Iranian Journal of Biological Sciences.2023; 18(2):11-20

Original Article

Iranian Journal of Biological Sciences

https://zisti.iauvaramin.ac.ir

Investigating the distribution status of Large -scaled Rock Agama (*Laudakia nupta*) in Kermanshah province by using Ensemble method

Mina Smaeili

PhD student, animal biosystematics department, Faculty of Sciences, Razi University, Kermanshah

Place of Research: animal biosystematics department, Faculty of Sciences, Razi University, Kermanshah

Article Info

Article History:

received 08.21.2023
revised 10.09.2023
accepted 12.16.2023
online 12.16.2023

KeyWords:

Distribution
Habitat
Kermanshah
Laudakia nupta
Ensemble model

*Corresponding author:
E-mail address

MinaEsmaeili1990@Gmail.com

Abstract

Introduction: To implement management plans in the landscape, it is necessary to examine the range of distribution and the approximate range of distribution of different plant and animal species. Kermanshah province plays an important role in the west of the country with its unique topographical location and the presence of numerous habitats in terms of biodiversity. The aim of this study is to investigate the distribution status and analyze the factors affecting the distribution of Large -scaled Rock Agama (*Laudakia nupta*) in Kermanshah province.

Aim: Investigating changes in GLUT1 gene expression in non-small cell cancer tissue samples.

Materials and Methods: In this study, in order to investigate the range of distribution of Large -scaled Rock Agama (*Laudakia nupta*), field surveys were carried out in the province and different habitats of this species during the years 2018 to 2020. Then, using the species presence data and the considered habitat variables, the modeling steps were done with the help of Ensemble modeling. In this regard, 76 species presence points along with climatic variables, vegetation and precipitation were included in the distribution models. The AUC criterion was used to the importance of variables and data integration criteria.

Results:The results indicated that modeling was successful for both single and Ensemble models. According to the forecast in Kermanshah province, the distribution of species is most influenced by soil organic carbon, vegetation cover, and altitude

Conclusion: The findings of this research show that parts of the habitat that correspond to the presence of altitudes are contiguous suitability and there are areas of the habitat that are fragmented in the southeast of the province. The higher parts of the north-west of the province are not suitable for the presence of the species, which could be due to the presence of Caucasian agama (*Laudakia caucasia*).

Cite this article:Smaeili M. Investigating the distribution status of Large -scaled Rock Agama *(Laudakia nupta)* in Kermanshah province by using Ensemble method. Iranian Journal of Biologiacal Sciences. 2023; 18(2): 11-20

10.30495/ZISTI.2023.1994465.1171 DOR 20.1001.1.17354226.1402.18.2.3.2
Publisher: Islamic Azad University of Varamin – Pishva branch Print ISSN: 1735-4226 Online ISSN: 1727-459X
This is an open access article under the: https://creativecommons.org/license/by-nc/4.0/

مقاله تحقیقی
دانش زیستی ایران
https://zisti.iauvaramin.ac.ir

بررسی وضعیت توزیع آگاما پولک درشت (*Laudakia nupta*) در استان کرمانشاه به روش مدل‌سازی اجماع

مینا اسماعیلی

دانشجوی دکتری، گروه بیوسیستماتیک جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه

محل انجام تحقیق: گروه بیوسیستماتیک جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله
ارسال ۱۴۰۲/۰۵/۳۰
بازنگری ۱۴۰۲/۰۷/۱۷
پذیرش ۱۴۰۲/۰۹/۲۵
نمایه ۱۴۰۲/۰۹/۲۵

کلمات کلیدی
توزیع
زیستگاه
کرمانشاه
آگاما پولک درشت
مدل اجماع

*** نویسنده مسؤل**

MinaEsmaeili1990@Gmail.com

چکیده

مقدمه: بررسی گستره انتشار و دامنه تقریبی توزیع گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری برای پیاده‌سازی برنامه‌های مدیریتی در سیمای سرزمین ضروری است. استان کرمانشاه با موقعیت توپوگرافی منحصربه‌فرد و وجود زیستگاه‌های متعدد از جنبه تنوع زیستی نقش مهمی در غرب کشور ایفا می‌کند.

هدف: هدف این مطالعه بررسی وضعیت توزیع و تحلیل عوامل مؤثر بر پراکنش آگاما پولک درشت (*Laudakia nupta*) در استان کرمانشاه است.

مواد و روش ها: در این مطالعه به‌منظور بررسی گستره توزیع آگاما پولک درشت (*Laudakia nupta*) پیمایش‌های میدانی از سطح استان و زیستگاه‌های مختلف این گونه در خلال سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ انجام گرفت. سپس با استفاده از داده‌های حضور گونه و متغیرهای زیستگاهی مدنظر، مراحل مدل‌سازی با کمک مدل‌سازی اجماع انجام گرفت. در این راستا ۷۶ نقطه حضور گونه به همراه متغیرهای اقلیمی، پوشش گیاهی و بارش، وارد مدل‌های توزیع شدند. اهمیت متغیرها و همچنین معیار تلفیق داده‌ها با یکدیگر بر اساس معیار AUC تعریف شد.

نتایج: یافته‌ها نشان داد که مدل‌های منفرد و اجماع در مدل‌سازی موفق عمل کرده‌اند. بر اساس پیش‌بینی در سطح استان کرمانشاه، کربن آلی خاک، پوشش گیاهی و ارتفاع بیشترین تأثیر را بر روی توزیع گونه داشته‌اند.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که بخش‌هایی از زیستگاه که منطبق با وجود ارتفاعات است به‌صورت پیوسته دارای مطلوبیت هستند و مناطقی نیز از زیستگاه وجود دارند که به‌صورت تکه‌تکه شده در جنوب شرق استان هستند. بخش‌های مرتفع شمال غرب استان، فاقد مطلوبیت برای حضور گونه است که می‌تواند به دلیل حضور آگاما قفقازی (*Laudakia caucasia*) باشد.

شیوه آدرس‌دهی این مقاله : اسماعیلی م. بررسی وضعیت توزیع آگاما پولک درشت (*Laudakia nupta*) در استان کرمانشاه به روش مدل‌سازی اجماع . مجله دانش زیستی ایران. ۱۴۰۲؛ ۱۸(۲): ۱۱-۲۰

DOR 20.1001.1.17354226.1402.18.2.3.2

10.30495/ZISTI.2023.1994465.1171

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا **شاپا چاپی:** ۱۷۳۵-۴۲۲۶ **شاپا الکترونیکی:** ۲۷۱۷-۴۵۹X **نویسندگان:** © حق مؤلف

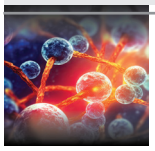
مقدمه:

تغییر، تخریب و چندپارگی زیستگاه، آلودگی‌های محیط زیستی، شکار و برداشت آن‌ها از طبیعت و معرفی گونه‌های مهاجم به زیستگاه‌های طبیعی خزندگان (۱،۲) جمعیت‌های مختلف آن‌ها را با تهدید مواجه نموده است. خزندگان به دلیل خونسرد بودن، نسبت به ویژگی‌های حرارتی محیط خود حساس هستند (۳) و در نتیجه سازگاری‌های خاص مختلفی را نشان می‌دهند؛ و ازآنجایی‌که پاسخ آن‌ها به تغییرات دما به‌خوبی درک شده است، می‌توان از آن‌ها به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی تأثیر گرمایش جهانی بر محیط استفاده نمود (٤). ازاین‌رو، تعیین زیستگاه‌های بالقوه و عوامل مؤثر بر آن، علاوه بر حفظ تنوع زیستی، جهت پایش گرمایش جهانی نیز می‌تواند کمک شایانی نماید. خزندگان به‌واسطه ارزش‌های علمی، اقتصادی (تهیه فرآورده‌های مختلف، کنترل آفات در بخش کشاورزی، اکوتوریسم و ...) و فرهنگی و زیبایی‌شناسی اهمیت بالایی دارند. آگاما پولک درشت *(Laudakia nupta)* گونه‌ای از خانواده Agamidae و از رده خزندگان است. جمعیت‌های این مارمولک در بخش‌های غربی در دامنه‌های رشته‌کوه زاگرس در امتداد مرز عراق و ایران؛ و از شرق از جنوب ایران تا جنوب افغانستان و پاکستان و بلوچستان وجود دارد (۵). معمولاً روی سنگ‌ها، صخره‌ها، برآمدگی‌ها یا دیواره‌های صخره‌ای می‌نشیند و هنگام احساس خطر در زیر سنگ‌ها و یا شکاف صخره‌ها پنهان می‌شود (۱) استفاده از داده‌های مکانی حضور حیات‌وحش برای پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها در یک منطقه جغرافیایی یکی از رایج‌ترین ابزارها در مدیریت و حفاظت است (٦). SDM ها(species distribution model) به ابزاری گسترده و ارزشمند برای پیش‌بینی در مورد پراکنش فعلی بالقوه و همچنین توزیع آینده یک گونه تبدیل شده‌اند (۷). استفاده از الگوریتم‌های مدل‌های توزیع گونه‌ها (SDMs) برای پیش‌بینی توزیع گونه‌ها در سراسر چشم‌انداز با این فرضیه است که شرایط محیطی بر جغرافیای گونه‌ها تأثیر می‌گذارد (۸). در چند دهه گذشته، SDM ها برای بسیاری از محققان در اکولوژی، تکامل، جغرافیای زیستی و حفاظت به‌خوبی شناخته شده‌اند (۹). چراکه شناسایی محدوده انتشار گونه‌های نادر و در معرض خطر انقراض می‌تواند به‌عنوان یک معیار مهم برای حفاظت در نظر گرفته شود (۱۰). SDM ها در کاربردهایی ازجمله کاوش در فرضیه‌های اکولوژیکی و تکاملی، مدیریت گونه‌های مهاجم، برنامه‌ریزی حفاظتی و پیش‌بینی تأثیر تغییرات آب و هوایی گذشته و آینده بر گونه‌ها و جوامع استفاده می‌شوند (۱۱). الگوریتم‌های مختلفی جهت مدل‌سازی توزیع گونه‌ها وجود دارد.

Dezfoulian و همکاران (۱۲) به مطالعه‌ای با عنوان عوامل زیستگاهی تعیین‌کننده توزیع آگاما قفقازی *(Laudakia caucasia)*، در پارک ملی سرخه‌حصار پرداختند. این مطالعه با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک و متغیرهای زیستگاهی شامل ویژگی‌های ساختاری پوشش گیاهی، غنای گیاهی، پوشش نسبی سنگ و خاک لخت، فاصله تا نزدیک‌ترین پناهگاه و توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع) انجام شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده، پوشش سنگی، خاک لخت و پوشش گیاهی از مهم‌ترین پارامترهای زیستگاهی گونه برشمرده می‌شوند. Yousefkhani و همکاران (۱۳) با استفاده از روش مکسنت و داده‌های محلی آگاما قفقازی *(Paralaudakia caucasia)*، زیستگاه بالقوه گونه را در کل محدوده توزیع آن مدل‌سازی نمودند. بیشترین مطلوبیت زیستگاه گونه، طبق مدل آنتروپی بیشینه (MaxEnt AUC=۰/۸۸۷)در مناطق تاجیکستان، شمال پاکستان، افغانستان، جنوب شرق ترکمنستان، شمال شرق ایران در امتداد کوه‌های البرز، ماوراء قفقاز (آذربایجان، ارمنستان، گرجستان)، شمال شرقی ترکیه و به‌سوی شمال در امتداد سواحل دریای خزر در داغستان، روسیه قرار دارند.

Ananjeva و همکاران (۱٤) در مطالعه‌ای با استفاده از روش مکسنت و متغیرهای زیست‌اقلیمی، به مدل‌سازی زیستگاه بالقوه آگاما ریز پولک *(Paralaudakia microlepis)* اقدام نمودند. مدل مکسنت، جنوب و شرق ایران، غرب پاکستان مرکزی و جنوب شرق افغانستان را به‌عنوان مطلوب‌ترین زیستگاه بالقوه گونه شناسایی نمو د .

Yousefkhani و همکاران (۱۵) مدل‌سازی توزیع بالقوه دو گونه *Trapelus persicus* و *Trapelus ruderatus* از خانواده Agamidae را با استفاده از روش آنتروپی بیشینه و متغیرهای مختلف زیست‌اقلیمی و شیب انجام دادند.



عملکـــرد مدل بـــرای هر دو گونـــه، خوب بود. همپوشـــانی نیچ بین دو گونه توســـط ENMtools، ۱۳٪ شناســـایی شـــد. Sanchooli (۱۶) در مطالعـــه‌ای بـــه بررســـی مطلوبیـــت زیســـتگاه آگاما پولک درشـــت *(Laudakia nupta)* در ایران پرداخـــت. ایـــن مطالعه با اســـتفاده از مدل مکســـنت اجرا شـــد. خروجی مدل با عملکرد خوبـــی (AUC = ۰،۹۶۲; SD = ۰،۰۱۱) مناســـب‌ترین زیســـتگاه گونـــه را بخش‌های غربی رشـــته‌کوه‌های زاگـــرس پیش‌بینـــی نمـــود. مؤثرتریـــن عامل حضور گونه، بارش مرطوب‌ترین فصل ســـال شناســـایی شـــد؛ که ارتباط مســـتقیمی با رشـــد گیـــاه (به‌عنـــوان منبع اصلی غذا) دارد.

Ananjeva و همـــکاران (۱۷) به مدل‌ســـازی نیچ اکولوژیکی بالقوه گونه آگاما قفقـــازی *(Paralaudakia caucasia)* اقدام نمودنـــد. این مطالعه با اســـتفاده از مدل آنتروپی بیشـــینه و ۲۳۸ لوکالیتی (۷۴ رکورد جدید از داغســـتان و تاجیکســـتان) انجام شـــد. بر اســـاس ایـــن مدل، مناســـب‌ترین زیســـتگاه آگامـــا قفقازی در قفقاز، جنوب ترکمنســـتان و شـــمال شرق ایران قرار دارد.

ازآنجایی‌کـــه مطالعـــات کمی بر روی گســـتره انتشـــار آگاما پولک درشـــت در اســـتان کرمانشـــاه وجـــود دارد؛ لذا این مطالعـــه با هدف بررســـی توزیع ایـــن گونه بـــا به‌کارگیری الگوریتم‌هـــای مختلـــف SDM در اســـتان کرمانشـــاه انجام گرفته اســـت.

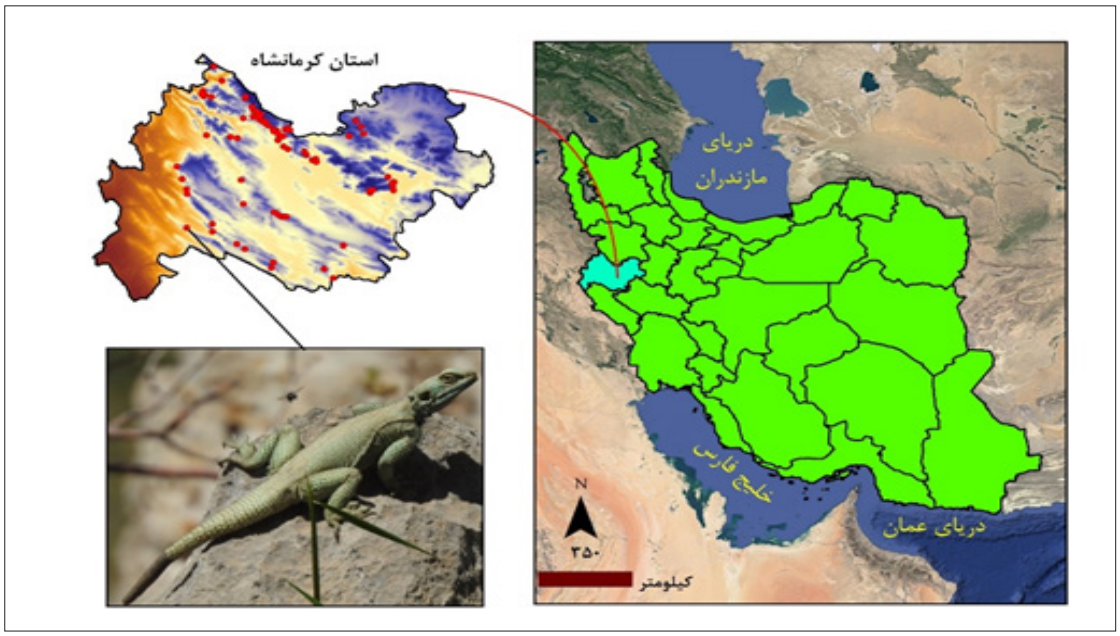
مواد و روش ها

منطقه موردمطالعه

استان کرمانشـــاه در منتهی‌الیه غربی کشـــور قرار دارد و از سه طرف با اســـتان‌های کردســـتان، همـــدان، لرســـتان و ایلام و از ســـمت شرق نیـــز با کشـــور عراق هم‌جـــوار اســـت. مختصات جغرافیایی این اســـتان بیـــن ۳۳ و ۳۶ درجـــه و ۱۵ و ۳۵ درجه شـــمالی و ۲۴ و ۴۵ درجه تا ۳۰ و ۴۸ درجه طول شرقی قرار دارد (۱۸). موقعیـــت ویژه این اســـتان ازنظر وجود اکوسیســـتم‌های مختلف، موجب شـــده اســـت که در اســـتان کرمانشـــاه بتوان گونه‌هـــای مختلـــف گیاهـــی و جانـــوری را مشـــاهده نمـــود. به‌طـــور مثال در جنوب شرق این اســـتان در محـــدوده پناهگاه حیات‌وحش زلـــه‌زرد، افعـــی دم عنکبوتـــی *(Pseudocerastes urarachnoides)* و در شـــمال غـــرب اســـتان در حاشـــیه رشته‌کوه شاهو، ســـمندر کردســـتانی *(Neurergus derjugini)* قابل‌مشـــاهده اســـت. حضور ایـــن دو گونه هم‌زمـــان در یک اســـتان، نشـــان‌دهنده وســـعت و تنوع بالای بوم‌ســـازگان‌های این مرز سیاســـی اســـت. در این مطالعـــه در بازدیدهای میدانی انجام‌گرفته در خلال ســـال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ از زیســـتگاه‌های مختلف اســـتان کرمانشـــاه، نقاط حضور آگاما پولک درشـــت با اســـتفاده از ســـامانه موقعیت‌یاب جهانـــی (GPS) تهیه گردید. شـــکل زیر موقعیـــت نقاط ثبت‌شـــده بـــرای گونـــه را نمایش می‌دهـــد. در این شـــکل، نقاط قرمـــز به مناطق حضـــور گونه اشاره دارند.

متغیرهای زیستگاهی

توزیـــع گونه با اســـتفاده از متغیرهای شـــاخص تراکم پوشـــش گیاهی، ارتفـــاع و متغیرهای زیســـت‌اقلیمی انجـــام گرفت. در این راســـتا تمام متغیرهای زیســـتگاهی برای کل گســـتره توزیع تهیه شـــدند و ســـپس خودهمبســـتگی میان آن‌ها با شـــعاع ۵ کیلومـــتری حذف شـــد. برای توزیـــع گونه از متغیرهـــای پایگاه اقلیمی chelsa اســـتفاده شـــد. عـــلاوه بر ایـــن متغیرها از مدل رقومی ارتفـــاع نیز به‌منظور مدل‌ســـازی اســـتفاده گردید. برای بررســـی ارتبـــاط گونه با پوشـــش گیاهـــی از نقشـــه میانگین پوشـــش گیاهـــی بـــر اســـاس شـــاخص NDVI در حدفاصل ســـال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲ اســـتفاده شد. برای اســـتخراج NDVI از ســـامانه گـــوگل ارث انجیـــن و پروداکت ماهـــواره مودیس اســـتفاده شـــد (۱۹). به‌منظور آگاهی از وضعیت خاک گســـتره توزیـــع گونـــه از کربن آلی خـــاک (SOC) بر مبنـــای واحد تن در هکتار اســـتفاده شـــد. تمام داده‌ها باقـــدرت تفکیک مکانی ۳۰ ثانیـــه در محیط نرم‌افـــزار ArcGIS تهیه و آمـــاده پردازش شـــدند. پیش از ورود آن‌ها به مدل‌ســـازی، آزمون همبســـتگی میان تمـــام متغیرهای زیســـتگاهی برقرار شـــد و آن دســـته از متغیرهایـــی که دارای همبســـتگی بیـــش از ۰/۸ بودند از تحلیل کنار گذاشـــته شدند.



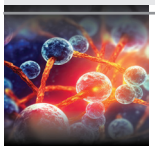
شکل ۱: موقعیت سیاسی استان کرمانشاه و نقاط حضور آگاما پولک درشت (Laudakia nupta).

اجرای مدل

در ایـــن مطالعـــه مدل جنگل تصادفـــی به تعـــداد ۱۰ تکرار برای مدل‌ســـازی توزیع آگاما پولک درشـــت مورد اســـتفاده قـــرار گرفت. درنهایـــت با اســـتفاده از معیـــار AUC، مدل‌هایی کـــه دارای مقدار اعتبار بیـــش از ۰/۸۰ بودند، با یکدیگر ادغام شـــده تـــا مدل نهایی ایجـــاد گـــردد. برای ارزیابی کارایی مدل نهایی نیز از معیارهای مســـاحت ســـطح زیـــر منحنی (AUC)، حساســـیت ، ویژگی ، طبقه‌بندی صحیح و شـــاخص کاپا اســـتفاده شـــد. مســـاحت ســـطح زیر منحنی بیـــن ۰/۵ تا ۰/٦ نشـــان‌دهنده مـــدل ضعیف، بیـــن ۰/٦ تا ۰/۷ نشـــان‌دهنده مدل متوســـط، ۰/۷ تـــا ۰/۸ مدل خوب، ۰/۸ تا ۰/۹ مناســـب و بیش از این مقدار نیز نشـــان‌دهنده مدل بســـیار مناســـب اســـت. مقـــدار حساســـیت به معنـــای درصد و یا کـــسری از نقاط حضور اســـت که پـــس از اعمال حد آســـتانه مجدداً به‌عنـــوان نقطه حضور شناســـایی شـــده؛ و مقـــدار ویژگی نیز بـــه درصدی از نقـــاط حضور اشـــاره دارد که پس از اعمال حد آســـتانه مجـــدداً به‌عنوان نقطه شـــبه عدم حضور شناســـایی شـــده‌اند. در این مطالعه از مـــدل خطی تعمیم‌یافتـــه (GLM)، مدل افزایشـــی تعمیم‌یافته (GAM)، رگرســـیون چنـــد متغیره اســـپیلاین (MARS)، گرادیان تقویتی (GBT)، درخـــت طبقه‌بندی (CTA)، جنگل تصادفی (RF) و ماشـــین بردار پشـــتیبان (SVM) اســـتفاده شـــد. برای اجرا از پکیـــج Biomod در نرم‌افزار R اســـتفاده گردید.

نتایج

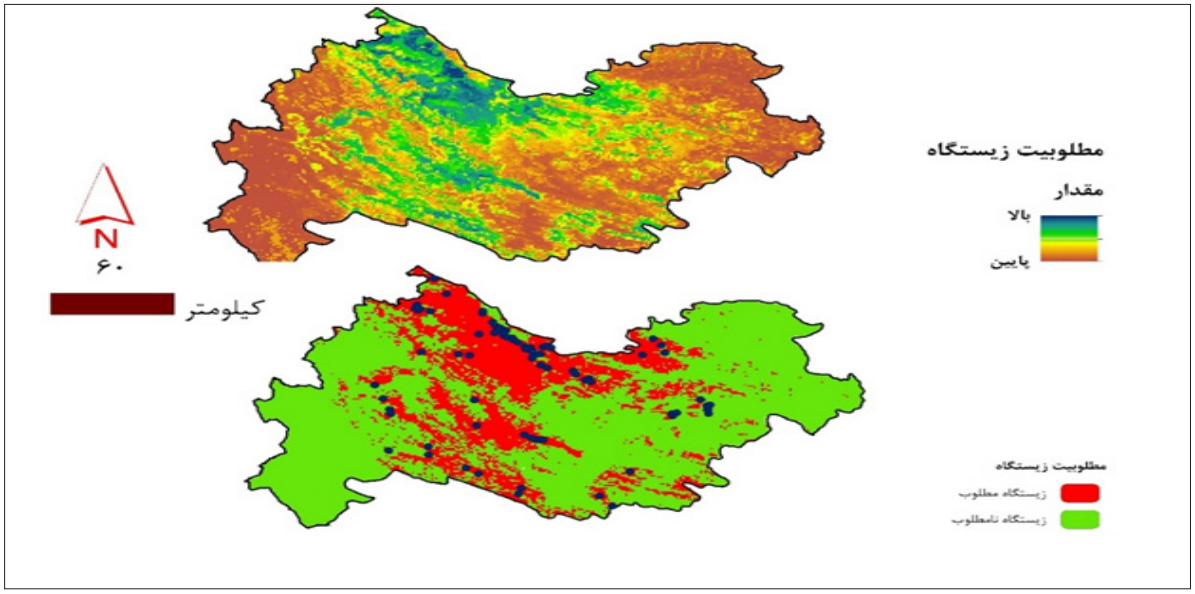
یافته‌هـــا نشـــان می‌دهند که مدل‌هـــای مورداســـتفاده در مدل‌ســـازی موفق عمل کرده‌انـــد. جـــدول ۱ نتایج حاصل از اعتبار ســـنجی مدل‌هـــای مورداســـتفاده را نمایـــش می‌دهد. بر اســـاس یافته‌ها و متریک‌های مورداســـتفاده در این بررســـی، مقـــدار AUC مدل خطی تعمیم‌یافتـــه برابر با ۰/۷۸ محاســـبه گردیده اســـت که در مقابل ســـایر مدل‌هـــا مقدار کمتری را نشـــان می‌دهد. علاوه بـــر این، مقدار این شـــاخص بـــرای مدل GBT به نســـبت ســـایر مدل‌ها بالاتر محاســـبه شـــد. مقدار حساســـیت نیز برای تمـــام مدل‌ها بیـــش از ۷۰ درصـــد محاســـبه گردید حداقل مقـــدار آن در مدل GBT بوده اســـت؛ ولی همین مدل نیز مقدار حساســـیت و ویژگـــی بالایی را نمایش می‌دهـــد. مقـــدار AUC برای مدل اجماع برابر ۰/۸٦ محاســـبه گردید؛ و مقدار حساســـیت و ویژگـــی نیز به ترتیب برابـــر ۰/۸۷ و ۰/۸۵ محاسبه شد.



جدول ۱ – ارزیابی مدل‌های مورداستفاده در فرآیند مدل‌سازی.

Specificity	Sensitivity	AUC	model name
۰/۵۹	۰/۸۹	۰/۷۸	GLM
۰/۷۲	۰/۸۲	۰/۸۳	GAM
۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۷۸	MARS
۰/۸۴	۰/۷۰	۰/۸۴	GBT
۰/۸۶	۰/۷۳	۰/۷۹	CTA
۰/۷۷	۰/۸۴	۰/۸۲	RF
۰/۷۵	۰/۸۷	۰/۸۵	SVM

شکل ۲ نتایج حاصل از اجرای مدل را به همراه نقشه باینری مطلوبیت زیستگاه آن نمایش می‌دهد. مطلوبیت زیستگاه به‌صورت طیف رنگی نمایش داده شده است که در این طیف رنگ، بخش‌های آبی به معنای زیستگاه با کیفیت بالا و بخش‌های قهوه‌ای نشان‌دهنده مناطقی با کیفیت زیستگاه پایین هستند. گستره توزیع این گونه در سطح استان نشان می‌دهد که این گونه در بخش‌های دشتی شرق استان و همچنین در بخش‌های شمال شرقی استان دارای احتمال حضور پایینی است. در نقشه باینری مطلوبیت زیستگاه نیز مطلوبیت پس از اعمال حد آستانه TSS نمایش داده شده است. در این شکل مناطق قرمزرنگ و سبزرنگ به ترتیب به گستره زیستگاه مطلوب و فاقد زیستگاه مطلوب اشاره دارند.



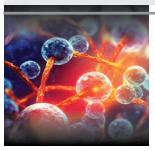
شکل ۲ - مطلوبیت زیستگاه آگاما پولک درشت (Laudakia nupta) در استان کرمانشاه

شکل ۳ نتایج حاصل از بررسی اهمیت متغیرها در فرآیند مدل‌سازی را نمایش می‌دهد. بر اساس یافته‌ها، پوشش گیاهی و بارش در سردترین فصل سال ازجمله متغیرهایی بوده که بیشترین تأثیر را در توزیع گونه در سطح استان کرمانشاه دارند. کربن آلی خاک نیز از درجه سوم اهمیت در توزیع گونه برخوردار بوده؛ اما متوسط دما در میان متغیرهای زیستگاهی دارای کمترین تأثیر بر روی توزیع گونه است.

شکل ۳ - درصد اهمیت متغیرها در مدل‌سازی توزیع آگاما پولک درشت (Laudakia nupta)

بحث

در جنوب غرب آسیا، ایران به‌عنوان یکی از مناطق پیچیده بیوجغرافیایی مطرح است؛ که با فون خزندگان شمال آفریقا، جنوب آسیا و اروپا مخلوط شده است. سوسمارهایی که در فلات ایران حضور دارند، تحت تأثیر حوادث بزرگ ویکاریانسی بوده که درنهایت منجر به شکل‌گیری کوه‌های البرز و زاگرس در اواخر ترشیاری شده است. در ایران این دو رشته‌کوه، نقش مهمی در شکل‌دهی به الگوهای پراکنش تاکسون‌ها ایفا می‌کنند (۲۰). با توجه به اهمیت و جایگاه بالای خزندگان در اکوسیستم‌ها، متأسفانه این رده از جانوران به‌مراتب کمتر بررسی شده‌اند (۲۱). در این مطالعه با استفاده از مدل‌های توزیع، پراکندگی یکی از گونه‌های شاخص مناطق کوهستانی و جنگلی در استان کرمانشاه (۲۲) مورد بررسی قرار گرفت. استفاده از روش‌های مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای به ما این امکان را خواهد داد که نمایشی جغرافیایی از پراکنش گونه‌ها و ترکیب آن‌ها در هر منطقه و از همه مهم‌تر اندازه‌گیری صحت آن را به دست آوریم (۲۳). همان‌طور که یافته‌های سایر مطالعات نیز نشان داد، در این اجرا نیز مدل اجماع، کارایی بهتری به نسبت مدل‌های منفرد به‌کاررفته در مدل‌سازی داشت و نتایج قابل قبولی ارائه نمود (۲۲)؛ بنابراین در این مطالعه و سایر مطالعاتی که با استفاده



از مدل‌های توزیع انجام گرفته‌اند، استفاده از روش مدل‌سازی اجماع توصیه می‌شود. یافته‌های این مطالعه نشان داد که در استان کرمانشاه، گونه موردمطالعه در استان به شرایط ویژه‌ای از محیط تمایل دارد. به شکلی که گونه در مناطقی با بارش، پوشش گیاهی و همچنین مناطق صخره‌ای به نسبت بالایی حضور دارد. معمولاً مناطقی که دارای پوشش گیاهی بالا هستند می‌توانند تأمین‌کننده شرایط مناسبی برای حضور گونه باشند. از طرفی وجود حشرات در مناطق دارای پوشش گیاهی، می‌تواند نقش مهمی در تأمین نیازهای گونه داشته باشد. ارتباط میان مناطق حضور و محیط نشان می‌دهد که گونه در مناطق دارای بارندگی مناسب حضور دارد. همسویی بارش با پوشش گیاهی به‌خوبی در مناطق کوهستانی به تصویر در می‌آید. به عبارتی الگوی توزیع این‌گونه منطبق با الگوی فراوانی بارش و حضور پوشش‌های گیاهی و همچنین تلفیق آن با شیب و پستی و بلندی است. این یافته‌ها در مطالعات سایر محققین نیز اشاره شده است (۱۶). پوشش گیاهی می‌تواند با تأمین زیستگاه مناسب برای حشرات برای این گونه در تأمین غذا نقش داشته باشد. همچنین ممکن است در برخی از فصول مانند زمان‌های گرم که دریافت غذا کم است بر روی تغذیه نیز مؤثر باشد. البته شایان‌ذکر است که گونه موردمطالعه همواره در مناطق جنگلی حضور ندارد. در برخی مطالعات، حضور گونه در آبراهه‌ها و منابع آبی نیز گزارش شده است (۲۴). در مناطقی که پوشش گیاهی و بارش به نسبت سایر مناطق بالاست، رنگ آگاما رو به سبزی است ولی در مناطق که بیشتر حالت صخره‌ای دارند این گونه به رنگ خاکستری متمایل است. این تغییر رنگ می‌تواند به دلیل سازگاری گونه برای حضور در بوم‌سازگان مختلف باشد (۲۵). با توجه به مقیاس و قدرت تفکیک مکانی لایه‌های مورداستفاده در این مطالعه از متغیر شیب استفاده نشد. پارامتر شیب همواره به‌عنوان یک متغیر زیستگاهی برای گونه‌های مختلف حیات‌وحش در مناطق کوهستانی ایفای نقش کرده و گونه‌های مختلف حیات‌وحش برای استفاده از این منبع زیستگاهی سازگارهایی را کسب نموده‌اند (۱۸).

مناطق صخره‌ای و پرشیب برای استفاده از گرمای روز یکی از خصیصه‌های بزرگ خانواده آگامیده است که در گستره توزیع با سایر نیازمندهای گونه از محیط ادغام شده است.

عدم پیش‌بینی برخی از مناطق استان برای حضور گونه می‌تواند به دلیل ارتفاع بالا و یا عدم وجود پوشش گیاهی در این مناطق باشد. از طرفی در مطالعات مختلفی به این موضع اشاره شده که عدم حضور آگاما پولک درشت در مناطق مرتفع می‌تواند به دلیل ممانعتی باشد که آگاما قفقازی (به‌عنوان یک رقیب) برای آن ایجاد کرده است (۱۳). در نقشه باینری توزیع گونه بخش‌هایی از سیمای مطالعاتی برای گونه فاقد مطلوبیت هستند؛ که این امر می‌تواند به دلیل قرار گرفتن دشت‌ها در میان گستره توزیع و درنتیجه عدم پیوستگی میان ارتفاعات باشد. علاوه بر این بخش‌های مرکزی استان نیز توسط سیمای سرزمین با غالبیت زمین‌های کشاورزی محصور شده که این امر نیز بر روی کاهش کارایی ارتباط سیمای سرزمین و کیفیت زیستگاه مؤثر است. تکه‌تکه شدن زیستگاه می‌تواند بر روی کاهش اتصال و ارتباط میان جمعیت‌ها مؤثر باشد (۲۳). ازاین‌رو می‌توان وجود کاربری کشاورزی میان ارتفاعات جنوب و شمال کرمانشاه را به‌عنوان مانعی برای انتشار و ارتباط آن‌ها در نظر گرفت. البته بخش‌های جنوبی استان مجدداً با توجه به پیوستگی بالا تا استان‌های ایلام و لرستان نیز امتداد پیدا می‌کنند. در بخش‌های شمالی، گستره توزیع حضور گونه به نسبت بخش‌های جنوبی از مناطق مسکونی فاصله بیشتری داشت؛ اما گزارش‌هایی نیز از حضور گونه در منازل مسکونی و پشت‌بام‌ها وجود دارد. در حال حاضر شرایط این گونه در سطح استان مناسب است و گستره توزیع آن با توجه به وضعیت فعلی، مناسب تلقی می‌شود.

نتیجه گیری:

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که آگاما پولک درشت در بخش‌های زیادی از استان کرمانشاه پتانسیل حضور دارد؛ اما این پتانسیل در شهرستان‌های گرمسیری استان کرمانشاه، مانند قصر شیرین، سرپل ذهاب و گیلان غرب بسیار پایین است. به‌نحوی‌که در نقشه مطلوبیت زیستگاه برای این نواحی، حضور گونه پیش‌بینی نشده است.

تقدیر و تشکر:

نویسنده از داوران و اعضای محترم هیئت تحریریه مجله دانش زیستی ایران کمال تشکر را دارد.

تعارض منافع:

نویسنده این مقاله اعلام می‌دارد که هیچ تعارض منافعی وجود ندارد.

References

1. Bauer AM. The Atlas of Reptiles of Iran. Mozaffari O, Kamali K and Fahimi H. 2016. Iran Department of the Environment, Tehran. 361 pp. Journal of Animal Diversity. 2019 :10;1(1):20-5.

2. Carranza S, Xipell M, Tarroso P, Gardner A, Arnold EN, Robinson MD, Simo-Riudalbas M, Vasconcelos R, de Pous P, Amat F, Šmíd J. Diversity, distribution and conservation of the terrestrial reptiles of Oman (Sauropsida, Squamata). PloS one. 2018; 13(2):e0190389.

DOI: 10.1371/journal.pone.0190389

3. Alatawi AS, Gilbert F, Reader T. Modelling terrestrial reptile species richness, distributions and habitat suitability in Saudi Arabia. Journal of Arid Environments. 2020 :1;178:104153.

DOI: 10.1016/j.jaridenv.2020.104153

4. Rastegar-Pouyani N, Kami HG, Rajabzadeh HR, Shafiei S, Anderson SC. Annotated checklist of amphibians and reptiles of Iran. Iranian journal of animal Biosystematics. 2008 :1;4(1).

5. Morera-Pujol V, Mostert PS, Murphy KJ, Burkitt T, Coad B, McMahon BJ, Nieuwenhuis M, Morelle K, Ward AI, Ciuti S. Bayesian species distribution models integrate presence-only and presence–absence data to predict deer distribution and relative abundance. Ecography. 2023; (2):e06451.

DOI: 10.1111/ecog.06451

6. Ponti R, Sannolo M. The importance of including phenology when modelling species ecological niche. Ecography. 2023; (4):e06143 .**DOI: 10.1111/ecog.06143**

7. Mondanaro A, Di Febbraro M, Castiglione S, Melchionna M, Serio C, Girardi G, Belfiore AM, Raia P. ENphylo: A new method to model the distribution of extremely rare species. Methods in Ecology and Evolution. 2023; 14(3):911-22.

DOI: 10.1111/2041-210X.14066

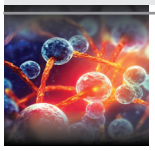
8. Valavi R, Guillera-Arroita G, Lahoz-Monfort JJ, Elith J. Predictive performance of presence-only species distribution models: a benchmark study with reproducible code. Ecological Monographs. 2022; 92(1):e01486.

DOI: 10.1002/ecm.1486

9. Zare Bidoki, G. Values special determine of plants and Special value of Plants in Baghe Shadi protected area, Yazd. Iranian Journal of Biological Sciences, 2022; 17(2): 1-13.

doi: 10.30495/zisti.2022.1974015.1146

10. Hao T, Elith J, Lahoz-Monfort JJ, Guillera-



Arroita G. Testing whether ensemble modelling is advantageous for maximising predictive performance of species distribution models. Ecography. 2020; 43(4):549-558.

DOI: 10.1111/ecog.04890

11. Dezfoulian R, Mebert K, Karami M, Kaboli M, Ahmadzadeh F. Habitat factors determining the distribution of the Caucasian Agama, Laudakia caucasia, (Squamata: Agamidae) in the Sorkh-e-Hesar National park, Tehran province, Iran. Journal of Natural History. 2012; 46(43-44):2735-47.

DOI: 10.1080/00222933.2012.717642

12. Hosseinian Yousefkhani SS, Ficetola GF, Rastegar Pouyani N, Ananjeva NB, Rastegar Pouyani E, Masroor R. Environmental suitability and distribution of the Caucasian Rock Agama, Paralaudakia caucasia (Sauria: Agamidae) in western and central Asia. Asian Herpetological Research. 2013; 4(3):207-13.

DOI: 10.3724/SP.J.1245.2013.00207

13. Ananjeva NB, Golynsky EA, Hosseinian Yousefkhani SS, Masroor R. Distribution and environmental suitability of the small scaled rock agama, Paralaudakia microlepis (Sauria: Agamidae) in the Iranian Plateau. Asian Herpetol. Res. 2014; 5(3):161-7.

DOI: 10.3724/SP.J.1245.2014.00161

14. Yousefkhani SS, Mirshamsi O, Ilgaz C, Kumlutaş Y, Avci A. Ecological niche divergence between Trapelus ruderatus (Olivier, 1807) and T. persicus (Blanford, 1881)(Sauria: Agamidae) in the Middle East. Asiatic Herpetol. Res. 2016; 7(2):96-102.
DOI: 10.16373/j.cnki.ahr.150032

15. Sanchooli N. Habitat suitability and potential distribution of Laudakia nupta (De Filippi, 1843)(Sauria: Agamidae) in Iran. Russian Journal of Ecology. 2017; 48:275-9.

DOI: 10.1134/S106741361703016X

16. Ananjeva N, Golynsky E, Mazanaeva L. DISTRIBUTION MODELING OF THE CAUCASIAN ROCK AGAMA Paralaudakia caucasia (EICHWALD, 1831), (SAURIA: AGAMIDAE) BASED ON AN UPDATED DATA SET. Russian Journal of Herpetology. 2021; 28(3).

DOI: 10.30906/1026-2296-2021-28-3-170-174

17. Karami P, Shayesteh K, Rastegar Pouyani N. Evaluation the Distribution of Effective Factors on Habitat Diversity in Kermanshah Protected Areas. Geography and Environmental Sustainability, 2020; 10(2): 105-123.

DOI: 10.22126/ges.2020.5117.2216

18. Karami P, Tavakoli S, Esmaeili M. Monitoring spatiotemporal impacts of changes in land surface temperature on near eastern fire salamander (Salamandra infraimmaculata) in the Middle East. Heliyon. 2023; 9(6).

DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e17241

19. Bayat M. Systematic and Distribution of the Genus Laudakia In Iranian with Special Reference to Laudakia nupta. M. Sc. Thesis of biology, animal biosystematics, Faculty of science, Razi University. 2012. 140 p.

20. Sancholi N. Survey the habitat suitability of Lacerta media (Reptilia: Sauria) in Iran. Journal of Animal Environment. 2019; 11(3): 101-104.

DOI: 20.1001.1.27171388.1398.11.3.13.7

21. Karami P. Identifying and Analyzing Distribution of Habitat's Hotspots of Salient Vertebrates from Landscape Perspective in Kermanshah Province. PhD Thesis of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University. 2021. 421 p.

22. Ebrahimi E, Ahmadzadeh F. Dynamics of habitat changes as a result of climate change in Zagros Mountains Range (Iran), a case study on Amphibians. 2022; 9 (1): 29-39.

DOI: 10.52547/nbr.9.1.29

23. Azadbakht M. Biological study and geographical distribution of four species of lizards, from four different genera including: Laudakia nupta, Trapelus lessonae, Asaccus griseonotus, Ophisops elegans, in Iran. M. Sc. Thesis of biology, animal biosystematics, Faculty of science, Lorestan University. 2016. 113 p.

24. Abdoli Jomour J. The Lizard Fauna of western region of Kermanshah Province, Sarpoolzahab county and adjacent area. Biodiversity and Animal Taxonomy. 2022; 2(1): 210-222.

DOI: 10.22126/jbat.2023.8808.1032