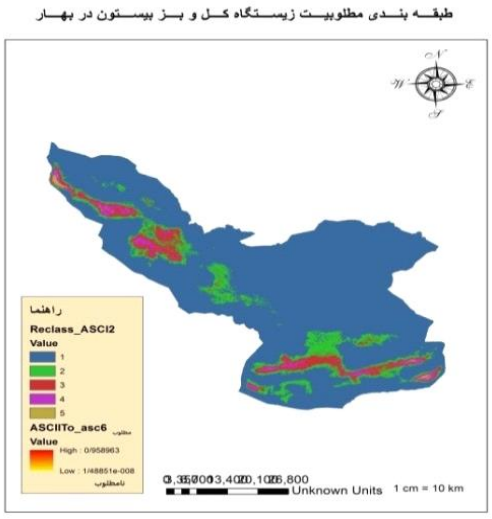
همکاران، ۲۰۰۵) مدل‌های تعمیم یافته (Generalized Linear Models) Frescino و همکاران (۲۰۰۱)؛ Guisan و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شد.



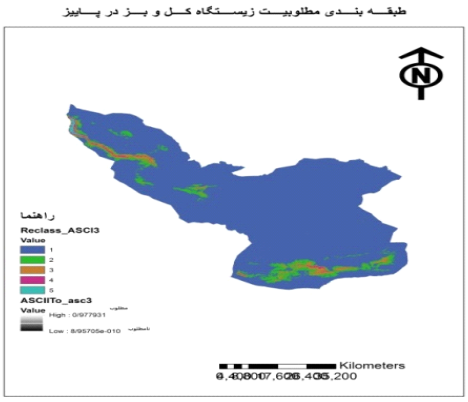
شکل ۱۳: نمودار عصای شکسته در فصل پاییز



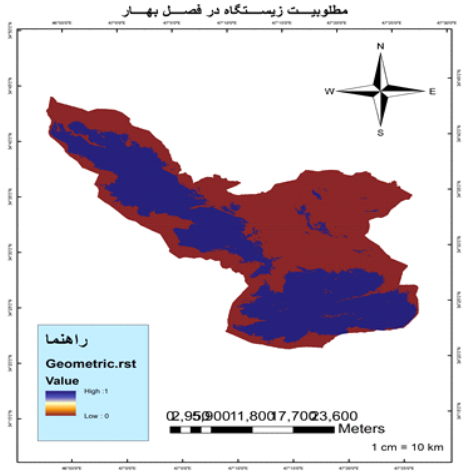
شکل ۱۴: نمودار عصای شکسته در فصل بهار



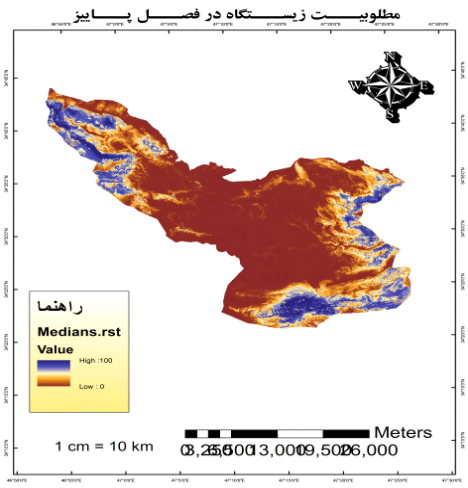
شکل ۱۵: طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه حفاظت شده و پناهگاه حیات وحش بیستون در فصل بهار



شکل ۱۶: طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه حفاظت شده و پناهگاه حیات وحش بیستون در فصل پاییز



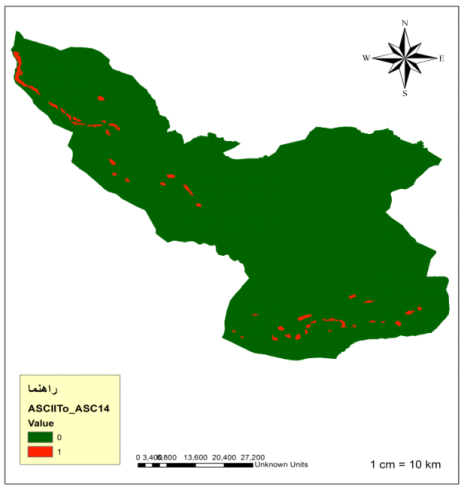
شکل ۱۷: نقشه مطلوبیت زیستگاه در فصل بهار



شکل ۱۸: نقشه مطلوبیت زیستگاه در فصل پاییز

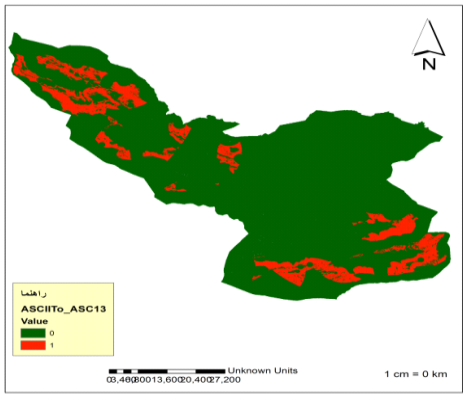
سپس این چهار مدل در نرم‌افزار ModEco با یکدیگر تجمیع (Ensemble) شده و نقشه پراکنش تولید شده به‌عنوان خروجی نهایی معرفی شد و داده‌های متغیرهای اثرگذار بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز توسط مدل حداکثر بی‌نظمی مدل‌سازی شد. جهت اعتبارسنجی هر یک از مدل‌ها، سطح زیر منحنی (AUC= Under Curve Area) که مساوی با احتمال قدرت تشخیص بین نقطه‌های حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۴). ناشی از منحنی عامل مشخصه‌دریافتی (ROC=Receiver Operating Characteristic) محاسبه شد AUC احتمال این‌که مدل حضور بالاتری از یک نقطه عدم حضور تصادفی انتخاب شده را درنظر بگیرد نشان می‌دهد. حال اگر AUC =۰/۵ باشد در تفکیک این دو ناتوان است و AUC= ۱ نشانگر حداکثر توانایی تفکیک است. آماده‌سازی لایه‌ها جهت ورود به نرم‌افزار موداکو در نرم‌افزار GIS ۱۰ انجام شد. جهت بهینه‌سازی مدل از اعتبار سنجی متقاطع استفاده شد. اعتبارسنجی مدل AUC=۰/۷۲۷۹ که نشانگر قدرت تفکیک خوب مدل است. درصد تقاطع برابر با ۰/۹۵، اعتبار تقاطع برابر با ۱۰ و حداکثر اعتبار تقاطع نمره F است. ۲۵ درصد از داده‌ها برای تست و۷۵ درصد برای آموزش استفاده شد.چون مقدار AUC=۰/۸۵۳۱ به عدد ۱ نزدیک است نشانگر قدرت خوب تفکیک مدل است و پارامترهای بهینه شده دارای مشابهت ۹۵۵ /۰ شده و آستانه مشابهت آن ۹۹/۰ است و پوشه اعتبار تقاطع برابر با ۱۰ است. در اعتبا سنجی مقدار AUC=۰/۷۰۱۳ و پارامترهای بهینه شده برابر با ۰/۱۷۵ است.

پـــایيز Domain



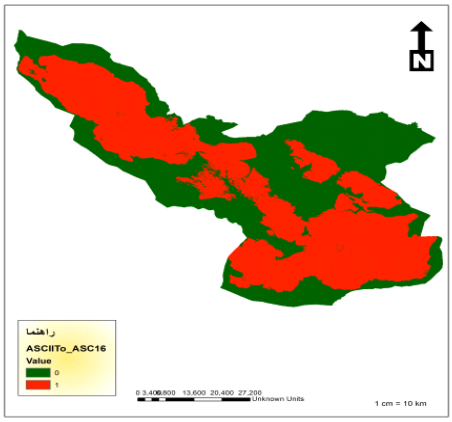
شکل ۱۹: پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه مدل Domain برای فصل پاییز

پـــایيز Bioclim

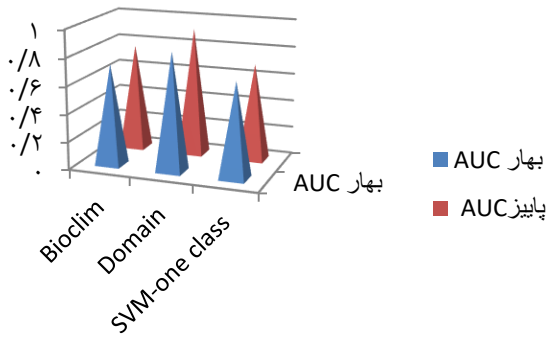


شکل ۲۰: پیش بینی مطلوبیت زیستگاه مدل Bioclim در فصل پاییز

بهـار svm



شکل۲۱: پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه مدل SVM برای فصل بهار



شکل ۳۱: نمودار مقایسه عملکرد مدل‌های مختلف موداکو در فصل‌های بهار و پاییز

بحث

تنوع ناهمواری‌ها از متغیرهای توپوگرافی و تابعی از تغییرات ارتفاع و شیب است. طوری که با افزایش درجه یا درصد شیب، میزان ناهمواری‌ها و زبری زمین نیز زیاد می‌شود. این متغیر نشان می‌دهد زیستگاه‌ها و مناطقی که دارای پستی و بلندی می‌باشند برای کل و بز مناسب است. کل و بز این نوع مناطق را به‌دلیل امنیت بیش‌تر بر می‌گزینند. نتایج حاصل از نرم‌افزار حداکثر آنتروپی حاکی از آن است که در فصل بهار متغیرهای محیط زیستی فاصله از جاده، مراکز صنعتی(توسعه انسانی)، گرگ، عشایر، دام و رودخانه از مطلوبیت زیستگاه می‌کاهند اما در فصل پاییز فاصله از مراکز صنعتی، گرگ و فاصله از چشمه مطلوبیت زیستگاه را پایین می آورد. O´Brien و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه خود حدود ۵۰۰۰ حضور طعمه‌خوار پستاندار را در اطراف منابع آبی گزارش کرده‌اند. در بررسی De Stefano و همکاران (۲۰۰۰) در مقایسه حملات طعمه‌خوار به حیات وحش اطراف مناطق توسعه آبی با مناطق بدون آب به این نتیجه رسیدند که تعداد شکار طعمه توسط طعمه‌خوار ۷ بار بیش‌تر از مناطقی بوده که در آن منابع آبی وجود ندارد اما مدارکی دال بر افزایش میزان طعمه‌خواری در مناطق دارای آب پیدا نکرده است. بر اساس پژوهش Rosenstock و همکاران (۲۰۰۶) محیط‌های نزدیک منابع آبی به‌عنوان محلی برای کمین و یا یک تله برای طعمه از طرف طعمه‌خواران تبدیل خواهند شد و نتیجه این تحقیق موید نتایج فصل بهار است. در مطالعه‌ای که توسط Glenz (۲۰۰۱) در مدل‌سازی زیستگاه گرگ در جنوب سوییس انجام گرفته بود مشخص شد که پراکنش سم‌داران در مطلوبیت زیستگاه گرگ موثر است. پس چون گرگ در زیستگاه مطلوب گونه به او حمله می کند زیستگاه این دو با هم هم‌پوشانی دارد. عوامل کاستن از مطلوبیت زیستگاه در هر دو فصل فاصله از مراکز صنعتی و گرگ است که به‌دلیل واقع شدن مراکز صنعتی نظیر کارخانه سیمان و سنگبری و بلوک‌زنی در داخل منطقه می‌باشد و نیز به‌دلیل پوشش گیاهی مناسب اطراف این مراکز و هم‌چنین احساس امنیت، گونه ترجیح می‌دهد در اطراف آن‌ها به‌سر برد. در بهار عشایر، برای تعلیف دام‌هایشان وارد زیستگاه مطلوب کل و بز شده و با آن‌ها رقابت می کنند. در قسمت‌هایی از منطقه که توسط مراکز نظامی حصر شده است گونه با آسودگی خاطر بیش‌تری به جاده (جاده آسفالت و جاده خاکی داخل منطقه) نزدیک می‌شود البته علت‌های دیگر آن انجام مانورهای نظامی در ارتفاعات که موجب ترس گونه می‌شود نیز هست و بیش‌ترین امنیت در جاده‌های اطراف پناهگاه (به‌دلیل تراکم رفت و آمد کم) است. در بهار زیاد شدن شیب، فاصله از چشمه، زیاد شدن ارتفاع و ازدیاد تراکم پوشش گیاهی مطلوبیت زیستگاه را افزایش می‌دهد که علت آن ممکن است ورود شکارچیان، عشایر و دام‌هایشان و رفت و آمد زیادتر کوه‌نوردان در این فصل و پوشش گیاهی مناسب در ارتفاعات باشد که گونه مایل به ماندن در ارتفاعات با شیب تند است .در این فصل به‌دلیل زیاد بودن گیاهان مورد علاقه، گونه به‌صورت تخصصی‌تر از تیپ گیاهی نظیر آلو وحشی-جو وحشی-علف پشمکی و گون-چویل تعلیف می کند. در پاییز فاصله از روستا و مراکز نظامی، زیاد شدن تراکم پوشش گیاهی، ازدیاد شیب و فاصله از چشمه مطلوبیت زیستگاه را افزایش می‌دهد علت آن ممکن است ترس از شکار شدن و در نتیجه تامین کردن نیازهای غذایی‌اش(آب و پروتئین) در ارتفاعات باشد و به‌دلیل کم شده گیاهان ترجیحی‌اش از گیاهان با تنوع تیپی بیش‌تری استفاده می‌کند مانند: گون- چویل (چویر)، آلو وحشی- جو وحشی- علف پشمکی، خانواده گرامینه و جنگل بلوط، چمن، درختچه بادام و راناس.

نتایج حاصل از پژوهش فراشی و همکاران(۱۳۸۹) بیانگر آن است که زیستگاه مطلوب بز و پازن در پارک ملی کلاه قاضی در ارتفاعات ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ متری از سطح دریا، در شیب‌های بیش از ۳۰٪ و در مناطق صخره‌ای و در جامعه‌های گیاهی با گیاهان چیره‌ای شامل: *Convolvulus leiocalycinus*، Ebenus، SPP.Stipa، stellate می‌باشد. و نیز به زیستگاه‌های حاشیه‌ای تمایل دارد. نتایج تحقیق سرهنگ‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) حاکی از آن است که کل و بز در منطقه حفاظت شده کوه بافق به تیپ‌های گیاهی درمنه کوهی، درمنه-قیچ و ارس و بادام کوهی تمایل دارد که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد. در طرح سلامتیان و آقابابایی (۱۳۹۱) آمده است که شیب بیش‌تر از ۴۰ درصد و تراکم پوشش گیاهی ۲۰ تا ۳۰ درصد تراکم مناسب در مناطق صخره‌ای زیستگاه کل و بز به‌دست آمده است. نتایج تحقیق مددی و همکاران (۱۳۹۲) زیستگاه مطلوب کل و بز را در فصل پاییز در پارک ملی گلستان در شیب‌های بالاتر از ۲۰ درصد و زیستگاه صخره‌ای استپی و صخره‌ای جنگلی نشان می‌دهد و نیز بذر بلوط نقش مهمی در پراکنش کل و بز در مناطق جنگلی در پاییز دارد. به‌طوری‌که در منطقه تنگه گل بخش زیادی از جنگل‌های بلوط جزء ترجیح‌های زیستگاهی کل و بز در فصل پاییز به‌شمار می‌رود. در مطالعه رادنژاد و همکاران (۱۳۹۴) گیاهان بوته‌ای هم‌چون درمنه نقش مهمی در تامین غذای این گونه‌ها در فصل‌های سرد دارند. رویکرد ارتفاع و فاصله از گرگ از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر مطلوبیت زیستگاه در فصل بهار بوده و فاصله از جاده، فاصله از روستا و فاصله از دام کم‌ترین تاثیر را داشته‌اند. در فصل پاییز، شیب و فاصله از مراکز نظامی مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر مطلوبیت زیستگاه، فاصله از روستا، فاصله از جاده و فاصله از چشمه کم‌ترین تاثیر را داشته‌اند. میزان مشارکت متغیرهای ارتفاع، فاصله از مراکز نظامی و گرگ در فصل بهار از همه بیش‌تر و اما فاصله از جاده، دام و روستا از همه کم‌تر بوده است. در فصل پاییز، میزان مشارکت متغیرهای شیب، فاصله

از مراکز نظامی و گرگ از همه بیش‌تر و میزان مشارکت فاصله از روستا و جاده و چشمه از همه متغیرها کم‌تر بوده است. بر اساس نتایج حاصل از حساسیت‌سنجی تست جک‌نایف، در فصل پاییز پوشش گیاهی، شیب و فاصله از مراکز صنعتی بیش‌ترین تاثیر و فاصله از روستا کم‌ترین اثر را در مطلوبیت زیستگاه کل و بز داشته است و در فصل بهار پوشش گیاهی، فاصله از عشایر و ارتفاع بیش‌ترین و فاصله از چشمه و آب‌شخور و مراکز نظامی کم‌ترین تاثیر را در مطلوبیت زیستگاه کل و بز داشته است. نتایج حاصل از نرم‌افزار آشیان بوم‌شناختی در فصل بهار بیانگر آن است که با افزایش فاصله از عشایر(۰/۶۶۴ -) و مراکز نظامی(۰/۵۳۳ -) از مطلوبیت زیستگاه کاسته‌شده و اما با افزایش ارتفاع (۲) و زیاد شدن فاصله از رودخانه (۰/۱۶۴) و مراکز صنعتی (۰/۱۴۵) مطلوبیت زیستگاه افزایش می‌یابد. در مطالعه رنجبر و همکاران (۱۳۹۳) ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، فاصله تا آب‌شخور، فاصله تا مناطق مسکونی و فاصله تا مسیرهای محیط‌بانی با اهمیت‌ترین متغیرها در تعیین مطلوبیت زیستگاه بز وحشی بودند. نتایج حاصل از نرم‌افزار آشیان بوم‌شناختی در فصل پاییز گویای آن است که افزایش فاصله از مراکز صنعتی (۰/۴۵۲)، فاصله از دام (۰/۳۸۶-) از میزان مطلوبیت زیستگاه کاسته ولیکن افزایش ارتفاع(۱) و شیب (۰/ ۴۸۵) مطلوبیت زیستگاه را افزایش می‌دهد. البته با کاهش فاصله از دام احتمال حملات گرگ نیز افزایش می‌یابد. در مطالعه خاکی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی پارامترهای موثر بر پراکندگی پازن در منطقه حفاظت‌شده لشگر دریافتند که متغیرهای شیب، ارتفاع، درصد پوشش گیاهی و دمای سالانه مهم‌ترین هستند و تشابه این نتایج این مطالعه با تحقیق مذکور، مشهود است. میزان حاشیه‌گرایی این گونه در فصل پاییز و بهار به‌ترتیب ۱/۸۰۶ و ۰/۹۳۳ است که نشان‌دهنده فاصله میانگین یک عامل محیطی از میانگین حضور گونه می‌باشد و این اعداد به سمت عدد ۱ متمایل است پس گونه تمایل به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ایی را دارد. تحمل‌پذیری گونه در فصل پاییز ۰/۵۳۲ و در فصل بهار ۰/۵۵۲ بود که نشانگر یک گونه با توان تحمل کم در محدوده شرایط محیطی خود است. میزان تخصص‌گرایی ۱/۸۱۳ (در فصل بهار) و ۱/۸۸۱ در فصل پاییز نشان‌دهنده آن است که این گونه به دامنه محدودی از شرایط محیط‌زیستی منطقه در فصل بهار وابسته است. گلجانی (۱۳۸۹) مهم‌ترین عوامل موثر بر مطلوبیت زیستگاه کل و بز در پارک ملی کلاه قاضی به‌روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی را ارتفاعات ۱۹۰۰الی ۲۴۰۰متر و شیب‌های بیش از ۳۰٪ و زیستگاه‌های حاشیه‌ای و محدوده میانه شرایط محیطی بیان می‌کند. نتیجه در نقشه‌های نرم‌افزار موداکو به‌عنوان " ۰"و"۱ " کدگذاری شده است که " ۰" نشان دهنده عدم حضور و احتمال ۰٪ زیستگاه مطلوب بوده و"۱ "نشان‌دهنده حضور و یک احتمال ۱۰۰ درصد است. بهترین عملکرد را در فصل پاییز مدل Domain با AUC=۰/۹۲۶۵ و نیز در فصل بهار با AUC=۰/۸۵۳ داشته‌است. نقاطی که به‌عنوان حضور نشان داده با نتیجه نرم‌افزار بیشینه آنتروپی تطابق زیادی داشته و نقاطی را که گونه در آن حضور داشته به‌خوبی پیش‌بینی کرده‌است. مدل ماشین بردار پشتیبان(SVM) در هر دو فصل و با توجه به‌مقدار AUC=۰/۶۸۳۸ در فصل بهار و AUC= ۰/۷۰۱۳ در فصل پاییز ضعیف‌ترین عملکرد را داشته‌است. یعنی دقت آن پایین‌تر از مدل‌های دیگر و نقاطی که به‌عنوان حضور نشان داده با نقاط ثبت شده حضور براساس مشاهدات تفاوت دارد. نتایج مکسنت و موداکو نزدیک به نتایج آن‌هاست. اما بهترین نتیجه را نرم‌افزار بیشینه آنتروپی با AUC= ۰/۹۳۱ داشت. جهت افزایش میزان مطلوبیت زیستگاه‌های مورد بحث پیشنهاد می‌شود:

- از هرگونه تخریب و تغییرکاربری به‌ویژه جاده‌سازی و یا تغییر کیفیت جاده در منطقه خودداری شود.
- مطالعه سایر گونه‌های هم‌بوم به‌منظور بررسی امکان تاثیر گونه‌های دیگر بر پراکنش گونه مدنظر
- بررسی زیستگاه کل و بز در سایر مناطق تحت نظارت و حفاظت سازمان محیط زیست مانند منطقه حفاظت‌شده بوزین و مرخیل که علاوه بر گرگ، زیستگاه دیگر شکارچی کل و بز یعنی پلنگ است.

تشکر و قدردانی

از آقایان مهندس اکبر خالوندی و سامان علیمرادی و امید درانی‌نژاد جهت کمک‌های بی‌دریغ‌شان تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

۱. **افتخاری، ع.ر.؛ فرح‌پور، م.؛ ارزانی، ح. و عبداللهی، ج.، ۱۳۸۸.** بررسی و مقایسه گونه‌ای مورد چرای دام اهلی (گوسفند و بز) وحشی (آهو) درمراتع استپی منطقه پشتکوه استان یزد. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۳، شماره ۴۷، صفحات ۳۶۷ تا ۳۷۹.

۲. **امیدی، م.، ۱۳۸۷.** تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی زیستگاه پلنگ ایرانی در پارک ملی کلاه قاضی استان اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۹۵ صفحه.

۳. **جمالی‌منش، ا.؛ عموئیان، ا.؛ خسروی، ر. و رادنژاد، ه.، ۱۳۹۳.** مدل سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی با روش حداکثر آنتروپی در پارک ملی بمو (استان فارس). کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها بامحوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و گردشگری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها وچالش‌ها.

۴. **حسینی، س.م.؛ ریاضی، ب. و شمس‌اسفندآباد، ب.، ۱۳۹۱.** ارزیابی مطلوبیت زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) در استان گلستان. محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۲، صفحات ۹ تا ۱۶.

۵. **خاکی، س.؛ کابلی، م.؛ علیزاده، ا. و نوری، ز.، ۱۳۹۱.** بررسی پارامتر های موثر در پراکندگی پازن در منطقه حفاظت شده لشگر در استان همدان. محیط زیست جانوری. سال ۴، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۸.

۶. **رنجبر، ن.؛ همامی، م.ر.؛ ترکش، م. و ژوزف، س.، ۱۳۹۳.** ارزیابی مطلوبیت زیستگاه بز وحشی در پارک ملی کلاه قاضی. پایان نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.

۷. **سرهنگ‌زاده، ج.؛ یاوری، ا.؛ همامی، م.؛ جعفری، ح. و شمس اسفندآباد، ب.، ۱۳۹۰.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات وحش در مناطق خشک (مطالعه موردی کل و بز *Capra aegagrus*) در منطقه حفاظت شده کوه بافق. فصلنامه خشک بوم. دوره ۱، شماره ۳، صفحات ۳۸ تا ۵۰.

۸. **شمس‌اسفندآباد، ب.؛ سرهنگ‌زاده، ج.؛ یاوری، ا.؛ همامی، م. و جعفری، ح.، ۱۳۹۲.** مطلوبیت زیستگاه قوچ و میش با استفاده از رویکرد تحلیل عامل آشیان بوم‌شناختی در منطقه حفاظت شده کوه بافق. پژوهش‌های محیط زیست. سال ۸، شماره ۴، صفحات ۱۶۹ تا ۱۸۲.

۹. **شیرزاد، م.؛ ریاضی، ب. و توکلی، م.، ۱۳۹۱.** تهیه‌نقشه مطلوبیت زیستگاه‌های گونه پازن در پارک ملی خجیر. محیط زیست جانوری. سال ۴، شماره ۴، صفحات ۹ تا ۱۶.

۱۰. **صادقی‌روش، م.ح. و خراسانی، ن.، ۱۳۸۸.** بررسی آثار گرد و غبار ناشی از صنایع سیمان برتنوع و تراکم پوشش گیاهی مطالعه موردی: کارخانه سیمان آبیک. علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۰، شماره ۱، صفحات ۴۳ تا ۵۹.

۱۱. **ضیایی، ه.، ۱۳۸۷.** راهنمای صحرایی پستانداران ایران. انتشارات کانون آشنایی با حیات وحش. ۱۹۱ صفحه.

۱۲. **فراشی، آ.؛ کابلی، م. و مومنی، ا.، ۱۳۸۱.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه بز و پازن (*Capra aegagrus*) به کمک روش تحلیل فاکتوری آشیان بوم‌شناختی (ENFA) در پارک ملی کلاه قاضی، استان اصفهان .محیط زیست طبیعی دانشگاه تهران (منابع طبیعی ایران). دوره ۶، شماره ۱، صفحات ۳۳ تا ۳۶.

۱۳. **فراشی،آ.، ۱۳۹۳.** مروری بر مدل‌سازی زیستگاه به‌عنوان ابزاری برای مدیریت زیستگاه‌های حیات‌وحش. زیست‌شناسی جانوری تجربی. دوره ۳، شماره ۳، صفحات ۴۳ تا ۵۳.

۱۴. **مددی، م.، ۱۳۹۲.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کل و بز به‌کمک روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در پارک ملی گلستان. پایان نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. دانشکده مرتع و آبخیزداری و شیلات و محیط زیست.

۱۵. **مصطفوی، س.م.؛ علیزاده، ا.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م.؛ محمدی، س. گلجانی، ر.، ۱۳۸۹.** تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه‌های بهاره و تابستانه گونه پازن در پارک ملی لار. علوم و فنون منابع طبیعی. سال ۵، شماره ۲، صفحات ۷۸ تا ۹۴.

۱۶. **ملکی‌نجف‌آبادی، م.، ۱۳۸۹.** بررسی تغییرات بوم‌شناسی منظر در پناهگاه‌حیات‌وحش‌موته با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. مجله محیط زیست طبیعی. دوره ۶۳، شماره ۴، صفحات ۳۷۳-۳۸۷

۱۷. **Bedia, J.; Busque, J. and Gutierrez, J.M., 2011.** Predicting plant species distribution across an alpine rangeland in northern Spain. a comparison of probabilistic methods. Journal of Vegetation Science. Vol. 14, pp: 415-432.

۱۸. **Tua, C.H.; Lob, N.J.; Changc, W.I. and Huangd, K.Y., 2012.** Evaluating The Novel Methods On Species Distribution Modeling in Complex Forest. International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XXII ISPRS Congress, Melbourne, Australia.

۱۹. **Cleo, B.F.; Gloria, M.L. and Courchamp, F., 2013.** The impact of climate change changes over time. Biological Conservation. Vol. 167, pp: 107-115.

۲۰. **DeStefano, S.; Schmidt, S.L. and deVosjr, J.D., 2000.** Observations of predator activity at wildlife water developments in southern Arizona. Range Management. Vol. 53, pp: 255-258.

۲۱. **Drake, J.M.; Randin, C. and Guisan, A., 2006.** Modelling ecological niches with support vector machines. Journal of Applied Ecology. Vol. 43, pp: 424-432.

۲۲. **Favaro, L.; Tirelli, T. and Pessani, D., 2011.** Modelling habitat requirements of white clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*) using support vector machines. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. Vol. 401, pp: 1-14.

۲۳. **Gibson,L.A.; Wilson, B.A.; Cahill, D.M. and Hill, j., 2003.** Modelling Habitate suitability of the swamp *Antechinus* (*Antechinus minimus maritimus*) in the costal heathlands of southern victoria,Austuralia.International jornal of biological conservation. Vol. 117, pp: 143-150.

۲۴. **Glenz, C.; Massolo, A.; Kuonen, D. and Schlaepfer, R., 2001**. Wolf habitat suitability prediction study in Valais (Switzerland). Journal of Landscape and Urban Planning. Vol. 55, pp: 55-65.

۲۵. **Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000.** Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling. Vol. 135, pp: 147-186.

۲۶. **Helen, M.P.; Barry, C.; Pam, L.F. and David, B., 2012.** Ensemble forecasting of potential habitat for three invasive fishes. Aquatic Invasions. Vol. 7, No. 1, pp: 59-72.

۲۷. **Hirzel, A.H.; Helfer, V. and Metral, F. 2011.** Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Ecological Modelling. Vol. 145, pp: 111-121.

۲۸. **Hirzel, A.; Hausser, J.; Chessel, D. and Perrin, N., 2002.** Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat suitability maps without absence data. Ecology. Vol. 83, pp: 2027-2036.

۲۹. **Luoto, M.; Heikkinen, R.K.; Poyry, J. and Saarinen, K., 2006.** Determinants of the biogeographical distribution of butterflies in boreal regions. Journal of Biogeography. Vol. 33, pp: 1764-1778.

۳۰. **Lorena AC., De Siqueira MF., De Giovanni R., Carvalho ACLF., Prati R:** Potential Distribution Modelling Using Machine Learning. Proceedings of the 21st international conference on Industrial, Engineering and other Applications of Applied Intelligent Systems: New Frontiers in Applied Artificial Intelligence. 2008: 5027: 255-264.

۳۱. **Martinez I, Carreno F, Escudero A, Rubio A,2006.** Are threatened lichen species well-protected in spain? Effevtivnes of a protected area network. Biological Conservation. 133: ۵۰۰-۵۱۱.

۳۲. **Morrison, M.L. ؛ Marco, B.G. and Mannan, R.W., 1992.** Wildlife-habitat relationships: Cocepts and applications. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA. ۱٤۷ p.

۳۳. **O'Brien, C.S.; Waddell, R.B.; Rosenstock, S.S. and Rabe, M.J., 2006.** Wildlife use of water catchments in southwestern Arizona. The Journal of Wildlife Society Bulletin. Vol. 34, pp: 582-591.

۳۴. **Pearson RG:** Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners. American Museum of Natural History. 2007: 1-50.

۳۵. **Phillips SJ., Anderson RP., Schapire RE:** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling. 2006: 190: 231-259.

۳۶. **P.weinberg,jdeidi,T.,Massei,M.,Nader,I.,desmet,k.&Cu zin,F.,**"capra aegagrus:IUCN 2013,IUCN Red list of threatened species.version ۲۰۱۳,۱.Internet://www.iucnredlist.org,"۲۰۰۸ [Download on ۰۵ April ۲۰۱٦].

۳۷. **Rosenstock, S.S.; Ballard, W.B. and Devos, J.C., 1999.** Viewpoint: benefits and impacts of wildlife water developments. 28- 38- Range Manga. Vol. 52, pp: 302-311.

۳۸. **Rahim,mariwan**؛Influence of environmental variables on distribution of wild Goat (capra aegagrus),"American scientific reaserch jornal for engineering,Technology and sciences",vol 18,No 1(2016).

۳۹. **Shams Esfandabad, B.; Karami, M.; Hemami, M.R.; Riazi, B. and Sadough, M.B., 2010.** Habitat associations of wild goat in central Iran: Implications for conservation. European J. Wildlife Res. Vol. 56, No. 6, pp.883-894.

۴۰. **Sanchooli, Nasser** ؛ Ecological Niche Divergence between Two Subspecies of Large-scaled Agama, Laudakia nupta (De Filippi, 1843) (Sauria: Agamidae), in Iran؛ACTA ZOOLOGICA BULGARICAbulg., 68 (3), 2016: 351-354.

۴۱. **S.J.philips, R.P.Anderson and R.E.Schapire**."Maximum entropy modeling of species geographic distribution," Ecological Modelling,Vol 190,pp.231-259,2006.

۴۲. **Zaniewski, A.E., Lehmann, A. & Overton, J.M. (2002.** Predicting species spatial distributions using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns. Ecological Modelling, 157, 261–280.