مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کل و بز (*Capra aegagrus*) به کمک روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در پارک ملی گلستان

- **میثم مددی*:** گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **عبدالرسول سلمان‌ماهینی:** گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸
- **حسین وارسته‌مرادی:** گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۶

چکیده

امروزه جدایی زیستگاه اثرات بسیار مهم بوم‌شناسی در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی بر روی حیات‌وحش دارد. تهدیدات موجود در پارک ملی گلستان به‌عنوان نخستین پارک ملی ایران، ازجمله جاده آسیایی تهران - مشهد، گونه کل و بز را از برخی زیستگاه‌های مناسب جدا کرده و محل‌های حضور جمعیت این گونه را جزیره‌ای نموده است. مدل‌های ارزیابی و مطلوبیت زیستگاه، محدوده توزیع گونه و زیستگاه را پیش‌بینی می‌کنند، بنابراین می‌توانند به‌عنوان ابزاری مناسب برای اهداف حفاظتی و مدیریتی به‌کار روند. جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کل و بز، از روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در محیط نرم‌افزار Biomapper در دو فصل پاییز و زمستان استفاده شده است. از نقاط حضور گونه به‌عنوان متغیر وابسته و از ۱۰ متغیر محیطی به‌عنوان متغیر مستقل استفاده شد. این لایه‌ها پس از تهیه وارد تجزیه و تحلیل گردیدند. نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه شده در این مطالعه برای گونه کل و بز بیانگر این است که زیستگاه مطلوب کل و بز در پارک ملی گلستان در شیب‌های بالاتر از ۲۰٪ و مناطقی با ضریب زبری بالا جهت برخورداری از بیش‌ترین مناطق گریز و امنیت است. براساس مقادیر تخصص‌گرایی، مهم‌ترین عوامل مؤثر در آشیان بوم‌شناختی کل و بز در فصل‌های پاییز و زمستان به‌ترتیب ضریب زبری، درصد شیب، فاصله از جاده و فاصله از پاسگاه‌های محیط‌بانی است. با افزایش ضریب زبری، درصد شیب و فاصله از روستا میزان مطلوبیت زیستگاه کل و بز افزایش می‌یابد. هم‌چنین بذر بلوط نقش بسیار مهمی در افزایش وسعت گستره خانگی کل و بز در مناطق جنگلی در فصل پاییز دارد.

کلمات کلیدی: کل و بز، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، پارک ملی گلستان

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

مقدمه

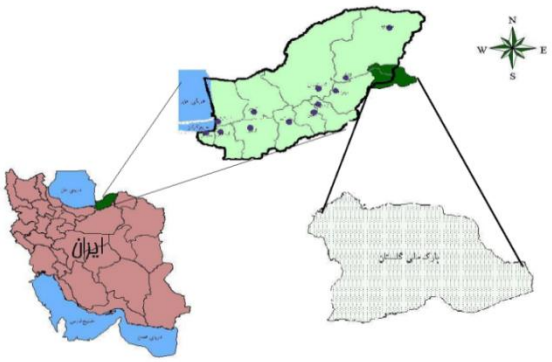
دنیای امروز بیش از هر زمان دیگری با کاهش و رو به قهقرا رفتن تنوع‌زیستی مواجه است. به‌طوری‌که اینک جهان با روند حیرت انگیز انقراض گونه‌ها روبرو شده است. انسان امروز بی‌پرواتر از تمام اعصار و نیرومندتر از همیشه، تمام سرزمین‌ها را مورد بهره‌برداری، تغییر و تبدیل قرار داده است. مهار تمام فعالیت‌های بی‌ضابطه و کنترل شیوه‌های تخریبی در مقیاس یک کشور میسر نیست. لذا چاره‌ای جز انتخاب الگوها و یا نمونه‌هایی از اکوسیستم‌های گوناگون و حفظ و حراست از آن‌ها باقی نمی‌ماند. بنابراین، در اقیانوس آشفته و پرتلاطم جهان امروز که با دخالت‌ها و فعالیت‌های تخریبی انسان روبرو است، باید به‌دنبال جزیره‌هایی امن برای حفظ تنوع زیستی بوده و چنین مناطقی را هم‌چون جزایر امید، برای تداوم حیات در شرایط طبیعی، مورد حفاظت و حمایت قرار داد (ضیایی، ۱۳۸۱). تعیین مطلوبیت زیستگاه یکی از ارکان مدیریت و حفاظت گونه‌های حیات وحش است. زیستگاه مطلوب تأثیر به‌سزایی بر بقا و تولیدمثل گونه‌ها خواهد داشت و در امر مدیریت و حفاظت حیات وحش مورد توجه بیش‌تری قرار می‌گیرد. لذا مدل‌سازی زیستگاه ابزای مناسب برای رفع این مشکل است (فراشی و همکاران، ۱۳۸۹). با استفاده از روش‌های مدل‌سازی می‌توان به بررسی آشیان بوم‌شناختی گونه‌ها (Vetaas، ۲۰۰۲)، یافتن مناطق بالقوه مساعد برای حضور گونه‌ها و تعیین مهم‌ترین فاکتورهای محیطی مؤثر بر پراکنش و حضور آن‌ها (Phillips و همکاران، ۲۰۰۴)، یافتن زیستگاه‌های جدید برای گونه‌های کمیاب و در خطر انقراض، برنامه‌ریزی و حفاظت (Cayela و همکاران، ۲۰۰۹)، ارزیابی اثرات تغییرات دراقلیم و کاربری اراضی برنحوه پراکنش گونه‌ها پرداخت. سرهنگ‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) در طی مطالعه‌ای به مدل سازی مطلوبیت زیستگاه کل و بز در منطقه حفاظت شده کوه بافق پرداختند و دریافتند که در فصل زمستان مؤلفه‌های منابع آب، شیب، مناطق صخره‌ای، پوشش گیاهی، جهت جغرافیایی و عوامل انسانی (جاده‌ها) نقش بسیار مهمی در تعیین مناسب بودن زیستگاه کل و بز دارند. این گونه به دامنه محدودی از شرایط محیط زیستی منطقه وابسته است و در استفاده از منابع زیستگاه تخصصی عمل می‌کند. خاکی و همکاران (۱۳۹۱) در طی مطالعه‌ای به بررسی پارامترهای موثر بر پراکندگی پازن در منطقه حفاظت شده لشگردر همدان پرداختند و دریافتند که پارامترهای شیب، ارتفاع، درصد پوشش گیاهی و میانگین دمای سالانه مهم‌ترین پارامترهای زیستگاهی بر حضور پازن در منطقه حفاظت شده لشگردر هستند. گل‌جانی (۱۳۸۸) مطلوبیت زیستگاه کل و بز را در پارک ملی کلاه قاضی با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی انجام داد و نتایج، ارتفاعات ۱۹۰۰ الی ۲۳۰۰ متر، شیب‌های بیش‌تر از ۳۰ درصد، زیستگاه‌های حاشیه‌ای و محدوده میانه شرایط محیطی را بیان می‌کند.

هدف از این تحقیق تعیین مطلوبیت زیستگاه کل و بز در پارک ملی گلستان می‌باشد. پارک ملی گلستان ازجمله زیستگاه‌های مناسب گونه کل و بز در ایران محسوب می‌شود. به‌نظر می‌رسد تهدیدها و تعارض‌های انسانی موجود در این منطقه، گونه کل و بز را از برخی زیستگاه‌های مناسب جدا کرده و محل‌های حضور جمعیت‌های این گونه را در برخی مناطق محدود نموده است. این گونه از علف‌خواران شاخص ارتفاعات مناطق صخره‌ای ایران بوده و نقش بسیار مهمی در اکوسیستم‌های کوهستانی، به‌عنوان تنها علف‌خوار مناطق صعب‌العبور کوهستانی دارد و از مهم‌ترین طعمه‌های گونه پلنگ نیز محسوب می‌شود. لذا در برنامه‌های مدیریتی باید نگاهی ویژه به زیستگاه‌های آن و تأمین امنیت گونه داشت. از عوامل مهم در کاهش جمعیت کل و بز در پارک‌ملی گلستان، تخریب زیستگاه و شکار است که درسال‌های اخیر کاهش چشمگیری در جمعیت این گونه صورت گرفته است. در گذشته بخش اعظم جمعیت‌های کل و بز در این منطقه با برخورداری از امنیت مسیرهای گدار، بین بخش شمالی و جنوبی پارک و هم‌چنین با منطقه حفاظت شده قرخود در بخش شرقی پارک، درارتباط بوده‌اند که در حال حاضر این کریدورها، با کاهش جمعیت این گونه و ساخت و سازهای فیزیکی کلان (جاده آسیایی تهران- مشهد) به‌طور قابل توجهی مسدود گردیده و امکان مهاجرت از جمعیت‌های کل و بز سلب گردیده است. هم‌چنین کاهش اندازه جمعیت‌های کل و بز در پارک ملی گلستان و کاهش پراکنش این حیوان به بخش‌هایی از پارک که از امنیت بیش‌تری برخوردار است، می‌تواند سبب وابستگی شدید ژنتیکی در جمعیت‌های کل و بز به‌دلیل افزایش درون آمیزی شود. جمعیت این حیوان در حال حاضر در پارک ملی گلستان کم‌تر از ۵۰۰ رأس تخمین زده می‌شود.

مواد و روش‌ها

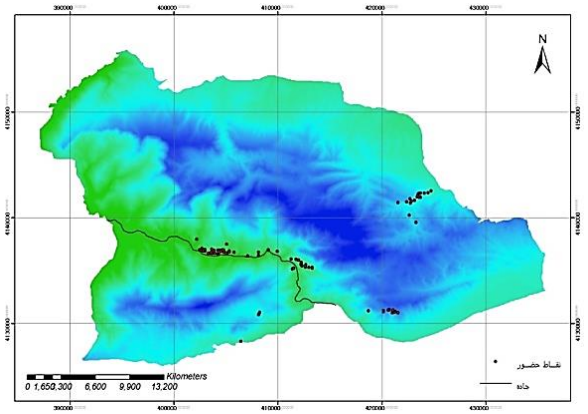
موقعیت جغرافیایی: پارک ملی گلستان در شمال‌شرق ایران و شرق استان گلستان، شمال‌غربی استان‌خراسان شمالی و شمال استان سمنان قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه در فاصله بین ″۳۷°/۳۱/۰۰ و ″۵۳°/۰۴/۳۰ عرض شمالی و ″۵۵°/۴۳/۲۰ و ″۶۶°/۱۷/۰۰ طول شرقی قرار گرفته است. مساحت پارک ۹۱۸۹۵ هکتار است. محیط پارک به شکل مثلثی است که جاده ترانزیتی معروف به جاده آسیایی که شمال و مرکز ایران را به شمال‌شرق ایران وصل می‌کند به طول ۳۵ کیلومتر، از تنگراه تا سه راهی دشت از درون پارک و از آن‌جا تا میرزابایلو از حاشیه جنوبی پارک می‌گذرد. پارک

ملی گلستان یک منطقه کوهستانی است که در شرقی‌ترین امتداد رشته‌کوه البرز و امتداد غربی کوه‌های خراسان- کپه داغ قرار گرفته است (آخانی، ۱۳۸۳).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی پارک ملی گلستان

روش کار: جهت تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه کل و بز در پارک ملی گلستان از روش متکی بر داده‌های نقاط حضور گونه استفاده گردید. با توجه به وضعیت دسترسی به مناطق و درنظر گرفتن تمامی شرایط ازجمله وضعیت توپوگرافی منطقه، داشتن دید مناسب و تسلط به تمام نقاط، به‌خصوص در مناطق جنگلی، مسیرهایی جهت پیمایش و ثبت نقاط حضور انتخاب شد. تعداد ۱۸ ترانسکت جمعاً به طول ۱۰۰ کیلومتر در طی فصل پاییز و ۱۵ ترانسکت جمعاً به طول ۹۵ کیلومتر در طی فصل زمستان انتخاب شد. تعیین مسیر مناسب ترانسکت‌ها با توجه به ماهیت مناطق جنگلی و استپی در پارک ملی گلستان به‌صورت‌های متفاوت انجام پذیرفت. در مناطق جنگلی مسیر جاده آسیایی نیز به‌عنوان یکی از ترانسکت‌های اصلی انتخاب گردید. ترانسکت‌های دیگری در ارتفاعات هر یک از این مناطق جهت بررسی‌های دقیق‌تر انتخاب شد و مورد پیمایش قرار گرفت. ازجمله این مناطق می‌توان به آدام چاغران، گلزار، یکه قد، دره زاولی، آق سو، ارتفاعات تونل، گوک سوری، قزقلعه کندوس‌کوه، بیلی کوه، قرقون، دو راهی دشت و آدنسد اشاره کرد. در بخش استپی، ترانسکت‌هایی با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه انتخاب شدند. زیستگاه کل و بز در مناطق استپی فاقد ارتفاعات مرتفع و تراکم پوشش درختی انبوه است. لذا میدان دید بیش‌تری نسبت به مناطق جنگلی دارد و ثبت و مشاهده کل و بز بسیار دقیق‌تر و راحت‌تر انجام گرفت. ازجمله این مناطق می‌توان به دگرمانلی، چند عباس، قزقلعه، بکیه‌طاق، ایرلی، آلوباغ، قوری دره، راه ییلاق، خواجه نارنج، دره گشاد، نکارمندی، چشمه نی و حمام‌لی اشاره کرد. برای بررسی و ثبت نقاط حضور گله‌های کل و بز، از مشاهده مستقیم گله‌ها توسط دوربین دو چشمی در طول هر مسیر و هم‌چنین مشاهده سرگین و ردپای گونه استفاده شد. جمع‌آوری اطلاعات به‌صورت هفتگی انجام گرفت. بدین‌صورت که هر هفته یکی از مناطق انتخاب شده و ترانسکت‌ها مورد پیمایش قرار گرفته و نقاط حضور گونه ثبت شد. اطلاعاتی از قبیل زمان (ساعت، روز و ماه)، مکان، وضعیت هوا، طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع محل، با استفاده از GPS برداشت گردید. هم‌چنین در مناطق استپی به‌دلیل هم‌پوشانی زیستگاه کل و بز با قوچ و میش اوریال، ثبت نمایه‌ها پس از اطمینان نسبت به تعلق نمایه‌ها به کل و بز انجام گرفت. در مناطق جنگلی به علت این‌که مرز جنگل و منطقه صخره‌ای کاملاً باریک بوده و کل و بز با شوکا و مرال در این مناطق هم‌پوشانی دارد، نمایه‌های مشکوک در این مناطق نیز حذف شدند. مسیر مطالعه، اجازه مشاهده واضح دامنه تپه‌ها، پرتگاه‌ها و دره‌ها را در مساحتی قابل توجه می‌داد. هر روز بازدید به‌طور متوسط سه تا شش ساعت مشاهده را شامل شده است. مشاهدات طی بازدیدهای هفتگی در یک دوره شش ماهه، در طول فصل‌های پاییز و زمستان صورت پذیرفت. در نهایت ۸۹ نقطه از محل‌های حضور کل و بز در منطقه برای فصل پاییز و ۷۹ نقطه از محل‌های حضور کل و بز در منطقه برای فصل زمستان به‌طور جداگانه، ثبت شده‌اند (شکل‌های ۲و ۳).



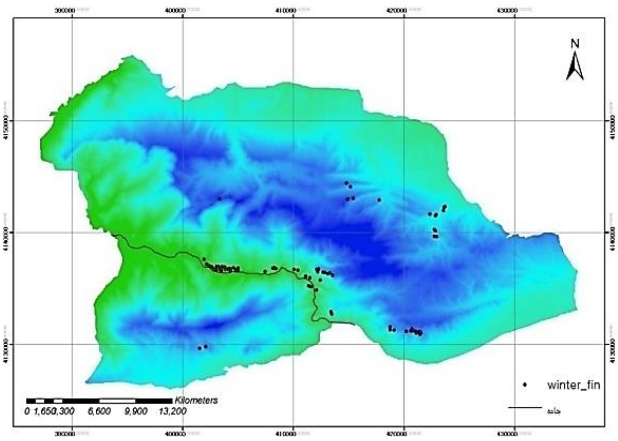
شکل ۲: نقاط حضور گونه کل و بز در فصل پاییز (نقشه پایه: ارتفاع)

مراحل انجام روش تحلیلی عاملی آشیان بوم‌شناختی:

۱- تهیه نقشه‌های متغیرهای محیط زیستی به‌منظور استفاده از آن‌ها برای آنالیز تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی مانند تهیه نقشه‌های پراکندگی منابع، اجرای تجزیه و تحلیل‌های فاصله‌ای مانند circan، distan و استاندارد کردن داده‌ها: لایه‌های اطلاعاتی وارد شونده به تجزیه و تحلیل ENFA در نرم‌افزار Biomapper به دو دسته کلی قابل طبقه‌بندی هستند:

الف) نقشه نقاط حضور گونه (Work map): این نقشه شامل نقشه مناطق حضور گونه مورد مطالعه در سطح منطقه است. این نقشه

می‌تواند یک نقشه رستری نقطه‌ای (نقاط حضور گونه) و یا پلی‌گونی (محدوده گستره خانگی گونه) باشد (فراشی و همکاران، ۱۳۸۹). نقشه حضور گونه کل و بز در پارک ملی گلستان به شکل وکتور نقطه‌ای تهیه شد و این نقشه برای ورود به نرم افزار به شکل شبکه‌ای (رستری) تبدیل شد و سپس به نقشه بولی یا همان صفر و یک که ارزش یک نشان‌دهنده حضور گونه و ارزش صفر نشان‌دهنده عدم اثبات حضور گونه در آن سلول است، تبدیل شد تا قابل ورود به تجزیه و تحلیل ENFA باشد. در نهایت این نقشه به‌عنوان متغیر وابسته وارد تجزیه و تحلیل گردید.



شکل ۳: نقاط حضور گونه کل و بز در فصل زمستان (نقشه پایه: ارتفاع)

ب) نقشه‌های متغیر مستقل محیطی (Ecogeographical maps): شامل متغیرهای مستقل محیطی (Ecogeographical maps) و دیگر عوامل موثر بر حضور گونه است که در این پژوهش عبارتند از: نقشه طبقات ارتفاعی، نقشه شیب، نقشه جهت، نقشه زبری، نقشه موقعیت روستاها، نقشه جاده‌های آسفالت و خاکی، نقشه موقعیت پاسگاه‌های محیط‌بانی، نقشه منابع آبی و آبراهه‌ها و شاخص‌پوشش گیاهی هستند که در تجزیه و تحلیل از آن‌ها استفاده شد. نقشه‌های شیب، ارتفاع و جهت، حاوی اطلاعاتی از وضعیت فیزیوگرافی منطقه (وضعیت شیب، ارتفاع و جهت پستی و بلندی‌های زیستگاه‌ها) است. با توجه به این‌که جهت انجام تجزیه و تحلیل، نرم‌افزار بایومپر تنها نقشه‌های رستری را می‌پذیرد، لذا با استفاده از نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم‌افزار Idrisi، نقشه‌های رستری متغیرهای مستقل محیطی جهت‌اجرای تجزیه و تحلیل‌ها تهیه گردید(شیرزادوهمکاران، ۱۳۹۱). **متغیرهای مورد استفاده:** ۱- ارتفاع: ارتفاع و عوامل پستی بلندی‌ها، نقش مهمی را در پراکنش گونه‌ها ایفا می‌کند. این متغیر به‌صورت پیوسته مورد استفاده قرار گرفت. پست‌ترین نقطه پارک ملی گلستان با ارتفاع ۴۶۵ متر از سطح دریا در منطقه تنگراه و بلندترین آن ۲۳۳۰ از سطح دریا در ارتفاعات دیور کجی است. ۲- شیب: نقشه شیب با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc GIS9.3 تهیه و وارد نرم‌افزار ایدریسی گردید. با توجه به این‌که صخره‌ها بخش مهمی از زیستگاه کل و بز بوده لایه شیب نقش بسیار مهمی در دست‌یابی به مطلوبیت زیستگاه کل و بز ایفا می‌کند. ۳- جهت: نقشه جهت منطقه با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc GIS9.3 تهیه شد و وارد نرم افزار ایدریسی گردید. ۴- شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (Normalized Difference Vegetation =NDVI Index): شاخص پوشش گیاهی یکی از نقشه‌های استفاده شده است که از ترکیب باندهای دو و سه تصویر ماهواره‌ای IRS تولید می‌گردد و در شناسایی مناطقی که کل و بز، فعالیت تغذیه‌ای و استتار دارد کمک‌می‌کند. ۵- زبری (Ruggedness): این روش توسط Sappington و همکاران (۲۰۰۷) با عنوان اندازه‌بردار زبری یا Vector Ruggedness Measure (VRM) ارائه شده است. این اندازه کم‌تر با شیب همبستگی دارد و معیار خوبی برای نشان دادن ویژگی‌های زیستگاهی بعضی از گونه‌های جانداران محسوب می‌شود. نقشه زبری منطقه با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع در نرم‌افزار Arc GIS9.3 تهیه شد و جهت استفاده وارد نرم‌افزار ایدریسی گردید. نقشه زبری یک متغیر مهم در مدل‌سازی زیستگاه حیات‌وحش است. زبری بالا درسطح زمین موجب تنوع بالای پوشش گیاهی می‌شود. محدوده زبری بین صفر (مسطح) و یک (کاملاً ناهموار) است. ارزش‌ها در طبیعت برای زبری معمولاً کم‌تر از ۰/۲ است (Sappington و همکاران، ۲۰۰۷). ۶- توسعه انسانی (روستاها- جاده‌های آسفالت- جاده‌های خاکی): جاده آسیایی تهران مشهد، پارک ملی گلستان را به دو نیمه شمالی و جنوبی تقسیم کرده و از میان زیستگاه‌های حیات‌وحش عبور می‌کند. علاوه بر این جاده، چند جاده خاکی در داخل پارک وجود دارد که جهت دسترسی به پاسگاه‌های محیطبانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش ENFA لایه‌هایی نظیر جاده و روستا که لایه‌های کیفی به‌شمار می‌روند و بر حضور گونه تأثیر منفی می‌گذارند، با استفاده از تحلیل مسافت به‌صورت کمی در می‌آیند. از روش تحلیل مسافت، زمانی استفاده می‌شود که یک عامل تأثیر نامناسب روی گونه داشته و جاندار تا حد ممکن از آن دوری می‌کند. در این مطالعه فاکتورهای جاده و روستا به‌عنوان عوامل منفی درنظر گرفته شدند. ابتدا این دو لایه از اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان تهیه شد و پس از به روز کردن لایه‌های جاده و روستا در طی بررسی‌های میدانی، این لایه‌ها به‌صورت بولین تبدیل شدند و سپس تحلیل مسافت با استفاده از نرم‌افزار Idrisi Klimanjaro بر روی آن‌ها انجام شد و وارد تجزیه و تحلیل شدند. ۷- لایه‌های فراوانی منابع آب و آبراهه: در روش ENFA زمانی که

فاکتوری تأثیر مثبت بر حضور گونه داشته باشد از تحلیل دایره‌ای استفاده می‌گردد. در این مطالعه لایه‌های منابع آب، به‌عنوان فاکتور مثبت در نظر گرفته شد و پس از به روز کردن لایه منابع آب در طی مطالعات میدانی،این لایه به‌صورت بولین تبدیل و با استفاده از نرم‌افزار Circular، تحلیل دایره‌ای روی این لایه انجام گرفت. ۸-لایه پاسگاه‌های محیط‌بانی: این لایه از اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان تهیه و سپس با توجه به این‌که این لایه می‌تواند شاخصی از امنیت و یک عامل مثبت برای حضور کل و بز به‌شمار آید. تحلیل دایره‌ای روی این لایه انجام گرفت و وارد تجزیه و تحلیل شد. تعداد ۱۳ پاسگاه محیط‌بانی فعال در داخل و اطراف پارک ملی گلستان وجود دارد.

۲- آماده‌سازی نقشه‌ها برای ورود به بایومپر: برای ورود نقشه‌ها به بایومپر لازم است تا تمامی نقشه‌ها قابلیت روی‌هم گذاری داشته باشند، لذا کلیه نقشه‌ها می‌بایست صرفاً همان محدوده مطالعاتی را پوشش دهند و نیز سیستم جغرافیایی یکسانی داشته باشند. به این منظور قالبی یکسان برای تمامی نقشه‌ها در نظر گرفته شد و تمامی نقشه‌ها براساس این قالب اصلاح شدند. با توجه به این‌که در این مطالعه، اکثر نقشه‌ها با الگوبرداری از نقشه طبقات ارتفاع (DEM= Digital Elevation Model) ساخته شده‌اند، بنابراین از قالب DEM به‌عنوان مرجع استفاده شد. علاوه بر آن نوع داده‌ها باید Real یا Byte باشد که برای تبدیل نوع داده می‌توان از فرمان Convert در نرم‌افزار Idrisi استفاده نمود (فراشی و همکاران، ۱۳۸۹).

۳- واردنمودن نقشه‌های متغیرهای محیط زیستی و نقشه حضور گونه به نرم‌افزار

۴- بررسی وضعیت نقشه‌های متغیرهای محیطی: پس از وارد نمودن نقشه‌های متغیرهای مستقل محیطی، باید از صحت آن‌ها و امکان اجرای تجزیه و تحلیل‌ها بر آن‌ها اطمینان حاصل نمود. برای این مرحله تمامی نقشه‌های موجود در جعبه Ecogeographical map با فرمان Verify maps مورد بررسی قرار گرفت. قابل ذکر است که برای آن دسته از نقشه‌هایی که در احتمال حضور گونه اثر مثبت یا منفی دارند، تجزیه و تحلیل Circular و Distance الزامی است (فراشی و همکاران، ۱۳۸۹).

۵- بررسی وضعیت نرمال بودن داده‌ها در نقشه‌های متغیرهای محیطی و تصحیح‌های مربوطه: برای این گام در ابتدا پراکنش مقادیر هر یک از متغیرها ترسیم و با منحنی زنگوله‌ای شکل به‌طور بصری مقایسه شد. سپس برای اطمینان کامل از نرمال بودن داده‌ها از آزمون نرمالیته Kolmirgov-Smirnov استفاده شد. درصورتی‌که انحراف از مقدار نرمال بیش از حد مورد قبول باشد، نقشه مربوطه نیازمند نرمال سازی به یکی از روش‌های استاندارد است. یکی از بهترین روش‌ها که در بایومپر نیز قابل استفاده است،روش Box-Cox است که یک مجموعه مفید و ویژه از تبدیل‌هایی است که به‌منظور نرمال‌سازی داده‌ها به‌کار می‌رود.

۶- تعیین همبستگی داده‌ها در نقشه‌های متغیرهای محیطی (تجزیه و تحلیل همبستگی بین متغیرها): تجزیه و تحلیل ENFA در نرم‌افزار بایومپر نیاز به متغیرهایی دارد که منطقاً غیروابسته هستند (همبستگی ندارند). در واقع در تجزیه و تحلیل ENFA اگر دو متغیر همبستگی بالایی داشته باشند، هر دو با یک ضریب در مدل نهایی ظاهر خواهند شد، بنابراین مشکل این است که این متغیرهای وابسته باید به‌طور قضاوتی توسط کاربر حذف گردند. معمولاً توصیه می‌شود که اگر دو یا چند متغیر دارای همبستگی بیش از ۸۵٪ بودند، حذف یکی از آن‌ها از فهرست متغیرهای وارد شونده به تجزیه و تحلیل ENFA الزامی است. تصمیم در مورد نگه‌داشتن هر دوی متغیرهای وابسته‌و یاحذف یکی از آن‌ها، به بوم‌شناس مربوطه و دانش بوم‌شناسی او در ارتباط با گونه تحت مطالعه مربوط خواهد بود.

۷- اجرای تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی ENFA

۸- تعیین الگوریتم مناسب با استفاده از شاخص بویس (Boyce): برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه در Biomapper،الگوریتم‌های متفاوتی شامل Minimum distance، Distance harmonic mean، Distance geometric mean و Median وجود دارد. در نسخه Biomapper4 این امکان ایجاد شده است تا با استفاده از شاخصی به نام بویس، بتوان یک الگوریتم مناسب برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه انتخاب نمود. بر این اساس هرچه میزان شاخص بویس بیش‌تر و انحراف معیار (SD) کم‌تر باشد الگوریتم انتخاب شده مناسب‌تر می‌باشد (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۶).

۹- ارزیابی صحت پیش‌بینی مدل برآورد شده از طریق شاخص Boyce و میانگین‌های Cross-valdation: براساس شاخص پیوسته بویس، میانگین هارمونیک از قدرت پیش‌بینی بهتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها برخوردار است. مقدار شاخص بویس از۱- تا ۱+ متغیر است. مقادیر مثبت نشان‌دهنده مدلی است که محاسبه آن به‌واسطه نقاط پراکنش حضور گونه در تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود و مقادیر نزدیک به صفر نمایانگر یک مدل تصادفی است. مقادیر منفی نیز نشان‌دهنده نواحی از زیستگاه با کیفیت پایین است که گونه مورد نظر از این نواحی استفاده نمی‌برد و صرفاً به‌عنوان محل رفت و آمد و گذر حیوان است (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۶).

۱۰- تهیه محصول نهایی post production (باقری، ۱۳۸۹).

نتایج

پس‌از ورود لایه‌ها به نرم‌افزار ماتریس همبستگی (Correlation Matrix) نقشه‌های متغیرهای محیطی محاسبه شد. براساس جدول همبستگی متغیرها، هیچ‌یک از متغیرها دارای همبستگی بالای ۸۵٪ نبوده و همه لایه‌ها در تجزیه و تحلیل به‌کار گرفته شدند. در جدول۱ نتایج همبستگی متغیرها ذکر شده است.

جدول ۱: نتایج همبستگی بین متغیرهای مورد استفاده جهت مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه

متغیرهای مستقل	جهت	ارتفاع	آبراهه	جاده	چشمه	روستا	پاسگاه	NDVI	زبری	شیب
جهت	۱	-۰/۰۶	۰/۰۲	۰	-۰/۰۹	-۰/۰۷	-۰/۰۴	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۰۹
ارتفاع	-۰/۰۶	۱	۰/۳۳	۰/۴۸	۰/۰۱	۰/۴۴	۰/۱۵	-۰/۱۶	-۰/۰۹	-۰/۰۴
آبراهه	۰/۰۲	۰/۳۳	۱	۰/۱۱	-۰/۰۷	-۰/۱۳	-۰/۱۲	-۰/۰۱	-۰/۰۷	۰/۰۱
جاده	۰	۰/۴۸	۰/۱۱	۱	-۰/۱۳	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۰۵	۰	۰/۰۶
چشمه	-۰/۰۹	۰/۰۱	-۰/۰۷	-۰/۱۳	۱	۰/۲۵	۰/۳۲	-۰/۲۵	-۰/۱۷	-۰/۲۴
روستا	-۰/۰۷	۰/۴۴	-۰/۱۳	۰/۲۹	۰/۲۵	۱	۰/۴۶	-۰/۱۴	-۰/۰۲	-۰/۰۳
پاسگاه	-۰/۰۴	۰/۱۵	-۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۴۶	۱	-۰/۰۳	-۰/۰۶	-۰/۰۵
NDVI	۰/۱۴	-۰/۱۶	-۰/۰۱	۰/۰۵	-۰/۲۵	-۰/۱۴	-۰/۰۳	۱	۰/۲۹	۰/۴۳
زبری	۰/۰۶	-۰/۰۹	-۰/۰۷	۰	-۰/۱۷	-۰/۰۲	-۰/۰۶	۰/۲۹	۱	۰/۵۱
شیب	۰/۰۹	-۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۶	-۰/۲۴	-۰/۰۳	-۰/۰۵	۰/۴۳	۰/۵۱	۱

پس از این مرحله تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی اجرا گردید. تجزیه و تحلیل ENFAهسته‌مرکزی‌نرم‌افزار بایومپر را تشکیل می‌دهد. تجزیه و تحلیل انجام شده در ENFA مشابه آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، به محاسبه عواملی می‌پردازد که توضیح دهنده بخش عمده‌ای از تأثیر متغیرهای مستقل محیط‌زیست گونه است. مشابه آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، عوامل محاسبه شده با یکدیگر همبستگی ندارند ولی از نظر اکولوژیکی معنی‌دار هستند. اولین عامل معرف ویژگی "حاشیه‌ای" گونه است و نشان‌می‌دهدکه حد بهینه گونه مورد مطالعه تا چه حد در فاصله از حد میانگین زیستگاه مورد مطالعه قرار دارد. عوامل بعدی نیز شامل عوامل تحمل‌پذیری یا تخصصی بودن گونه هستند که به‌ترتیب از دومین عامل تا آخرین عامل با کاهش تدریجی اطلاعات موجود در عوامل روبرو هستیم. این عوامل میزان تخصصی بودن گونه مورد مطالعه در ارتباط با منابع موجود در گستره زیستگاه گونه را نشان می‌دهند. ماتریس امتیازات (Score matrix) یکی از خروجی‌های‌تحلیل‌عاملی آشیان بوم‌شناختی است، که حاوی اطلاعات مهمی می‌باشد. اطلاعات این ماتریس نشان می‌دهدکه‌هر عامل حاصل از متغیرهای مستقل محیطی مورد استفاده در تجزیه و تحلیل چه میزان همبستگی دارند. به‌عنوان مثال اگر متغیری دارای ارزش نزدیک به صفر در همه فاکتورها باشد، نشان‌دهنده آن است که این متغیر حامل اطلاعاتی برای تعیین حضور گونه مورد مطالعه در آن منطقه نبوده و می‌توان آن‌را حذف نمود. جدول‌های ۲ و ۳ به‌ترتیب نشان دهنده ماتریس امتیازات فصل‌های پاییز و زمستان برای زیستگاه کل و بز در پارک ملی گلستان است. ستون اول از سمت راست شامل متغیرهای مستقل محیط‌زیستی است که بیان‌کننده ۱۰۰٪ از حاشیه گرایی است. ستون دوم بیانگر مقادیر ویژگی حاشیه‌ای برای هر یک از متغیرهاست. ستون‌های بعدی شامل مقادیر تخصص گرایی هستند.

جدول ۲: ماتریس امتیازهای متغیرهای مستقل محیطی در فصل پاییز

متغیرهای مستقل	M(۲۶٪)	S1(۳۳٪)	S2(۱۴٪)	S3(۱۲٪)	S4(۶٪)	S5(۴٪)	S6(۳٪)	S7(۲٪)	S8(۱٪)	S9(۰٪)
جهت	۰/۰۳۹	-۰/۰۹۸	۰/۸۹۸	-۰/۲۹۵	۰/۱۹۷	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۶	۰/۰۳۶	۰/۰۴۵	-۰/۰۱۱
ارتفاع	-۰/۱۳۶	۰/۶۱۰	-۰/۱۱۴	-۰/۴۳۷	۰/۳۶۰	۰/۴۰۸	۰/۳۱۸	-۰/۲۱۱	۰/۴۵۰	-۰/۱۸۵
آبراهه	-۰/۲۵۰	-۰/۰۶۱	۰/۰۹۷	۰/۲۳۸	-۰/۴۱۵	-۰/۰۰۶	-۰/۰۶۸	۰/۸۵۱	-۰/۰۲۱	-۰/۰۹۱
جاده	-۰/۳۴۴	-۰/۵۷۰	۰/۰۱۸	-۰/۰۷۹	-۰/۳۹۸	۰/۱۵۷	-۰/۴۶۷	-۰/۳۷۹	-۰/۰۲۷	-۰/۱۴۹
چشمه	-۰/۱۹۳	-۰/۲۱۰	۰/۱۴۷	۰/۴۶۷	۰/۱۷۸	۰/۷۲۴	۰/۰۳۴	-۰/۱۱۰	-۰/۱۱۷	۰/۰۷۲
روستا	۰/۰۴۶	۰/۴۳۲	۰/۲۳۳	-۰/۰۶۷	-۰/۵۵۳	-۰/۰۸۵	-۰/۲۵۶	۰/۱۸۷	-۰/۵۷۵	۰/۲۳۴
پاسگاه	-۰/۲۶۳	۰/۰۳۴	۰/۱۸۷	۰/۳۲۸	۰/۲۱۳	-۰/۴۲۷	۰/۵۹۴	-۰/۱۴۲	۰/۲۸۰	-۰/۱۸۳
NDVI	۰/۰۰۴	-۰/۰۸۴	-۰/۲۴۰	-۰/۵۳۶	۰/۰۱۰	۰/۲۴۹	۰/۵۹۳	۰/۱۱۰	-۰/۳۶۷	۰/۰۷۹
زبری	۰/۶۲۹	-۰/۱۰۹	۰/۰۱۴	۰/۱۲۱	-۰/۰۱۵	۰/۰۸۲	۰/۰۶۱	۰/۰۴۲	-۰/۱۹۰	-۰/۷۱۸
شیب	۰/۵۴۳	-۰/۱۹۷	۰/۰۴۸	۰/۱۶۵	-۰/۳۴۳	۰/۱۶۱	۰/۰۰۲	-۰/۰۷۸	۰/۴۴۸	۰/۵۶۶

در نهایت، پس از انجام محاسبات آماری توسط نرم‌افزار مقدار کلی حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری کل و بز به‌صورت جدول ۴ به‌دست آمد.

جدول ۴: مقادیر حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری به دست آمده از تجزیه و تحلیل ENFA در فصل‌های پاییز و زمستان

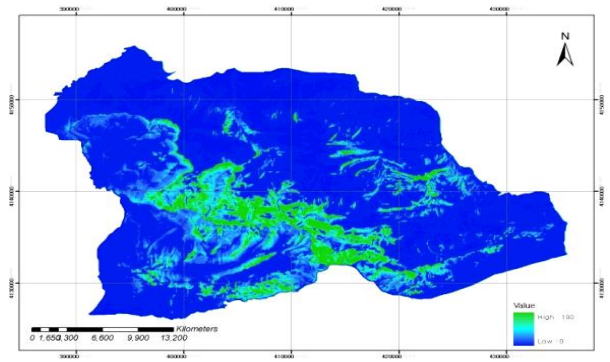
عامل	امتیاز (پاییز)	امتیاز (زمستان)
حاشیه گرایی	۱/۳۳۵	۱/۳۲۸
تخصص گرایی	۲/۴۵۸	۲/۱۶۵
تحمل گرایی	۰/۴۰۷	۰/۴۶۲

پس از تجزیه و تحلیل Factor map، تعداد نقشه حاصل برای محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه سه فاکتور درنظر گرفته شد یا به عبارتی کلیه اطلاعات مربوط به تمامی عوامل محیط زیستی مورد استفاده در تجزیه و تحلیل در سه نقشه خلاصه شد. براساس روش چوب شکسته، سه فاکتور از ۱۰ فاکتور محاسبه شده نمایانگر۸۷ ٪ از تغییرات واریانس کل تغییرات برای فصل زمستان و ۹۱٪ برای فصل پاییز است. هم‌چنین با مقایسه اعداد حاصله (جدول۵)، با استفاده از شاخص بویس، الگوریتم میانگین هارمونیک انتخاب شد.

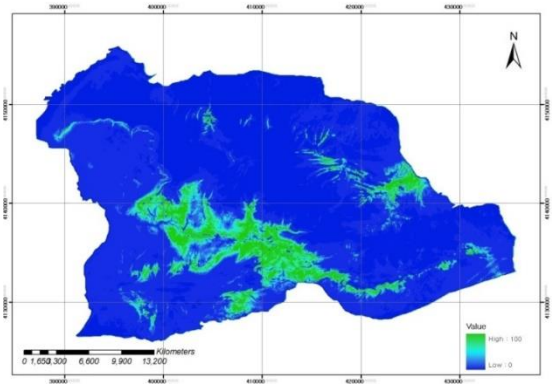
جدول ۵: مقادیر شاخص بویس الگوریتم‌های مختلف برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه کل و بز برای دو فصل پاییز و زمستان

الگوریتم	انحراف معیار ± شاخص بویس(پاییز)	انحراف معیار ± شاخص بویس(زمستان)
میانگین هارمونیک	۰/۷۶ ±۰/۳۶۶	۰/۷۳ ±۰/۳۶۷
میانگین هندسی	۰/۵۲ ±۰/۵۲۳	۰/۶۷ ±۰/۴۷۷
حداقل فاصله	۰/۶۶ ±۰/۲۰۶	۰/۷۲ ±۰/۲۷۱
میانه	۰/۶۲ ±۰/۳۵	۰/۵۲ ±۰/۵۳

بااستفاده‌ازالگوریتم‌میانگین هارمونیک، نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه شد. این نمایه بین۰ (کمینه) تا ۱۰۰ (بیشینه) تغییر می‌کند (شکل‌های ۴ و ۵).

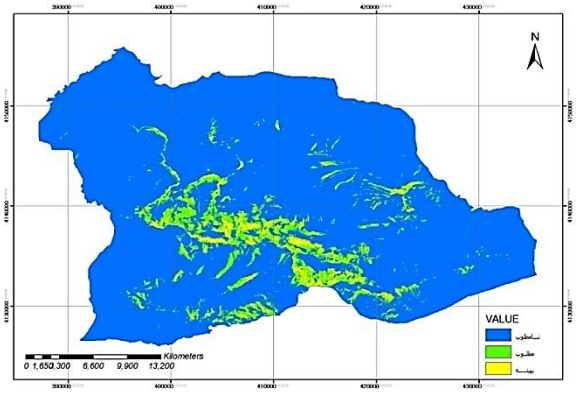


شکل ۴: نقشه مطلوبیت زیستگاه پاییزه کل و بز در پارک ملی گلستان

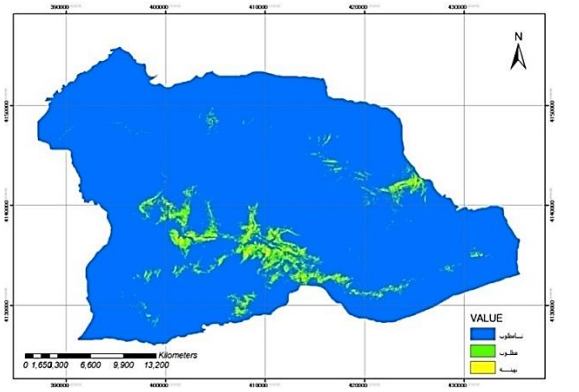


شکل ۵: نقشه مطلوبیت زیستگاه زمستانه کل و بز در پارک ملی گلستان

نقشه طبقه‌بندی شده مطلوبیت زیستگاه کل و بز: پس از انجام تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی،نقشه مطلوبیت زیستگاه پاییزه و زمستانه کل و بز با استفاده از الگوریتم میانگین هارمونیک به‌دست آمد. سپس به‌منظور نمایش و تحلیل بهتر، نقشه‌های به‌دست آمده به سه طبقه نامطلوب، مطلوب و بهینه براساس نمودار فراوانی و آستانه مطلوبیت تقسیم گردید و مساحت هر یک از طبقات محاسبه گردید (شکل‌های ۶ و ۷ و جدول ۶).



شکل ۶: نقشه طبقه‌بندی شده مطلوبیت زیستگاه کل و بز در فصل پاییز



شکل ۷: نقشه طبقه‌بندی شده مطلوبیت زیستگاه کل و بز در فصل زمستان

جدول ۶: مساحت طبقات نقشه مطلوبیت زیستگاه

طبقات	مساحت (هکتار)		درصد	
	پاییز	زمستان	پاییز	زمستان
نامطلوب	۷۶۵۶۹	۸۰۲۲۶	۸۶	۸۹
مطلوب	۱۰۰۸۴	۸۱۱۸	۱۱	۱۰
بهینه	۲۴۹۵	۸۶۷	۳	۱

در این مطالعه مقادیر شاخص بویس به سمت ۱ گرایش دارد و در الگوریتم به‌کار گرفته شده نیز میزان این شاخص برای فصل پاییز ۰/۷۶ و برای فصل زمستان ۰/۷۳ به‌دست آمد که این مقدار نشان دهنده صحت قابل قبول مدل است.

بحث

عوامل موثر در مطلوبیت زیستگاه پاییزه کل و بز در پارک ملی گلستان: نتایج حاصل از تفسیر نقشه مطلوبیت زیستگاه در فصل پاییز مشخص می‌سازد که زیستگاه مطلوب کل و بز در فصل پاییز در پارک‌ملی‌گلستان،درارتفاع ۱۲۹۵ متر از سطح‌دریا، شیب‌های بالاتر از ۶۰٪، جهت جغرافیایی جنوبی و در مناطق عمدتاً صخره‌ای و صعب‌العبور کوهستانی واقع شده است. هم‌چنین زیستگاه مطلوب کل و بز درفاصله‌چهارکیلومتری‌از پاسگاه‌های‌محیط‌بانی،هشت کیلومتری از روستا، ۱۳۰۰ متری از چشمه، ۸۰۰ متری از رودخانه‌ها و آبراهه‌ها و ۱۷۰۰ متری از جاده قرار دارد. بذر بلوط نقش بسیار مهمی در پراکنش کل و بز در مناطق جنگلی در فصل پاییز دارد، به‌طوری‌که در منطقه تنگه گل بخش زیادی از جنگل‌های بلوط جزء ترجیح‌های زیستگاهی کل و بز در فصل پاییز به‌شمار می‌آید. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که گونه کل و بز در فصل پاییز تحت تأثیر بذر درخت بلوط گستره خانگی خود را افزایش داده و تا حدود نسبتاً زیادی به داخل مناطق جنگلی که هیچ‌گونه مناطق صخره‌ای قابل توجهی ندارد، نفوذ می‌کند که توسط نقشه تولید شده توسط نرم‌افزار در مقایسه با نقشه مطلوبیت زیستگاه زمستانه به‌خوبی نشان داده شده است. به‌طور کلی گونه کل و بز در پارک ملی گلستان دارای رفتارهای متفاوتی می‌باشد که انجام پژوهش‌های گسترده‌تر امری ضروری است. کل و بز علاقه بسیاری جهت تغذیه از داروا‌ش که عمدتاً بر روی درخت بلوط و ممرز رشد می‌کند دارد (بارها کل و بز بر روی درخت جهت تغذیه از داروا‌ش مشاهده شده است). در مناطق استپی نیز سر شاخه‌های درخت ارس یکی از ترجیح‌های غذایی کل و بز است. با این حال، جمعیت‌های کل و بز در پارک ملی گلستان دارای دو رژیم غذایی متفاوت در مناطق استپی و جنگلی است. به‌طورکلی می‌توان گفت که کل و بز در مناطق جنگلی پارک ملی گلستان، رژیم غذایی سر شاخه‌خواری بیش‌تری نسبت به جمعیت‌های کل و بز مناطق استپی دارد. عمده تراکم جمعیت کل و بز در مناطق جنگلی در منطقه آدام چاغران است و در مناطق استپی بیش‌ترین منطقه حضور کل و بز، دره دگرمانلی در شرق پارک ملی گلستان است. مطالعات نشان می‌دهدکه با نزدیکی به پاسگاه‌های محیط‌بانی تراکم جمعیت‌های کل و بز افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده تأثیر عامل امنیت بر پراکنش کل و بز دارد. جهت جغرافیایی تأثیر زیادی بر روی گونه دارد به‌طوری‌که تراکم حضور گونه در جهت جنوبی بسیار بیش‌تر از جهت‌های دیگر است‌که‌یکی‌ازدلایل اصلی‌آن،واقع شدن عمده مناطق صخره‌ای پارک ملی‌گلستان درجهت‌های‌جنوبی‌است.این‌موضوع‌کاملاًدر زیستگاه‌های اصلی حضور کل و بز مشهود است. شیب‌های کم‌تر از ۲۰٪ جزء زیستگاه-های نامطلوب به‌شمار می‌آیند. مشاهدات نشان داد که کل و بز، استراحت در مناطقی که وسعت دید بهتری نسبت به منطقه دارد و مناطق با شیب‌تند و دارای تراس‌های بین صخره‌ای و سنگریزه‌ای زیاد را ترجیح می‌دهد. این مناطق به‌علت ماهیت ریزشی خود مکان مناسبی جهت در امان بودن از حمله طعمه خواران به‌ویژه پلنگ است. در تمام طول مدت این‌پژوهش بارها حضورگونه پلنگ‌و نمایه‌های‌آن درزیستگاه‌های کل و بز مشاهده گردید که توجه ویژه به این گونه به‌عنوان گونه تأثیر گذار بر پراکنش کل و بز ضروری است. در مناطق استپی- صخره‌ای به‌دلیل تفاوت نوع شکل مناطق صخره‌ای، این گونه از درختان ارس نیز جهت استتار و پناه و در اواسط روز جهت استراحت بهره می‌برد.

عوامل‌موثردر مطلوبیت‌زیستگاه‌زمستانه کل و بز در پارک ملی گلستان: زیستگاه مطلوب کل و بز در فصل زمستان در پارک ملی گلستان، در ارتفاع ۱۱۷۰ متر از سطح دریا، شیب‌های بالاتر از ۵۲٪، جهت جغرافیایی جنوبی، در فاصله سه کیلومتری از پاسگاه‌های محیط‌بانی، هشت کیلومتری از روستا، ۱۲۶۴ متری از چشمه، ۱۱۰۰ متری از رودخانه‌ها و آبراهه‌ها و ۱۰۹۰ متری از جاده قرار دارد. هم‌چنین مشاهدات نشان می‌دهد که گونه کل و بز هیچ‌گونه مهاجرت ارتفاعی قابل توجهی در فصل زمستان نسبت به کاهش دما در پارک ملی گلستان نداشته و حتی در برخی نقاط این گونه در فصل زمستان علیرغم سرمای هوا زیستگاه‌هایی با ارتفاع بالاتر را به‌دلیل دارا بودن منابع‌غذایی‌و امنیت بیش‌تر ترجیح‌می‌دهد. ازجمله این‌مناطق‌می‌توان به‌منطقه گلزار و یکه‌قد اشاره‌کرد. در منطقه گلزار و یکه قد، مشاهدات حضور کل و بز در فصل پاییز در ارتفاعات پایین بسیار زیاد بوده است. با این‌حال، در فصل زمستان کل و بز به یکه قد، که در ارتفاعاتی بالاتر

قرار دارد، مهاجرت نموده و حضور کل و بز در منطقه گلزار به‌شدت کاهش یافته بود.

مقایسه عوامل موثر در مطلوبیت زیستگاه در دو فصل پاییز و زمستان: مقایسه بین نتایج کسب‌شده نشان می‌دهد که جمعیت‌های کل و بز در هر دو فصل پاییز و زمستان، جهت جنوبی را بیش‌تر از جهت‌های جغرافیایی دیگر ترجیح می‌دهند و از نظر میزان عوامل شاخص پوشش گیاهی، ضریب زبری، فاصله از روستا و چشمه یکسان می‌باشند. با این‌حال، در فصل زمستان، کل و بز شیب‌های کم‌تری را نسبت به فصل پاییز انتخاب می‌کند. هم‌چنین در فصل زمستان، کل و بز در ارتفاع کم‌تری نسب به فصل پاییز فعالیت می‌کند که علت این امر مربوط به اثر تغذیه‌ای بذر بلوط در فصل پاییز است که با پایان یافتن بذر بلوط در اواخر پاییز، گستره خانگی کل و بز کاهش می‌یابد. هم‌چنین کل و بز در فصل زمستان، فاصله بیش‌تری را از رودخانه انتخاب می‌کند که علت را می‌توان به یخ زدن سطح رودخانه‌ها و آبراهه‌ها در فصل زمستان و برآورده شدن نیاز به آب، از طریق برف و چاله آب‌های موجود بین صخره‌ها نسبت داد. فاصله از جاده در فصل پاییز افزایش می‌یابد که می‌تواند ناشی از افزایش گستره خانگی در فصل پاییز بر اثر تأثیر بذر بلوط باشد. در فصل زمستان فاصله از پاسگاه‌های محیط‌بانی نسبت به فصل پاییز کاهش می‌یابد که دلیل اصلی آن‌را می‌توان عامل امنیت دانست به‌طوری‌که آمار شکار غیرمجاز در مورد تمامی گونه‌ها، در فصل زمستان با نزدیکی به پاسگاه‌های محیط‌بانی کاهش چشمگیری می‌یابد. براساس مشاهدات، مشخص شد که مکان‌های زیست گونه کل و بز در مناطق استپی با مکان‌های زیست گونه‌های پلنگ، خرس و قوچ و میش و در مناطق جنگلی با پلنگ، خرس و مرال هم‌پوشانی دارد.

براساس نتایج حاصل از میزان حاشیه گرایی میزان محاسبه شده برای کل و بز در پارک ملی گلستان برای فصل پاییز ۱/۳۳۵ و برای فصل زمستان ۱/۳۲۸ به‌دست آمد. از آن‌جاکه مقدار کم (نزدیک به صفر) این فاکتور نشان‌دهنده مرکزگرایی و مقادیر بالاتر از یک نیز حاشیه گزینی گونه مربوطه را در محدوده منابع مورد استفاده خود را نشان می‌دهد، لذا میزان محاسبه شده برای کل و بز در دو فصل پاییز و زمستان نشان‌دهنده این است که این جانور تمایل به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای دارد. هم‌چنین فاکتور تحمل‌گرایی جهت تعیین تحمل‌پذیری کُل گونه در محدوده منابع مورد استفاده خود در زیستگاه محاسبه شد. این فاکتور در واقع معکوس میزان تخصصی بودن گونه است و برای کل و بز در پارک ملی گلستان در فصل پاییز ۰/۴۰۷ و برای فصل زمستان ۰/۴۶۲ به‌دست آمد. مقدار کم‌تر از یک این فاکتور نشان‌دهنده این است که این گونه با توان تحمل پایین در محدوده شرایط محیطی خود است و یا گونه‌ای دارای میدان اکولوژیک کم عرض است که به زندگی در محدوده باریکی از شرایط محیطی خود تمایل بیش‌تری دارد. مقدار به‌دست آمده از این فاکتور نشان می‌دهد که این گونه نسبت به تغییر شرایط بهینه زیستگاه خود نسبتاً حساس است یا به‌عبارتی کل و بز یک گونه متخصص در محدوده منابع زیستگاه خود در پارک ملی گلستان است. فاکتور بعدی تخصصی بودن عمومی است که دارای معنی معکوس نسبت به تحمل عمومی است. با این‌حال، از آن‌جاکه مقدار آن از یک تا بی‌نهایت تغییر می‌کند، لذا تفسیر آن دشوارتر است. مقدار واریانس توضیح داده شده توسط اولین فاکتور آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برابر با تخصصی بودن گونه است.

براساس مقادیر تخصص‌گرایی مهم‌ترین عوامل مؤثر در آشیان بوم‌شناختی گونه مورد مطالعه در فصل‌های پاییز و زمستان به‌ترتیب ضریب زبری، درصد شیب، فاصله از جاده و فاصله از پاسگاه محیط‌بانی می‌باشد. با افزایش ضریب زبری، درصد شیب و فاصله از روستا میزان مطلوبیت زیستگاه کل و بز افزایش می‌یابد. با این‌حال، با افزایش ارتفاع، فاصله از منابع آبی، جاده و پاسگاه‌های محیط‌بانی مطلوبیت زیستگاه کل و بز کاهش می‌یابد. زیستگاه‌های مطلوب کل و بز در نزدیکی جاده‌ها قرار دارند. این نتایج نشان می‌دهد که جاده‌های خاکی و آسفالت از میان زیستگاه‌های مطلوب این گونه عبور کرده‌اند و باعث تجزیه زیستگاه این گونه شده‌اند. بنابراین افراد این گونه جهت جابه‌جایی میان زیستگاه‌های خود مجبور هستند که از این جاده‌ها عبور کنند. تدوین یک برنامه پژوهش و مدیریتی مناسب جهت شناسایی و کاهش تأثیرات جاده بر گونه مورد مطالعه ضروری به‌نظر می‌رسد.

نتایج این تحقیق در ارتباط با میزان حاشیه‌گرایی و تخصص‌گرایی با نتایج به‌دست آمده از مطالعات سرهنگ‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) با عنوان مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه‌های حیات وحش در مناطق خشک (مطالعه موردی: کل و بز در منطقه حفاظت‌شده کوه بافق یزد)، مصطفوی (۱۳۸۷) با موضوع شناسایی لکه‌های زیستگاهی تابستانه کل و بز در پارک ملی لار با استفاده از روش ENFA، فراشی و همکاران (۱۳۸۹) درخصوص مدل‌سازی زیستگاه کل و بز به‌روش ENFA در پارک ملی کلاه قاضی استان اصفهان و حسینی و همکاران (۱۳۹۶) که به ارزیابی مطلوبیت زیستگاه کل و بز در استان گلستان پرداخته‌اند مطابقت داشته به گونه‌ای که همگی در طی مطالعات خود دریافتند که این گونه به دامنه محدودی از شرایط محیط زیستی وابسته است و در استفاده از منابع زیستگاه تخصصی عمل می‌کند.

هم‌چنین نتایج این تحقیق با نتایج کسب شده با پژوهش‌های خاکی و همکاران (۱۳۹۱) با موضوع بررسی پارامترهای موثر بر پراکندگی پازن در منطقه حفاظت شده لشگردر همدان، فرهمند (۱۳۸۰) با عنوان بررسی عوامل موثر بر پراکنش سم‌داران پارک ملی کلاه قاضی،

گلزار و همکاران (۱۳۹۱) که در طی مطالعه‌ای به ارزیابی زیستگاه بز و پازن در منطقه حفاظت‌شده تنگ سولک به کمک روش HEP پرداختند و عباسیان (۱۳۸۰) که به‌منظور درک ارتباط متقابل کل و بز با زیستگاهش و شناخت نیازهای اکولوژیک آن در منطقه خرم‌دشت کلاردشت مطالعه‌ای انجام داده است مطابقت داشته که بیان نموده‌اند پازن در شیب‌های بالاتر از میانگین زیستگاه فعالیت می‌کند.

منابع

۱. **آخانی، ح.، ۱۳۸۳.** فلور مصور پارک ملی گلستان. جلد اول. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. تهران.

۲. **باقری، م.، ۱۳۸۹.** مدل‌سازی زیستگاه و برآورد تراکم جمعیت گورخرایرانی در پارک‌ملی توران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۱۵ صفحه.

۳. **حسینی، س.م.؛ ریاضی ب.؛ شمس‌اسفندآباد، ب. و نادری، م.، ۱۳۹۶.** ارزیابی مطلوبیت زیستگاه کل و بز در استان گلستان. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۹، شماره ۲، صفحات ۹ تا ۱۶.

۴. **خاکی‌صحنه، س.؛ کابلی، م.؛ علیزاده، ا. و نوری، ز.، ۱۳۹۱.** بررسی پارامترهای موثر در پراکندگی پازن در منطقه حفاظت شده لشگردر استان همدان. فصلنامه‌محیط زیست‌جانوری. سال ۴، شماره ۱، صفحات ۲۱ تا ۳۷.

۵. **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. جلد ۱، شماره ۳، صفحات ۳۸ تا ۵۰.

۶. **شیرزاد، م.؛ ریاضی، ب.، و توکلی، م.، ۱۳۹۱.** تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاهی پازن در پارک ملی خجیر با استفاده از روش ENFA. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال ۴، شماره ۳، صفحات ۲۱ تا ۳۷.

۷. **ضیایی، ه.، ۱۳۸۱.** مجموعه گزارش‌های مطالعات طرح جامع مدیریت مجموعه مورد حفاظت توران. حیات وحش و آبزیان جلد یازدهم.

۸. **عباسیان، ح.، ۱۳۸۰.** بررسی ارتباط بزکوهی با زیستگاهش در منطقه خرم‌دشت کلاردشت. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور.

۹. **فراشی، آ.؛ مومنی، ا. و کابلی، م.، ۱۳۸۹.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه بز و پازن (*Capra aegagrus*) به کمک روش تحلیل فاکتوری آشیان بوم شناختی (ENFA) در پارک ملی کلاه قاضی استان اصفهان. مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۳، شماره ۱، صفحات ۶۳ تا ۷۳.

۱۰. **فرهمند، م.، ۱۳۸۰.** بررسی عوامل موثر بر پراکنش سم‌داران پارک ملی کلاه قاضی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران. ۸۴ صفحه.

۱۱. **گل‌جانی، ر.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م.؛ نعیمی، ب. و علیزاده، ا.، ۱۳۸۹.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه پاییزه گوسپند وحشی البرز مرکزی در مجموعه حفاظت شده جاجرود. نشریه محیط زیست طبیعی. دوره ۶۳، صفحات ۱۷۳ تا ۱۸۶.

۱۲. **گلزار، ا.؛ جومردیانی، ب. و پورشیرزاد، ع.، ۱۳۹۱.** ارزیابی زیستگاه بز و پازن در منطقه حفاظت شده تنگ سولک به کمک روش HEP. همایش حفاظت و برنامه‌ریزی محیط زیست.

۱۳. **مصطفوی، م.، ۱۳۸۷.** تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه بهاره گونه پازن در پارک ملی لار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۱۱۲ صفحه.

۱۴. **Hirzel, A., 2004.** Biomapper 3 user, s manual.

۱۵. **Hirzel, A.H., 2001.** When GIS come to life. Linking landscape and population ecology for large population management modeling: the case of ibex (*Capra ibex*) in Switzerland. PhD thesis. Institue of Ecology. Laboratory for Conservation Biology. University of Lausanne.

۱۶. **Hirzel, A.H. and Arlettaz, R., 2003.** Modeling Habitat Suitability for Complex Species Distribution by Environmental Distance Geometric Mean. Environmental Management. Vol. 32, pp: 614-623.

۱۷. **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.

۱۸. **Hirzel, A.H.; Le Lay, G.; Helfer, V.; Randin, C. and Guisan, A., 2006.** Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. Ecological Modeling. Vol. 199, pp: 142-152.

۱۹. **Sappington, J.M..; Longshore, K.M. and Thompson, D.B., 2007.** Quantifying landscape ruggedness for animal habitat analysis: a case study using bighorn sheep in the Mojave Desert. Journal of Wildlife Management. Vol. 71, pp: 1419-1421.

۲۰. **Cayela, L.; Golicher, J.; Newton, A.C.; Kolb, M.; Albuquerque, F.S; Arets, E.J.M.M.; Alkemade, J.R.M. and Perez, A.M., 2009.** Species distribution modeling in the tropics: problems, potentialities, and the role of biological data for effective species conservation. Tropical Conservation Science. Vol. 2, pp: 319-352.

۲۱. **Vetaas, O.R., 2002.** Realized and potential climate niches: a comparison of four Rhododendron tree species. J. Biogeogr. Vol. 29, pp: 545-554.

۲۲. **Phillips, S.J.; Dudik, M. and Schapire, R.E., 2004.** A maximum entropy approach to species distribution modeling. In: Proceed of the 21st Int. conf. on Machine Learning, AcM Press, New York. pp: 655-662.