زیستگاه‌های با مطلوبیت بالای دارکوب خالدار بزرگ (*Dendrocopos major*) اولویتی برای حفاظت جنگل‌های هیرکانی

- **سهراب مرادی***: گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگده علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران
- **صیاد شیخی‌ئیلانلو**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- **انوشه کفاش**: گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: آذر ١٣٩٥ تاریخ پذیرش: اسفند ١٣٩٥

چکیده

جنگل‌های هیرکانی به‌لحاظ تنوع بیولوژیکی غنی و به‌دلیل ایزوله شدن جغرافیایی و داشتن فون و فلور با ارزش بالا شناخته شده هستند. با این‌حال این جنگل‌ها به‌دلیل سطح گسترده‌ای از فعالیت‌های انسانی جزو اکوسیستم‌های در معرض تهدید ایران به‌شمار می‌روند. در مطالعه حاضر از دارکوب خالدار بزرگ به‌عنوان یک شاخص جهت تعیین لکه‌های با ارزش حفاظتی بالا استفاده شده است. برای این‌کار ابتدا نقاط حضور گونه از سراسر استان جمع‌آوری شد و سپس متغیرهای محیطی مؤثر بر توزیع گونه براساس منابع منتشر شده برای ساخت مدل مطلوبیت زیستگاه آن تهیه شد. مدل نهایی به‌دست آمده نشان داد که عمده زیستگاه‌های جنگلی مناسب برای حفاظت در نیمه شرقی استان گلستان قرار گرفته است. هم‌چنین دو متغیر شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) و ارتفاع از سطح دریا تأثیرگذارترین متغیرها برای ساخت مدل نهایی مطلوبیت زیستگاه شناخته شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در مطالعه، دو طبقه اول ارتفاعی جنگل‌های خزری و جامعه درختان بلوط به‌همراه مناطق با تاج پوشش متراکم برای حفاظت در اولویت شناخته شدند. بنابراین نیاز است با مدیریت جنگل به‌منظور ایجاد مناطق جنگلی با ویژگی‌های ذکر شده، باعث افزایش غنای زیستی در مناطق جنگلی شد که خود موجب پایداری جنگل‌ها از لحاظ بوم‌شناختی خواهد گردید.

کلمات کلیدی: زیستگاه، بوم‌شناسی، مکسنت، مطلوبیت زیستگاه

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: moradi_4@pnu.ac.ir

مقدمه

جنگل‌های هیرکانی واقع شده در شمال ایران، با چشم‌اندازهای خشک و نیمه‌خشکی که تمام مرکز و جنوب ایران را در برگرفته است، تفاوت بسیار دارد (Naqinezhad و همکاران، ۲۰۰۸؛ Siadati و همکاران، ۲۰۱۰). جنگل‌های هیرکانی از بازمانده‌های طبیعی جنگل‌های خزان کننده در جهان می‌باشند (Etemad، ۱۹۹۴؛ Siadati و همکاران، ۲۰۱۰). این جنگل‌ها به‌صورت نواری باریک و طولانی از پوشش گیاهی جنوب دریای خزر و شمال رشته کوه‌های البرز را در مساحتی بالغ بر ۱/۸۴ میلیون هکتار پوشانده‌است (Akhani و همکاران، ۲۰۱۰). جنگل‌های خزری به‌عنوان قدیمی‌ترین جنگل‌ها شناخته شده و مادر جنگل‌های اروپایی می‌باشند. این منطقه به‌عنوان پوشش گیاهی منحصر به فرد اروپایی- سیبریایی برای ایران توصیف می‌شود (Siadati و همکاران، ۲۰۱۰). جنگل‌های هیرکانی به‌لحاظ تنوع بیولوژیکی غنی (Akhani و همکاران، ۲۰۱۰) و به‌دلیل ایزوله شدن جغرافیایی و داشتن فون و فلور با ارزش بالا (Etemad، ۱۹۹۴) شناخته شده هستند. با این‌حال این جنگل‌ها از اکوسیستم‌های تهدید شده ایران می‌باشند. سطح گسترده‌ای از فعالیت‌هایی هم‌چون توسعه شهرنشینی، قطع بیش از حد درختان، توسعه زمین‌های کشاورزی، چرای بیش از حد دام، فعالیت‌های گردشگری و توسعه شبکه‌های جاده‌ای گسترده از جمله دلایل تهدید این اکوسیستم جنگلی می‌باشند (Siadati و همکاران، ۲۰۱۰؛ Akhani و همکاران، ۲۰۱۰) که مناطق دست نخورده و چشم‌اندازهای جنگلی را در این منطقه به خطر انداخته است. براساس برخی از تخمین‌ها، محدوده جنگل‌های خزری در ایران طی دهه‌های اخیر از ۳/۶ میلیون هکتار به ۱/۸ میلیون هکتار رسیده است (Anonymous، ۲۰۰۵).

تغییر چشم‌اندازها توسط بشر یک تهدید عمده برای تنوع زیستی به‌شمار می‌رود. گونه‌های جنگلی با تهدید دوگانه تشدید جنگل‌زدایی و فعالیت‌های مدیریتی برداشت چوب روبرو هستند (Fahrig، ۲۰۰۳؛ Foley و همکاران، ۲۰۰۵). دارکوب‌ها به‌ویژه به این تغییرات حساس می‌باشند، زیرا به گستره خانگی وسیع‌تر و درختان بزرگ و خشکه‌دارها برای لانه‌سازی و تغذیه نیازمند هستند (Angelstam و Mikusinski، ۱۹۹۴). در نتیجه تغییر در ساختار و پوشش جنگل باعث کاهش دارکوب‌ها در تمام زیستگاه‌های جنگلی خواهد شد (Conner و Rudolph، ۱۹۹۱؛ Roberge و همکاران، ۲۰۰۸؛ Lammertink و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به الزامات زیستگاهی، دارکوب‌ها می‌توانند منابع زیستگاهی خود را با بسیاری از دیگر پرندگان به‌صورت مشترک مورد استفاده قرار دهند. بنابراین این گونه‌ها به‌عنوان شاخص‌های بالقوه برای تنوع پرندگان جنگلی درنظر گرفته می‌شوند (Roberge و Angelstam، ۲۰۰۶).

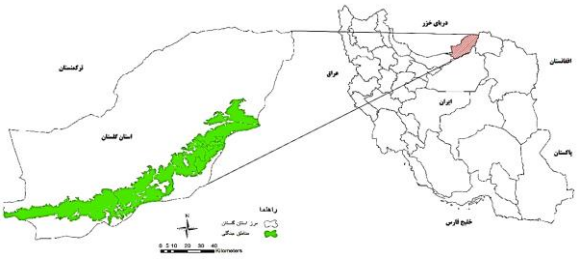
در میان مدیران جنگل، توجه به پرندگان آشیانه حفره‌ای به‌خصوص دارکوب‌ها افزایش چشمگیری یافته است. فعالیت‌های مدیریتی جنگل تأثیر بسیار معنی‌داری بر کلیه جوامع گونه‌های پرندگان و پستانداران دارد (Martin و Eadie، ۱۹۹۹). از این‌رو، افزایش آگاهی و دانش درباره بر هم کنش و وابستگی متقابل میان گونه‌های آشیانه حفره‌ای برای مدیریت مؤثر و نتیجه بخش پرندگان جنگلی، بسیار حیاتی و ضروری است. مطالعات مختلف انجام شده نیز نشان داده است که مدیریت جنگل با افزایش درختان با قدمت بالا و خشکه‌دارها می‌تواند موجب افزایش جمعیت گونه‌های مهم و شاخص جنگلی از جمله دارکوب‌ها گردد (Zarnowitz و Manuwal، ۱۹۸۵؛ Reed، ۱۹۹۰؛ Wilson و همکاران، ۱۹۹۵؛ Plentovich و همکاران، ۱۹۹۸؛ Soderstrom، ۲۰۰۸). بنابراین می‌توان گفت استفاده از گونه‌های شاخص جنگلی مانند دارکوب‌ها می‌تواند موجب تعیین لکه‌های با اولویت بالای حفاظتی برای مدیران جنگل شود که به نوبه خود حفاظت این لکه‌ها توسط مدیریت مناطق جنگلی می‌تواند باعث حفظ تنوع جامعه پرندگان و تنوع زیستی جنگل شود. دارکوب خالدار بزرگ از جمله ۶ گونه شاخص جنگل‌های پست در نظر گرفته می شود. این گونه در پلات‌های نمونه‌برداری می‌تواند یک پیش‌بینی مناسبی از غنای گونه‌ای کل جامعه پرندگان در ارتباط با زیستگاه‌های جنگلی را نشان دهد (Mikusinski و همکاران، ۲۰۰۱؛ Bogliani و همکاران، ۲۰۰۳). به‌صورت کلی دارکوب خالدار بزرگ می‌تواند سطح تغییرات انسانی در اکوسیستم‌های جنگلی را به‌خوبی نشان دهد.

توسعه مدل‌های ساخت توزیع گونه‌ها در دهه‌های گذشته این امکان را فراهم آورده که بتوان تنها با استفاده از نقاط حضور گونه‌ها و متغیرهای محیطی به شناسایی مهم‌ترین عوامل موثر بر حضور گونه‌ها پرداخت (Merow و همکاران، ۲۰۱۳) هم‌چنین با استفاده از این مدل‌ها می‌توان مناطق دارای مطلوبیت بالا برای زیست گونه‌ها را شناسایی نموده و در اولویت برنامه‌های حفاظتی قرار داد. در ایران این مدل‌ها با موفقیت برای مطالعه گروه‌های مختلف جانوری مانند پستانداران (عطایی و همکاران، ۱۳۹۱؛ خاکی و همکاران، ۱۳۹۲؛ بهداروند و همکاران، ۱۳۹۳؛ تک‌تهرانی و همکاران، ۱۳۹۴؛ مرادی و همکاران، ۱۳۹۵)، پرندگان (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ شیخی ئیلانلو و همکاران، ۱۳۹۵؛ پاک‌نیت و همکاران، ۱۳۹۵؛ Yousefi و همکاران، ۲۰۱۶)، مارها (Yousefi و همکاران، ۲۰۱۵؛ Rajabizadeh و همکاران، ۲۰۱۶)، سوسمارها (Kafash و همکاران، ۲۰۱۴؛ ۲۰۱۵؛ Kafash و همکاران، ۲۰۱۶؛ Kafash و Yousefi، ۲۰۱۷) و دوزیستان (تندوران زنگنه و همکاران، ۱۳۹۵) مورد استفاده قرار گرفته

است. هدف از مطالعه حاضر استفاده از گونه شاخص دارکوب خالدار بزرگ برای تعیین لکه‌های ارزشمند جنگلی در جنگل‌های استان گلستان می‌باشد. برای این منظور در مطالعه حاضر از مدل حداکثر آنتروپی که یکی از پرکاربردترین مدل‌های مورد استفاده بوم‌شناسان و زیست‌شناسان حفاظت است، استفاده‌شده است(Merow و همکاران، ۲۰۱۳). در این مطالعه هم‌چنین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر توزیع گونه در استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: استان گلستان با مساحتی بالغ بر ۲۰۳۲۸ کیلومتر مربع در جنوب‌شرقی دریای خزر واقع شده است و در حدود ۱/۳۳ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود. استان گلستان بین ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی واقع شده است. این استان به سه بخش جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی تقسیم شده‌و دارای تنوع آب و هوایی خشک، نیمه‌خشک، معتدل و کوهستانی است (جهانی و دلبری، ۱۳۸۸؛ مساعدی و همکاران، ۱۳۸۸؛ سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۸۹). نزدیک ۱۸ درصد از سطح این استان را جنگل‌ها پوشانده‌اند، اما چرای بی‌رویه دام‌ها، گسترش زمین‌های کشاورزی، برداشت بی‌رویه از جنگل، آتش‌سوزی و سیلاب‌هایی که در این چند ساله در استان رخ داده است، آسیب زیادی به جنگل‌های استان وارد کرده است. بلوط، ممرز، راش، توسکا، لرگ و انجیلی از گونه‌های درختی جنگل‌های استان هستند که محدوده پراکنش ارتفاعی آن‌ها از ۳۰۰ تا ۲۵۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا می‌باشد.



شکل ۱: موقعیت محدوده جغرافیایی و مناطق جنگلی استان گلستان

گونه مورد مطالعه: دارکوب خالدار بزرگ رایج‌ترین و شناخته شده‌ترین دارکوب است. اندازه بدن در حدود ۲۳ سانتی‌متر است (Peterson و همکاران، ۱۹۹۳). این گونه قلمروطلب، غیرمهاجر و ساکن مناطق جنگلی بالغ است و برای زادآوری و تغذیه به خشکه‌دارها وابسته است. زیستگاه مناسب این پرنده جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده و جنگل‌های سوزنی‌برگ است (منصوری، ۱۳۸۷). این دارکوب گستره‌خانه بزرگی دارد و از درختان مرده، یا زنده استفاده می‌کند (Zhen-biao، ۲۰۰۸). این گونه همه‌چیزخوار است و از حشرات، دانه‌های درخت و میوه‌های گوشتی تغذیه می‌کند (Mori، ۲۰۰۵). جفت‌گیری در فصل بهار (اردیبهشت) آغاز می‌شود و هر دو پرنده در ساختن آشیانه با یکدیگر همکاری می‌کنند. تعداد تخم‌ها ۴ تا ۷ عدد است و مدت زمان تفریخ ۱۵ تا ۱۶ روز است (Felix، ۲۰۰۰).

نقاط حضور: به‌منظور تهیه نقاط حضور گونه دارکوب خالدار بزرگ برای مدل‌سازی، ابتدا داده‌های حضور این گونه از بانک داده جهانی (The Global Biodiversity Information Facility:GBIF) در حوزه استان گلستان استخراج گردید. سپس داده‌های استخراج شده با داده‌های به‌دست آمده توسط کارشناسان محیط زیست و هم‌چنین داده‌های به‌دست آمده توسط محققین از لحاظ سیستم مختصات جغرافیایی یکسان‌سازی شد. داده‌های به‌دست آمده توسط محققین در این مطالعه، با انجام عملیات میدانی و جنگل‌گردشی در سطح منطقه و ثبت حضور گونه دارکوب خالدار بزرگ توسط دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) محقق شد. در این قسمت بخش‌های مختلف جنگلی در استان گلستان برای ثبت حضور دارکوب خالدار بزرگ مورد بازدید قرار گرفت.

متغیرهای محیطی مورد مطالعه: با توجه به مطالعات صورت گرفته و اطلاعات موجود در ارتباط با گونه دارکوب خالدار بزرگ، متغیرهای اقلیمی، توپوگرافی و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) به‌عنوان متغیرهای پیش‌بینی کننده در مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفتند. متغیرهای اقلیمی از بانک داده WorldClim تهیه شد (Hijmans و همکاران، ۲۰۰۵) و متغیرهای شیب و ارتفاع نیز از مدل رقومی ارتفاعی استان به‌دست آمد. با توجه به این‌که همبستگی بالایی بین متغیرهای محیطی وجود دارد، ابتدا همبستگی متغیرها در منطقه مورد مطالعه بررسی و سپس متغیرهایی که همبستگی بالایی (بیش از ۰/۷۵) داشتند، حذف شده و با متغیرهای باقی‌مانده مدل‌سازی انجام شد. برای سنجش میزان همبستگی بین متغیرهای محیطی از نرم‌افزار ENMTools استفاده شد (Warren و همکاران، ۲۰۱۰).

مدل‌سازی توزیع گونه: در این مطالعه به‌منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه دارکوب خالدار بزرگ از نرم‌افزار MaxEnt استفاده شد. Elith و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که یکی از بهترین روش‌ها در میان تعداد بسیار زیاد الگوریتم‌های موجود، مدل حداکثر آنتروپی است. هشتاد درصد از داده‌های حضور گونه جهت

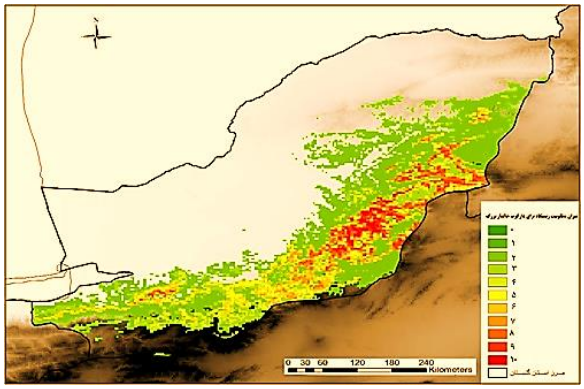
تهیه مدل (Model training) و بیست درصد باقی‌مانده به‌عنوان داده‌های مستقل برای آزمون مدل (Model testing) استفاده شدند. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از نرم‌افزار MaxEnt در محیط نرم‌افزاری ArcGIS انجام شد و با توجه به آستانه‌های مطلوبیت مدل حاصل به نقشه گسسته حضور/ عدم حضور یا مطلوب/ نامطلوب طبقه‌بندی شد.

جهت تعیین کارایی مدل ساخته شده توسط نرم‌افزار MaxEnt، سطح زیر منحنی (AUC) ناشی از منحنی عامل مشخصه دریافتی (ROC) محاسبه شد. که به‌عنوان بهترین معیار برای ارزیابی عملکرد مدل مورد استفاده قرار گرفته است (Elith و همکاران، ۲۰۰۶). سطح زیر نمودار این منحنی به‌عنوان معیاری از قدرت تشخیص نقاط حضور از نقاط عدم حضور است (Phillips و همکاران، ۲۰۰۴). هم‌چنین به‌منظور تعیین مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر توزیع گونه از شاخص جک‌نایف استفاده شد.

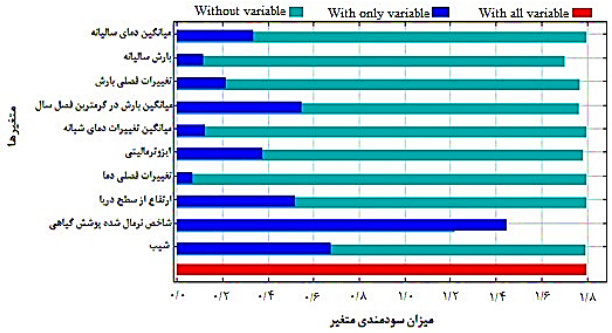
نتایج

نتایج حاصل از مدل‌سازی زیستگاه‌های مطلوب برای دارکوب خالدار بزرگ نشان داد که زیستگاه‌های عمده مطلوب برای این گونه در قسمت‌های شرقی جنگل‌های استان گلستان واقع شده است. هر چند لکه‌هایی از زیستگاه‌های مطلوب این گونه در بخش‌های غربی نیز به چشم می‌خورد، ولی عمده زیستگاه‌های جنگلی مطلوب برای این گونه در شرق استان واقع شده است (شکل ۲).

در این مطالعه برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه دارکوب خالدار بزرگ، ۱۰ متغیر پیش‌بینی‌کننده شامل دو متغیر توپوگرافیکی ارتفاع و شیب، متغیر شاخص نرمال شده پوشش گیاهی و ۷ متغیر اقلیمی شامل میانگین دمای سالیانه، میانگین تغییرات دمای شبانه، ایزوترمالیتی، تغییرات فصلی دما، بارش سالیانه، تغییرات فصلی بارش، میانگین بارش در گرم‌ترین فصل سال مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۳). نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل این متغیرها نشان داد که متغیر شاخص نرمال شده پوشش گیاهی بیش‌ترین تأثیر را در ساخت مدل نهایی مطلوبیت زیستگاهی گونه داشته است. هم‌چنین متغیرهای ارتفاع، شیب و میانگین بارش در گرم‌ترین فصل سال به‌ترتیب در ساخت مدل دارای اثر بیش‌تری نسبت به بقیه متغیرها بوده‌اند. کم‌ترین تأثیر نیز مربوط به متغیر میانگین تغییرات دمای شبانه و تغییرات فصلی دما بود. به‌صورت کلی نتایج نشان داد که متغیرهای توپوگرافیکی و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی بیش‌تر از متغیرهای اقلیمی تعیین محدوده‌های مطلوب برای زیست گونه مورد نظر در استان گلستان را تحت تأثیر قرار می‌دهند.



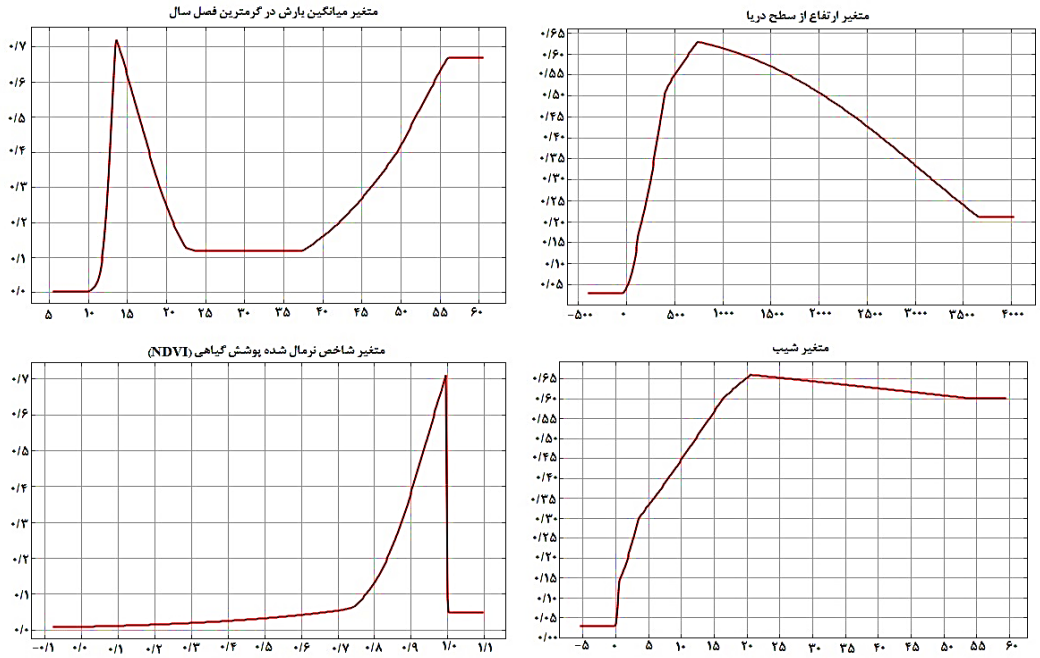
شکل ۲: نقشه مطلوبیت زیستگاهی طبقه‌بندی شده دارکوب خالدار بزرگ در استان گلستان



شکل ۳: اهمیت متغیرها براساس نتایج آزمون جک‌نایف

هم‌چنین در شکل ۴ می‌توان به دامنه تغییرات و میزان تأثیرگذاری چهار متغیر مهم در ساخت مدل اشاره نمود. در متغیر میانگین بارش در گرم‌ترین فصل سال روند افزایش، کاهش و افزایش دوباره وجود دارد که در ابتدا میزان مطلوبیت با شیب تندی از دمای ۱۰ درجه افزایش یافته و در دمای ۱۴ درجه به حد نهایی مطلوبیت خود رسیده است، سپس با همان شیب میزان مطلوبیت تا دمایی ۲۲ درجه کاهش یافته و این مطلوبیت تا دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به حالت ایستا باقی مانده و دوباره این مطلوبیت در بازه دمایی ۳۷ تا ۵۶ درجه سانتی‌گراد روند صعودی داشته است. متغیر ارتفاع و شیب هر دو ابتدا با شیب تندی افزایش یافته و سپس با شیب ملایم‌تری کاهش می‌یابند و اوج مطلوبیت در هر دو در قسمت‌های میانی رو به پایین می‌باشد. در متغیر ارتفاع میزان ارتفاع ۷۰۰ متر از سطح دریا مطلوب‌ترین ارزش عددی ارتفاعی برای گونه دارکوب تشخیص داده شده است. در متغیر شیب نیز مطلوب‌ترین میزان ارزش عددی برای حضور گونه دارکوب خالدار بزرگ ۲۰ درجه تشخیص داده شده است. برای شاخص NDVI نیز با افزایش ارزش عددی میزان مطلوبیت افزایش می‌یابد که این افزایش از میزان ارزش عددی ۰/۷۵

تا ۱ قابل توجه می‌باشد. در واقع این محدوده ارزش عددی نشان دهنده جنگل‌های متراکم می‌باشد که مطلوب‌ترین مناطق برای حضور این گونه تشخیص داده می‌شوند.



شکل ۴: نمودارهای پاسخ دارکوب خالدار بزرگ به متغیرهای مختلف زیستی و غیر زیستی در استان گلستان

بحث

مطالعه حاضر با هدف تعیین لکه‌های ارزشمند حفاظتی برای جامعه پرندگان در جنگل‌های استان گلستان با استفاده از گونه شاخص دارکوب خالدار بزرگ صورت گرفت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از نقشه طبقه‌بندی شده مطلوبیت زیستگاهی برای دارکوب خالدار بزرگ مشاهده شد که جنگل‌های شرق استان گلستان دارای اهمیت حفاظتی بالاتری نسبت به نیمه غربی استان بودند. با توجه به این‌که متغیرهای بالقوه‌ای چون پستی و بلندی و آب و هوا از یک‌سو و پوشش گیاهی از سوی دیگر منابع مهمی برای پیش‌بینی الگوی توزیع پرندگان هستند(Seoane و همکاران، ۲۰۰۴)،تجزیه‌و تحلیل‌های انجام شده برای بررسی پاسخ این گونه به متغیرهای ذکرشده نشان داد که متغیرها پاسخ‌های متفاوتی را در تعیین مدل نهایی مطلوبیت زیستگاه دارکوب خالدار بزرگ داشته‌اند.

پرندگان آشیانه حفره‌ای از مهم‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده جوامع پرندگان بسیاری از جنگل‌ها محسوب می‌شوند (Martin و Eadie، ۱۹۹۹). در این میان عملکرد دارکوب‌ها به‌عنوان گونه‌های شاخص یا چتر برای بسیاری از جانوران در بیش‌تر اکوسیستم‌های خشکی (Michalek و Miettinen، ۲۰۰۳) و شاخص محدودکننده تنوع زیستی جنگل می‌باشد (Mikusinski و همکاران، ۲۰۰۱). با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که مناطق جنگلی در شرق استان گلستان به‌مراتب دارای تنوع گونه‌ای پرنده بالاتری نسبت به بخش‌های جنگلی واقع در غرب استان می‌باشد. هم‌چنین وجود مناطق حفاظت شده‌ای مانند منطقه جهان‌نما و چلچلی با توجه به فعالیت‌های حفاظتی در دست انجام، این مناطق می‌توانند در تحقق این امر تأثیرگذار بوده باشند.

شاخص NDVI بر پایه این حقیقت که کلروفیل موجود در ساختار گیاهان قادر است نور قرمز را جذب و لایه مزوفیل برگ نور مادون قرمز نزدیک را منعکس سازد، استوار است (Adamchuk و همکاران، ۲۰۰۴؛ Pettorelli و همکاران، ۲۰۰۵). بر روی این شاخص فاکتورهای زیادی نظیر ساختار گیاهی، اثرات متقابل با تاج پوشش گیاهی، ارتفاع گیاه، ترکیب گونه‌ای، سلامتی و شادابی گیاه، ویژگی‌های برگ و تنش گیاه، توپوگرافی و ارتفاع مؤثر می‌باشند (Pettorelli و همکاران، ۲۰۰۵). در مطالعه حاضر نیز شاخص NDVI مهم‌ترین شاخص تعیین شده برای تعیین محدوده‌های مطلوب برای دارکوب خالدار بزرگ بود. به‌طوری‌که محدوده ارزش عددی ۰/۷۵ تا ۱+ مطلوبیت برای حضور گونه دارکوب خالدار بزرگ با شیب تندی

افزایش نشان داده است. از این‌رو به‌نظر می‌رسد این گونه ارتباط شدیدی را با وضعیت پوشش گیاهی زیستگاه‌های انتخاب شده نشان می‌دهد(Hadersen، ۲۰۰۴). ارتباط بین متغیرهای زیستگاهی پوشش گیاهی و جامعه پرندگان در مطالعات مختلف نشان داده شده است (پاک‌نیت و همکاران، ۱۳۹۵؛ Mahmoudi و همکاران، ۲۰۱۵). هم‌چنین دارکوب‌ها مناطق با تاج پوشش انبوه و پوشش گیاهی متنوع را که نشان دهنده ارزش عددی NDVI بالا هستند را برای لانه‌سازی، بیتوته و گریز از پرندگان شکاری ترجیح می‌دهند (Del Hoyo و همکاران، ۲۰۰۲؛ Gorman، ۲۰۰۴). از طرفی دارکوب‌ها حرکت در زیر پوشش درختان را برای به‌حداقل رساندن برخورد با پرندگان شکارچی را ترجیح داده و مناطق با پوشش گیاهی متراکم برای این گونه محیطی امن‌تر به‌شمار می‌رود (Gorman، ۲۰۰۴).

در این مطالعه متغیر تأثیرگذار مهم دیگر نیز در تعیین مدل مطلوب نهایی دارکوب خالدار بزرگ ارتفاع از سطح دریا می‌باشد. همان‌گونه که در شکل ۴ نشان داده شده است مطلوبیت این گونه از ارتفاع نزدیک به صفر شروع به افزایش داشته و در محدوده ارتفاعی ۷۰۰ تا ۸۰۰ متر به اوج مطلوبیت خود می‌رسد. سپس با شیب ملایمی این مطلوبیت با افزایش ارتفاع بیش‌تر کاهش می‌یابد. پروفسور تریگو بوف جوامع جنگلی موجود در جنگل‌های خزری را به چهار طبقه ارتفاعی تقسیم‌بندی می‌نماید که در دو طبقه ارتفاعی اول و به‌خصوص در طبقه دوم درختان بلوط از عناصر اصلی این جوامع جنگلی محسوب می‌شوند (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). هم‌چنین مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که حضور گونه‌های دارکوب و به‌خصوص دارکوب خالدار بزرگ به وجود درختان بلوط وابستگی بالایی دارد (Pasinelli، ۲۰۰۰؛ Michalek و Miettinen، ۲۰۰۳). در نتیجه می‌توان بیان کرد که وجود درختان بلوط تا ارتفاع ۷۰۰ تا ۸۰۰ متری می‌تواند به‌عنوان یکی از دلایل مهم حضور این گونه در این طبقه از مناطق جنگلی باشد.

متغیرهای‌اقلیمی به‌کار رفته برای پیش‌بینی مدل در این مطالعه تأثیر قابل توجهی در ساخت مدل نشان ندادند. در واقع برخلاف فرضیه تحقیق مبنی بر توانایی متغیرهای اقلیمی برای پیش‌بینی ساخت مدل، این متغیرها تأثیر کمی در ساخت مدل نهایی داشتند. می‌توان نتیجه گرفت که مدل مطلوبیت زیستگاهی دارکوب خالدار بزرگ به‌عنوان یک گونه شاخص آن‌چنان تحت تأثیر متغیرهای اقلیمی نمی‌باشد لکن پاسخ خوبی به شاخص پوشش گیاهی و متغیرهای توپوگرافیکی (ارتفاع از سطح دریا و شیب) نشان داد.

همان‌گونه که بیان شد دارکوب خالدار بزرگ از گونه‌های شاخص پرندگان جنگلی می‌باشد که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. مدل به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل نقاط حضور گونه توانست یک الگوی مناسبی را برای مدیریت جنگل در راستای حفاظت از جامعه پرندگان و مناطق باارزش بوم‌شناختی جنگلی در استان گلستان ارائه نماید. در ابتدا و در مقیاس کلان نیمه شرقی استان جهت تمرکز مدیریت سازمان‌های جنگل و مرتع و هم‌چنین سازمان حفاظت محیط زیست جهت توسعه مناطق حفاظت شده پیشنهاد می‌گردد. بخش دوم که می‌تواند به انتخاب‌های لکه‌های محلی در نیمه شرقی استان کمک شایانی نماید، مربوط به متغیرهای تأثیرگذاری مانند شاخص پوشش گیاهی و ارتفاع از سطح دریا می‌باشد. در واقع انتخاب مناطقی با جوامع درختی بلوط به همراه درختان بزرگ، با قدمت بالا به همراه خشکه‌دارها و هم‌چنین مناطق با ساختار متنوع و پیچیده پوشش گیاهی می‌تواند بهترین انتخاب جهت مدیریت محلی لکه‌های جنگلی باشد. هم‌چنین مدیریت مناسب می‌تواند با افزایش ویژگی‌های زیستگاهی ذکر شده برای حضور دارکوب‌ها و به‌ویژه دارکوب خالدار بزرگ مناطق مستعد را به مناطق مطلوب تبدیل نماید.

با وجود توسعه روزافزون مدل‌های ساخت توزیع گونه‌ها، این مدل‌ها در مطالعه پرندگان ایران کم‌تر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اما همان‌طورکه در مطالعه حاضر نشان داده شد از مدل‌های ساخت توزیع گونه‌ها می‌توان برای اهداف مختلف حفاظتی استفاده کرد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده پرندگان ایران از این قبیل مدل‌های توزیع گونه‌ای برای مطالعه مطلوبیت زیستگاه و شناخت نیازهای زیستگاهی پرندگان ایران مخصوصاً برای پرندگان در خطر تهدید و در خطر انقراض و کمیاب استفاده شود. بدیهی است استفاده از این توانمندی‌های مدل‌سازی بینشی در مقیاس کلان می‌تواند ایجاد نماید که در طرح‌ریزی‌های حفاظتی و مرزبندی شبکه حفاظتی در کشور بسیار می‌تواند مفید واقع گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله از طرح پژوهشی مصوب دانشگاه پیام نور استان کرمانشاه در قالب قرارداد طرح پژوهانه با شماره ۸۴۷/س.ک مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۰۳ مستخرج شده است و لذا از معاونت پژوهشی دانشگاه پیام نور کرمانشاه که هزینه‌های این تحقیق را برعهده گرفتند، سپاس و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **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 مدل‌سازیMAXENT. مجله محیط زیست طبیعی. دوره ۶۷، شماره ۳، صفحات ۲۴۵ تا ۲۵۲.

۲. **پاک‌نیت، د.؛ همامی، م.ر.؛ ملکی، س. و توحیدی، م.، ۱۳۹۵.** تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش زیستگاه‌های مطلوب جمعیت‌های زمستان گذران هوبره آسیایی در فلات مرکزی ایران. مجله بوم شناسی کاربردی. جلد ۱۷، شماره ۵، صفحات ۷۷ تا ۸۸.

۳. **تک‌تهرانی، ع.؛ شمس‌اسفندآباد، ب.؛ کرمی، م. و فرهادی‌نیا، م.ص.، ۱۳۹۴.** مدل سازی مطلوبیت زیستگاه شاه روباه (*Vulpes cana*) مبتنی بر فناوری دوربین‌های تله ای در ایران. مجله محیط زیست جانوری. دوره ۷، شماره ۳، صفحات ۳۹ تا ۴۶.

۴. **تندوران‌زنگنه، م.؛ فاخران‌اصفهانی، س.؛ پورمنافی، س. و سن، ج.، ۱۳۹۵.** ارزیابی مطلوبیت زیستگاه و وضعیت حفاظتی گونه به شدت در خطر انقراض سمندر لرستانی (*Neurergus kaiseri*) در استان‌های لرستان و خوزستان. مجله بوم شناسی کاربردی. جلد ۵، شماره ۱۷، صفحات ۱۱ تا ۲۴.

۵. **جهانی، س. و دلبری، م.، ۱۳۸۸.** ارزیابی و برآورد بیش‌ترین بارش ۲۴ساعته در استان گلستان. مجله مهندسی آب. دوره۲، شماره ۱، صفحات ۱۳ تا ۲۲.

۶. **حسین‌زاده، م.م.؛ اسماعیلی، ر.؛ نوحه‌گر، ا. و ثقفی، م.، ۱۳۸۸.** بررسی تغییرات پوشش جنگلی در دامنه‌های شمالی البرز (مطالعه موردی: حدفاصل دره هراز و دره چالوس، شهرستان‌های چالوس، نوشهر، نور و آمل). مجله علوم محیطی. دوره ۷، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۲۰.

۷. **خاکی، س.؛ علیزاده‌شعبانی، ا.؛ کابلی، م.؛ نوری، ز. و قدیریان، ط.، ۱۳۹۲.** مدل‌سازی زیستگاه پایکای افغانی (*Ochotona rufescens*) در ایران با تکیه بر پارامترهای اقلیمی. مجله محیط زیست طبیعی. دوره ۶۶، شماره ۲، صفحات ۱۶۹ تا ۱۸۰.

۸. **سلمان‌ماهینی، ع.؛ رشیدی، پ.؛ مخدوم، م.؛ علیزاده، ا.؛ میکائیلی‌تبریزی، ع. و وارسته‌مرادی، ح.، ۱۳۸۹.** انتخاب سیستماتیک لکه‌های حفاظتی استان گلستان با استفاده از روش نظام ارزیابی و اولویت‌بندی حفاظت (CAPS). مجله پژوهش‌های محیط‌زیست. دوره ۱، شماره ۱، صفحات ۱ تا ۱۲.

۹. **شیخی‌ئیلانلو، ص.؛ معین‌الدینی، م.؛ قلی‌پور، م.؛ شیخی، ع. و کراچی، ه.، ۱۳۹۵.** ارزیابی زیستگاه کوکر شکم سیاه (*Pterocles orientalis*) با روش آنتروپی بیشینه در پناهگاه حیات وحش شیر احمد سبزوار. محیط زیست طبیعی. دوره ۶۷، شماره ۱، صفحات ۲۳۱ تا ۲۴۵.

۱۰. **عطایی، ف.؛ کرمی، م. و کابلی، م.، ۱۳۹۱.** مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه تابستانه خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos syriocus*) در منطقه حفاظت شده البرز جنوبی. مجله محیط زیست طبیعی. دوره ۶۵، شماره ۲، صفحات ۲۳۵ تا ۲۴۵.

۱۱. **مرادی، س.؛ محمودی، ص. و شیخی‌ئیلانلو، ص.، ۱۳۹۵.** زیستگاه‌های جنگلی مناسب برای حفاظت از سنجاب ایرانی (*Sciurus anomalus pallescens*) در غرب استان کرمانشاه. مجله محیط زیست جانوری. دوره ۸، شماره، ۲، صفحات ۳۳ تا ۴۰.

۱۲. **مساعدی، ا.؛ مرعشی، م. و کواکبی، غ.، ۱۳۸۸.** بررسی مقایسه‌ای خشکسالی در مناطق پرباران و کم باران) مطالعه موردی: استان گلستان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. دوره ۱۶، شماره ۱، صفحات ۲۷۷ تا ۲۹۲.

۱۳. **منصوری، ج.، ۱۳۸۷.** راهنمای پرندگان ایران. انتشارات فرزانه. ۵۱۳ صفحه.

۱۴. **میرزایی، ر.؛ همامی، م.ر.؛ اسماعیلی‌ساری، ع. و رضایی، ح.ر.، ۱۳۹۲.** مدل‌سازی پراکنش دلیجه کوچک (*Falco naumanni*) در استان گلستان. مجله پژوهش‌های محیط زیست. سال ۴، شماره ۸، صفحات ۱۴۹ تا ۱۵۶.

۱۵. **Adamchuk, V.; Perk, R. and Schepers. J., 2004.** Application of remote sensing in site - specific management. Institute of agriculture and natural resources. University of Nebraska Cooperative Extension Precision Agriculture EC. pp: 04-702.

۱۶. **Akhani, H.; djamali, M.; Ghorbanalizadeh, A. and Ramezani, E., 2010.** Plant biodiversity of hyrcanian relict forests, N Iran: an overview of the flora, vegetation, paleoecology and conservation, Pakistan Journal of Botany Impact & Description., Special Issue (S.I. Ali Festschrift). Vol. 42, pp: 231-258.

۱۷. **Angelstam, P. and Mikusinski, G., 1994.** oodpecker assemblages in natural and managed boreal and hemi boreal forest, a review. Annales Zoologici Fennici. Vol. 31, pp: 157-172.

۱۸. **Anonymous., 2005.** Current Status of Biodiversity Conservation and Sustainable Development in the Islamic Republic of Iran, In: National CBD Reports, I.R. Iran.

۱۹. **Bogliani, G.; Bontardelli, L.; Giordano, V.; Lazzarini, M. and Rubolini, D., 2003**. Biodiversità animale degli ambienti terrestri nei Parchi del Ticino. Consorzio Parco Lombardo della Valle del Ticino. IL Guado, Corbetta,176 p.

۲۰. **Conner, R.N. and Rudolph, D.C., 1991.** Forest habitat loss, fragmentation, and red cockaded woodpecker populations. Wilson Bulletin. Vol. 103, pp: 446-457.

۲۱. **Del Hoyo, J.; Elliott, A. and Sargatal, J., 2002.** Handbook of the Birds of the World. Vol. 7. Jacamars to Woodpeckers. Lynx Editions, Barcelona ISBN 84-87334-37-7. 613 p.

۲۲. **Elith, J.; Graham, C.H.; Anderson, R.P.; Dudik, M.; Ferrier, S. and Guisan, A., 2006.** Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. Ecography. Vol. 29, pp: 129-151.

۲۳. **Etemad, V., 1994.** Estimating of quantity and quality of conclusion forestry project. M.Sc. Thesis, University of Tehran, Tehran.

۲۴. **Fahrig, L., 2003.** Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics. Vol. 34, pp: 487-515.

۲۵. **Felix, J., 2000.** Birds of Great Britan and Europe. Caxton Publishing Group. 320 p.

۲۶. **Foley, J.A.; DeFries, R.; Asner, G.P.; Barford, C.; Bonan, G.; et al. 2005.** Global Consequences of Land Use. Science. Vol. 309, pp: 570-574.

۲۷. **Gorman, G., 2004.** Woodpeckers of Europe. A study of the European Picidae. Published by Bruce Coleman ISBN 1-872842-05-4. 192 p.

۲۸. **Hardersen, S.; Cerretti, S.; Hardersen, F.; Mason, G. and Nardi, M., 2004.** Habitat usage of woodpeckers and nuthatch. Ricerche naturalistiche a Boscodella Fontana-Quaderni Conservazione Habitat. Vol. 3, pp: 49-59.

۲۹. **Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G. and Jarvis, A., 2005.** Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology. Vol. 25, pp: 1965-1978.

۳۰. **Kafash, A.; Kaboli, M. and Kohler, G., 2014.** Predicting the impacts of climate change on the Mesopotamian Spiny-tailed Lizard (*Saara loricata*): Using maximum entropy algorithm and Bioclim. Journal of Animal Biology. Vol. 1, pp: 75-82.

۳۱. **Kafash, A.; Kaboli, M. and Kohler, G., 2015**. Comparison effect of future climatic change on the desert and mountain dwelling reptiles in Iran (*Paralaudakia caucasia* and *Saara loricata*). Journal of Animal Environment. Vol. 3, pp: 103-108.

۳۲. **Kafash, A.; Kaboli, M.; Kohler, G.; Yousefi, M. and Asadi A., 2016.** Ensemble distribution modeling of the Mesopotamian spiny-tailed lizard (*Saara loricata*) in Iran, An insight into the impact of climate change. Turkish Journal of Zoology. Vol. 40, pp: 262-271.

۳۳. **Kafash, A. and Yousefi, M., 2017.** Negative impacts of the future climate change on mountain dweller lacertid lizards in Iran. Journal of Natural environment (Accepted).

۳۴. **Lammertink, M.; Prawiradilaga, D.M.; Setiorini, U.; Naing, T.Z. and Duckworth, J.W., 2009.** Global population decline of the Great Slaty Woodpecker (*Mulleripicus pulverulentus*). Biological Conservation. Vol. 142, pp: 166-179.

۳۵. **Mahmoudi, S.; Sheykhi Ilanloo, S.; Keyvanloo Shahrestanaki, A.; Valizadegan, N. and Yousefi, M., 2015.** Effect of human-induced forest edges on the understory bird community in Hyrcanian forests in Iran: Implication for conservation and management. Forest Ecology and Management. Vol. 382, pp: 120-128.

۳۶. **Martin, K. and Eadie, J.M., 1999.** Nest webs: a community-wide approach to the management and conservation of cavity nesting forest birds. Forest Ecology and Management. Vol. 115, pp: 243-257.

۳۷. **Merow, C.; Smith, M. J. and Silander, J.A., 2013.** A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. Ecography. Vol. 36, pp: 1058-1069.

۳۸. **Michalek, K.G. and Miettinen, J., 2003.** *Dendrocopos major* Great Spotted Woodpecker. BWP Update. Oxford Univ. Press. Vol. 5, No. 2, pp: 101-184.

۳۹. **Mikusinski, G.; Gromadzki, M., and Chylarecki, P., 2001.** Woodpeckers as indicator of forest bird diversity. Conservation Biology. Vol. 15, pp: 208-217.

۴۰. **Mori, S., 2005.** Foraging habitat use by the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* in a fragmented forest landscape. Ornithological Science. Vol. 4, pp: 179-182.

۴۱. **Naqinezhad, A.; Hamzehee, B., and Attar, F., 2008.** Vegetation-environment relationships in the alder wood communities of Caspian lowlands, N. Iran (toward an ecological classification). Flora. Vol. 203, No. 7, pp: 567-577.

۴۲. **Pasinelli, G., 2000.** Oaks (*Quercus* sp.) and only oaks? Relations between habitat structure and home range size of the middle spotted woodpecker (*Dendrocopos medius*). Biological Conservation. Vol. 93, pp: 227-235.

۴۳. **Peterson, R.T.; Mountfort. G. and Hollom, P., 1993.** Birds of Britain and Europe. Houghton Mifflin Company. 280 p.

۴۴. **Pettorelli, N.; Vik, O.; Mysterud, A.; Gaillard, J.M.; Tucker, C.J. and Stenseth, N.C., 2005.** Using the satellite derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Trends in ecology and evolution. Vol. 20, pp: 503-510.

۴۵. **Phillips, J.S.; Dudik, M., and Schapire, E., 2004.** A maximum entropy approach to species distribution modeling. First International Conference of Machin Learning. pp: 655-662.

۴۶. **Plentovich, S.; Tucker, J.J.W. and Holler, N.R., 1998.** Enhancing Bachman's Sparrow habitat via management of Red-cockaded Woodpeckers. The Journal of Wildlife Management. Vol. 62, No. 1, pp: 347-354.

۴۷. **Rajabizadeh, M.; Nagy, Z.T.; Adriaens, D.; Avci, A.; Masroor, R.; Schmidtler, J.; Nazarov, R.; Esmaeili, H. R. and Christiaens J., 2016.** Alpine Himalayan orogeny drove correlated morphological, molecular, and ecological diversification in the Persian dwarf snake (Squamata: Serpentes: Eirenis persicus). Zoological Journal of the Linnean Society. Vol. 176, pp: 878-913.

۴۸. **Reed, J.M., 1990.** The dynamics of Red-cockaded Woodpecker rarity and conservation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Wildlife Ecology, Uppsala Report 17. 1st International Woodpecker Symposium. Uppsala. pp: 37-56.

۴۹. **Roberge, J.M. and Angelstam, P., 2006.** Indicator species among resident forest birds -A cross-regional evaluation in northern Europe. Biological Conservation. Vol. 130, pp: 134-147.

۵۰. **Roberge, J.M.; Angelstam, P. and Villard, M.A., 2008.** Specialised woodpeckers and naturalness in hemiboreal forests Deriving quantitative targets for conservation planning. Biological Conservation. Vol. 141, pp: 997-1012.

۵۱. **Seoane, J.; Bustamante, J. and Diaz-Delgado, R., 2004.** Competing roles for landscape, vegetation, topography and climate in predictive models of bird distribution. Ecological Modelling. Vol. 171, pp: 209-222.

۵۲. **Siadati, S.; Moradi, H.; Attar, F.; Etemad, V.; Hamzehee, B. and Naqinezhad, A., 2010.** Botanical diversity of Hyrcanian forests; a case study of transect in the Kheyrud protected lowland mountain forests in northern Iran. Phytotaxa. Vol. 7, pp: 1-18.

۵۳. **Soderstrom, B., 2008.** Effects of different levels of green and dead tree retention on hemiboreal forest bird communities in Sweden. Ecology and Management. Vol. 257, No. 1, pp: 215-222.

۵۴. **Warren, D.L.; Glor, R.E. and Turelli, M., 2010.** ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. Ecography. Vol. 33, pp: 607-611.

۵۵. **Wilson, C.W.; Masters, R.E. and Bukenhofer, G.A., 1995.** Breeding bird response to pine-grassland restoration for Red-cockaded Woodpeckers. Journal of Wildlife Management. Vol. 59, No. 1, pp: 56-67.

۵۶. **Yousefi, M.; Ahmadi, M.; Nourani, E.; Behrooz, R.; Rajabizadeh, M.; Geniez, P. and Kaboli, M., 2015.** Upward Altitudinal Shifts in Habitat Suitability of Mountain Vipers since the Last Glacial Maximum. PLoS ONE. e0138087. Doi: 10.1371/journal.pone.0138087. Vol. 10, pp: 9.

۵۷. **Yousefi, M.; Ahmadi, M.; Nourani, E.; Rezaei, A.; Kafash, A.; Khani, A.; Sehhatisabet, ME.; Adibi, M.A.; Goudarzi, F. and Kaboli, M., 2016.** Habitat suitability and impacts of climate change on the distribution of wintering population of Asian Houbara Bustard (*Chlamydotis macqueenii*) in Iran. Bird conservation International, pp: 1-11. Doi: 10.1017/S0959270916000381.

۵۸. **Zarnowitz, J.E. and Manuwal, D.A., 1985.** The effects of forest management on cavity-nesting birds in Northwestern Washington. Journal of Wildlife Management. Vol. 49, No. 1, pp: 255-263.

۵۹. **Zhen- biao, J.; Tao, W.; Jun- bao, W.; Jia- fu, H.; You qing, L.; Lin- ju, F. and Lin- sheng, L., 2008.** Seasonal diet of the Great Spotted Woodpecker (*Picoides major*) in shelter wood plantations of Wulate Qianqi County Inner Mongolia. Forestry Studies in China. Vol. 10, pp: 119 - 124.