

## ارزیابی مطلوبیت زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) در استان گلستان

- **سیدمجتبی حسینی\***: گروه ارزیابی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۵۱۵
  - **برهان ریاضی**: گروه تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق پستی: ۷۷۵-۱۴۵۱۵
  - **بهمن شمس اسفندآباد**: گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
  - **مرتضی نادری**: دانشگاه اراک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه محیط زیست، کد پستی ۸۳۴۹-۸-۳۸۱۵۶
- تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۵      تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۵

### چکیده

تعیین وضعیت توزیع گونه‌ها از اهمیت به‌سزایی در برنامه‌های مدیریت حیات وحش برخوردار است. ارزیابی زیستگاه و مدل‌های پیش بینی کننده توزیع گونه‌ها ابزاری مناسب جهت شناخت نیازهای حیات وحش و تعیین وضعیت توزیع می‌باشند. استان گلستان به دلیل داشتن کوهستان های بکر متعدد از جمله زیستگاه‌های مهم برای کل و بز در کشور است که در معرض تخریب زیستگاه می‌باشد. پازن که به‌عنوان گونه‌ای آسیب پذیر در فهرست سرخ IUCN قرار دارد، زیستگاهش در این استان در معرض نابودی قرار دارد. هدف این مطالعه ارزیابی مطلوبیت زیستگاه پازن در کوهستان‌های استان گلستان با استفاده از روش MaxEnt (حداکثر آنتروپی) می‌باشد. بدین منظور، زیستگاه در استان تقسیم‌بندی شد و طی چهار عملیات صحرایی در فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۳، ۵۸ نقطه ثبت شد. سپس نقشه‌های فاکتورهای تاثیرگذار بر پراکنش پازن (متغیر مستقل) در منطقه شامل شیب، سینوس و کسینوس جهت، ارتفاع، فاصله از جاده‌ها، فاصله از آبراهه، فاصله از چشمه، فاصله از مناطق توسعه یافته و تراکم پوشش گیاهی تهیه شده و به‌همراه لایه نقاط حضور به‌وسیله نرم‌افزار مکسنت تجزیه و تحلیل شدند. نتایج تحلیل مکسنت و فراکافت جک‌نایف سه عامل شیب، ارتفاع و پوشش گیاهی را به‌عنوان مهم‌ترین فاکتورها و جهت را کم اهمیت‌ترین فاکتور در مطلوبیت زیستگاه برای پازن معرفی می‌کند. میانگین AUC و نمودار Omission کارایی مدل را بالا ارزیابی کردند. نقشه مطلوبیت زیستگاه نشان می‌دهد زیستگاه مطلوب کل و بز در ارتفاعات ۱۷۰۰ تا ۳۰۰۰ متر و شیب‌های بالاتر از ۵۰ درصد می‌باشد. پیش‌بینی مکسنت نشان می‌دهد که حدود ۰/۰۰۶ مساحت استان زیستگاه مطلوب پازن است و هم‌چنین ۵۰ درصد زیستگاه‌های مطلوب پازن تحت حفاظت می‌باشند.

**کلمات کلیدی:** پازن، استان گلستان، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، روش حداکثر آنتروپی



## مقدمه

به‌عنوان تنها علف‌خوار مناطق صعب‌العبور کوهستانی دارد و از مهم‌ترین طعم‌های گونه پلنگ نیز محسوب می‌شود. لذا در برنامه‌های مدیریتی باید نگاهی ویژه به زیستگاه‌های آن و تأمین امنیت گونه داشت. همچنین استان گلستان به‌دلیل داشتن کوهستان‌های بکر متعدد از جمله زیستگاه‌های مهم برای کل و بز در کشور می‌باشد که در معرض تخریب زیستگاه می‌باشد. به‌نظر می‌رسد تهدیدها و تعارض‌های انسانی موجود در این منطقه، گونه پازن را از برخی زیستگاه‌های مناسب جدا کرده و محل‌های حضور جمعیت‌های این گونه را در برخی مناطق محدود نموده است. از عوامل مهم در کاهش جمعیت کل و بز در استان گلستان، تخریب زیستگاه و شکار است که باعث شده در سال‌های اخیر کاهش چشم‌گیری در جمعیت این گونه صورت بگیرد (مددی و همکاران، ۱۳۹۲).

هدف از این مطالعه ارزیابی مطلوبیت زیستگاه و تعیین زیستگاه بالقوه بز و پازن *Capra aegagrus* در کوهستان‌های استان گلستان با استفاده از روش MaxEnt (حداکثر آنتروپی) می‌باشد. نتایج حاصل از مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پازن در استان با روش مکسنت به مدیران حیات‌وحش گلستان کمک می‌کند تا زیستگاه‌های تهدید شده، بالفعل و بالقوه را شناسایی کرده و مدیریت صحیح‌تری انجام دهند.

## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** استان گلستان با مساحتی بالغ بر ۲۲۰۰۰ کیلومتر مربع و جمعیت حدود ۱۵۹۰۰۰۰ نفر در محدوده عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و در جنوب شرقی دریای خزر واقع شده و در حدود ۱/۳۳ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود، استان گلستان از شمال به جمهوری ترکمنستان، از شرق به استان خراسان شمالی، از جنوب و جنوب‌شرقی به استان سمنان و از غرب به استان مازندران، خلیج گرگان و دریای خزر محدود می‌شود. این استان به‌دلیل تنوع آب و هوایی و زمین‌شناسی و داشتن کوهستان‌های متعدد، از تنوع‌زیستی خوبی برخوردار می‌باشد و زیستگاه مناسبی برای حیات‌وحش، به‌خصوص پستانداران درشت‌جثه مانند پازن می‌باشد (جهانی و دلبری، ۱۳۸۸).

**جمع‌آوری داده‌ها:** چهار منطقه معرفی شده از طرف کارشناسان محیط زیست گلستان که امکان حضور بالقوه کل و بز می‌باشد، شامل پارک ملی گلستان، ارتفاعات چهار باغ گرگان و چلچلی، مناطق کوهستانی دهته محمدآباد و فاضل‌آباد و بالاخره منطقه جهان‌نما، هستند که با استفاده از نقشه راه‌های موجود و همراهی محیط‌بانان، مسیرهای احتمال حضور کل و بز پیموده شد و نقاط حضور

امروزه رشد روز افزون جمعیت، فشار بر عرصه‌های طبیعی را افزایش داده و با بهره‌برداری غیراصولی و تغییر کاربری‌ها سبب تخریب زیستگاه‌ها شده است. نابودی زیستگاه یکی از اصلی‌ترین عوامل تهدیدکننده تنوع‌زیستی و گونه‌ها محسوب می‌شود (Bartoszewicz و همکاران، ۲۰۰۳). تجزیه زیستگاه سبب کاهش مساحت و در نتیجه محدود شدن جمعیت‌های محلی به زیستگاه‌های کوچک می‌شود. نتیجه این امر افزایش درون‌آمیزی، کاهش تنوع ژنتیکی، افزایش حوادث دموگرافیک و در نتیجه افزایش ریسک انقراض است. بنابراین حفظ زیستگاه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای بوم‌شناختی در حفاظت از تنوع‌زیستی و گونه‌ها، به‌خصوص گونه‌های در معرض انقراض مطرح است (کرمی و همکاران، ۱۳۸۵).

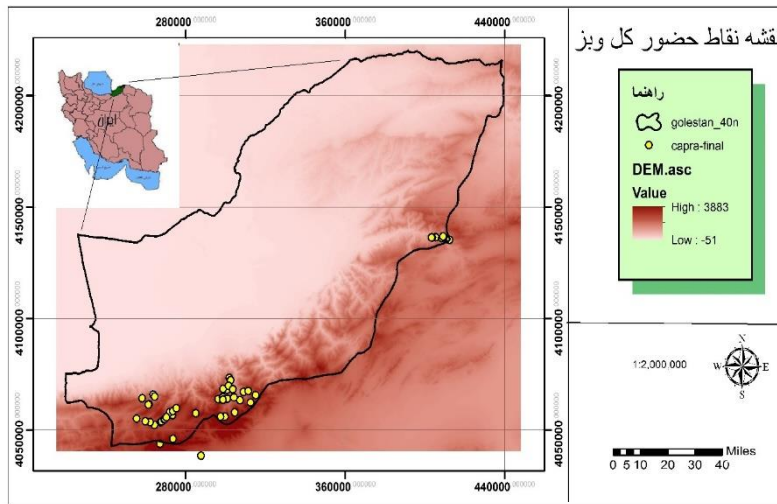
همان گونه که مشخص است یکی از راه‌های کاهش تخریب زیستگاه، حفاظت از محدوده توزیع گونه می‌باشد. برای تعیین محدوده توزیع گونه‌ها و مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه‌ها فتون مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه براساس آنالیز رابطه بین گونه و زیستگاه ابداع شدند (Gibson و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین ارزیابی و مدل‌سازی، یک راه حل عملی برای رسیدن به توزیع گونه‌ها است. این مدل‌ها به دو دسته مدل‌های وابسته به داده‌های حضور و عدم حضور و مدل‌های وابسته به داده‌های فقط حضور تقسیم‌بندی می‌شوند (وارسته‌مرادی و سلمان ماهینی، ۱۳۹۰). مدل‌های پیش‌بینی‌کننده محدوده پراکنش گونه، چون می‌توانند محدوده توزیع گونه‌ها و زیستگاه‌هایشان را پیش‌بینی کنند، بنابراین می‌توانند به‌عنوان ابزار مناسبی برای اهداف حفاظتی و مدیریتی به‌کار روند. استفاده از مدل‌های که تنها نیازمند داده‌های حضور هستند، می‌تواند از خطاهای حاصل از به‌کارگیری داده‌های عدم حضور اشتباه جلوگیری کند. اما این داده‌های فقط حضور نیز خود دارای محدودیت‌هایی هستند. محدودیت اساسی داده‌های تنها حضوری آن است که خطای انتخاب نمونه تأثیر بسیار شدیدتری بر روی مدل‌های تنها حضوری نسبت به مدل‌های حضور عدم حضور دارد (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۱). یکی از بهترین و پرکاربردترین روش‌های مدل‌سازی توزیع گونه‌ها که از داده‌های فقط حضور استفاده می‌کند در حال حاضر، روش حداکثر آنتروپی یا Maxent می‌باشد (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶).

مطالعات نشان می‌دهند بیش‌ترین صدمه تخریب زیستگاه به پستانداران درشت جثه وارد می‌شود. پازن که به‌عنوان گونه‌ای آسیب‌پذیر در فهرست سرخ IUCN قرار دارد در معرض نابودی زیستگاه قرار دارد. این گونه از علف‌خواران شاخص ارتفاعات مناطق صخره‌ای ایران بوده و نقش بسیار مهمی در اکوسیستم‌های کوهستانی،



ارائه می‌دهد ولی بهتر است که کم‌تر از ۳۰ عدد نباشد (Hernandez و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین طی دوره مطالعه ۵۸ نقطه حضور کل و بز به صورت مستقیم و غیرمستقیم ثبت شد (شکل ۱).

پازن با کمک محیط‌بانان و اطلاعات افراد محلی به وسیله GPS ثبت شد. با توجه به مطالعات پیشین و بررسی روش مکسنت مشخص شد که مکسنت با تعداد داده‌های حضور و نمونه‌های کم هم نتایج خوبی



شکل ۱: نقشه نقاط حضور پازن در استان گلستان

با عنایت به تجربیات محیط‌بانان و نظر کارشناسان و آمار ثبت شده در سرشماری‌ها باید طی شود (مصطفوی و همکاران، ۱۳۸۷). نقاط غیرمستقیم توسط آماری که حاصل از سرشماری و تجربه محیط‌بانان بود به همراه کمک گرفتن از نمایه‌ها ثبت می‌شد و همچنین بیش‌ترین مشاهدات مستقیم در پارک ملی (شکل ۲) و کم‌ترین در چهارباغ انجام شده است.

برای بررسی و ثبت نقاط حضور گله‌های پازن، از مشاهده مستقیم گله‌ها توسط دوربین در طول هر مسیر و مشاهده سرگین و ردپای گونه استفاده شده است. مشاهدات طی بازدیدهای هفتگی در یک دوره دو ماهه، در طول فصل پاییز و زمستان سال ۱۳۹۳ صورت پذیرفت. اطلاعاتی از قبیل روز و ماه، مکان، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع محل، با استفاده از GPS برداشت گردید. مسیرهای بازدید روزانه با توجه به زیستگاه‌ها و با در نظر گرفتن موقعیت آب‌خورها و



شکل ۲: پارک ملی گلستان-گله کل و بز (عکس: مجتبی حسینی)

براساس مرور منابع تحقیق و کارهای مشابه، مطالعه اجمالی زیستگاه گونه و دیگر عوامل و پارامترهای محیطی موثر بر انتخاب زیستگاه

لایه‌های متغیر مستقل محیطی (Ecogeographical maps): هشت متغیر مستقل محیطی و پارامترهای انتخاب شده در این تحقیق

لایه‌های تهیه شده شامل شیب، سینوس و کوسینوس جهت، ارتفاع، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه و رودخانه، فاصله از چشمه، فاصله از مناطق توسعه یافته و نقشه پوشش گیاهی می‌باشند. شیب، جهت و ارتفاع و عوامل فیزیوگرافیک شامل پستی و بلندی‌ها، نقش مهمی را در پراکنش گونه‌ها ایفا می‌کند (مددی و همکاران، ۱۳۹۲). هم‌چنین نقشه‌های شیب، ارتفاع و جهت، حاوی اطلاعاتی از وضعیت فیزیوگرافی منطقه شامل وضعیت ناهمواری‌ها و جهت پستی و بلندی‌های زیستگاه‌ها است (شیرزاد، ۱۳۹۱).

پازن انتخاب شده‌اند. برای ورود نقشه‌ها به مکسنت لازم است تا تمامی نقشه‌ها قابلیت روی هم‌گذاری داشته باشند، لذا کلیه نقشه‌ها می‌بایست صرفاً همان محدوده مطالعاتی را پوشش دهند و دارای بزرگ‌نمایی برابری باشند (اندازه سلول ۹۰) و نیز سیستم جغرافیایی یکسانی داشته باشند به این منظور قالبی یکسان برای تمامی نقشه‌ها در نظر گرفته شد تا همه لایه‌ها ویژگی یکسان داشته باشند. در این مطالعه، اکثر نقشه‌ها با الگوبرداری از نقشه طبقات ارتفاع ساخته شده‌اند، بنابراین از قالب (DEM (Digital Elevation Model) به‌عنوان مرجع استفاده شد.

جدول ۱: نمایش قالب نقشه رقومی ارتفاع جهت همسان‌سازی ویژگی همه لایه‌ها

ویژگی	فرمت فایل‌ها	نوع داده	نوع فایل	تعداد ستون‌ها	تعداد سطرها	سیستم مرجع	واحد مرجع	بزرگ‌نمایی سلول
نقشه ارتفاع	رستری	Generic	Binary	۲۵۹۰	۲۰۲۹	Utm-۴۰n	متر	۹۰
نقشه‌های فاصله از آبراهه و چشمه و مناطق توسعه یافته به وسیله تابع Distance در نرم‌افزار Arc GIS ۹/۳ از نقشه‌های اصلی استان با اندازه سلول ۹۰ در ۹۰ تهیه گردیده است.								
<b>تجزیه و تحلیل داده‌ها:</b> اساس تجزیه و تحلیل به کار برده شده در این تحقیق را روش حداکثر آنتروپی (مکسنت) تشکیل می‌دهد. MaxEnt یکی از الگوریتم‌های بسیار رایج یادگیری ماشینی است. این اصل به حداکثر آنتروپی یا نزدیک به واقعیت برمی‌گردد. ماکزیمم آنتروپی یا حداکثر آشفستگی نام قانون دوم ترمودینامیک است، که آن را به نام قانون افزایش آشفستگی نیز می‌شناسند (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). در اجرای مدل از پیش‌فرض‌های خود نرم‌افزار حد آستانه ۱۰-۵، حداکثر تکرار (۵۰۰)، نقطه در پس‌زمینه استفاده می‌شود. از ۷۵٪ داده‌های حملات برای ساختن مدل و ۲۵٪ برای ارزیابی مدل استفاده می‌شود. به منظور بررسی اهمیت تک‌تک متغیرها نیز از آزمون جک‌نایف استفاده می‌شود و از تحلیل منحنی ویژگی								
عامل دریافت کننده (ROC) و مساحت زیرمنحنی (AUC) برای ارزیابی کیفیت کلی مدل استفاده می‌شود (Baldwin, ۲۰۰۹). نرم‌افزار مکسنت برای هر کدام از پارامترهای به کار رفته در مدل، نموداری ارائه می‌دهد. محور عمودی در این نمودارها می‌تواند به صورت لگاریتمی باشد و دامنه تغییرات احتمال حضور بین ۰ و ۱ می‌باشد (یالپانیان و همکاران، ۱۳۹۲). منحنی ROC حاصل از تحلیل مکسنت از متداول‌ترین روش‌های آماری است که به طور گسترده در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی استفاده می‌شود (Palialexis و همکاران، ۲۰۰۹). سطح زیر منحنی AUC برابر با احتمال قدرت تشخیص میان نقاط حضور و عدم حضور توسط یک مدل است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۶). نقشه پیش‌بینی ساخته شده توسط MaxEnt یک نقشه احتمالی پیوسته است و MaxEnt توسط آزمون جک‌نایف متغیرهای موثر را نیز تعیین می‌کند (نوازی و همکاران، ۱۳۹۱).								

جدول ۲: نمایش واحد، منبع و علت انتخاب لایه‌های زیستی

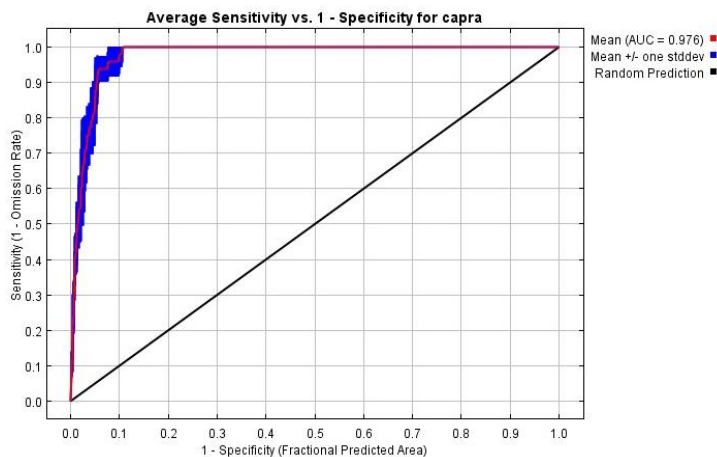
لایه‌های محیطی	واحد متغیر	علت انتخاب پارامتر	منبع داده
ارتفاع	متر	تاثیر مستقیم ارتفاع بر شرایط زیستی، اقلیمی و فیزیوگرافی زیستگاه و عدم دسترسی صیاد	USGS SRTM / ۹۰ meter
جهت	درجه	تاثیر جهت بر روی تابش نور، باد، دما، رطوبت زیستگاه	مشتق شده از مدل رقومی ارتفاع
شیب	درصد (%)	تاثیر مستقیم شیب روی انتخاب زیستگاه برای گریز از شکارچی و مواقع خطر	مشتق شده از مدل رقومی ارتفاع
فاصله از مناطق توسعه یافته	متر	تاثیر منفی روی پازن و داشتن رابطه عکس با توزیع، به عنوان شاخصی از نزدیکی گونه به سکونت گاه‌های انسانی مطرح می‌شود	استخراج از نقشه توپوگرافی و کاربری اراضی استان با مقیاس یک پنجاه هزارم
فاصله از جاده	متر	تاثیر منفی جاده بر توزیع گونه بخاطر فراری بودن حیوان از انسان	نقشه توپوگرافی و کاربری اراضی استان
فاصله از چشمه	متر	از فاکتورهای مهم تاثیرگذار بر توزیع کل وز می‌باشد	نقشه توپوگرافی و کاربری اراضی استان
فاصله از آبراهه	متر	نیاز پازن به نزدیکی زیستگاه تا آبراهه برای نوشیدن آب	نقشه توپوگرافی و کاربری اراضی استان
پوشش گیاهی	ندارد	تعیین رژیم غذایی پازن و وابستگی گونه به تغذیه و استتار	نقشه توپوگرافی و کاربری اراضی استان



## نتایج

و بز را نشان می دهد. در این مثال مقدار AUC حدود ۰/۹۷ است که بیانگر قدرت پیش‌بینی خوب مدل برای زیستگاه کل و بز می‌باشد.

بررسی اعتبار مدل: شکل ۳ قابلیت پیش‌بینی مدل برای کل



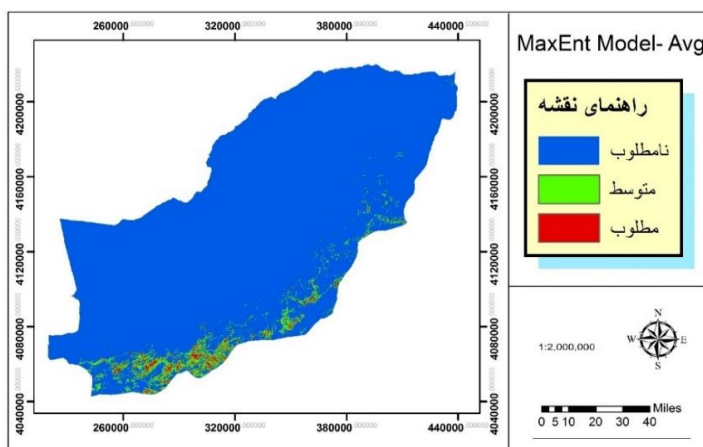
شکل ۳: منحنی ROC (نمودار حساسیت برای ویژگی کل و بز)

ترتیب این فاکتور (contribution percent) ۱۴/۷ درصد می‌باشد. دومین فاکتور موثر نیز ارتفاع با میزان مشارکت ۱۷/۱ و اهمیت ترتیب ۳۵/۱ درصد می‌باشد.

اهمیت فاکتورهای به کار رفته در مدل: مهم‌ترین پارامتر موثر در توزیع کل و بز شیب می‌باشد که میزان درصد مشارکت (contribution percent) آن در مدل‌سازی ۵۹/۹ درصد و اهمیت

جدول ۳: میزان مشارکت و اهمیت ترتیب فاکتورهای بکار رفته در مدل

فاکتورهای به کار رفته در مدل	میزان مشارکت فاکتورها به درصد	اهمیت ترتیب فاکتورها به درصد
شیب	۵۹/۹	۱۴/۷
ارتفاع	۱۷/۱	۳۵/۱
فاصله از جاده	۶/۹	۷/۹
تراکم پوشش گیاهی	۶/۷	۶/۲
فاصله از چشمه	۳/۵	۵/۴
سینوس جهت	۱/۸	۱/۸
فاصله از آبراهه	۱/۶	۱۵/۳
فاصله از مناطق توسعه یافته	۱/۶	۱۲/۱
کوسینوس جهت	۰/۸	۱/۶



شکل شماره ۴: نقشه طبقه‌بندی شده مدل نهایی



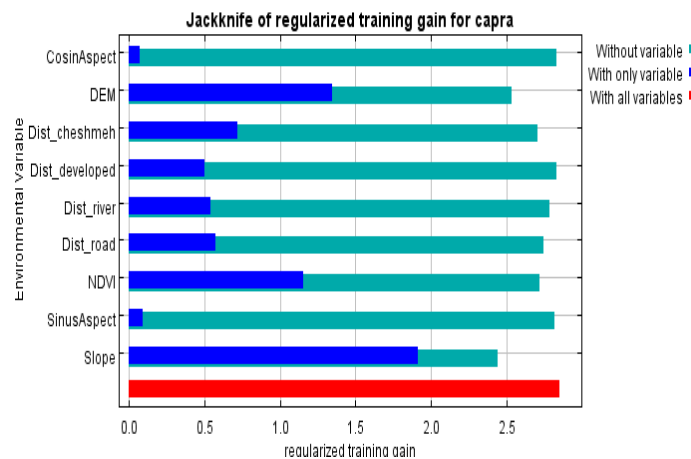
سرد و روشن تر (آبی) می‌رود از مطلوبیت کاسته شده و زیستگاه نامطلوب تر می‌شود.

طبق شکل ۵ متغیر شیب به تنهایی بیشترین قدرت پیش‌بینی کنندگی مطلوبیت زیستگاه بز وحشی را دارد، از سوی دیگر این اطلاعات منحصر به فرد می‌باشند زیرا که با حذف این متغیر قدرت پیش‌بینی مدل بیش از حذف سایر متغیرها کاهش می‌یابد. پس از متغیر شیب دومین متغیر مهم ارتفاع است. دو متغیر سینوس و کسینوس جهت نیز کمترین اطلاعات را دارا می‌باشند که با حذف آن‌ها قدرت پیش‌بینی مدل تغییر چندانی نخواهد داشت.

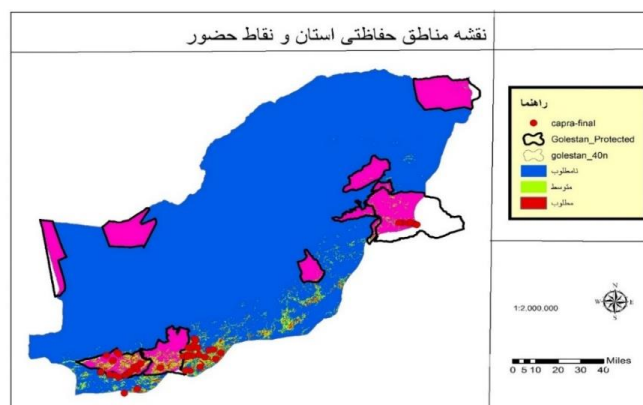
به‌منظور نمایش و تحلیل بهتر، نقشه‌های به‌دست آمده به سه طبقه نامطلوب، متوسط و مطلوب تبدیل و مساحت، ارتفاع و شیب هر یک از طبقات محاسبه گردید. برای مطمئن بودن از مطلوب بودن زیستگاه‌ها آستانه مطلوبیت ۰/۶ در نظر گرفته شد (شکل ۴). همان‌طور که در نقشه مشاهده می‌شود دامنه تغییرات مطلوبیت زیستگاه کل و بز به‌وسیله مکسنت بین صفر تا یک مشخص شده است. در این نقشه شیب مطلوبیت زیستگاه به سمت رنگ گرم متمایل است. بدین معنی که هرچه به سمت رنگ گرم و تیره (قرمز) می‌رود زیستگاه برای گونه مطلوبیت بیش‌تری دارد و برعکس هرچه به سمت رنگ

جدول ۴: مشخصات و مساحت طبقات نقشه مطلوبیت زیستگاه

طبقات	دامنه مطلوبیت	سطح طبقه به کل استان (درصد)	ارتفاع (متر)	شیب (درصد)
مطلوب	۱-۰/۶	۰/۰۰۶	۱۷۰۰<	۵۰<
متوسط	۰/۶-۰/۳	۰/۰۲	۱۷۰۰-۷۰۰	۵۰-۲۰
نامطلوب	۰/۳-۰	۰/۹۷۴	۰-۷۰۰	۲۰-۰



شکل ۵: نمودار بررسی و اهمیت متغیرها با آزمون جک‌نایف



شکل ۶: نقشه روی هم‌گذاری مرز مناطق حفاظت‌شده و مناطق مطلوب، به‌همراه نقاط حضور گونه در استان گلستان

جدی حفاظت می‌شود و بقیه مناطق آزاد هستند و در معرض آسیب پذیری قرار دارند.

هم‌چنین براساس نقشه روی هم‌گذاری مرز مناطق حفاظت‌شده استان و مناطق مطلوب مشخص شد که حدود ۵۰٪ از زیستگاه‌های مطلوب کل و بز در حال حاضر توسط سازمان محیط زیست به‌صورت



## جدول ۵: سهم مناطق حفاظتی استان در حفاظت از زیستگاه‌های

مطلوب کل و بز طبق نقشه			
مناطق حفاظتی استان	جهان نما	پارک ملی گلستان	چلچلی
سهم (%)	۳۰٪	۱۵٪	۵٪

شکل ۶ نمایانگر زیستگاه‌های بالفعل (محل نقاط حضور) و بالقوه و هم‌پوشانی آن‌ها با محدوده مناطق حفاظت‌شده می‌باشد. براساس نقشه فوق حدود ۲۷ نقطه حضور در محدوده مناطق تحت حفاظت و بیش از نیمی از نقاط حضور گونه در مناطق آزاد ثبت شده است.

## بحث

در این مطالعه حضور گونه به‌عنوان شاخصی برای مطلوبیت زیستگاه در نظر گرفته شده است. براساس بررسی که در ارتباط با عوامل مؤثر بر توزیع پازن در این پژوهش انجام شد، مشخص گردید که پارامتر شیب و ارتفاع مهم‌ترین فاکتور تاثیرگذار بر توزیع کل و بز در استان گلستان می‌باشد و سایر فاکتورها از جمله پوشش گیاهی، فاصله از چشمه و آبراهه‌ها و ... در الویت‌های بعدی قرار گرفتند و کم‌ترین تاثیر را هم پارامتر جهت داشته است که البته این ممکن است به علت فصل نمونه‌برداری (پاییز) باشد. هم‌چنین مشخص شد این گونه به دامنه محدودی از شرایط محیط زیستی منطقه وابسته است. این موضوع تا حدودی با سایر بررسی‌های صورت گرفته در مورد زیستگاه کل و بز مشابه می‌باشد. براساس نتایج سرهنگ‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه مدل‌سازی زیستگاه کل و بز در منطقه کوه بافق مشخص شد که در زمستان، منابع آب، شیب، مناطق صخره‌ای، پوشش گیاهی، جهت جغرافیایی و عوامل انسانی نقش بسیار مهمی در تعیین زیستگاه کل و بز دارند. خاکی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی پارامترهای مؤثر بر پراکندگی پازن در منطقه حفاظت‌شده لشگر دریافتند که شیب، ارتفاع، درصد پوشش گیاهی و میانگین دمای سالانه مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر حضور پازن در منطقه حفاظت شده لشگر هستند. گلجانی (۱۳۸۸) مطلوبیت زیستگاه کل و بز را در پارک ملی کلاه‌قازی با روش تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی انجام داد و نتایج، ارتفاعات ۱۹۰۰ الی ۲۳۰۰ متر، شیب‌های بیش از ۳۰٪، زیستگاه‌های حاشیه‌ای و محدوده میانه شرایط محیطی را بیان می‌کند. انصاری و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان اثرات توسعه بر زیست بوم پازن در استان مرکزی باروش مکسنت، نشان داد بیش‌ترین تاثیرگذاری مربوط به شیب (۲۰ درصد) و کم‌ترین مربوط به ارتفاع می‌باشد. Webber و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی به ارزیابی زیستگاه با مدل مکسنت پرداختند. مکسنت تمام نقاطی را که گونه‌ها در آن

وجود داشتند به‌خوبی پیش‌بینی کرد و بعضی جاها که گونه‌ها حضور نداشتند را هم مطلوب نشان داد.

البته مشخص است که پارامترهای انتخاب زیستگاه توسط کل و بز مانند سایرگونه‌ها در نقاط مختلف کشور از لحاظ اولویت‌بندی کمی باهم متفاوت هستند. مثلاً در منطقه‌ای که تمام شرایط توپوگرافی شامل ارتفاع، شیب، جهت تقریباً برای گونه یکسان است، الویت انتخابی برای پازن فاصله مناسب از مناطق توسعه یافته یا نزدیکی به آبراهه‌ها می‌باشد. تحلیلی که توسط نگارندگان می‌شود این است که دلیل مهم بودن و ارجحیت شیب، ارتفاع، پوشش گیاهی نسبت به سایر فاکتورها برای کل و بز در استان گلستان این است که به دلیل شرایط خاص اقلیمی، توپوگرافی و زیستگاهی استان معمولاً زیستگاه‌های بالفعل و بالقوه این حیوان دارای فاصله مناسب از مناطق توسعه یافته بوده یا فاصله آن‌ها تا چشمه و آبراهه‌ها به دلیل بارش خوب و چشمه‌های فراوان منطقه، مناسب می‌باشد. برای همین گونه ابتدا بیش‌تر به دنبال مناطقی می‌گردد که از لحاظ این سه فاکتور ذکر شده مطلوب‌تر باشد، در این بین پر شیب اهمیت بیش‌تری برای پازن دارد. چه از لحاظ شرایط زیستی، عدم دسترسی راحت انسان و طعمه‌خواران و چه از نظر شرایط تغذیه‌ای و محل استراحت و زایمان گونه این نقاط مطلوب‌تر می‌باشند و امنیت بیش‌تری را برای پازن به‌همراه دارد.

در مجموع پازن، زیستگاه‌های جنگلی و صخره‌ای شیب‌دار و مناطق مرتفع دارای فاصله از مناطق توسعه یافته را ترجیح می‌دهد. با افزایش شیب و ارتفاع مطلوبیت برای زیستگاه آن‌ها بیش‌تر شده و بیش‌ترین مطلوبیت (مطلوبیت < ۰/۹) را در شیب < ۱۰۰٪ و ارتفاع بالای ۲۵۰۰ متر از سطح دریا دارد. البته طبقه مطلوب در شیب < ۵۰٪ و ارتفاع < ۱۷۰۰ متر قرار دارد. طبق مطالعه عباسیان و همکاران (۱۳۸۰) درباره زیستگاه پازن بیش‌ترین حضور در شیب تند > ۱۰۰٪ و ارتفاع ۳۲۰۰-۳۶۰۰ متر می‌باشد. میانگین سطح زیرمنحنی (AUC) برابر با ۰/۹۷۶ به دست آمد، بنابراین مکسنت در اجرای مدل موفق بوده است چون تمامی نقاط حضور پازن را به‌عنوان زیستگاه بالفعل مطلوب پیش‌بینی کرده و بعضی مناطق که گونه حضور نداشت را هم به‌صورت بالقوه مطلوب نشان داد. فراکافت جک‌نایف نیز نشان داد که مدل در پیش‌بینی نقاط حضور به‌عنوان زیستگاه مطلوب موفق بوده است. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که مکسنت روش مناسبی برای تعیین مطلوبیت زیستگاه کل و بز در مقیاس کلان در استان گلستان می‌باشد. هم‌چنین پیش‌بینی مکسنت نشان می‌دهد که بیش از ۵۰٪ زیستگاه‌های بالقوه مطلوب و متوسط پازن خارج از مناطق تحت حفاظت سازمان محیط‌زیست می‌باشد و حتی تعداد قابل توجهی از نقاط حضور در ارتفاعات منطقه فاضل‌آباد و علی‌آباد می‌باشد که این امر نیاز تبدیل این مناطق را به یکی از مناطق چهارگانه مشخص



۳. شیرزاد، م.؛ صدوق، م. و ریاضی، ب.، ۱۳۹۰. تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه‌های گونه پازن در پارک ملی خجیر. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
۴. فیروز، ا.، ۱۳۷۸. حیات‌وحش ایران (مهره‌داران). مرکز نشر دانشگاهی. صفحات ۳۹۱ تا ۳۹۲.
۵. کرمی، م.؛ ریاضی، ب. و کلانی، ن.، ۱۳۸۵. ارزیابی زیستگاه کفتار راه‌راه ایرانی در پارک ملی خجیر و ارائه مدل مطلوبیت به کمک روش HEP. مجله علوم محیطی. شماره ۱۱، صفحات ۷۷ تا ۸۶.
۶. مصطفوی، م.؛ کرمی، م. و کابلی، م.، ۱۳۸۷. تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه بهاره گونه پازن در پارک ملی لار. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
۷. مددی، م.؛ وارسته‌مرادی، ح. و سلمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۹۲. ارزیابی زیستگاه پاییزه کل و بز در پارک ملی گلستان با روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۸. وارسته‌مرادی، ح. و سلمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۹۰. ارزیابی زیستگاه حیات‌وحش. ترجمه جلد اول، چاپ اول، انتشارات آینه-نما. صفحات ۲ تا ۱۶.
۹. یالپانیان، ع.؛ کرمی، م. و شمس، ب.، ۱۳۹۲. ارزیابی زیستگاه گرگ خاکستری. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
۱۰. Baldwin, A., ۲۰۰۹. Use of Maximum Entropy Modeling in Wild life Research. Entropy. Vol. ۱۱, No. ۴, pp: ۸۵۴-۸۶۶.
۱۱. Bartoszewicz, M. and Zalewski, A., ۲۰۰۳. American mink, *Mustela vison* diet and predation on waterfowl in the Slonsk Reserve, western Poland. Folia Zoologica. Vol. ۵۲, pp: ۲۲۵-۲۳۸.
۱۲. Gibson, L.A.; Wilson, B.A.; Cahill, D.M. and Hill, J., ۲۰۰۳. Modeling Habitat Suitability of the Swamp Antechinus (*Antechinus minimus maritimus*) in the coastal heathlands of southern Victoria, Australia. International Journal of Biological Conservation. Vol. ۱۱۷, pp: ۱۴۳-۱۵۰.
۱۳. Hirzel, A.H.; Helfer, V. and Metral, F., ۲۰۰۱. Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Ecological Modelling. Vol. ۱۴۵, pp: ۱۱-۱۲.
۱۴. Hernandez, P.A.; Graham, C.H.; Master, L.L. and Albert, D.L., ۲۰۰۶. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. Ecography. Vol. ۲۹, pp: ۷۷۲-۷۸۵.
۱۵. Phillips, S.J.; Anderson, R.P. and Schapire, R.E., ۲۰۰۶. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecol. Modell. Vol. ۱۹۰, pp: ۲۳۱-۲۵۹.
۱۶. Palialexis, A.; Georgakarakos, S.; Lika, K. and Valavanis, V.D., ۲۰۰۹. Comparing novel approaches used for prediction of species distribution from presence/absence acoustic data. Proceedings of the Second International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics (CEMEPE ۰۹), June ۲۶-۲۶, Mykonos, Greece.
۱۷. Shackleton, D.M., ۱۹۹۷. Wild Sheep and Goats and their Relatives. IUCN, Gland, Switerland and Cambridge, UK. Vol. ۱, ۵۲ p.
۱۸. Webber, B.L.; Yates, C.J.; La Maitre, D.C.; Scott, J.K.; Kriticos, D.J.; Ota, N.; McNeill, A.; Le Roux, J.J. and Midgley, G.F., ۲۰۱۱. Modelling horses for novel climate courses: insights from projecting potential distributions of native and alien Australian acacias with correlative and mechanistic models. Divers. Distrib. Vol. ۱۷, pp: ۹۷۸-۱۰۰۰.

می‌کند. هم‌چنین ارتفاعات کوهستانی آزادشهر، رامیان، خان‌بین، مینودشت، لوه‌نیز به‌عنوان زیستگاه بالقوه شناسایی شده که متأسفانه منطقه حفاظت‌شده نیستند. در واقع کم‌تر از ۵۰٪ زیستگاه‌های مطلوب کل و بز در حال حاضر توسط سازمان محیط زیست به‌صورت جدی حفاظت می‌شود و بقیه مناطق آزاد هستند و در معرض آسیب‌پذیری قرار دارند. اولویت‌بندی حفاظتی پیشنهاد شده براساس پراکنش نقاط حضور و زیستگاه‌های مطلوب برای زیستگاه‌های کل و بز در سطح استان بدین صورت می‌باشد: منطقه حفاظت‌شده جهان‌نما (چهارباغ)، پارک ملی، ارتفاعات مناطق فاضل‌آباد و علی‌آباد، منطقه شکارممنوع چلچلی و سایر مناطق مطلوب شناسایی شده. با توجه به بحث در مورد کل و بز و زیستگاه‌های این حیوان مطالعه پیرامون تعارضات موجود در منطقه، تهدیدات اصلی پازن و عوامل مختلف آنزوا و کاهش جمعیت این گونه در منطقه لازم به‌نظر می‌رسد. نظر به این‌که در کشور مطالعه درباره مطلوبیت زیستگاه گونه‌ها با روش مکسنت کم‌تر صورت گرفته است، لذا انجام چنین مطالعاتی می‌تواند الگویی برای کاربرد روش‌های نوین مدیریتی باشد.

بنابراین مطالعه و پژوهش در زمینه مدل‌سازی زیستگاه پازن با سایر روش‌های نیازمند به داده‌های حضور در استان و مقایسه نتایج حاصله با تحقیق فعلی، به‌منظور دستیابی به مدیریت نوین و علمی زیستگاه گونه مورد نظر در مناطق مختلف لازم به‌نظر می‌رسد. هم‌چنین با توجه به وسعت استان و زیستگاه‌های متعدد، راهکارهای مناسب جهت حفظ زیست‌بوم پازن در این مناطق، حفاظت از جمعیت‌های موجود، ایجاد کریدورها بین مناطق، زنده‌گیری و انتقال پازن به مناطق مطلوب که جمعیتش کاهش یافته می‌باشد. همان‌طور براساس نقشه، معلوم شد بخش عمده‌ای از زیستگاه‌های مطلوب این گونه در استان گلستان خارج از مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست قرار گرفته است. بنابراین، قوانین حفاظتی مناطق حفاظت‌شده، برای آن کارایی ندارد و ضرورت لحاظ کردن مردم محلی را در حفاظت این گونه گوشزد می‌کند. در این راستا، به‌نظر می‌رسد که بهترین روش، فرهنگ‌سازی و آشنا کردن جوامع محلی با این گونه و لزوم حفاظت آن است.

## منابع

۱. جهانی، س. و دلبری، م.، ۱۳۸۸. ارزیابی و برآورد بیش‌ترین بارش ۲۴ ساعته در استان گلستان. مجله مهندسی آب. دوره ۲، شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۲۲.
۲. زیدی، ا.؛ زمانی، ن.؛ مومنی، م. و کولیوند، ح.، ۱۳۹۲. معرفی روش MaxEnt برای ارزیابی زیستگاه حیات‌وحش در ایران، همایش سراسری محیط‌زیست، انرژی و پدافند زیستی. صفحه ۶.





