



## Original Research Paper

## Protecting the forest habitats of Golestan province by determining the high suitability of the green woodpecker (*Picus viridis*) habitat

Sohrab Moradi <sup>1\*</sup>, Sayyad Sheykhi ilanloo <sup>2</sup>, Anooshe Kafash <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural and Natural Resources Development, Faculty of Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

### Key Words

Hyrceanian forests  
Maximum Entropy  
MaxEnt  
Habitat suitability  
Green Woodpecker  
*Picus viridis*

### Abstract

**Introduction:** Hyrcanian forests are known for their rich biological diversity and valuable fauna and flora, are among threatened ecosystems due to the wide level of human activities. Woodpeckers are also considered as the indicator of the biodiversity of forest birds and they need a large home range and thick trees and snags or nesting and feeding. Changes in forest structure and canopy will reduce woodpeckers in all forest habitats. Therefore, aim of this study is modeling the habitat suitability of the indicator species of Green Woodpecker to determine the valuable forest conservation patches in the forests of Golestan province.

**Materials & Methods:** For this, the green woodpecker presence points extracted from the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) database were combined with the data obtained from field observations throughout the study area, and then the environmental variables affecting the distribution of the species based on published sources for the construction of its habitat suitability model including climatic variables, topography (slope and altitude) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) were determined as predictive variables in the modeling. In order to model habitat suitability, the Maximum Entropy model was used in MaxEnt software, and the data analysis of MaxEnt software was done in ArcGIS. The Jackknife index was used to evaluate the importance of variables in the preparation of the model and to determine the most important variables affecting species distribution, and the efficiency of the model was evaluated by calculating the Area Under Curve (AUC).

**Results:** The Area Under Curve for the training data (AUC= 0.948) showed that the efficiency and predictive power of the Maximum Entropy model for determining the optimal habitat areas of the Green Woodpecker species is at very excellent level. The model, finally obtained, also showed that the majority of forest habitats suitable for protection are located in the central and eastern parts of the forests of Golestan province. Based on the Jackknife index, NDVI, Slope, Isothermality and Seasonal Changes of Precipitation were identified as the most influential variables for building the final habitat suitability model.

**Conclusion:** Referring to the results, flat to moderate slope areas of Hyrcanian forests and oak tree communities along with areas with dense canopy were recognized as priority for conservation. It is, therefore, necessary and inevitable to ecologically enrich the forests through forest proper management and make them more sustainable ecologically.

\* Corresponding Author's email: [moradi\\_4@pnu.ac.ir](mailto:moradi_4@pnu.ac.ir)

Received: 3 January 2023; Reviewed: 4 February 2023; Revised: 3 April 2023; Accepted: 9 May 2023

(DOI):10.70102/AEJ.2025.16.1.5

## مقاله پژوهشی

## حفاظت از زیستگاه‌های جنگلی استان گلستان با تعیین مطلوبیت زیستگاهی بالای دارکوب سبز (*Picus viridis*)

سهراب مرادی<sup>۱\*</sup>، صیاد شیخی‌نیلانو<sup>۲</sup>، انوشه کفایش<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه توسعه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

## چکیده

## کلمات کلیدی

**مقدمه:** جنگل‌های هیرکانی به لحاظ تنوع بیولوژیکی غنی و داشتن فون و فلور باارزش بالا شناخته شده هستند و به دلیل سطح گسترده‌ای از فعالیت‌های انسانی، جزو اکوسیستم‌های در معرض تهدید به‌شمار می‌روند. دارکوب‌ها نیز شاخص تنوع‌زیستی پرندگان جنگل هستند و به گستره خانگی وسیع و درختان قطور و خشک‌دارها برای لانه‌سازی و تغذیه نیاز دارند. تغییر در ساختار و پوشش جنگل باعث کاهش تعداد دارکوب‌ها در تمام زیستگاه‌های جنگلی خواهد شد. لذا مطالعه حاضر با هدف مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاهی گونه شاخص دارکوب سبز برای تعیین لکه‌های ارزشمند حفاظتی جنگلی در جنگل‌های استان گلستان صورت گرفته است.

**مواد و روش‌ها:** برای این کار نقاط حضور گونه دارکوب سبز مستخرج از بانک داده تسهیلات اطلاعات تنوع زیستی جهانی (GBIF) با داده‌های به‌دست آمده از بازدیدهای میدانی در سراسر منطقه مورد مطالعه تلفیق شد و سپس متغیرهای محیطی مؤثر بر توزیع گونه براساس منابع منتشر شده برای ساخت مدل مطلوبیت زیستگاه آن شامل متغیرهای اقلیمی، توپوگرافی (شیب و ارتفاع) و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) به‌عنوان متغیرهای پیش‌بینی‌کننده در مدل‌سازی تعیین گردید. به‌منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه از مدل حداکثر آنتروپی در نرم‌افزار MaxEnt استفاده شد. آزمون جک‌نایف برای ارزیابی اهمیت متغیرها در ساخت مدل و تعیین مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر توزیع گونه استفاده شد و کارایی مدل با محاسبه سطح زیر منحنی (AUC) مورد ارزیابی قرار گرفت.

**نتایج:** سطح زیر منحنی برای داده‌های آموزش (AUC=۰/۹۴۸) نشان داد که کارایی و قدرت پیش‌بینی مدل حداکثر آنتروپی برای تعیین مناطق مطلوب زیستگاهی گونه دارکوب سبز در سطح بسیار عالی قرار دارد. مدل نهایی به‌دست آمده نیز نشان داد که عمده زیستگاه‌های جنگلی مناسب برای حفاظت در قسمت‌های مرکزی و شرقی جنگل‌های استان گلستان قرار گرفته است. براساس آزمون جک‌نایف متغیرهای شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI)، شیب، هم‌دمایی و تغییرات فصلی بارش به‌ترتیب تأثیرگذارترین متغیرها برای مطلوبیت زیستگاه گونه شناخته شدند.

**بحث و نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به‌دست آمده در مطالعه، مناطق هموار تا شیب متوسط 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.

\* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: moradi\_4@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴ دی ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۵ بهمن ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱۴ فروردین ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۹ اردیبهشت ۱۴۰۲

(DOI): 10.70102/AEJ.2025.16.1.5

## مقدمه

خصوص دارکوب‌ها افزایش چشمگیری یافته است (۱۶). فعالیت‌های مدیریتی جنگل تأثیر بسیار معنی‌داری بر کلیه جوامع گونه‌های پرندگان و پستانداران دارد (۱۷). از این‌رو، افزایش آگاهی و دانش درباره بر هم‌کنش و وابستگی متقابل میان گونه‌های آشیانه حفره‌ای برای مدیریت مؤثر و نتیجه‌بخش 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 خشک‌دارها می‌تواند موجب افزایش جمعیت گونه‌های مهم و شاخص جنگلی از جمله دارکوب‌ها گردد (۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲). 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 از این لکه‌ها توسط مدیران مناطق جنگلی می‌تواند باعث حفظ تنوع جامعه پرندگان و تنوع زیستی جنگل شود. دارکوب سبز (*Picus viridis*) به‌عنوان یک گونه شاخص و چتر می‌تواند پیش‌بینی مناسبی از غنای گونه‌ای کل جامعه پرندگان در ارتباط با زیستگاه‌های جنگلی و 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 مؤثر بر حضور گونه‌ها پرداخت (۲۳). 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 (۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸)، پرندگان (۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲)، مارها (۳۳، ۳۴)، سوسمارها (۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸) و دوزیستان (۳۹) مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از مطالعه حاضر مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاهی گونه شاخص دارکوب سبز 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، استفاده شده است (۲۳). در این مطالعه هم‌چنین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر توزیع گونه در استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت.

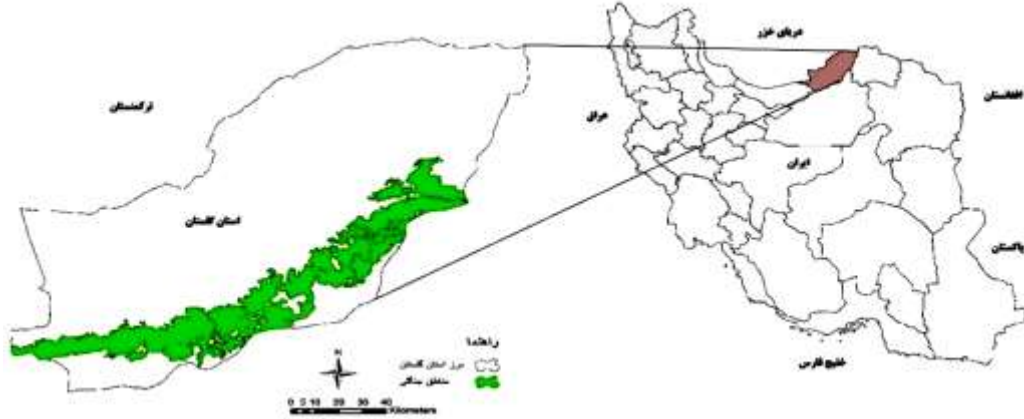
## مواد و روش‌ها

**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

جنگل‌های هیرکانی واقع شده در شمال ایران، با چشم‌اندازهای خشک و نیمه‌خشکی که تمام مرکز و جنوب ایران را در بر گرفته است، تفاوت بسیار دارد (۱، ۲). جنگل‌های هیرکانی از بازمانده‌های طبیعی جنگل‌های خزان‌کننده در جهان می‌باشند (۱، ۳). این جنگل‌ها به‌صورت نواری باریک و طولانی از پوشش گیاهی جنوب دریای خزر و شمال رشته کوه‌های البرز را در مساحتی بالغ بر ۱/۶۵ میلیون هکتار پوشانده است (۴). جنگل‌های خزری به‌عنوان قدیمی‌ترین جنگل‌ها شناخته شده و مادر جنگل‌های اروپایی می‌باشند. این منطقه به‌عنوان پوشش گیاهی منحصر به فرد اروپایی - سبیریایی برای ایران توصیف می‌شود (۱). جنگل‌های هیرکانی به لحاظ تنوع بیولوژیکی غنی (۵) و به‌دلیل انزوای جغرافیایی و داشتن فون و فلور با ارزش بالا (۳) شناخته شده هستند. با این حال 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 توریستی و توسعه شبکه‌های جاده‌ای گسترده از جمله دلایل تهدید این اکوسیستم جنگلی می‌باشند (۱، ۵) که مناطق دست نخورده و چشم‌اندازهای جنگلی را در این منطقه به‌خطر انداخته است. براساس منابع رسمی، مساحت محدوده جنگل‌های خزری در ایران طی سال‌های ۱۳۲۵ لغایت ۱۳۹۵ از ۳/۴ میلیون هکتار به ۱/۶۵ میلیون هکتار رسیده است (۴). تغییر چشم‌اندازها توسط بشر یک تهدید عمده برای تنوع زیستی به‌شمار می‌رود و نابودی زیستگاه یکی از اصلی‌ترین عوامل تهدیدکننده گونه‌ها محسوب می‌شود به‌طوری‌که حدود ۳۰ درصد انقراض گونه‌ها به تخریب و انهدام زیستگاه‌های حیات‌وحش نسبت داده شده است (۶). بنابراین، زیستگاه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل بوم‌شناختی در حفاظت از گونه‌ها مطرح است (۷). گونه‌های جنگلی با تهدید دوگانه تشدید جنگل‌زدایی و فعالیت‌های مدیریتی برداشت چوب روبرو هستند (۸). دارکوب‌ها به‌ویژه به این تغییرات حساس می‌باشند زیرا به گستره خانگی وسیع‌تر و درختان قطور و خشک‌دارها برای لانه‌سازی و تغذیه نیازمند هستند (۱۰). در نتیجه تغییر در ساختار و پوشش جنگل باعث کاهش تعداد دارکوب‌ها در تمام زیستگاه‌های جنگلی خواهد شد (۱۱، ۱۲، ۱۳). 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 در نظر گرفته می‌شوند (۱۴). دارکوب‌ها به‌عنوان نماینده و شاخص تنوع زیستی پرندگان جنگل مطرح هستند (۱۵). در میان مدیران جنگل، توجه به پرندگان آشیانه حفره‌ای به

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 توزیع ارتفاعی آن‌ها از ۳۰۰ تا ۲۵۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا می‌باشد (شکل ۱).

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 شده و دارای تنوع آب و هوایی خشک، نیمه خشک، معتدل و کوهستانی است (۴۰، ۴۱، ۴۲). نزدیک ۱۸ درصد از سطح این استان را جنگل‌ها پوشانده‌اند، اما چرای بی‌رویه دام‌ها، گسترش زمین‌های کشاورزی، برداشت بی‌رویه از جنگل، آتش‌سوزی و سیلاب‌هایی



شکل ۱: موقعیت محدوده جغرافیایی و مناطق جنگلی استان گلستان

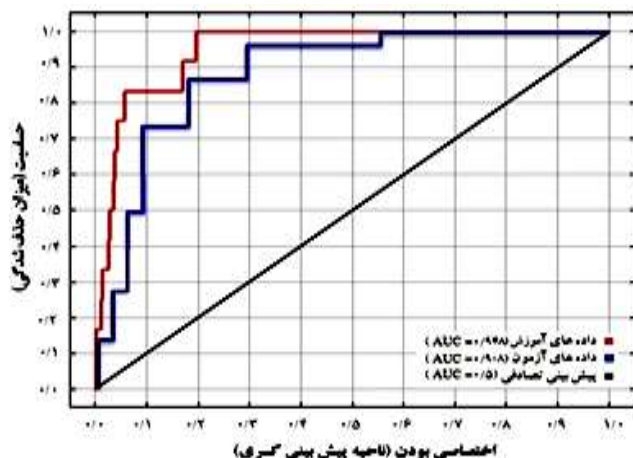
همراه با درختان قطور و مرتفع که عمدتاً دربرگیرنده گونه بلوط است را ترجیح می‌دهد (۴۵).

**نقاط حضور گونه:** به منظور تهیه نقاط حضور گونه دارکوب سبز برای مدل‌سازی، ابتدا داده‌های حضور این گونه از بانک داده جهانی (GBIF) در حوزه استان گلستان استخراج گردید. سپس داده‌های استخراج شده با داده‌های به‌دست آمده توسط کارشناسان محیط‌زیست 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 جنگل گردشی در سطح منطقه و ثبت حضور گونه دارکوب سبز توسط دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) محقق شد. در این قسمت بخش‌های مختلف جنگلی در استان گلستان برای ثبت حضور دارکوب سبز مورد بازدید قرار گرفت.

**متغیرهای محیطی مورد مطالعه:** با توجه به مطالعات صورت گرفته و اطلاعات موجود در ارتباط با گونه دارکوب سبز، متغیرهای اقلیمی، توپوگرافی و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) به عنوان متغیرهای پیش‌بینی کننده در مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفتند. متغیرهای اقلیمی از بانک داده WorldClim تهیه شد (۴۸) و متغیرهای شیب و ارتفاع نیز از مدل رقومی ارتفاعی استان به‌دست آمد. با توجه به این که همبستگی بالایی بین متغیرهای محیطی وجود دارد؛ ابتدا همبستگی متغیرها در منطقه مورد مطالعه بررسی و سپس

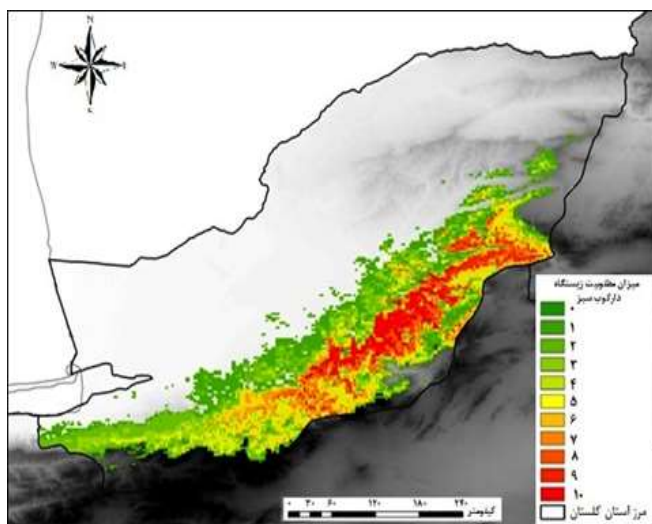
**گونه مورد مطالعه:** دارکوب سبز با نام علمی *Picus viridis* و نام انگلیسی Green Woodpecker از تیره دارکوب (Picidae) و از راسته دارکوب‌سانان (Piciformes) و جزء گونه‌های بومی ایران است (۴۳). دارای اندامی نسبتاً بزرگ و با سطح پشتی سبز تیره، سطح شکمی سبز مایل به خاکستری کم‌رنگ و تارک قرمز که دم‌گاه و قسمت پایین پشت آن زردرنگ است. طرفین سر نوار شاری خیلی پهنی دارد که وسط آن قرمز است. پرند ماده فاقد لکه قرمز در نوار سیاه شارب است (۴۴). دارکوب سبز اغلب وقت خود را روی زمین می‌گذراند و معمولاً از درختان مرده به‌عنوان مکان‌های آشیانه‌سازی استفاده نمی‌کند (۱۵). دارکوب سبز از حشرات تغذیه می‌کند و در شکار مورچه‌ها به‌دلیل زبان خیلی بلندش مهارت بالایی دارد (۱۵، ۴۴). گستره جهانی حضور دارکوب سبز یک تا ۱۰ میلیون کیلومتر مربع تخمین زده شده است (۴۵). اگرچه حدود ۹۵٪ از کل جمعیت این گونه در اروپا است اما در مناطق شمالی ایران و کوه‌های زاگرس نیز توزیع دارد (۴۶). زیستگاه دارکوب سبز معمولاً جنگل‌های خزان کننده، زمین‌های غیرمحصور با درخت‌های پراکنده و حاشیه جنگل بوده و در سوراخ‌هایی که در درخت‌ها ایجاد می‌کند، آشیانه می‌سازد و دارای انعطاف‌پذیری بالایی در انتخاب مکان‌های آشیانه‌سازی و نحوه انتخاب زیستگاه است (۱۵). دارکوب سبز در جنگل‌های شمال ایران زیستگاه‌های جنگلی با پوشش گیاهی کهنسال و تخریب‌نیافته

می‌باشد. با توجه به مقادیر سطح زیرمنحنی برای داده‌های تعلیمی  $(AUC=0/948)$  و داده‌های آزمون  $(AUC=0/908)$  و براساس طبقه‌بندی آن (۵۴، ۵۵)، دقت مدل در طبقه بسیار عالی قرار می‌گیرد.



شکل ۲: سطح زیر منحنی (AUC) داده‌های آزمون و آموزش براساس مدل حداکثر آنتروپی

نتایج حاصل از مدل‌سازی زیستگاه‌های مطلوب برای دارکوب سبز نشان داد که زیستگاه‌های عمده مطلوب برای این گونه در قسمت‌های مرکزی و شرقی جنگل‌های استان گلستان واقع شده است و کم‌ترین مطلوبیت را می‌توان در بخش‌های غربی منطقه مورد مطالعه مشاهده نمود (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه مطلوبیت زیستگاهی طبقه‌بندی شده دارکوب سبز در استان گلستان

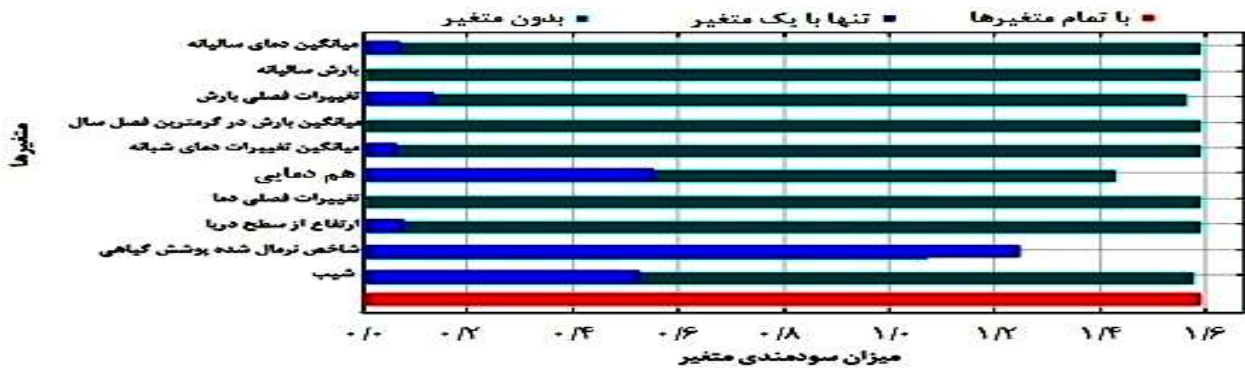
متغیرهایی که همبستگی بالایی (بیش از ۰/۷۵) داشتند، حذف شده و با متغیرهای باقی‌مانده مدل‌سازی انجام شد. برای سنجش میزان همبستگی بین متغیرهای محیطی از نرم‌افزار ENMTools استفاده شد (۴۹).

#### مدل‌سازی توزیع گونه: مدل‌سازی توزیع گونه‌ای شامل

روش‌هایی است که در آن با استفاده از الگوریتم ریاضی، ارتباط بین داده‌های حضور و متغیرهای محیطی با هدف معرفی آشیان‌های بوم‌شناختی و یا دامنه توزیع آن برقرار می‌شود (۲۹، ۵۰). در این مطالعه به منظور مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گونه دارکوب سبز از مدل حداکثر آنتروپی در نرم‌افزار MaxEnt استفاده شد. Elith و همکاران نشان دادند که یکی از بهترین روش‌ها در میان تعداد بسیار زیاد الگوریتم‌های موجود، مدل حداکثر آنتروپی است (۵۱، ۵۲). توزیع ۷۵ درصد از داده‌های حضور گونه به‌عنوان داده‌های تعلیمی جهت تهیه مدل و ۲۵ درصد باقی‌مانده به‌عنوان داده‌های مستقل برای آزمون مدل به‌عنوان داده‌های آزمون 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. به‌منظور ارزیابی اهمیت متغیرها در تهیه مدل و تعیین مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر توزیع گونه از شاخص جک‌نایف استفاده شد. هم‌چنین برای تعیین کارایی مدل ساخته شده توسط نرم‌افزار MaxEnt، مساحت زیرمنحنی (AUC) ناشی از منحنی ویژگی عامل دریافت‌کننده (ROC) محاسبه شد که به‌عنوان بهترین معیار برای ارزیابی عملکرد مدل مورد استفاده قرار گرفته است (۵۱). سطح زیر نمودار این منحنی به‌عنوان معیاری از قدرت تشخیص نقاط حضور از نقاط عدم حضور است (۵۳). مساحت زیر منحنی AUC با امتیاز ۱ به‌معنی پیش‌بینی کامل و AUC با امتیاز ۰/۵ به‌معنی پیش‌بینی تصادفی است AUC بین ۰/۷ تا ۰/۸ بیانگر یک مدل خوب، بین ۰/۸ تا ۰/۹ مدل عالی و AUC بیش از ۰/۹ بیانگر پیش‌بینی بسیار عالی مدل است (۵۳، ۵۴).

## نتیجه

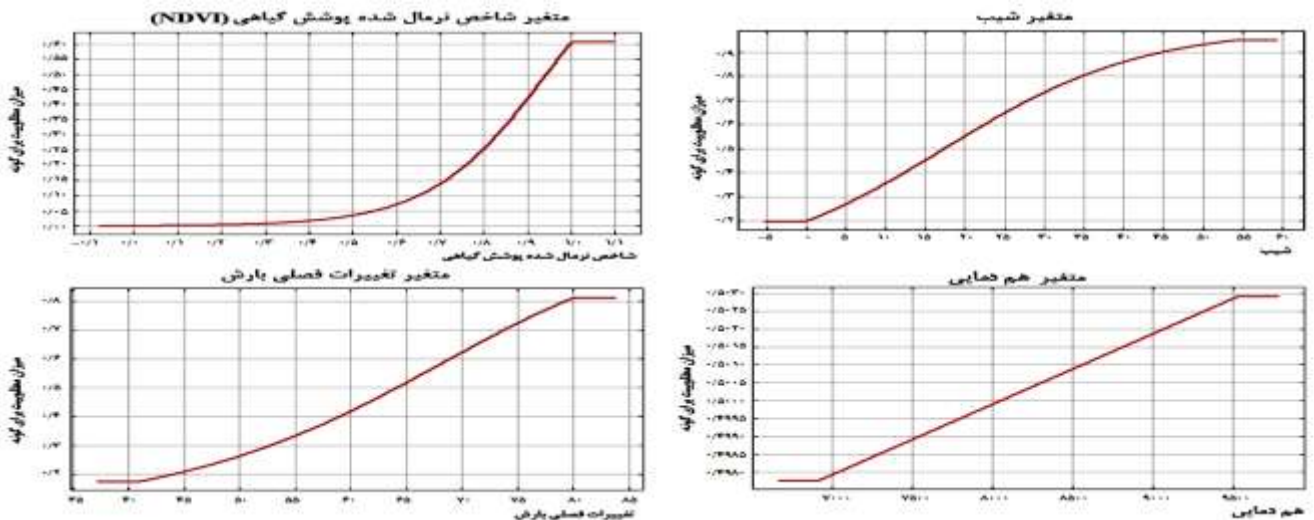
به‌منظور ارزیابی مدل پیش‌بینی حاصل، از روش تحلیل سطح زیرمنحنی (AUC) استفاده شد (شکل ۲). نتایج ارزیابی نشان داد که مدل‌سازی حداکثر آنتروپی، توانایی بالایی جهت پیش‌بینی مناطق مطلوب زیستگاهی برای گونه دارکوب سبز در استان گلستان را دارا



شکل ۴: اهمیت متغیرها بر اساس نتایج آزمون جک‌نایف

از ۴۲ میلی‌متر بارندگی شروع به افزایش کرده و در ۸۰ میلی‌متر بارندگی به حد نهایی مطلوبیت خود رسیده است، سپس این مطلوبیت با افزایش تغییرات فصلی بارش به حالت ایستا باقی می‌ماند. روند میزان مطلوبیت در متغیر شیب نیز به صورت افزایشی است به طوری که در شیب صفر درجه ابتدا با شیب تند و در ادامه با شیب ملایم‌تر ادامه پیدا می‌کند و در شیب ۵۴ درجه به عنوان مطلوب‌ترین میزان ارزش عددی برای حضور گونه دارکوب سبز، میزان مطلوبیت به حد نهایی خود می‌رسد و سپس با افزایش شیب تغییری در میزان مطلوبیت مشاهده نمی‌شود و به حالت ایستا باقی می‌ماند. در متغیر هم‌دمایی میزان مطلوبیت حضور گونه دارکوب سبز از ارزش عددی ۷۰۰۰ با شیب یکنواخت و افزایشده شروع و در ارزش عددی ۹۵۰۰ به حداکثر میزان خود می‌رسد. برای شاخص NDVI با افزایش ارزش عددی میزان مطلوبیت در ابتدا به صورت ایستا و از ارزش عددی ۰/۳ تا ۰/۶ به صورت افزایشی با شیب کند ادامه می‌یابد اما روند افزایش از میزان ارزش عددی ۰/۶ تا ۱+ با شیب تند و قابل توجه می‌باشد. در واقع محدوده ارزش عددی ۰/۶ تا ۱+ نشان‌دهنده جنگل‌های متراکم می‌باشد که مطلوب‌ترین مناطق برای حضور این گونه تشخیص داده می‌شوند.

در این مطالعه برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه دارکوب سبز، 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، هم‌دمایی، تغییرات فصلی دما، بارش سالیانه، تغییرات فصلی بارش، میانگین بارش در گرم‌ترین فصل سال مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۴). 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 شیب و هم‌دمایی به ترتیب در ساخت مدل دارای اثر بیش‌تری نسبت به بقیه متغیرها بوده‌اند. کم‌ترین تأثیر نیز مربوط به متغیر بارش سالیانه، میانگین بارش در گرم‌ترین فصل سال و تغییرات فصلی دما بود. به صورت کلی نتایج نشان داد که متغیر شاخص نرمال شده پوشش گیاهی بیش‌تر از متغیرهای اقلیمی و توپوگرافیکی تعیین محدوده‌های مطلوب برای زیست گونه مورد نظر در استان گلستان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هم‌چنین در شکل ۵ می‌توان به دامنه تغییرات و میزان تأثیرگذاری چهار متغیر مهم در ساخت مدل اشاره نمود. در متغیر تغییرات فصلی بارش روند افزایشی وجود دارد که میزان مطلوبیت با شیب نسبتاً تندی



شکل ۵: نمودارهای پاسخ دارکوب سبز به برخی متغیرهای زیستی و غیرزیستی در استان گلستان

## بحث

و مناطق با پوشش گیاهی متراکم برای این گونه محیطی امن تر به شمار می‌رود (۶۴). متغیر تأثیرگذار مهم دیگر در تعیین مدل مطلوبیت نهایی دارکوب سبز در این مطالعه شیب می‌باشد. همان گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است مطلوبیت این گونه از شیب صفر درجه ابتدا با شیب تند و در ادامه با شیب ملایم‌تر افزایش پیدا می‌کند و در شیب ۵۴ درجه به اوج مطلوبیت خود می‌رسد. سپس با افزایش شیب تغییری در میزان مطلوبیت مشاهده نمی‌شود و به‌حالت ایستا باقی می‌ماند. متغیرهای اقلیمی به‌کار رفته برای پیش‌بینی مدل در این مطالعه به‌جز متغیرهای تغییرات فصلی بارش و هم‌دمایی تأثیر قابل توجهی در ساخت مدل نشان ندادند. در واقع می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای اقلیمی برای پیش‌بینی ساخت مدل، تأثیر کمی در ساخت مدل نهایی داشتند و مدل مطلوبیت زیستگاهی دارکوب سبز به‌عنوان یک گونه شاخص آن چنان تحت تأثیر متغیرهای اقلیمی نمی‌باشد لکن پاسخ خوبی به شاخص پوشش گیاهی و متغیر توپوگرافیکی شیب نشان داد. دارکوب سبز به‌عنوان یکی از گونه‌های شاخص پرندگان جنگلی 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 بارزش 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 شیب می‌باشد. در واقع انتخاب مناطقی با جوامع درختی بلوط به‌همراه درختان قطور، با قدمت بالا به‌همراه خشکسارها و هم‌چنین مناطق با ساختار متنوع و پیچیده پوشش گیاهی می‌تواند بهترین انتخاب جهت مدیریت محلی لکه‌های جنگلی باشد. هم‌چنین مدیریت مناسب می‌تواند با بهبود ویژگی‌های زیستگاهی ذکر شده برای حضور دارکوب‌ها و به‌ویژه دارکوب سبز 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 همان‌طور که 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 می‌تواند در مقیاس کلان بینشی ایجاد نماید که در طرح‌ریزی‌های حفاظتی و مرزبندی شبکه حفاظتی در کشور بسیار مفید واقع گردد.

مطالعه حاضر با هدف مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاهی گونه شاخص دارکوب سبز برای تعیین لکه‌های ارزشمند حفاظتی جنگلی در جنگل‌های استان گلستان صورت گرفت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از نقشه طبقه‌بندی شده مطلوبیت زیستگاهی برای دارکوب سبز مشاهده شد که قسمت‌های مرکزی و شرقی جنگل‌های 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 (۵۶)، تجزیه و تحلیل‌های انجام شده برای بررسی پاسخ این گونه به متغیرهای ذکر شده نشان داد که متغیرها پاسخ‌های متفاوتی را در تعیین مدل نهایی مطلوبیت زیستگاه دارکوب سبز داشته‌اند. پرندگان آشیانه حفره‌ای از مهم‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده جوامع پرندگان بسیاری از جنگل‌ها محسوب می‌شوند (۱۷). در این میان عملکرد دارکوب‌ها به‌عنوان گونه‌های شاخص یا چتر برای بسیاری از جانوران در بیش‌تر اکوسیستم‌های خشکی (۵۷) و شاخص محدودکننده تنوع زیستی جنگل می‌باشد (۵۸). با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که مناطق جنگلی در شرق و مرکز 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، 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 (۵۹، ۶۰). 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 (۶۰). در مطالعه حاضر نیز شاخص NDVI مهم‌ترین شاخص تعیین شده برای تعیین محدوده‌های مطلوب برای دارکوب سبز بود. به‌طوری‌که محدوده ارزش عددی ۰/۶ تا ۱+ مطلوبیت برای حضور گونه دارکوب سبز 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 (۶۱). ارتباط بین متغیرهای زیستگاهی پوشش گیاهی و جامعه پرندگان در مطالعات مختلف نشان داده شده است (۲۹، ۶۰). هم‌چنین دارکوب‌ها مناطق با تاج پوشش انبوه و پوشش گیاهی متنوع را که نشان‌دهنده ارزش عددی NDVI بالا هستند را برای لانه‌سازی، بیتوته و گریز از پرندگان شکاری ترجیح می‌دهند (۶۳، ۶۴). از طرفی دارکوب‌ها حرکت در زیر پوشش درختان را برای به حداقل رساندن برخورد با پرندگان شکارچی را ترجیح داده

environmental variables on distribution of three woodpecker species (Black woodpecker, Great spotted woodpecker and green woodpecker) in Shast Kolateh Forest, Gorgan. Journal of Environmental Science and Technology. 21(1): 245-259. Doi: 10.22034/JEST.2018.13793 (In Persian)

16. **Varasteh Moradi, H., 2015.** Density and Diversity of Cavity Nesting Bird Community in Golestan National Park, Iran. Environmental Researches. 5(9): 157-166.
17. **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. 115: 243-257.
18. **Zarnowitz, J.E. and Manuwal, D.A., 1985.** The effects of forest management on cavity nesting birds in Northwestern Washington. Journal of Wildlife Management. 49(1): 255-263.
19. **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. 37-56.
20. **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. 59(1): 56-67.
21. **Plentovich, S., Tucker, J.J.W. and Holler, N.R., 1998.** Enhancing Bachman's Sparrow habitat via management of Red-cockaded Woodpeckers. Journal of Wildlife Management. 62(1): 347-354.
22. **Soderstrom, B., 2008.** Effects of different levels of green and dead tree retention on hemiboreal forest bird communities in Sweden. Ecology and Management. 257(1): 215-222.
23. **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. 36: 1058-1069.
24. **Ataei, F., Karami, M. and Kaboli, M., 2012.** Summer Habitat Suitability Modeling of Brown Bear (*Ursus arctos*) Southern Alborz Protected Area. Journal of Natural Environment. 65(2): 235-245. Doi: 10.22059/jne.2012.29605. (In Persian)
25. **Khakisahne, S., Alizadeh, A., Kaboli, M., Noori, Z. and Ghadirian, T., 2013.** Habitat modeling for Afghan Pika (*Ochotona rufescens*) in Iran from a climatic perspective. Journal of Natural Environment. 66(2): 169-180. Doi: 10.22059/jne.2013.35849. (In Persian)
26. **Behdarvand, N., Kaboli, M., Jabbarian Amiri, B., Ebrahimipour, R., Asadi Aghbolaghi, M. and Imani Harsini, J., 2014.** Identification of high-risk areas and effective environmental factors on wolf attacks on livestock in Hamedan province using MAXENT modeling method. Journal of Natural Environment. 67(3): 245-252. Doi: 10.22059/jne.2014.52724 (In Persian)
27. **Tak tehrani, A.S., Shams Esfand Abad, B., Karami, M. and Farhadinia, M.S., 2015.** Habitat suitability modeling of Blanford's fox (*Vulpes cana*) based on camera trap technology in Iran. Journal of Animal Environment. 7(3): 39-46. (In Persian)
28. **Moradi, S., Mahmoudi, S. and Sheykhi Ilanloo, S., 2016.** Suitable Forest Habitats for Protection of Iranian Squirrel (*Sciurus anomalus pallescens*) in West Kermanshah Province. Journal of Animal Environment. 8(2): 33-40. (In Persian)
29. **Mirzaei, R., Homami, M., Esmaeile, A. and Rezaei, H., 2014.** Distribution Modelling of Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in Golestan Province, Iran. Environmental Researches. 4(8): 149-156. Doi: 20.1001.1.20089597.1392.4.8.14.8 (In Persian)
30. **Sheykhi Ilanloo, S., Moeinaddini, M., Gholipour, M., Sheykhi, A. and Kerachi, H., 2016.** Habitat suitability assessment for black billed Sandgrouse (*Pterocles orientalis*) using maximum entropy in shirahmad wildlife refuge, Journal of natural environment (Iranian journal of natural resources). 69(1): 231-245.
31. **Pakniat, D., Homami, M.R., Maleki, S. and Tohidi, M., 2016.** The Influence of Environmental Factors on the Distribution of Wintering Populations of Asian Houbara

## تشکر و قدردانی

این پژوهش از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه پیام نور و در قالب طرح پژوهشی با قرارداد پژوهانه شماره ۴۰۲ تحت عنوان "حفاظت از زیستگاه‌های جنگلی مناطق هیرکانی با تعیین مطلوبیت زیستگاهی گونه‌های شاخص" مستخرج شده است و لذا از معاونت پژوهشی دانشگاه پیام نور که هزینه‌های این تحقیق را برعهده گرفتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع

1. **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 Kheyroud protected lowland mountain forests in northern Iran. Phytotaxa. 7: 1-18.
2. **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-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 203(7): 567-577.
3. **Etemad, V., 1994.** Estimating of quantity and quality of conclusion forestry project. M.Sc. Thesis, University of Tehran, Tehran. (In Persian)
4. **Mirakhorlou, K. and Akhavan, R., 2017.** Area changes of Hyrcanian Forests during 2004 to 2016. Iran Nature. 2(3): 40-45. Doi: 10.22092/irn.2017.112967. (In Persian)
5. **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. 42: 231-258.
6. **Mohammadi, A., Rastegar pouyani, N., Karami, M. and Rahbar, A., 2012.** The Habitat Suitability Modeling of Mountain Racerunner (*Eremias montanus*) in Western Zagros, Iran. Journal of Animal Biology. 4(3): 68-76.
7. **Roberge, J.M., Mönkkönen, M., Toivanen, T. and Kotiaho, J.S., 2013.** Retention forestry and biodiversity conservation: a parallel with agroforestry. Nature Conservation. 4: 29-33.
8. **Foley, J.A., DeFries R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G.; et al., 2005.** Global Consequences of Land Use. Science. 309: 570-574.
9. **Fahrig, L., 2003.** Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics. 34: 487-515.
10. **Angelstam, P. and Mikusinski, G., 1994.** Woodpecker assemblages in natural and managed boreal and hemi boreal forest- a review. Annales Zoologici Fennici. 31: 157-172.
11. **Conner, R.N. and Rudolph, D.C., 1991.** Forest habitat loss, fragmentation, and red cockaded woodpecker populations. Wilson Bulletin. 103: 446-457.
12. **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. 141(4): 997-1012.
13. **Lammertink, M., Prawiradilaga, D.M., Setiorini, U., Naing, T.Z., Duckworth, J.W. and Menken, S.B.J., 2009.** Global population decline of the Great Slaty Woodpecker (*Mulleripicus pulverulentus*). Biological Conservation. 142(1): 166-179.
14. **Roberge, J.M. and Angelstam, P., 2006.** Indicator species among resident forest birds-A cross-regional evaluation in northern Europe. Biological Conservation. 130: 134-147.
15. **Karimi, S., Varasteh Moradi, H., Rezaei, H.R. and Ghadim, M., 2019.** Investigating the effect of

- Research (Iranian Journal of Biology). 30(4): 495-507. Doi: 20.1001.1.23832614.1396.30.4.11.6 (In Persian)
48. **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*. 25: 1965-1978. Doi.org/10.1002/joc.1276
  49. **Warren, D.L., Glor, R.E. and Turelli, M., 2010.** ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. *Ecography*. 33: 607-611.
  50. **Peers, M.J., Wehtje, M., Thornton, D.H. and Murray, D.L., 2014.** Prey switching as a means of enhancing persistence in predators at the trailing southern edge. *Global change biology*. 20: 1126-1135.
  51. **Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettmann, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L.G., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Peterson, A.T., Phillips, S.J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R.E., Soberon, J., Williams, S., Wisz, M.S. and Zimmermann, N.E., 2006.** Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography*. 29: 129-151.
  52. **Phillips, S.J., Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190: 231-259.
  53. **Phillips, J.S., Dudik, M. and Schapire, E., 2004.** A maximum entropy approach to species distribution modeling. *Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning*. 655-662.
  54. **Guisan, A., Edwards T.C. and Hastie T., 2002.** Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*. 157: 89-100.
  55. **Giovanelli, J.G.R., De Siqueira, M.F., Haddad, C.F.B. and Alexandrino, J., 2010.** Modeling a spatially restricted distribution in the Neotropics: how the size of calibration area affects the performance of five presence-only methods. *Ecological Modelling*. 221: 215-224.
  56. **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*. 171: 209-222.
  57. **Michalek, K.G. and Miettinen, J., 2003.** Dendrocopos major Great Spotted Woodpecker. BWP Update. Oxford Univ. Press. 5(2): 101-184.
  58. **Mikusinski, G., Gromadzki, M. and Chylarecki, P., 2001.** Woodpeckers as indicator of forest bird diversity. *Conservation Biology*. 15(1): 208-217.
  59. **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. 04-702.
  60. **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*. 20(9): 503-510. Doi: 10.1016/j.tree.2005.05.011
  61. **Hardersen, S., 2004.** Habitat usage of woodpeckers and nuthatch (Aves, Picidae, Sittidae). Ricerche naturalistiche a Boscodella Fontana-Quaderni Conservazione Habitat. 3: 49-59.
  62. **Mahmoudi, S., Sheykhi Ilanloo, S., Keyvanloo Shahrestanaki, A., Valizadegan, N. and Yousefi, M., 2016.** 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*. 382: 120-128. Doi: 10.1016/j.foreco.2016.10.011.
  63. **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.
  64. **Gorman, G., 2004.** Woodpeckers of Europe. A study of the European Picidae. Published by Bruce Coleman ISBN: 1-872842-05-4. 192 p.
  32. **Bustard *Chlamydotis macqueenii* in Central Iranian Plateau, Iranian Journal of Applied Ecology. 5(17): 77-89. Doi: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.77 (In Persian)**
  33. **Yousefi, M., Ahmadi, M., Nourani, E., Rezaei, A., Kafash, A.; Khani, A., Sehhatiasabet, ME., Adibi, M.A., Goudarzi, F. and Kaboli, M., 2017.** Habitat suitability and impacts of climate change on the distribution of wintering population of Asian Houbara Bustard (*Chlamydotis macqueenii*) in Iran. *Bird conservation International*. 27(2): 294-304.
  33. **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*. 10(9): e0138087. Doi: 10.1371/journal.pone.0138087
  34. **Rajabizadeh, M., Nagy, Z.T., Adriaens, D., Avci, A., Masroor, R., Schmidler, 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*. 176(4): 878-913.
  35. **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*. 1: 75-82. (In Persian)
  36. **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*. 3: 103-108. (In Persian)
  37. **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*. 40: 262-271.
  38. **Kafash, A. and Yousefi, M., 2017.** Negative impacts of the future climate change on mountain dweller lacertid lizards in Iran. *Journal of Natural Environment*. 70(1): 149-160. (In Persian)
  39. **Tondravan Zangene, M., Fakheran Esfahani, S., Poormanafi, S. and Senn, J., 2016.** Assessment of the Conservation Status and Habitat Suitability of Critically Endangered Lorestan Newt (*Neuregus kaiseri*) in Lorestan and Khuzestan Provinces, Iranian Journal of Applied Ecology. 5(17): 11-24. Doi: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.11 (In Persian)
  40. **Jahani, S. and Delbari, M., 2009.** Evaluation and Estimation of the 24-hour Maximum Rainfall in the Province of Golestan. *Water Resources Engineering*. 2(4): 13-22. Doi: 20.1001.1.20086377.1388.2.4.2.6
  41. **Mosaedi, A., Marashi, M. and Kavakebi, Gh., 2009.** Comparison of drought frequency in arid and humid regions (case study: Golestan province). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 16(1): 277-290. (In Persian)
  42. **Salman Mahini, A., Rashidi, P. and Makhdoum, M., 2011.** Systematic Selection of Conservation Patches for Golestan Province Using CAPS Method. *Environmental Researches*. 1(1): 1-12. Doi: 20.1001.1.20089597.1389.1.1.1.0 (In Persian)
  43. **Mansoori, J., 2001.** A field guide to the birds of Iran. Zehn-Aviz Publishing Co. Tehran. 490 p. (In Persian)
  44. **Tucker, G.M. and Heath, M.F., 1995.** Birds in Europe: Their Conservation Status. Bird Life Conservation, Cambridge.
  45. **Brown, R., Ferguson, J., Lawrence, M. and Lees, D., 1999.** Tracks and Signs of the Birds of Britain and Europe- an Identification Guide. London: Helm.
  46. **Gorman, G., 2020.** Attributes of Eurasian Green Woodpecker (*Picus viridis*) nest cavities in Hungary. *Ornis Hungarica*. 28(2): 204-211. DOI: 10.2478/orhu-2020-0025.
  47. **Varasteh Moradi, H., Sepehri Roshan, Z. and Chamanefer, S., 2018.** Habitat assessment of Green Woodpecker (*Picus viridis*) in Golestan National Park using classification tree method. *Journal of Animal*