

مدل سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) به روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در منطقه حفاظت‌شده دنا

- حسین اقطاری: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه پیام نور تهران شرق، تهران، ایران
- فرنگیس سخنگو*: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۶

چکیده

تهدیدات و تعارض‌های انسانی موجود در منطقه حفاظت‌شده دنا، وجود روستاهای بسیار، تخریب جنگل‌های بلوط و گسترش زمین‌های کشاورزی زیستگاه گونه سنجاب ایرانی را در این منطقه محدود کرده است. مدل‌های ارزیابی زیستگاه، محدوده توزیع گونه‌ها و زیستگاه‌هایشان را پیش‌بینی می‌کنند، بنابراین می‌تواند به‌عنوان ابزار مناسبی برای اهداف حفاظتی و مدیریتی به‌کار روند. با هدف مدل‌سازی زیستگاه سنجاب ایرانی در دو فصل بهار و تابستان از روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) در محیط نرم‌افزار Biomapper استفاده شده است. در این مطالعه از نقاط حضور گونه به‌عنوان متغیر وابسته و از ۸ متغیر محیطی به‌عنوان متغیر مستقل استفاده شد. این لایه‌ها تهیه و وارد تجزیه و تحلیل شدند. نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه شده برای گونه سنجاب ایرانی، بیانگر این است که زیستگاه مطلوب در غرب و جنوب‌غرب کوه دنا و در مناطقی که دارای پوشش جنگلی بلوط با تراکم نسبت کم با شیب کم‌تر از ۱۴٪ در فصل بهار و ۱۱٪ در فصل تابستان است. براساس مقادیر تخصص‌گرایی، مهم‌ترین عامل مؤثر در آشیان بوم‌شناختی گونه مورد مطالعه در فصل بهار و تابستان به‌ترتیب پاسگاه محیط‌بانی، درصد شیب، شاخص پوشش گیاهی و فاصله از جاده است. بذر بلوط، نقش اساسی در وسعت گستره خانگی سنجاب ایرانی دارد به‌طوری‌که در فصل بهار به‌دلیل کمبود مواد غذایی به‌خصوص بذر بلوط نسبت به فصل تابستان بیش‌تر است.

کلمات کلیدی: سنجاب ایرانی، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه، منطقه حفاظت‌شده دنا، تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی



مقدمه

انسان امروز بی‌پروا تر از تمام اعصار و قرون 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. بنابراین چاره‌ای به‌جز انتخاب الگوها و یا نمونه‌هایی از اکوسیستم‌های گوناگون حفظ حراست از آن‌ها باقی نمی‌ماند. بنابراین در اقیانوس آشفته و پرتلاطم جهان امروز که با دخالت‌ها و فعالیت‌های تخریبی انسان روبه‌رو است باید به‌دنبال جزیره‌هایی امن برای حفظ تنوع زیستی بوده‌چنین مناطقی را هم‌چون جزایر امید، برای تداوم حیات در شرایط طبیعی مورد حفاظت قرار دارد (عباسی و همکاران، ۱۳۸۸). سنجاب ایرانی یکی از پستانداران شاخص جنگل‌های بلوط زاگرس می‌باشد که متأسفانه به‌دنبال تخریب زیستگاه این حیوان در اثر فعالیت‌های انسانی جمعیت این گونه به‌شدت کاهش یافته است (خلیلی و ملکیان، ۱۳۹۳؛ فیروز، ۱۳۹۰). تخریب زیستگاه به نوعی زندگی پایدار گونه‌ها را به‌خطر انداخته است. با این‌حال آن‌چه فرصت بازسازی جمعیت‌های کوچک باقی‌مانده را می‌گیرد، تغییرات اساسی در زیستگاه‌های این گونه‌ها است. بنابراین مطالعه زیستگاه‌ها به‌منظور آگاهی از وضعیت موجود آن‌ها، جهت برطرف نمودن چالش‌های پدیدآمده، بسیار مهم و حیاتی است (قندالی و همکاران، ۱۳۸۹). تعیین مطلوبیت زیستگاه یکی از ارکان مدیریت حفاظت گونه‌های حیات‌وحش است. زیستگاه مطلوب تأثیر به‌سزایی بر بقا و تولیدمثل گونه‌ها خواهد داشت و در امر مدیریت و حفاظت حیات‌وحش مورد توجه بیش‌تری قرار می‌گیرد. لذا مدل‌سازی زیستگاه ابزار مناسب برای رفع این مشکل است (فراشی و همکاران، ۱۳۸۹). برنامه‌ریزی به‌منظور حفاظت از گونه‌های حیات‌وحش بدون آگاهی از نیازهای بوم‌شناختی این گونه‌ها و نحوه ارتباط آن‌ها با زیستگاه امکان‌پذیر نیست. مدل‌های مطلوبیت زیستگاه که امروزه کاربرد بسیاری در پژوهش‌های بوم‌شناسی یافته‌اند با استفاده از نرم‌افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی آماری انتشار یک‌گونه را با تغییرهای محیط زیستی مرتبط می‌سازند (عطای و همکاران، ۱۳۹۱). مدل‌های مطلوبیت زیستگاه مدل‌های آماری هستند که به بررسی روابط گونه‌ها با محیط زیست آن‌ها می‌پردازند. این مدل‌ها می‌توانند احتمال حضور گونه در یک نقطه از زیستگاه را با توجه به شرایط محیطی آن برآورد کنند (شمس، ۱۳۹۰). بسیاری از گونه‌هایی که در معرض خطر انقراض کاهش جمعیت قرار گرفته‌اند، گسترش جغرافیایی محدودی دارند.

بنابراین با از دست دادن زیستگاه مناسب خود روند انقراض را سریع‌تر طی می‌کنند. کریدورهای حیات‌وحش می‌تواند راه حل مناسبی جهت کاهش اثرات ناشی از جاده باشند. با توجه به کنش متقابل موجودات زنده با زیستگاه، تخریب و تغییر آن نابودی موجودات زنده را به‌دنبال خواهد داشت. لذا شناخت زیستگاه و نیازهای زیستگاهی حیات‌وحش می‌تواند در جهت حفاظت و تدوین برنامه‌های مدیریتی بسیار موثر واقع گردد. در راستای این امر مطالعات مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه در دهه اخیر توسعه زیادی را در کشور ایران نشان می‌دهد (تک‌تهرانی و همکاران، ۱۳۹۴؛ کفاش و همکاران، ۱۳۹۴؛ بهداروند و همکاران، ۱۳۹۳). تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی یکی از روش‌های مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه است که توسط Hirzel (۲۰۰۰) طراحی شد که بر مبنای روش‌های آماری و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد و در سال‌های اخیر برای یافتن مناطق مطلوب در مقیاس‌های وسیع و محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه توسعه یافته است. مهم‌ترین مزیت ENFA عدم نیاز به داده‌های مربوط به عدم حضور گونه است که معمولاً یا در دسترس نیست یا به‌دست آوردن آن‌ها با مشکل همراه است و برای تجزیه و تحلیل لازم و ضروری نیستند (Hirzel و همکاران، ۲۰۰۲). تحلیل مدل آشیان بوم‌شناختی از دسته روش‌های نوین مدل‌سازی با به‌کارگیری داده‌های فقط حضور گونه است و به‌دلیل صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه مطالعه، به‌گسترده‌گی مورد استفاده محققان قرار می‌گیرد (Master و همکاران، ۲۰۰۷؛ Hirzel و همکاران، ۲۰۰۲). در حالی که پنهان کردن دانه‌های بلوط توسط این گونه در زیر خاک یکی از عوامل مهم تجدید حیات جنگل‌های بلوط غرب کشور به‌شمار می‌رود و علی‌رغم قرار گرفتن این گونه در لیست گونه‌های حفاظت شده واحد بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) اطلاعات اندکی از وضعیت جمعیتی و زیستگاهی این گونه در ایران در دسترس می‌باشد (موسوی، ۱۳۹۰؛ ضیائی، ۱۳۸۷؛ Yigit و همکاران، ۲۰۰۸؛ ضیائی، ۱۳۸۸). از جمله مطالعات انجام شده با روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی می‌توان به: بررسی وضعیت سنجاب ایرانی (خلیلی و ملکیان، ۱۳۹۳) نتایج به‌دست آمده نشان دادند که عمده لکه‌های مناسب حفاظتی برای این گونه در غرب منطقه دنا قرار گرفته است. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در جنگل‌های لوط کردستان (چمنی و کبودوندپور، ۱۳۹۲)، تأثیر تغییرات زمانی بر انتخاب زیستگاه توسط سنجاب ایرانی در جنگل‌های بلوط شهرستان مریوان (کبودوند و چمنی، ۱۳۹۳) اشاره نمود. Halem و همکاران (۲۰۱۲) به مطالعه و بررسی فراوانی و توزیع پایکا در حیات‌وحش

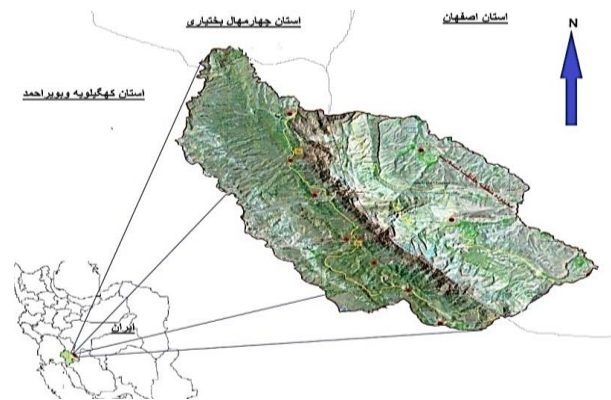


با یکدیگر مقایسه کرده و در نهایت مطلوب‌ترین وضعیت را برای هر یک از متغیرها در نظر گرفته و بخش‌هایی از منطقه را به‌عنوان بهترین زیستگاه برای گونه مورد نظر به‌صورت نقشه ارائه دهد (Velasquez- Tibata و همکاران، ۲۰۱۲). در این تحقیق از دو نوع داده شامل تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های به‌دست آمده از GPS در طی عملیات میدانی استفاده شده است. دلایل زیادی از جمله دقت مشاهده‌گر، تجهیزات و رفتار گونه سبب می‌شود که نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها با خطای زیادی همراه باشد روش‌های مدل‌سازی زیستگاه از جمله مدل آشیان بوم‌شناختی با مشکل فوق‌روبه‌رو نیستند بنابراین این مدل انتخاب گردید. برای مشاهده سنجاب در طول پیمایش از چشم غیرمسلح استفاده شد هم‌چنین جمع‌آوری اطلاعات به‌صورت روزانه انجام گرفت. برای نمونه‌برداری و ثبت نقاط حضور گونه از ترانسکت‌هایی به‌صورت تصادفی در سطح منطقه تعیین شد. برای این منظور دو نفر مشاهده‌گر بر روی ترانسکت‌ها حرکت نموده و نقاط مشاهده گونه به‌عنوان نقاط حضور با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی ثبت گردیدند. سنجاب ایرانی به‌دلیل کوچک چته بودن و هم‌چنین پوشش جنگلی منطقه، مشاهده آن بسیار سخت و به‌دقت زیادی نیاز داشت لذا مناطقی را به‌عنوان مناطق حضور سنجاب انتخاب و مورد پیمایش قرار گرفتند و تعداد ۶۰ نقطه برای دو فصل بهار و تابستان ثبت شد. به‌منظور بررسی تأثیر متغیرهای محیطی بر زیستگاه سنجاب ایرانی در نهایت ۸ لایه اطلاعاتی: شیب، ارتفاع، جهت، فاصله از پاسگاه، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده، فاصله از روستا و نقشه شاخص تراکم پوشش گیاهی (NDVI) همراه با لایه نقاط حضور گونه براساس مطالعات صورت گرفته بر روی مطلوبیت زیستگاهی این گونه و نیز ویژگی‌های رفتاری و بوم‌شناختی این گونه و ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه انتخاب شدند. با استفاده از نرم‌افزارهای Arc gis، Idrisi و Biomapper جهت اجرای آنالیزها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همبستگی بین متغیرها از جمله مواردی است که پیش از اجرای آنالیز رگرسیون نیازمند توجه کافی است. چرا که همبستگی بین متغیرها، متغیر کم اهمیت و غیرمؤثری را به اشتباه به‌عنوان متغیر مهم در مدل رگرسیون برآورد شده نهایی وارد می‌نماید. آنالیز ENFA در نرم‌افزار بایومپر نیاز به متغیرهایی دارد که منطقاً غیروابسته هستند (همبستگی ندارند) در واقع در آنالیز 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. این فاکتور در واقع معکوس میزان تخصصی بودن گونه است و برای گونه

Kedarnath در ارتفاعات مختلف هیمالیا از هند پرداختند. Richardson (۲۰۱۲) به بررسی رابطه بین ارتفاع درجه حرارت و روش‌های علف‌چری در پایکای امریکایی در شمال پارک ملی Cascades در واشنگتن پرداخت. هدف مطالعه حاضر مشخص نمودن عوامل مؤثر بر مطلوبیت زیستگاه سنجاب در منطقه حفاظت‌شده دنا به‌عنوان الگویی از زیستگاه‌های کوهستانی ایران، تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه در این منطقه و در نهایت بررسی امکان به‌کارگیری روش ENFA در امر مدیریت و حفاظت گونه‌های مختلف حیات‌وحش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: دنا با وسعتی معادل ۹۳۶۶۰ هکتار در جنوب‌غربی کشور و در موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۰ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۱۴ دقیقه عرض جغرافیایی واقع شده است (شکل ۱). منطقه حفاظت‌شده دنا در شمال استان کهگیلویه و بویراحمد (۶۰٪)، جنوب استان اصفهان (۳۸٪) و بخش کوچکی از جنوب استان چهارمحال و بختیاری قرار دارد (۲٪). این منطقه دارای آب و هوای کوهستانی و سرد می‌باشد و دمای هوای این منطقه پایین است اغلب بارش‌ها در این منطقه به‌صورت برف می‌باشد.



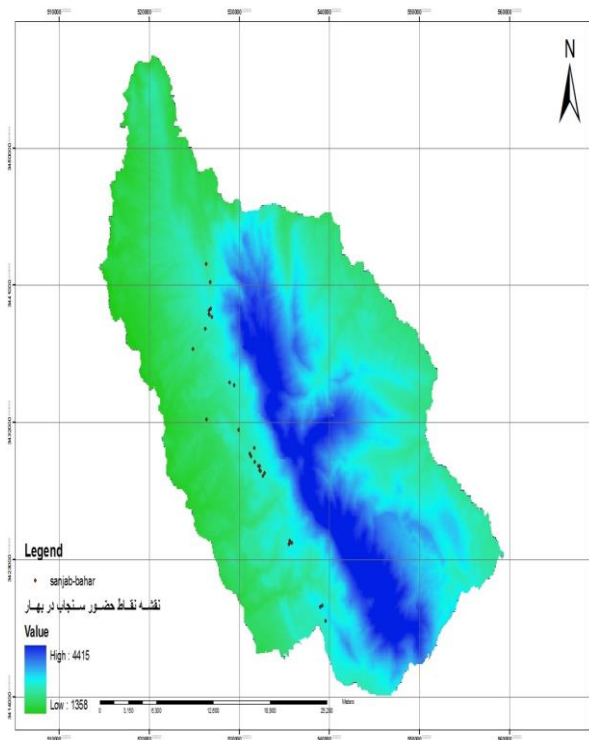
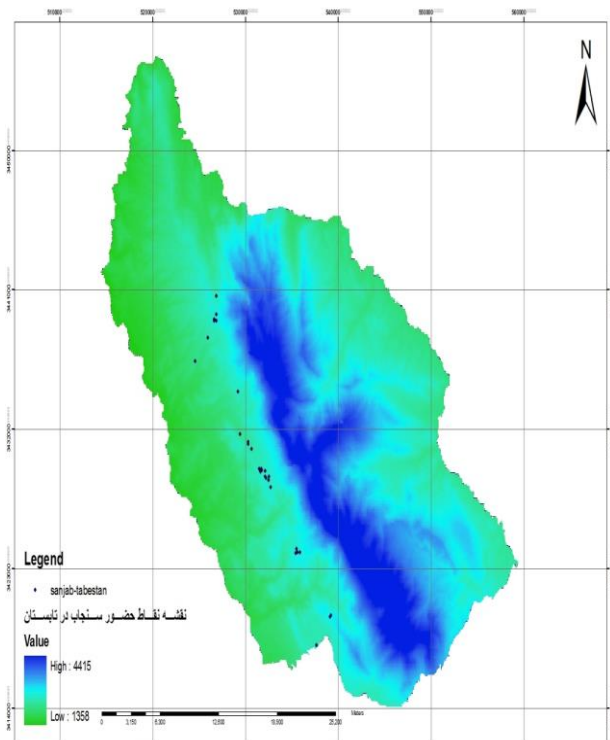
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

نقاط حضور و متغیرهای اکولوژیک: جهت تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه گونه سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت‌شده دنا از روش متکی بر داده‌های حضور استفاده گردید. نرم‌افزار مورد استفاده Biomapper این قابلیت را دارد که وضعیت تمام متغیرها را در تمامی نقاط حضور



خود است و یا گونه‌ای دارای میدان اکولوژیک کم عرض است که زندگی در محدوده باریکی از شرایط محیطی خود تمایل بیشتری دارد.

سنجاب در منطقه حفاظت شده دنا در فصل بهار ۳/۲۲ و برای فصل تابستان ۳/۹ به‌دست آمد مقدار کم‌تر از یک این فاکتور نشان‌دهنده این است که این گونه با توان تحمل پایین در محدوده شرایط محیطی



شکل ۲: نقشه نقاط حضور گونه در دو فصل بهار (سمت راست) و تابستان (سمت چپ)

متفاوتی شامل Distance harmonic, Distance geometric mean, Minimum distance, Median و فراهم شده است. با توجه به این که نتایج حاصله بر مبنای انتخاب و به‌کارگیری هر الگوریتم متفاوت خواهد بود بنابراین انتخاب یک الگوریتم مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است. در نسخه Biomapper4 این امکان ایجاد شده است تا با استفاده از شاخصی به‌نام Boyce، بتوان یک الگوریتم مناسب برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه انتخاب نمود. هرچه میزان شاخص Boyce بیشتر و انحراف معیار (SD) کم‌تر نشان‌دهنده آن است که الگوریتم انتخاب شده مناسب‌تر می‌باشد.

نتایج

نتایج آنالیز همبستگی بین متغیرها: تمامی نقشه‌ها در محیط نرم‌افزار Arc gis، Idrisi و Biomapper با اندازه پیکسل یک

تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی: تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی یکی از روش‌های مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه است که توسط Hirzel (۲۰۰۴) طراحی شد که بر مبنای روش‌های آماری و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی می‌باشد و در سال‌های اخیر برای یافتن مناطق مطلوب در مقیاس‌های وسیع و محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه توسعه یافته است. این روش بر اساس مفهوم آشیان بوم‌شناختی هاتچینسون بیان شده است بر اساس این مفهوم نیچ یک گونه به‌صورت ناحیه‌ای N بعدی در فضا تعریف می‌گردد که هر بعد یک متغیر زیست‌محیطی را نشان می‌دهد. این مدل وضعیت زیست‌محیطی مناطقی که حضور گونه در آن‌ها ثبت شده است را با وضعیت کل منطقه مورد مطالعه مقایسه می‌کند و با تلفیق داده‌های اکوجغرافیایی (تلفیقی از داده‌های بوم‌شناختی و جغرافیایی) نقشه مطلوبیت زیستگاه را مدل‌سازی می‌کنند. برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه در Biomapper امکان به‌کارگیری الگوریتم‌های



انجام شده توسط ENFA مشابه آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، به محاسبه عواملی می‌پردازد که توضیح‌دهنده بخش عمده‌ای از تأثیر متغیرهای مستقل محیط‌زیست گونه است. میزان همبستگی بین متغیرها کم‌تر از میزان بحرانی برای حذف یکی از متغیرها بود لذا تمامی متغیرها برای آنالیز مورد استفاده قرار گرفتند.

کیلومتر مربع تهیه شد. پس از وارد کردن نقشه‌ها به نرم‌افزار و بررسی وضعیت نرمال بودن داده‌ها در نقشه‌های EGV و تصحیح‌های انجام شده، ماتریس همبستگی (Correlation Matrix) نقشه‌های EGV محاسبه شد. عمل نرمال سازی متغیرها برای تمامی نقشه‌ها EGV اجرا شد براساس جدول همبستگی هیچ‌یک از متغیرها دارای همبستگی بالای ۰/۸۵ نبوده و همه لایه‌ها در آنالیز به کار گرفته شد. آنالیزهای

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

متغیرهای مستقل	جهت	ارتفاع	NDVI	آبراهه	جاده	شیب	پاسگاه	روستا
جهت	۱	-۰/۱۸۷	-۰/۰۵۹	۰/۰۳۵	-۰/۲۸۲	-۰/۰۵۳	-۰/۰۵۹	-۰/۰۶۷
ارتفاع	-۰/۱۸۷	۱	-۰/۲۴۴	۰/۳۶	۰/۴۲۴	۰/۴۸۷	-۰/۱۵۴	۰/۶۸۶
شاخص تراکم پوشش گیاهی	-۰/۰۵۹	-۰/۲۴۴	۱	-۰/۱۶۹	-۰/۰۸۸	-۰/۲۵۱	-۰/۰۶۶	-۰/۱۲۵
آبراهه	۰/۰۳۵	۰/۳۶	-۰/۱۶۹	۱	-۰/۰۸۱	۰/۱۳۴	۰/۱۴۳	۰/۳۶۲
جاده	-۰/۲۸۲	۰/۴۲۴	-۰/۰۸۸	-۰/۰۸۱	۱	۰/۱۸۳	-۰/۱۲۵	۰/۰۴۸
شیب	-۰/۰۵۳	۰/۴۸۷	-۰/۲۵۱	۰/۱۳۴	۰/۱۸۳	۱	-۰/۰۷۵	۰/۳۸۴
پاسگاه	-۰/۰۵۹	-۰/۱۵۴	-۰/۰۶۶	۰/۱۴۳	-۰/۱۲۵	-۰/۰۷۵	۱	-۰/۰۰۴
روستا	-۰/۰۶۸	۰/۶۸۶	-۰/۱۲۵	۰/۳۶۲	۰/۰۴۸	۰/۳۸۴	-۰/۰۰۴	۱

جدول ۲: نتایج همبستگی بین متغیرهای مورد استفاده جهت مدل‌سازی زیستگاه فصل تابستان

متغیرهای مستقل	جهت	ارتفاع	NDVI	آبراهه	جاده	شیب	پاسگاه	روستا
جهت	۱	-۰/۱۸۷	-۰/۰۵۹	۰/۰۳۵	-۰/۲۸۲	-۰/۰۵۳	-۰/۰۳۹	-۰/۰۷۷
ارتفاع	-۰/۱۸۷	۱	-۰/۲۴۴	۰/۳۶	۰/۴۲۴	۰/۳۸۷	-۰/۱۵۴	۰/۷۶۹
شاخص تراکم پوشش گیاهی	-۰/۰۵۹	-۰/۲۴۴	۱	-۰/۱۶۹	-۰/۰۹۸	-۰/۲۶۱	-۰/۰۶۶	-۰/۱۲۵
آبراهه	۰/۰۴۵	۰/۳۶	-۰/۱۶۹	۱	-۰/۰۷۱	۰/۱۳۸	۰/۱۴۳	۰/۳۶۲
جاده	-۰/۲۸۲	۰/۴۲۴	-۰/۰۸۸	-۰/۰۷۱	۱	۰/۱۸۳	-۰/۱۴۵	۰/۰۴۸
شیب	-۰/۰۵۳	۰/۴۸۷	-۰/۲۵۱	۰/۱۳۴	۰/۱۸۳	۱	-۰/۰۷۵	۰/۳۷۸
پاسگاه	-۰/۰۵۹	-۰/۱۵۴	-۰/۰۶۶	۰/۱۴۳	-۰/۱۲۵	-۰/۰۷۵	۱	-۰/۰۰۳
روستا	-۰/۰۶۸	۰/۹۸۶	-۰/۱۲۵	۰/۳۶۲	۰/۰۴۸	۰/۳۸۴	-۰/۰۰۳	۱

حاشیه‌ای برای هریک از متغیرهاست. ستون بعدی شامل مقادیر تخصص‌گرایی هستند درصدها بیانگر مقدار واریانس نمایش داده شده به وسیله هر فاکتور است. مقادیر مثبت ویژگی حاشیه‌ای نشان می‌دهد که گونه مورد مطالعه، مقدار بالاتری از میانگین متغیر مورد نظر را ترجیح می‌دهد و مقادیر منفی نشان می‌دهد که گونه مقادیر کم‌تری از میانگین آن متغیر را در منطقه ترجیح می‌دهد.

ماتریس امتیازات: ماتریس امتیازات یکی از خروجی‌های مهم تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی است که حاوی اطلاعات بسیار مهمی می‌باشد. جداول ۳ و ۴ به ترتیب ماتریس امتیازات فصول بهار و تابستان را برای زیستگاه سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت‌شده دنا نشان می‌دهد. ستون اول از سمت راست شامل متغیرهای مستقل زیست‌محیطی است که بیان‌کننده ۱۰۰٪ حاشیه‌گرایی است. ستون دوم بیانگر مقادیر ویژگی



جدول ۳: ماتریس امتیازات متغیرهای مستقل محیطی در فصل بهار

متغیرهای مستقل	M	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
جهت	۰/۲۰۱	۰/۰۱۶	-۰/۰۶۷	-۰/۲۹۷	-۰/۷۶۳	-۰/۱۱۹	-۰/۰۸۳	-۰/۱۹۵
ارتفاع	-۰/۰۱	۰/۹۳	۰/۰۷۸	-۰/۳۷۹	۰/۱۹۴	۰/۵۹۳	۰/۳۹۳	۰/۱۷۴
شاخص تراکم پوشش گیاهی	۰/۲۴۳	۰/۱۴۹	۰/۷۹۱	۰/۴۶۲	-۰/۲۸۷	-۰/۰۵۸	-۰/۱۸۲	-۰/۰۳۴
رودخانه	۰/۱۰۷	-۰/۰۵۱	۰/۰۱	۰/۱۶۲	۰/۰۵۹	-۰/۰۶۱۹	-۰/۰۸۸	۰/۵۳۴
جاده	-۰/۲۵۸	-۰/۱۷۸	-۰/۲۲۴	۰/۴۶۵	-۰/۳۵۸	-۰/۰۱۴	-۰/۴۷۸	۰/۴۳۵
شیب	-۰/۴۸۶	-۰/۱۸۲	۰/۲۷۸	۰/۴۴۲	-۰/۱۵	-۰/۱۳۹	۰/۴۵۹	-۰/۱۵۱
پاسگاه	-۰/۷۵۹	۰/۱۵۳	۰/۴۸۵	-۰/۳۲۴	-۰/۰۵۱	۰/۰۴۶	-۰/۰۲	۰/۱۳
روستا	-۰/۰۷	-۰/۱۳۷	-۰/۰۰۶	۰/۱۱	-۰/۳۷۴	-۰/۴۷۵	-۰/۵۹۹	-۰/۶۴۵

جدول ۴: ماتریس امتیازات متغیرهای مستقل محیطی در فصل تابستان

متغیرهای مستقل	M	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
جهت	۰/۲۱۲	-۰/۰۰۳	-۰/۲۰۵	۰/۰۶۹	۰/۱۴۷	۰/۷۳۴	۰/۱۷۹	۰/۱۹۵
ارتفاع	-۰/۰۶۱	۰/۹۷۳	-۰/۶۰۵	۰/۶۵۳	-۰/۱۰۲	-۰/۲۹۶	۰/۲۸۶	۰/۲۵۲
شاخص تراکم پوشش گیاهی	۰/۲۳۵	۰/۱۲۱	-۰/۳۳	-۰/۳۲۱	-۰/۵۰۲	-۰/۰۴۱	-۰/۴۳۸	۰/۱۱۹
رودخانه	۰/۲۰۳	۰/۱۷۹	۰/۳۳۸	-۰/۳۳۳	۰/۵۰۵	-۰/۱۱۳	-۰/۰۸۸	۰/۴۴۴
جاده	-۰/۱۸۳	-۰/۰۲۳	۰/۲۴۲	-۰/۳۰۳	-۰/۵۷۹	۰/۴۴۸	-۰/۴۲۷	-۰/۳۳۹
شیب	-۰/۵۵	-۰/۰۵۴	۰/۳۸۹	-۰/۰۷	۰/۱۵۴	۰/۰۷۲	۰/۵۶۲	-۰/۰۴۹
پاسگاه	-۰/۷۱۴	۰/۰۳۸	-۰/۳۹۲	-۰/۰۳۶	۰/۲۷۴	-۰/۰۲۶	-۰/۰۶۷	۰/۲۵
روستا	-۰/۰۹۷	۰/۰۳۳	۰/۰۶۷	-۰/۵۰۷	۰/۱۶۷	۰/۳۹۱	-۰/۴۲۹	-۰/۷۱۲

نشان می‌دهد، لذا میزان محاسبه شده برای سنجاب ایرانی در دو فصل بهار و تابستان نشان‌دهنده این است که این جانور تمایل به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای دارد. هم‌چنین فاکتور تحمل‌گرایی در فصل بهار ۳/۲۲ و برای فصل تابستان ۳/۹ به‌دست آمد. مقدار به‌دست آمده از این فاکتور نشان می‌دهد که این گونه نسبت به تغییر شرایط بهینه زیستگاه خود نسبتاً حساس است یا به‌عبارتی سنجاب ایرانی یک گونه متخصص در محدوده منابع زیستگاه خود در منطقه حفاظت‌شده دنا است.

تعیین شاخص Boyce: هرچه میزان شاخص Boyce بیش‌تر و انحراف معیار (SD) کم‌تر نشان‌دهنده آن است که الگوریتم انتخاب شده مناسب‌تر می‌باشد. در این مطالعه، با مقایسه اعداد حاصله جدول ۵، الگوریتم میانگین هارمونیک انتخاب شد. در این مطالعه مقادیر شاخص Boyce به سمت ۱ گرایش دارد و در الگوریتم به‌کارگرفته شده نیز میزان این شاخص برای فصل بهار ۰/۷۹ و برای فصل تابستان ۰/۶ به‌دست آمده است که این مقدار نشان‌دهنده صحت قابل قبول مدل است. در نهایت پس از انجام محاسبات آماری توسط

در نهایت پس از انجام محاسبات آماری توسط نرم‌افزار مقدار کلی حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت‌شده دنا به‌صورت جدول ۵ به‌دست آمد.

جدول ۵: مقادیر حاشیه‌گرایی، تخصص‌گرایی و تحمل‌پذیری به‌دست آمده از آنالیز ENFA در فصل بهار و تابستان

عامل	امتیاز بهار	امتیاز تابستان
حاشیه‌گرایی	۱/۳۴۴	۱/۴۳۳
تخصص‌گرایی	۳/۲۰۲	۳/۹۹۲
تحمل‌گرایی	۰/۳۱۲	۰/۲۵۱

براساس نتایج حاصل از میزان حاشیه‌گرایی میزان محاسبه شده برای سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت‌شده دنا برای فصل بهار ۱/۳۴ و برای فصل تابستان ۱/۴۳ به‌دست آمد. از آن‌جاکه مقدار کم (نزدیک به صفر) این فاکتور نشان‌دهنده مرکز‌گرایی و مقادیر بالاتر از یک نیز حاشیه‌گزینی گونه مربوطه را در محدوده منابع مورد استفاده خود را



می توان به محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه پرداخت. گام اول در محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه، محاسبه نقشه های فاکتور (Factor map) است. نتایج این آنالیز برای محاسبه نقشه مطلوبیت زیستگاه الزامی است. در آنالیز Factor map، کاربر تعیین می کند چند نقشه ENFA طی این آنالیز تولید گردد. البته بایومپر خود نیز براساس معیار چوب شکسته مک آرتور (Mac Arthur 's broken stick) تعداد نقشه های ENFA را پیشنهاد می کند. لیکن کاربر می تواند خود این تعداد را براساس مقدار تجمعی واریانس توجه شده توسط فاکتورها تعیین نماید (شیرزاد، ۱۳۹۰) پس از انجام تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی، نقشه مطلوبیت زیستگاه بهار و تابستان با استفاده از الگوریتم میانگین هارمونیک به دست آمد. سپس به منظور نمایش و قابلیت تحلیل بهتر، نقشه های به دست آمده به سه طبقه نامطلوب، مطلوب و بهینه براساس نمودار فراوانی و آستانه مطلوبیت تقسیم گردید.

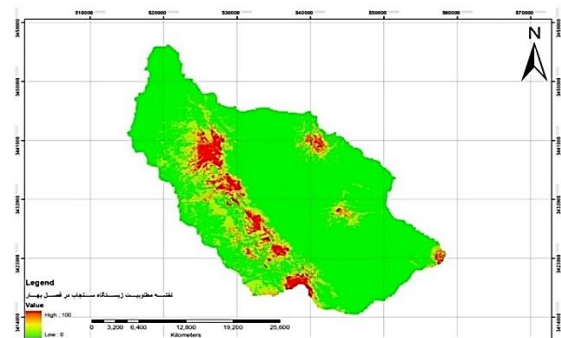
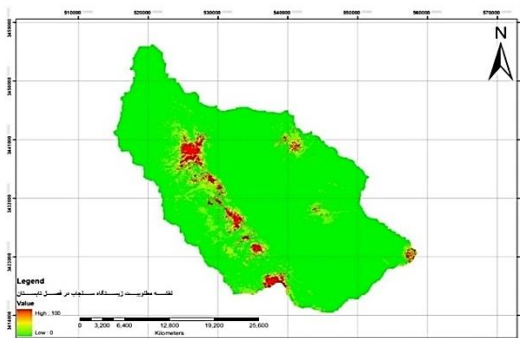
نرم افزار مقدار کلی حاشیه گرایی، تخصص گرایی و تحمل پذیری سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت شده دنا به دست آمد.

جدول ۶: مقادیر شاخص بویس برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی برای دو فصل بهار و تابستان

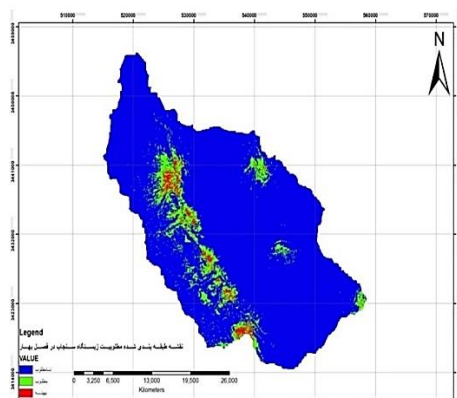
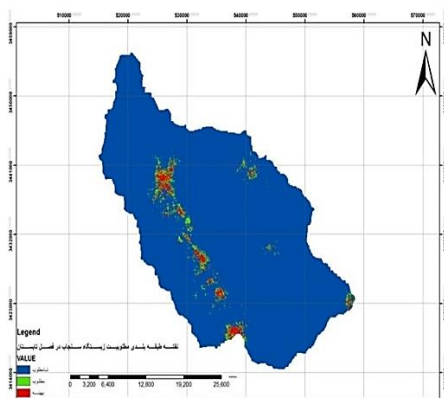
الگوریتم	انحراف معیار شاخص بویس (بهار)	انحراف معیار شاخص بویس (تابستان)
میانگین هارمونیک	0.779 ± 0.04	0.16 ± 0.15
میانگین هندسی	0.722 ± 0.15	0.143 ± 0.151
حد اقل قاصه	0.61 ± 0.03	0.12 ± 0.06
میانگین	0.1 ± 0.15	0.126 ± 0.161

نقشه مطلوبیت زیستگاه: با استفاده از الگوریتم میانگین هارمونیک، نقشه مطلوبیت زیستگاه تهیه شد. این نمایه بین ۰ (کمینه) تا ۱۰۰ (بیشینه) تغییر می کند.

تهیه نقشه طبقه بندی شده مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی: پس از اجرای آنالیز ENFA و دستیابی به خروجی های مربوطه



شکل ۳: نقشه مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت شده دنا در دو فصل بهار (سمت راست) و تابستان (سمت چپ)



شکل ۴: نقشه طبقه بندی شده مطلوبیت زیستگاه سنجاب در فصل بهار (نقشه سمت راست) و تابستان (نقشه سمت چپ)



جدول ۷: آستانه مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در فصل بهار و تابستان

فصل	نامطلوب	مطلوب	بهینه
بهار	۲۶-۰	۱۰۰-۲۶	۱۰۰-۵۰
تابستان	۲۸-۰	۱۰۰-۲۸	۱۰۰-۶۰

بحث

نتایج حاصل از تفسیر نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه در فصل بهار و تابستان و بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که زیستگاه مطلوب سنجاب ایرانی در فصل بهار در مناطق صحرای کالادون، دشت پشت کره و گردنه میمند در غرب و شمال‌غرب دنا بیش‌تر از مناطق خونگه و خاریدون می‌باشد. سنجاب ایرانی در فصل تابستان مسافت خیلی کم‌تری نسبت به بهار را طی می‌کند و آن‌هم به دلیل این‌که فصل تابستان فصل رسیدن انواع میوه‌ها می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که تراکم و امنیت سنجاب ایرانی با فاصله گرفتن از پاسگاه‌های محیط بانی، جاده، ارتفاع و شیب در فصل بهار کاهش می‌یابد از طرف دیگر مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی با فاصله گرفتن از آبراهه و هم‌چنین فاصله گرفتن از مناطق جنگلی پرتراکم، بیش‌تر می‌شود که نتایج این مطالعه با مطالعه کبودوندپور و چمنی (۱۳۹۲) مطابقت دارد. سنجاب‌ها به دلیل این‌که دید بیش‌تری نسبت به اطراف خود داشته‌باشند تا بتوانند عکس‌العمل سریع و به موقعی نسبت به شکارچی‌ها نشان دهند، درختان بلوط مناطق باز و دارای پوشش علفی کم را انتخاب می‌کند. از طرف دیگر به علت پراکنش باغات و درختچه‌هایی نظیر تمشک، توت فرنگی، زالزالک، گلابی وحشی و بنه باعث می‌شود سنجاب برای تغذیه خود، مسافت بیش‌تری را طی کند. نتایج حاصل از این بررسی حاکی از آن است که از فاکتورهای طبیعی اثرگذار، شاخص پوشش گیاهی و شیب بیش‌ترین تاثیر را در انتخاب زیستگاه دارند، به طوری که سنجاب ایرانی بیش‌تر مناطقی را که دارای پوشش جنگلی کم تراکم با شیب کم را نسبت به دیگر مناطق که دارای شیب زیاد، پرتراکم و دارای درختان پرشاخ و برگ، بیش‌تر ترجیح می‌دهند می‌توان چنین نتیجه گرفت که سنجاب ایرانی مهاجرت مکانی در طی فصول ندارد. هم‌چنین جمعیت‌های سنجاب ایرانی در هر دو فصل بهار و تابستان، جهت جنوب‌غربی و غرب را بیش‌تر از مناطق دیگر ترجیح می‌دهند. خلیلی و ملکیان (۱۳۹۳) نیز در مطالعه خود در جنگل‌های سروک به همین نتیجه رسیدند. مقایسه بین نتایج کسب شده نشان می‌دهد

که انتخاب زیستگاه در طی دو فصل، تفاوت باهم ندارد. براساس نتایج حاصل از میزان حاشیه‌گرایی میزان محاسبه شده برای سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت‌شده دنا برای فصل بهار ۱/۳۴ و برای فصل تابستان ۱/۴۳ به دست آمد. از آن‌جا که مقدار کم (نزدیک به صفر) این فاکتور نشان‌دهنده مرکزگرایی و مقادیر بالاتر از یک نیز حاشیه‌گزینی گونه مربوطه را در محدوده منابع مورد استفاده خود را نشان می‌دهد، لذا میزان محاسبه شده برای سنجاب ایرانی در دو فصل بهار و تابستان نشان‌دهنده این است که این جانور تمایل به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای دارد. هم‌چنین فاکتور تحمل‌گرایی جهت تعیین تحمل‌پذیری گونه در محدوده منابع مورد استفاده خود در زیستگاه محاسبه شد. مقدار به دست آمده از این فاکتور نشان می‌دهد که این گونه نسبت به تغییر شرایط بهینه زیستگاه خود نسبتاً حساس است یا به عبارتی سنجاب ایرانی یک گونه متخصص در محدوده منابع زیستگاه خود در منطقه حفاظت‌شده دنا است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد درختان بلوط نقش بسیار مهمی در پراکنش سنجاب ایرانی در منطقه دارد به طوری که در فصل بهار به دلیل کمبود مواد غذایی و گلدهی، سنجاب برای تغذیه خود باید مسافت بیش‌تری را برای تغذیه طی کند که خود باعث وسیع‌تر شدن گستره خانگی می‌شود (خلیلی و ملکیان، ۱۳۹۳). سنجاب‌ها عمدتاً در فصل بهار از جوانه‌های درختان، قارچ، جوانه، گل، پوست تنه، شیره درختان، ریشه و پیاز گیاهان استفاده می‌نمایند. جهت جغرافیایی نیز بر روی حضور گونه تاثیر دارد به طوری که تراکم حضور گونه در جهت جنوب‌غربی و غرب بسیار بیش‌تر از جهات دیگر است و یکی از دلایل اصلی آن، واقع شدن جنگل‌های بلوط در جهت‌های غرب کوه‌های زاگرس می‌باشد. این موضوع کاملاً در زیستگاه‌های اصلی حضور سنجاب ایرانی در منطقه حفاظت‌شده دنا مشهود است. تحقیقات نشان داد که تراکم سنجاب در مناطقی که جاده وجود دارد بیش‌تر از دیگر مناطق دنا می‌باشد به خصوص تراکم سنجاب در حاشیه جاده در درون صحرای کالادون بسیار بیش‌تر از جاده ارتباطی روستای میمند در گردنه می‌باشد. نتایج به دست آمده توسط خلیلی و ملکیان (۱۳۹۲) نیز نشان داده است که عامل فاصله از جاده یک متغیر مهم در توزیع گونه سنجاب ایرانی است. پس می‌توان چنین نتیجه گرفت که سنجاب ایرانی حیوانی جاده دوست می‌باشد. هم‌چنین Mounir و همکاران (۲۰۱۴) جاده را به عنوان یکی از مناطق نمونه‌برداری برای ثبت مشاهدات این گونه قرار داده بودند که با نتایج به دست آمده در این مطالعه مطابقت دارد. سنجاب ایرانی در منطقه دنا درختان بلوط را که در شیب کم‌تر از ۱۵٪



۴. چمنی، ن. و کبودوندپور، ش.، ۱۳۹۲. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) در جنگل‌های بلوط کردستان. سومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست. دانشگاه تهران.
۵. خلیلی، ف. و ملکیان، م.، ۱۳۹۳. بررسی وضعیت گونه سنجاب ایرانی در ایران. دومین همایش ملی و تخصصی پژوهش‌های محیط زیست ایران، دانشکده شهید مفتاح همدان.
۶. خلیلی، ف.، ۱۳۹۳. بررسی انتخاب زیستگاه و مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه سنجاب ایرانی در مناطق حفاظت شده استان کهگیلویه و بویراحمد. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۸۶ صفحه.
۷. شمس‌اسفندآباد، ب.، ۱۳۹۰. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی و بز وحشی در مناطق کوهستانی فلات مرکزی ایران، مطالعه موردی منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۴۲ صفحه.
۸. شیرزاد، م.، ۱۳۹۰. تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه‌های پازن در پارک ملی خجیر. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
۹. صادقی، م.، ۱۳۹۲. آشکارسازی تغییرات زیستگاه سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) در استان کردستان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۶۱ صفحه.
۱۰. ضیایی، ه.، ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پستانداران ایران. کانون آشنایی با حیات‌وحش. تهران. ۱۵۴ صفحه.
۱۱. ضیایی، ه.، ۱۳۸۸. راهنمای پستانداران ایران. انتشارات فرزانه. تهران. ۱۸۶ صفحه.
۱۲. عطایی، ف.؛ کابلی، م. و کرمی، م.، ۱۳۹۱. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه تابستانه خرس قهوه‌ای در منطقه حفاظت‌شده البرز جنوبی. مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۶۵، شماره ۲، صفحات ۱۳ تا ۲۲.
۱۳. عباسی، س.؛ حسینی، س.؛ پیلهور، ب. و زارع، ح.، ۱۳۸۸. اثر حفاظت بر تنوع زیستی گونه‌های چوبی در منطقه اشترانکوه لرستان. مجله جنگل ایران. شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۰.
۱۴. فیروز، ا.، ۱۳۹۰. حیات وحش ایران. مرکز نشر دانشگاهی. تهران. ۳۹۴ صفحه.
۱۵. فراشی، آ. و کابلی، م.، ۱۳۸۹. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه بز و پازن به کمک روش تحلیل فاکتوری آشیان بوم‌شناختی در پارک ملی کلاه قاضی استان اصفهان. مجله منابع طبیعی ایران. دوره ۴، صفحات ۶۳ تا ۷۳.
۱۶. فلاح‌باقری، ف.؛ کابلی، م. و فراشی، آ.، ۱۳۸۸. ارزیابی زیستگاه کوچ و میش اصفهانی (*Ovis orientalis isfahanica*) پارک ملی کلاه
- واقع شده‌اند و دارای شرایط لازم از قبیل ارتفاع بلند، قطر زیاد و تاج پوشش کم و مخصوصاً حفره طبیعی بر روی خود داشته باشند و همچنین پوشش جنگلی و پوشش علفی کم تراکم را انتخاب می‌کند در صورتی که در تحقیقات صادقی (۱۳۹۲) به مطالعه تغییرات زیستگاه سنجاب ایرانی در کردستان با استفاده از فناوری سنجش از دور پرداخته بود مشخص شد که سنجاب مناطق پرتراکم تا تراکم متوسط از پوشش جنگلی بلوط را انتخاب می‌کنند. به‌طور کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که در حال حاضر وضعیت سنجاب خوب می‌باشد ولی با توجه به افزایش جمعیت روستایی و گسترش باغات و همچنین وجود جاده‌ها در مناطقی که مطلوبیت بیش‌تری دارند از جمله صحرای کالادون و گردنه میمند، وضعیت سنجاب ایرانی برای آینده در حاله‌های از اتمام باشد. افزایش مطالعات ارزیابی زیستگاه، جهت ارائه راهکارهای نوین حفاظتی برای حفاظت از گونه‌ها و مدیریت زیستگاه آن‌ها. همچنین با توجه به نتایج این مطالعه مدیران در برنامه‌های مدیریتی خود جهت حفاظت از لکه‌های جنگلی مناسب می‌توانند این گونه را به‌عنوان شاخصی برای جنگل‌های با تراکم مناسب و شرایط زیستگاهی مناسب برای گونه‌های موجود در آن در نظر بگیرند. با توجه به نقش و عملکرد این گونه در بازسازی جنگل‌های بلوط زاگرس نیاز است تا مطالعات بیش‌تری در سطح کلان بر روی زیستگاه‌های مناسب این گونه صورت گیرد.

منابع

۱. امید، م.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م.؛ سلمان‌ماهینی، ع. و حسن زاده‌کیابی، ب.، ۱۳۸۸. مدل‌سازی زیستگاه پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*) به روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در پارک ملی کلاه‌قاضی، استان اصفهان. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. دوره ۱۲، شماره ۱، صفحات ۱۳۷ تا ۱۴۸.
۲. بهداروند، ن.؛ کابلی، م.؛ جباریان‌امیری، ب.؛ ابراهیم‌پور، ر.؛ اسدی‌آق‌بلاغی، م. و ایمانی‌هرسینی، ج.، ۱۳۹۳. شناسایی مناطق پرخطر و عوامل محیطی مؤثر بر حملات گرگ به دام در استان همدان با به‌کارگیری روش مدل‌سازی MAXENT. مجله محیط زیست طبیعی. دوره ۶۷، شماره ۳، صفحات ۲۴۵ تا ۲۵۲.
۳. تک‌تهرانی، ع.؛ شمس‌اسفندآباد، ب.؛ کرمی، م. و فرهادنیا، م. ص.، ۱۳۹۴. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه شاه‌روبا (*Vulpes cana*) مبتنی بر فناوری دوربین‌های تله‌ای در ایران. محیط‌زیست جانوری. دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۳۹ تا ۴۶.



۲۹. **Yigit, N.; Kryštufek, B.; Sozen, M.; Bukhnikashvili, A. and Shenbrot, G., 2008.** *Sciurus anomalus*. The IUCN Red List of Threateneds. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK>.
- قاضی با روش ENFA. همایش و نمایشگاه ژئوماتیک. سازمان نقشه برداری کشور. تهران. صفحه ۹.
۱۷. **قندالی، م.، ۱۳۸۹.** مقایسه ارزیابی زیستگاه با استفاده از روش‌های مدل خطی تعمیم‌یافته و تجزیه و تحلیل فاکتورهای آشیان بوم‌شناختی برای گوسفند وحشی در پارک ملی کویر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
۱۸. **کفاش، ا.؛ کابلی، م. و گونتا، ک.، ۱۳۹۴.** بررسی مقایسه اثر تغییر اقلیم بر خزندگان مناطق بیابانی و کوهستانی ایران. مطالعه موردی (سوسمار دم‌تینی بین‌النهرین *Saara loricata* و آگامای قفقازی *Paralaudakia caucasia*). مجله محیط زیست جانوری. دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۱۰۳ تا ۱۰۸.
۱۹. **موسوی، س.ش.، ۱۳۹۰.** بررسی تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus*) زاگرس شمالی با استفاده از نشانگر ISSR. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کردستان. ۶۲ صفحه.
۲۰. **Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D. and Perrin, N., 2002.** Ecological niche factor Analysis: how to compute habitat – suitability maps without absencedata? Ecology. Vol. 83, No. 7, pp: 2027-2036.
۲۱. **Hirzel, A.H. and Arlettaz, R., 2003.** Modeling habitat suitability for complex species distributions by environmental distance geometric mean. Environmental management. Vol. 32, No. 5, pp: 614-632.
۲۲. **Hirzel, A., 2004.** Biomapper 3 user, s manual.
۲۳. **Master, F.M.; Ferreira, J.P. and Mira, A., 2007.** Modeling the distribution of the European Polecat *Mustela putorius* in a Mediterranean agricultural landscape. Revue d'Ecologie (Terre Vie). Vol. 62, pp: 35-47.
۲۴. **Mounir, R.A.; Jeannette, E.K.; Hassane, M. and Zuhari, S.A., 2014.** Ecology of the Persian Squirrel, *Sciurus anomalus*, in HorshEhden Nature Reserve, Lebanon. Vertebrate Zoology. Vol. 64, pp: 127-135.
۲۵. **Bruggeman, J.B., 2010.** Pilot study on factors affecting pika population in the north cascades ecosystem. Final report. Beartooth Wildlife Research, California Press, Berkeley, California, USA. 197 p.
۲۶. **Haleem, A.; Ilyas, O.; Syed, Z. and Arya, S.K., 2012.** Abundance and distribution of Royle's Pika (*Ochotona roylei*) along different altitudinal ranges of Kedarnath Wildlife Sanctuary, Uttarakhand Himalayas, India. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT). Vol. 1, No. 2, pp: 13-16.
۲۷. **Richardson, R.M., 2012.** Factors Influencing Pika Foraging Behavior in North Cascades National Park Service Complex, Washington. Division of Biological Sciences, University of Montana, Missoula, MT, 59812, USA. 139 p.
۲۸. **Velásquez-Tibatá, J.; Salaman, P. and Graham, C.H., 2012.** Effects of climate change on species distribution, community structure, and conservation of birds in protected areas in Colombia. Reg Environ Change. DOI10.1007/s10113-012-0329-y.

