15(2) 273-280, Summer 2023

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Modeling the Role of Climate Variables in the Distribution of two-spotted spider mite of West Azerbaijan Province

Maryam Rezaie [1*], Reza Javan Nezhad [2]

[1] *Zoology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran*
[2] *Department of Meteorology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

Key Words

West Azerbaijan
Specie distribution modelling
Distribution of two-spotted spider mite
Maxent
Bioclimatic variables

Abstract

Introduction: The two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* is one of the cosmopolite pests, which attack many agricultural and greenhouse plants. Recognizing the distribution of harmful mite species using climate data, geographical diversity, and optimal habitat determination from an animal geographic perspective can be of great help in better pest management. Species distribution modeling is one of the most common methods for determining the range and potential territory of geographical distribution of plant and animal species and usually determining this distribution in order to determine the appropriate environmental conditions as well as the action of species to this condition is used. The MaxEnt software is based on the maximum- entropy approach for modeling species niches and distributions for presence- only species records.

Materials & Methods: The MaxEnt model was used to potential distribution in 15 stations (orchards) of West Azerbaijan provinces in this study. Modeling the distribution of two-spotted spider mites using 6 environmental predictors and presence records including maximum temperature of the hottest month of the year, minimum temperature of the coldest month of the year, average temperature of the hottest season of the year, average temperature of the coldest season of the year, precipitation the warmest season of the year and the coldest rainy season of the year are among the 19 climatic variables. We used ROC curve analysis and the area below the AUC curve, which is a numerical indicator of the recognizing of the model's presence to evaluate the modeling result.

Results: The accuracy models were also evaluated by the area receiver operating characteristic curve (AUC) value in this study.

Conclusion: According to the Jacknife test, variables of the temperature of the coldest season of the year, average temperature of the warmest season of the year and minimum temperature of the coldest month of the year were the most contributing in two-spotted spider mite distribution modeling in West Azerbaijan province that average temperature of the coldest season of the year was more important.

* Corresponding Author's email: marezaie@ut.ac.ir
Received: 28 May 2022; Reviewed: 30 June 2022; Revised: 4 September 2022; Accepted: 8 October 2022
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.353260.2852

مقاله پژوهشی

مدل‌سازی نقش متغیرهای اقلیمی بر پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) در استان آذربایجان‌غربی

مریم رضائی[*1]، *رضا جوان‌نژاد*[2]

[1] *بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران*

[2] *گروه هواشناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*

کلمات کلیدی

آذربایجان‌غربی
مدل‌سازی توزیع گونه
پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای
Maxent
متغیرهای اقلیمی

چکیده

مقدمه: کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch یکی از آفاتی است که به بسیاری از گیاهان در مزارع، باغ‌ها و گل‌خانه‌ها خسارت وارد می‌کنند. شناخت پراکنش گونه‌های این کنه با استفاده از داده‌های اقلیمی، تنوع جغرافیایی و تعیین زیستگاه مناسب از منظر جغرافیای جانوری می‌تواند کمک شایانی در جهت مدیریت بهتر این آفت انجام دهد. مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای از متداول‌ترین روش‌ها برای تعیین دامنه و قلمرو بالقوه پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی و جانوری به‌شمار رفته و معمولاً تعیین این پراکنش به منظور مشخص کردن شرایط محیطی مناسب و هم‌چنین عکس‌العمل گونه‌ها به این شرایط استفاده می‌شود.

مواد و روش: در این پژوهش با استفاده از مدل مکسنت پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای در ۱۵ ایستگاه (باغات سیب) استان آذربایجان غربی انجام شده است. این مدل با استفاده از شش متغیر اقلیمی شامل حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال، حداقل درجه حرارت سردترین ماه سال، میانگین درجه حرارت گرم‌ترین فصل‌سال، میانگین درجه حرارت‌سردترین فصل سال، بارش گرم‌ترین فصل‌سال و بارش سردترین فصل سال از میان ۱۹ متغیر اقلیمی و به‌همراه رکوردهای حضور گونه تهیه شده است. در ادامه برای ارزیابی نتیجه مدل‌سازی از تحلیل منحنی ROC و مساحت زیرمنحنی AUC که یک شاخص کمی از قدرت تشخیص نقاط حضور توسط مدل می‌باشد، استفاده شده است.

نتایج: سطح زیرمنحنی AUC برای داده‌های به‌کار رفته در تعیین مدل و داده‌های به‌کار رفته در تعیین اعتبار مدل حاکی از عملکرد قابل قبول مدل است.

بحث و نتیجه‌گیری: در انتها با بهره‌گیری از آزمون جک‌نایف مشخص شد متغیرهای میانگین دمای سردترین فصل سال، میانگین دمای گرم‌ترین فصل سال و حداقل دمای سردترین ماه سال برای پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای در استان آذربایجان‌غربی نقش به‌سزایی دارند که از این بین میانگین دمای سردترین فصل سال نقش بیش‌تری در پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای دارد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: marezaie@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۷ خرداد ۱۴۰۱؛ تاریخ داوری: ۹ تیر ۱۴۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۱۳ شهریور ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۶ مهر ۱۴۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2022.353260.2852

مقدمه

کنه تارتن دو لکه‌ای به دامنه گسترده‌ای از گیاهان کاشته شده در گلخانه‌ها، مزارع و باغ‌های میوه در تمام سال خسارت وارد می‌کند و در سال ۱۰ الی ۱۵ نسل دارد. حضور این کنه بر روی بیش از ۱۱۰۰ گونه گیاهی گزارش شده است که از این میان ۱۵۰ گونه دارای اهمیت اقتصادی هستند (۱). در نقاط مختلف دنیا برای کنترل این آفت اقدامات مدیریتی بسیاری صورت گرفته است که این خود نشان از میزان خسارت زیاد کنه تارتن دولکه‌ای دارد (۲). به سبب تولیدمثل بالا مدیریت جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای مشکل است (۳، ۴). عوامل زیادی مانند شرایط اقلیمی روی کنه تارتن دولکه‌ای تاثیر می‌گذارند (۵، ۶). دمای بالا و خشکی هوا باعث افزایش جمعیت و طغیان کنه تارتن دولکه‌ای می‌شود (۷). تولیدمثل زیاد همراه با نشو و نمای سریع به این کنه‌ها امکان طغیان می‌دهد که این به نوبه خود موجب ایجاد خسارت اقتصادی می‌شود (۸). شناسایی الگوی پراکنش گونه‌ها وابسته به شرایط اقلیمی، پراکنش جغرافیایی و تعیین زیستگاه مناسب در قالب جغرافیای جانوری به مدیریت بهتر آفات کمک می‌کند (۹، ۱۰). مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای، متداول‌ترین روش برای تعیین دامنه قلمرو و پراکنش جغرافیایی بالقوه گونه‌های گیاهی و جانوری است که به منظور مشخص کردن شرایط محیطی مناسب و نشان دادن عکس‌العمل گونه‌ها به شرایط محیطی استفاده می‌شود (۱۱). این مدل‌ها دسته مهمی از مدل‌های اکولوژیک به شمار می‌روند و بر تئوری زیست‌خوان استوار هستند (۱۲). تاکنون روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای معرفی شده‌اند که یکی از بهترین و پرکاربردترین این شیوه‌ها روش حداکثر آنتروپی یا MaxEent (Maximum Entropy) است (۱۳). مدل‌سازی بر اساس توزیع و با بهره‌گیری از نرم‌افزار مکسنت دارای مزایای قابل توجهی است (۱۴). در همین راستا، استفاده از مدل مکسنت ارتباط میان متغیرهای محیط‌زیستی، اقلیمی و نقاط حضور گونه‌ها، برای شناسایی شرایط محیط زیستی که امکان زیست گونه‌ها در آن وجود دارد، را نشان می‌دهد. مدل مکسنت به داده‌های عدم حضور گونه مورد بررسی نیاز ندارد، ولی در عوض از لایه‌های محیط زیستی پس زمینه برای تمام مناطق مورد مطالعه استفاده می‌کند. در این روش از هر دو متغیر پیوسته و طبقه‌ای استفاده شده و در نهایت خروجی یک نقشه پیش‌بینی پراکنش پیوسته است. کارایی مکسنت به‌عنوان یکی از روش‌های مدل‌سازی پراکنش در مقایسه با سایر روش‌ها خوب ارزیابی شده است (۱۵، ۹، ۱۳). از این مدل برای تعیین زیستگاه‌های مطلوب نیز استفاده می‌شود (۱۶، ۱۷). در سال‌های اخیر مطالعاتی بر پایه مدل‌سازی نقش اقلیم در بروز و پراکنش کنه تارتن انجام شده است. مدل پراکنش کنه تارتن در این کارها با استفاده از رکوردهای حضور و متغیرهای اقلیمی تهیه شده است. دقت و عملکرد این مدل‌ها نیز با استفاده از شاخص سطح زیرمنحنی (ROC) و آزمون جک نایف مشخص شده است (۱۸، ۱۹). پژوهش حاضر با هدف تعیین پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای با آگاهی از شرایط محیطی و اقلیمی استان آذربایجان‌غربی انجام شده است. بر همین اساس از روش حداکثر آنتروپی با استفاده از مدل مکسنت به بررسی عوامل محیطی و تأثیر آن بر پراکنش این گونه در این استان پرداخته شده است. هم‌چنین از نرم‌افزار ArcGIS 10.3 برای تهیه همبستگی و ساخت لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده است. با توجه به وجود پارامترهای اقلیمی و کشاورزی تأثیرگذار (ازجمله توزیع زمانی شدت و مدت بارش‌ها، پیش‌بینی برآوردی از شروع و خاتمه نزولات جوی و دمای حداقل و حداکثر) بر تراکم کنه تارتن دولکه‌ای در زمان‌های مختلف، جهت اجرای مدل مکسنت از نرم‌افزار ArcGIS برای تهیه نقشه پارامترهای مختلف آب و هواشناسی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش: استان آذربایجان‌غربی در شمال‌غرب ایران قرار دارد و از شمال به جمهوری آذربایجان و ترکیه، از غرب به کشورهای ترکیه و عراق، از شرق به استان آذربایجان‌شرقی و استان زنجان و از جنوب به استان کردستان محدود است. مساحت استان برابر ۳۷/۰۵۹ کیلومترمربع است که سیزدهمین استان کشور به لحاظ وسعت محسوب می‌شود و ۲/۲۵ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. استان آذربایجان‌غربی یکی از مناطق کوهستانی کشور است و توپوگرافی متنوع و گسترده‌ای دارد. براساس ساختار طبیعی استان، اکوسیستم‌های ویژه‌ای از ترکیب گیاهان در سطوح مختلف پوشش گیاهی و سطوح مختلف توپوگرافی به وجود آمده‌است که از مهم‌ترین آن‌ها جنگل‌ها و مراتع بوده که خودنمایی می‌کنند.

جمع‌آوری اطلاعات پراکنش: به‌منظور جمع‌آوری داده‌های پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای استان آذربایجان‌غربی تعداد ۱۵ ایستگاه نمونه‌برداری و تا حدامکان نزدیک به ایستگاه‌های هواشناسی از سراسر استان انتخاب شده است (شکل ۱). ایستگاه‌های نمونه‌برداری مورد بحث از باغات سیب انتخاب شده و در هر ایستگاه ماهانه از فرودین تا مهرماه نمونه‌برداری به‌صورت متوالی طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ صورت گرفته است. در جدول ۱ ایستگاه‌های نمونه‌برداری استان آذربایجان‌غربی نشان داده شده است. با توجه به این‌که کنه‌های تارتن در فصل رویشی سال بیش‌تر روی اندام‌های گیاهی و مخصوصاً در پشت برگ‌ها فعالیت می‌کنند، لذا برای نمونه‌برداری تعدادی درخت

سیب به‌طور تصادفی در هر باغ انتخاب شد. در کار حاضر با توجه به نوع پارامترهای به‌کارگیری شده در هر ایستگاه نمونه‌برداری به‌طور متوسط ۱۵ درخت جهت نمونه‌برداری انمتخاب شده است. در ادامه تعداد ۳۰ برگ از قسمت‌های مختلف هر درخت جهت بررسی جدا و نمونه‌ها درون کیسه پلاستیکی به یخچال منتقل شدند. برای داده‌برداری، برگ‌های جمع‌آوری شده حاوی کنه تارتن را زیر بینوکلر قرار داده و یک سانتی‌متر مربع آن به‌عنوان شاخص درنظر گرفته شد. در این روش تعداد کنه‌های تارتن فعال که شامل افراد بالغ و پوره‌ها بودند، جهت‌بررسی جمعیت کنه‌های تارتن در مناطق مختلف مورد بررسی قرار گرفت. مختصات محل نمونه‌برداری نیز با استفاده از دستگاه GPS مدل Etrex ثبت شده است.

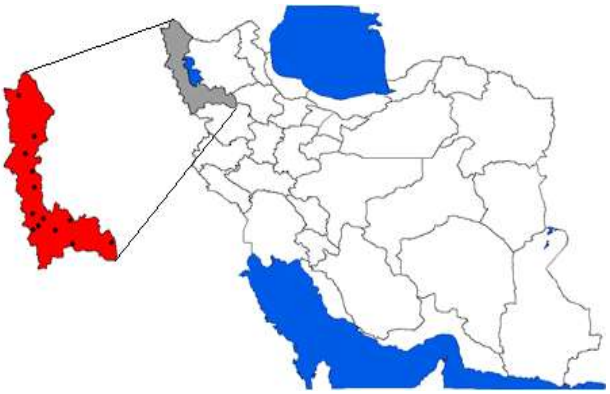
جدول۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری کنه تارتن دولکه‌ای استان آذربایجان‌غربی

ایستگاه	محل	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)	میزبان گیاهی
۱	نرسیده به ایستگاه	۵۰/۷۱E	۴۱ /۴۱ N	۱۳۹۰	سیب
۲	خرم‌آباد روستای خطایلو	۵۱/۰۱ E	۴۱/۴۳ N	۱۳۴۹	سیب
۳	نرسیده به ایستگاه	۵۰/ ۳۶ E	۴۱ /۷۶ N	۱۳۴۴	سیب
۴	کهریز ایستگاه کهریز	۵۰/ ۱۲ E	۴۱/ ۹۳ N	۱۳۳۶	سیب
۵	میاندوآب	۵۱/۱۱ E	۴۱/۸۱ N	۱۳۶۶	سیب
۶	ارومیه	۴۵/۳۹ E	۳۷/۱۷ N	۱۴۰۵	سیب
۷	سلماس	۳۸/۲۲ E	۴۴/۸۶ N	۱۵۲۰	سیب
۸	ماکو	۴۴/۴۵ E	۳۹/۲۸ N	۱۳۱۵	سیب
۹	شوط	۴۴/۷۶ E	۳۹/۲۱ N	۱۰۰۰	سیب
۱۰	چالدران	۴۴/۳۸ E	۳۹/۰۶ N	۱۸۴۲	سیب
۱۱	اشنویه	۴۶/۰۶ E	۳۷/۰۳ N	۱۴۴۰	سیب
۱۲	گوگ تپه	۴۵/۸۰ E	۳۶/۸۶ N	۱۳۰۱	سیب
۱۳	سیمینه	۴۶/۱۴ E	۳۶/۷۲ N	۱۳۰۶	سیب
۱۴	خلیفان	۴۵/۸۰ E	۳۶/۵۰ N	۱۵۴۳	سیب
۱۵	قراقیه	۴۷/۰۹ E	۳۶/۵۰ N	۱۷۸۰	سیب

انتخاب متغیرهای محیطی و اجرای مدل: در کار حاضر به‌منظور بررسی پراکنش کنه‌تارتن دولکه‌ای ابتدا متغیرهای محیطی که شامل ۱۹ متغیر بوده از بانک داده سایت World Clime (http://www.worldclim.org) تهیه شدند. در جدول ۲ لیست متغیرهای محیطی نشان داده شده است. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود این متغیرها بر پایه پارامترهای دما و بارش طبقه‌بندی شده است. در ادامه متغیرهای محیطی مربوطه در نرم‌افزار ArcGIS پیش‌پردازش (Project) شده و برای استفاده در نرم‌افزار مکسنت جهت تحلیل پراکنش گونه مورد استفاده قرار گرفته است. بر این اساس مدل با همه متغیرها اجرا گردید تا اثرات تقریبی هر متغیر بر روی پراکنش گونه مشخص شود و متغیرهایی که دارای اثرات کم‌تری نسبت به سایر متغیرها در پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای بوده، حذف و متغیرهایی که اثرگذاری بیش‌تری بر پراکنش گونه داشته و البته در کار تجربی نیز از اهمیت بیش‌تری در پراکنش کنه تارتن دارند، انتخاب شد. در جدول ۳ لیست متغیر محیطی انتخابی جهت باز تحلیل نشان داده شده است. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود این لیست شامل شش متغیر دمایی و بارشی است. میانگین تعدادکنه تارتن نیز در هر سانتی‌متر مربع از برگ میزبان طی دوره آماری انجام شده تهیه و در جدول ۴ آورده شده است. در زمان اجرای مدل جهت ارزیابی کار از دو دسته نمونه جمع‌آوری شده و به‌صورت تصادفی از داده‌های حضور استفاده شده است.

جدول۲: متغیرهای محیطی استفاده شده جهت اجرای مدل پراکنش

شماره	کد	متغیر آب و هوایی	واحد
۱	Bioclim1	درجه حرارت میانگین سالانه	درجه سلسیوس
۲	Bioclim2	میانگین ماهانه (درجه حرارت حداکثر- درجه حرارت حداقل)	درجه سلسیوس
۳	Bioclim3	هم‌دمایی((Bio 2/Bio 7)*۱۰۰)	درصد
۴	Bioclim4	درجه حرارت فصلی (انحراف معیار *۱۰۰)	درصد
۵	Bioclim5	حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال	درجه سلسیوس
۶	Bioclim6	حداقل درجه حرارت سردترین ماه سال	درجه سلسیوس
۷	Bioclim7	دامنه درجه حرارت سالانه (اختلاف Bio 5 ,Bio 6)	درجه سلسیوس
۸	Bioclim8	میانگین درجه حرارت مرطوب‌ترین فصل سال	درجه سلسیوس
۹	Bioclim9	میانگین درجه حرارت خشک‌ترین فصل سال	درجه سلسیوس
۱۰	Bioclim10	میانگین درجه حرارت گرم‌ترین فصل سال	درجه سلسیوس
۱۱	Bioclim11	میانگین درجه حرارت سردترین فصل سال	درجه سلسیوس
۱۲	Bioclim12	بارش سالانه	میلی‌متر
۱۳	Bioclim13	بارش مرطوب‌ترین ماه	میلی‌متر
۱۴	Bioclim14	بارش خشک‌ترین ماه	میلی‌متر
۱۵	Bioclim15	بارش فصلی (CV)	درصد
۱۶	Bioclim16	بارش مرطوب‌ترین فصل سال	میلی‌متر
۱۷	Bioclim17	بارش خشک‌ترین فصل سال	میلی‌متر
۱۸	Bioclim18	بارش گرم‌ترین فصل سال	میلی‌متر
۱۹	Bioclim19	بارش سردترین فصل سال	میلی‌متر



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه در شمال‌غرب ایران شامل استان آذربایجان‌غربی (قرمز) است. نقاط سیاه پوشیده‌شده در هر محدوده نشان‌دهنده ایستگاه‌های نمونه‌برداری است

این روش به این منظور انجام می‌گردد که از ۷۰ درصد نقاط حضور بانام داده‌های آموزشی (Train data) برای کالیبره کردن مدل و ۳۰ درصد از آن‌ها با نام داده‌های آزمایشی (Test data) برای بررسی صحت کار مدل استفاده شود (۹). برای ارزیابی نتایج مدل‌سازی نیز از تحلیل منحنی ROC (Receiver Operating Characteristic) استفاده شده است. مساحت زیر منحنی AUC (Area Under the Curve) یک شاخص کمی از قدرت تشخیص نقاط حضور توسط مدل است. بایستی به این نکته توجه داشت که مقدار AUC برابر با یک به معنی برآورد کامل و بدون حذف هیچ‌یک از نقاط حضور، بالاتر از ۰/۹ نشان‌دهنده عملکرد بسیار خوب، بالاتر از ۰/۸ نشان‌دهنده عملکرد خوب، بالاتر از ۰/۷ نشان‌دهنده عملکرد قابل قبول و AUC با امتیاز ۰/۵ یک پیش‌بینی تصادفی برای مدل مورد انتظار است (۲۰).

جدول۳: متغیرهای محیطی استفاده شده در ساخت مدل پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای

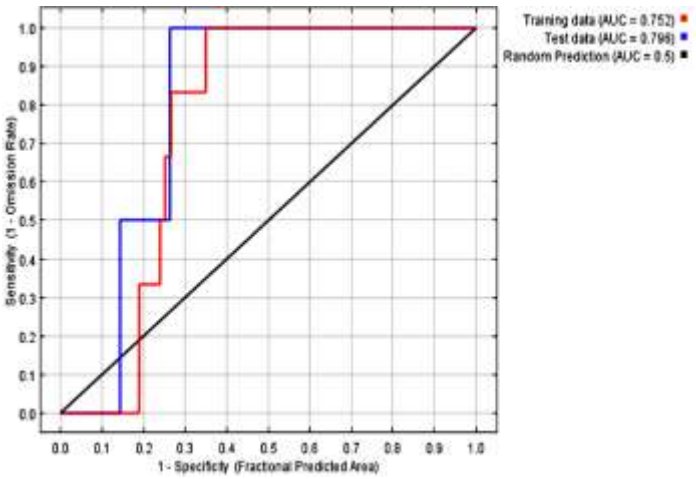
شماره	کد	متغیر آب و هوایی	واحد
۱	Bioclim5	حداکثر درجه حرارت گرم‌ترین ماه سال	درجه سلسیوس
۲	Bioclim6	حداقل درجه حرارت سردترین ماه سال	درجه سلسیوس
۳	Bioclim10	میانگین درجه حرارت گرم‌ترین فصل سال	درجه سلسیوس
۴	Bioclim11	میانگین درجه حرارت سردترین فصل سال	درجه سلسیوس
۵	Bioclim18	بارش گرم‌ترین فصل سال	میلی‌متر
۶	Bioclim19	بارش سردترین فصل سال	میلی‌متر

جدول۴: میانگین کنه تارتن در هر سانتی‌متر مربع از برگ میزبان

	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
ایستگاه ۱	۰	۳/۱۷±۰/۵۹	۳±۰/۳۹	۳/۲۵±۰/۳۰	۰/۱۷±۰/۱۱
ایستگاه ۲	۰/۱۷±۰/۱۱	۲/۴۲±۰/۳۹	۴/۷۵±۰/۸۶	۳/۸۳±۰/۲۹	۰/۰۸±۰/۰۸
ایستگاه ۳	۰/۵±۰/۱۹	۳±۰/۲۷	۱۱/۹۱±۶/۹	۲/۰۸±۰/۵۳	۰/۴۲±۰/۱۹
ایستگاه ۴	۰	۲/۳۳±۰/۳۰	۴/۴۲±۰/۵۱	۱/۰۸±۰/۱۹	۰/۵±۰/۲۳
ایستگاه ۵	۰/۰۸±۰/۰۸	۲/۹۲±۰/۸۳	۳/۲۳±۰/۷۵	۱/۳۳±۰/۴۲	۰/۲۵±۰/۱۳
ایستگاه ۶	۰/۳۳±۰/۱۴	۲/۰۸±۰/۴۹	۲/۷۵±۰/۴۹	۱/۱۷±۰/۴۲	۰/۱۷±۰/۱۱
ایستگاه ۷	۰	۲/۵۸±۰/۵۱	۴/۹۱±۰/۶۵	۳/۰۸±۰/۵۷	۰/۵±۰/۲۳
ایستگاه ۸	۰	۱/۲۵+۰/۱۱	۴±۰/۵۵	۳±۰/۹	۱/۱±۰/۱۷
ایستگاه ۹	۰/۴±۰/۰۲	۲±۱/۱۰	۳/۸±۰/۵۶	۴±۰/۸	۱/۲±۰/۱۸
ایستگاه ۱۰	۰	۰	۲/۹±۰/۵۲	۳/۵±۰/۹	۱/۸±۰/۴۲
ایستگاه ۱۱	۱±۰/۲	۱/۲±۰/۸	۴/۴±۰/۵۲	۴±۰/۸۵	۲/۲±۰/۸۲
ایستگاه ۱۲	.	۲/۲±۰/۰۲	۵±۰/۰۹	۳/۳±۰/۵۸	۱/۲±۰/۴۵
ایستگاه ۱۳	.	۲±۱/۰	۳/۴±۰/۰۹	۳±۰/۵	۱/۲±۰/۰۲
ایستگاه ۱۴	۰	۱/۵±۰/۰۲	۴/۵±۱	۲±۰/۶	۰
ایستگاه ۱۵	.	۱/۸±۰/۰۸	۵/۵±۱/۲	۴±۰/۰۸	۰/۰۹±۰/۱۱

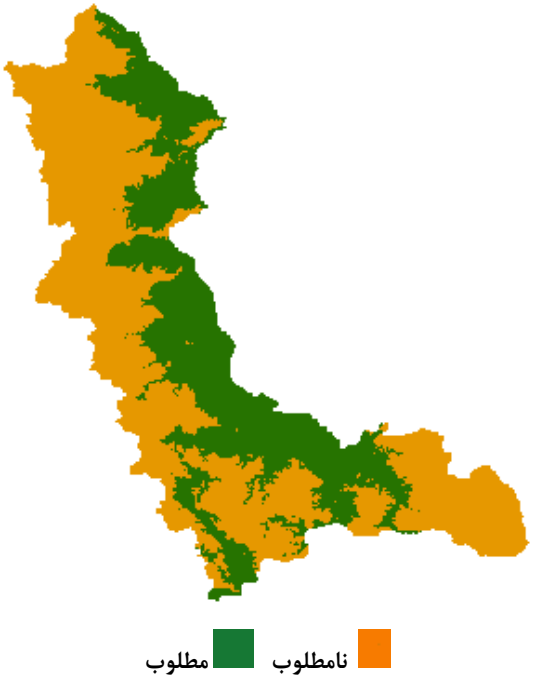
نتایج

ارزیابی کیفیت مدل: منحنی ROC یکی از رایج‌ترین روش‌های آماری است که در مدل‌سازی توزیع گونه‌ها برای ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی استفاده می‌شود. منحنی ROC برای بررسی الگوی پراکندگی جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای در استان آذربایجان‌غربی در شکل ۲ نشان داده شده است. خط قرمز نشان‌دهنده داده‌های مورد استفاده در مدل، خط آبی نشان‌دهنده داده‌های مورد استفاده برای آزمون مدل و خط سیاه حاکی از پیش‌بینی به‌صورت تصادفی است. همان‌طورکه در این شکل مشاهده می‌شود، سطح زیرمنحنی AUC برای داده‌های به‌کار رفته در تعیین مدل (خط قرمز) برابر ۰/۷۵ و برای داده‌های به کار رفته در تعیین اعتبار مدل (خط آبی) برابر ۰/۷۹ است که نشان دهنده قدرت تشخیص قابل قبول مدل است.



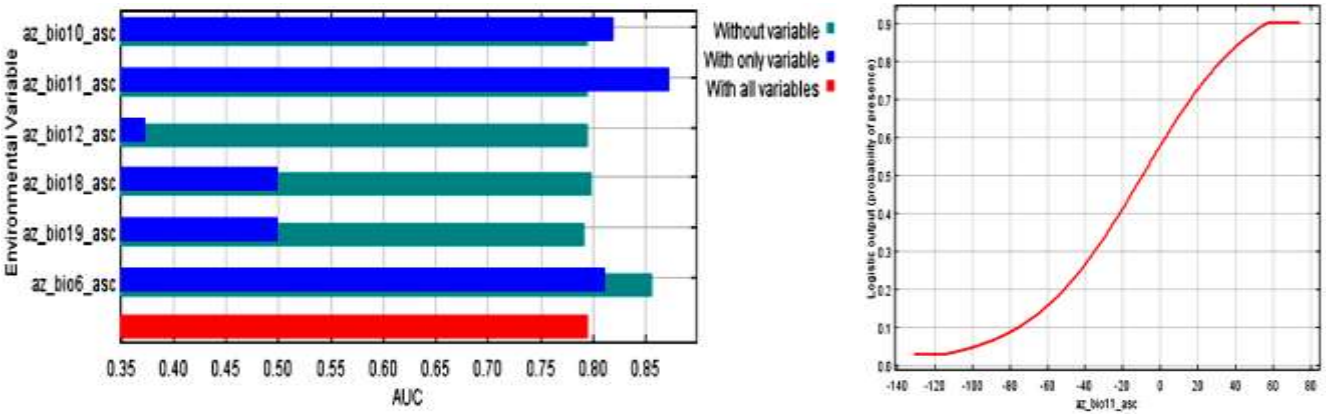
شکل ۲: منحنی ROC آذربایجان‌غربی

نقشه مطلوبیت زیستگاه: در شکل ۳ براساس حداکثر حساسیت مدل (Maximum training sensitivity plus specificity) نقشه زیستگاه کنه تارتن به دو ناحیه مطلوب و نامطلوب تقسیم شده است. همان‌طورکه ملاحظه می‌شود منطقه نامطلوب ناحیه‌ای بود که احتمال حضور کنه تارتن در آن منطقه کم‌ترین مقدار خود را داشته و از طرفی نواحی مطلوب نواحی با حداکثر احتمال حضور کنه و یا قابلیت بالقوه زندگی آن در آن منطقه وجود داشت. در منطقه مورد مطالعه کار حاضر با توجه به این آزمون مشخص گردید که در ارتفاعات استان احتمال حضور و مطلوبیت زیستگاه کنه به حداقل یا به صفر رسیده است. از طرفی در دشت‌ها و مناطق حاصلخیز و مراتع و باغات استان رشد این کنه از مطلوبیت خوبی برخوردار بوده است.



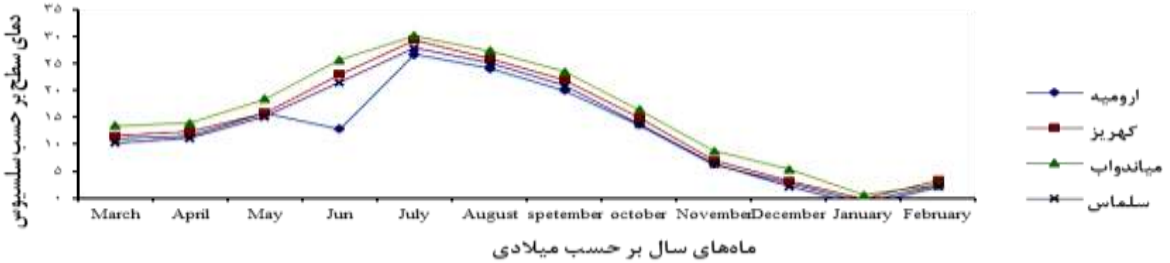
شکل ۳: نقشه طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه کنه تارتن دو لکه‌ای

اهمیت متغیرها: در مناطق دشت و با ارتفاع کم‌تر تعداد کنه بیش‌تر از مناطق کوهستانی و مرتفع گزارش شد که احتمالاً دلیل آن دمای بالاتر و رطوبت کم‌تر این مناطق بوده است. در شروع فصل کنه تارتن دولکه‌ای در علف‌های هرز اطراف باغات مشاهده شد و به تدریج از حاشیه باغات به قسمت‌های مرکزی باغات مشاهده شد. نتایج به‌دست آمده از آزمون جک نایف در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود میانگین دمای سردترین فصل، میانگین دمای گرم‌ترین فصل و حداقل دمای سردترین ماه سال برای پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای در استان آذربایجان‌غربی نقش به‌سزایی دارد که در این میان میانگین دمای سردترین فصل سال نقش بیش‌تری دارد. با توجه به اقلیم استان آذربایجان‌غربی که در مسیر عبور سامانه‌های بارشی مدیترانه، بارش‌های خوب و رشته کوه‌های مرتفع قرار دارد این نتیجه دور از انتظار نیست.

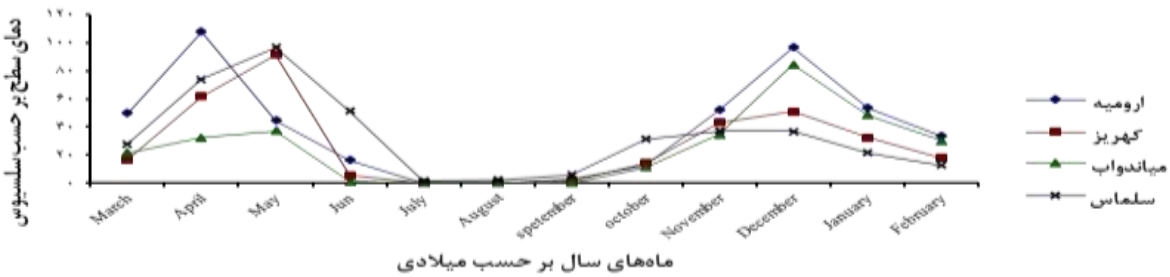


شکل۴: سمت راست) منحنی عکس‌العمل کنه تارتن دولکه‌ای نسبت به متغیر پراهمیت میانگین دمای سردترین فصل سال در مدل‌سازی پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای؛ سمت چپ) اهمیت متغیرهای محیطی بر اساس آزمون جک‌نایف در سه حالت سود کل بدست آمده از اثر متقابل متغیرهای محیطی (نوار قرمز) ، تأثیر انفرادی هر متغیر (نوار آبی) و سود کل بدون متغیر مربوطه (نوار سبز) در استان آذربایجان غربی

داده‌های هواشناسی: در شکل ۵ میانگین دمای ماهانه برخی از ایستگاه‌های استان آذربایجان‌غربی در زمان‌های انجام پروژه طی سال‌های نمونه‌برداری نشان داده شده‌است. از طرفی در شکل ۶ میانگین بارش ماهانه نیز در چند ایستگاه این استان آورده شده است. تعداد ایستگاه‌های آورده شده در این شکل از تعداد ایستگاه‌های نمونه‌برداری کم‌تر بوده و این امر نیز به‌سبب در دسترس‌بودن داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌های همدیدی سازمان هواشناسی بوده که طبق استانداردهای سازمان هواشناسی جهانی ثبت می‌گردد. در این شکل‌ها با توجه به این‌که بر اساس تحلیل و برونداد مدل نتایج پارامترهای اقلیمی برای تمام سال در نظر گرفته می‌شود و از طرفی متغیرهای اقلیمی اعم از بارشی و دمایی در تمام فصول سال بر رشد و پراکنش کنه تاثیرگذار می‌باشد. دمای سطح زمین برای این مدت نشان داده شده است. البته لازم به ذکر است در کار حاضر نمودارهای دمایی برای نشان دادن تغییرات دمایی منطقه مورد مطالعه طی سال آورده شده است و برای نشان دادن ارتباط متغیرهای اقلیمی با پراکنش کنه بایستی تمام پارامترهای اقلیمی منطقه به‌صورت نموداری و مستقل آورده شود که این کار به‌صورت بانک داده‌ای که از درگاه World Clime استخراج شده در زمان اجرای مدل لحاظ شده است. با توجه به این‌که آمار ایستگاه‌های هواشناسی مطابق استاندارد سازمان جهانی هواشناسی و داده بانک‌های اطلاعاتی اقلیمی جهان برحسب تاریخ‌های میلادی است در نمودارهای این شکل تاریخ برحسب میلادی است.



شکل ۵: میانگین دمای ماهانه (بر حسب درجه سلسیوس) چند ایستگاه استان آذربایجان‌غربی (از مارچ ۲۰۱۸ لغایت فوریه ۲۰۱۹)



شکل ۶: متوسط بارش ماهانه (برحسب میلی‌متر) چند ایستگاه استان آذربایجان‌غربی (از مارچ ۲۰۱۸ لغایت فوریه ۲۰۱۹)

بحث

کنه تارتن دولکه‌ای از مهم‌ترین آفات در بسیاری از محصولات کشاورزی است. از طرفی تغییرات گرمایشی زمین موجب افزایش نوسانات دمایی و تغییر الگوی بارش شده است. از سوی دیگر عوامل محیطی نیز از فاکتورهای موثر در تغییرات جمعیت آفات و از آن جمله کنه تارتن دولکه‌ای است. استفاده از خروجی مدل‌های تغییر اقلیم آب و هوا جهت استفاده در برآورد بروز و تغییرات جمعیت کنه‌ها در اجرای برنامه مدیریت تلفیقی این آفت افزایش یافته است. دما و بارش از مهم‌ترین پارامترهای اقلیمی هستند که در پراکنش، رشد و نمو، زنده‌مانی و تولیدمثل این آفت تاثیر دارد. دما به‌عنوان عامل کلیدی در رشد و تولیدمثل کنه تارتن دولکه‌ای مطرح است. تولیدمثل کنه تارتن دولکه‌ای تا دمای ۳۰ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد، ولی در دمای ۳۵ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد (۲۱). با افزایش دما تعداد نسل کنه تارتن دولکه‌ای افزایش می‌یابد و طول دوره نسلی آن کاهش می‌یابد (۲۲). خشکسالی در مناطق مختلف عامل طغیان کنه تارتن دولکه‌ای در باغ‌های میوه است. کنه تارتن دولکه‌ای برای مناطق مختلف جغرافیایی خسارت‌های عمده‌ای در باغات میوه تحمیل می‌کند. از این‌رو امکان استفاده از برونداد مدل‌های پراکنش جهت پیش‌آگاهی از پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای و احتمال طغیان آن در زمان و مکان نقش به‌سزایی در شناخت و نحوه پراکنش این گونه داشته و امکان‌سنجی روش‌های مدیریتی جهت کنترل و تغییرات جمعیتی این آفت کلیدی را نیز در آینده فراهم خواهد ساخت. در مطالعه حاضر با استفاده از روش حداکثر آنتروپی پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای در استان آذربایجان‌غربی مورد بررسی قرار گرفت. از مدل مکسنت بیش‌تر برای پژوهش‌هایی در ارتباط با تعیین زیستگاه‌های مهره‌داران بزرگ نظیر پرندگان استفاده شده است (۲۳، ۲۴، ۲۵). با استفاده از مدل مکسنت پراکنش پرنده‌ای به نام دلیجه کوچک در استان گلستان را مورد بررسی قرار گرفته است (۲۶). از بین متغیرهای مورد بررسی فاصله تا مناطق مسکونی، میزان بارش در گرم‌ترین فصل سال، ارتفاع و میزان بارش در مرطوب‌ترین فصل و شیب از موثرترین عوامل حضور دلیجه کوچک در استان گلستان بود. پراکنش دو گونه سن سبز *Nezara viridula* Linnaeus و *Brachynema gemanii* Kolenati نیز با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی صورت گرفت. اقلیم خشک، زمستان خنک و تابستان گرم در قسمت‌های شمالی و مرکزی استان کرمان برای حضور گونه *B. germanii* مناسب بوده و مدل پراکنش گونه *N. virdula* نیز نشان داد که این گونه در قسمت‌های جنوبی استان کرمان در اقلیم خشک همراه با زمستان معتدل تا خنک و تابستان بسیار گرم پراکنش دارد (۲۷). در کار حاضر نتایج حاصل از آزمون جک‌نایف حاکی از نقش مؤثر میانگین دمای سردترین فصل سال برای پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای در استان آذربایجان‌غربی است. البته با توجه به اقلیم استان آذربایجان‌غربی که در مسیر عبور سامانه‌های بارشی مدیترانه‌ای و فرارفت هوای سرد از سمت سیبری و شمال اروپا به این استان است، دور از انتظار نبوده و شاهد بارش‌های نسبتاً خوبی در این نواحی و در فصول سرد سال هستیم. البته در طی سال‌های اخیر بارش فصل‌های سرد سال کاهشی بوده و از طرفی دمای سطح زمین نیز به‌علت گرمایش جهانی در این نواحی تا حدودی افزایشی بوده که این خود بر جمعیت و پراکنش کنه‌ها تأثیرگذار بوده است. با این‌حال در صورت افزایش مدت زمان نمونه‌برداری از باغات و مناطق، بانک اطلاعاتی واقع گرایانه‌تری در دسترس خواهد بود. در پژوهش دیگری مشخص شد که بارش گرم‌ترین فصل سال در پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای در استان تهران اهمیت بیش‌تری داشته است (۲۸) که اختلاف آن با نتایج این پژوهش، شاید به‌لیل اختلاف شرایط آب و هوایی و اقلیم این استان است. در پژوهشی که در همین راستا صورت پذیرفته است نتایج حاکی از تأثیر جمعیت کنه تارتن و افزایش دما در میزبان‌های مختلف است که سبب افزایش جمعیت کنه شده است. در همین تحقیق نیز نشان داده شده است که جمعیت کنه با رطوبت نسبی محیط ارتباط معکوس دارد و با افزایش رطوبت محیط جمعیت کنه تارتن کاهش می‌یابد که نشان دهنده هم‌خوانی نتایج کار حاضر است (۲۹). با نگاهی به عوامل محیطی و تغییرات آب و هوایی می‌توان گامی اساسی در جهت مدل‌سازی عوامل اقلیمی بر آفات و ازجمله کنه تارتن دولکه‌ای برداشت. آگاهی از روند تغییرات آب و هوایی و روند تغییرات جمعیت آفات در منطقه موجب اتخاذ روش‌های منطقی جهت مدیریت کنترل انبوهی آفات و موفقیت درمواجه با اثرات تغییرات آب و هوایی می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه در قالب طرح تحقیقاتی مصوب صندوق حمایت از پژوهشگران به شماره ۹۵۸۴۹۰۴۲ انجام شد. بدین‌وسیله از حمایت مالی این صندوق در انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارد.

منابع

1. **Nachman, G. and Zemek, R., 2003.** Intraction in a tritrophic acarine predatory prey metapopulation system: within- plant dynamics of *Phytoseiulus persimilis* and *Tetranychus urticae*. Exp Appl Acarol. 29: 35-68.
2. **Pietrosiuk, A., Furmanowa, M., Kropczysnka, D., Kawka, B. and Wiedenfeld, H., 2003.** Life history parameters of the two-spotted spider mite (*Tetranychus*

19. **Rezaie, M. and Javan Nezhad, R., 2022.** Modeling of geographical climatic distribution pattern of *Tetranychus urticae* in the climate of Razavi Khorasan province. JARPP. 11(2): 37-45.

20. **Naqibzadeh, A., Rezaei, N., Sarhangzadeh, J. and Sidi, N., 2019.** Modeling the habitat suitability of wild species in the Borouid Wildlife Sanctuary in Yazd Province using the maximum entropy method. Journal of Animal Environment. 10(4): 75-82 (In Persian)

21. **Praslicka, J. and Huszer, J., 2005.** Influence of temperature and host plants on the development and fecundity of the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). Plant prot Sci. 40(4): 141-144.

22. **Xie, H., Wu, S., Yu, L., Xu, C. and He, K., 2018.** Effect of Elevated CO_2 and temperature on two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) feeding on maize. J Entomol Sci. 53(2): 205-218.

23. **Kafash, A., Kaboli, M. and Kohiler, G., 2014.** Predicting the impacts of climate change on the mesopotamian spiny-tailed lizard (*Saara loricata*): using maximum maximum entropy algorithm and bioclim. Anim Bio J. 7(1): 75-82. (In Persian)

24. **Moradi, S., Saleh, M. and Sayyad, S.I., 2016.** Suitable forest habitats for protection of Iranian squirrel (*Sciurus anomalus* Pallescens) in west Kermanshah province. J Anim Ecol. 8(2): 33-40. (In Persian)

25. **Trnian, F., Aarnivand, H., Yazdanparast, R., Chahouki, M.Z. and Jafari, M., 2017.** Identifying potential habits and influencing variable on *Daphne mucronata* Royle distribution. J Rangel. 2(11): 179-193.

26. **Mirzaee, R., Homami, M.R., Esmaeile, A., and Rezaee, H., 2014.** Distribution modelling of *lesser kestrel* (Falco Naumanni) in Golestan province, Iran. Environ Res. 4(8): 149-156. (In Persian)

27. **Tavanpour, T., Sarafrazi, A., Mehrnejad, M.R. and Imani, S., 2016.** Distribution scenario of two species of green bugs *Brachynema germarii* and *Nezara viridula* (Hemiptera; Pentatomidae) in Kerman Province. Appl Entomol Phytopathol. 84(1): 67-78. (In Persian)

28. **Rezaie, M. and Javannezhad, R., 2020.** Modeling the role of climate in distribution of two-spotted spider mite: case study of Tehran province. J Environ Sci Stud. 5(2): 2554-2559. (In Persian)

29. **Kumral, N.A. and Kovanci, B., 2004.** Seasonal population dynamics of the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) under acaricide constraint of eggplant in Bursa provinces (Turkey). Acarologia. XIV(4): 295-301.

urticae Koch) feeding on bean leaves treated with pyrrolizidine alkaloids. J Appl Toxicol. 23: 87-190.

3. **Moghadam, M.M., Ghadamyari, M. and Talebi, K., 2012.** Resistance mechanisms to fenazaquin in Iranian population of two spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Int J Acarology. 38(2): 138-145.

4. **Zamanim, P., Sajedi, R.H., Ghadamyari, M. and Memarizadeh, N., 2014.** Resistance mechanisms to *Chlorpyrifos* in Iranian populations of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). J Agricul Sci Technol. 16: 277-289.

5. **Modarres, S.S., Vafaei, R., Zamani, A.A., Arbabi, M. and Farazmand, H., 2011.** Effect of nitrogen fertilization on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) populations on common bean. Middle East J Sci Res. 8(5): 990-998.

6. **Riahi, E., Shishehbor, P., Nemati, A., Shishehbor, P. and Saeidi, Z., 2013.** Temperature effect on development and life table parameter of *Tetranychus urticiae* Koch (Acari: Tetranychidae). J Agric Sci Technol. 15(4): 661-672.

7. **Leite, G.L.D., Picanco, M., Zanuncio, J.C. and Marquini, F., 2003.** Factors affecting mite herbivory on Eggplants in Brazil. *Exp* Appl Acarol. 31(3): 243-252.

8. **Southwood, T.R.E. and Henderson, P.A., 2000.** Ecological methods. Third edition. Blackwell Sciences. Oxford.

9. **Pearson, G., 2007.** Species Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Richard Center for Biodiversity and Conservation & Department of Herpetology. American Museum of Natural History.

10. **Tognelli, M.L., Roig Junent, S.A., Marvaldi, A.E., Flores, G.E. and Lob, J.M., 2009.** An evaluation of methods for modeling distribution of Patagonian insects. RCHN. 82: 347-360.

11. **Pearson, G., 2007.** Species Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Richard Center for Biodiversity and Conservation & Department of Herpetology American Museum of Natural History.

12. **Pearson, G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M. and Peteron, A.T., 2007.** Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. J Biogeogr. 34: 102-117.

13. **Phillips, S.J., Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006.** Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecol Model. 190(3-4): 231-259.

14. **Bradie, J. and Leung, B., 2017.** A quantitative synthesis of the importance of variables used in MaxEnt species distribution models. J Biogeogr. 44(6): 1344-1361.

15. **Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y.E. and Yates, C.J.A., 2007.** Statistical Explanation of Maxent for Ecologists. Divers Distrib. 17: 43-57.

16. **Moemarzadeh, A.K., Imani, J.H. and Karami, M., 2022.** Habitat Suitability Modeling for Porcupine (*Hystrix indica*) by Maximum Entropy Model (MaxEnt) in Khojir national park, Iran. Journal of Animal Environment. 13(4): 9-18 (In Persian)

17. **Haidarpour, A.R., Ashrafzadeh, M.R., Zamani, R. and Mahmoud, A., 2021.** Habitat suitability modeling and conservation implications for Dice snake (*Natrix tessellata*, Colubridae) in Chaharmahal va Bakhtiari province, Iran. Journal of Animal Environment. 13(2): 187-196 (In Persian)

18. **Rezaie, M. and Javan Nezhad, R., 2020.** Effect of climate on modeling of distribution pattern of two stopped spider mite in the climate of Razavi Khorasan province. The 10th National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources. 8 p.