

مدل‌سازی الگوی پراکنش جغرافیایی - اقلیمی کنه *Tetranychus urticae* در استان خراسان رضویمریم رضائی^۱، رضا جوان‌نژاد^۲^۱بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
^۲مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشگاه هوایی شهید ستاری، تهران، ایران. marezaie@ut.ac.ir

پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۳

بازنگری: ۱۴۰۰/۳/۲۶

دریافت: ۱۴۰۰/۲/۴

چکیده

کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* یکی از آفات همه جازی بوده و به بسیاری از گیاهان در مزارع، باغ‌ها و گلخانه‌ها خسارت وارد می‌کند. شناخت پراکنش این کنه با استفاده از داده‌های اقلیمی کمک شایانی در جهت مدیریت بهتر این آفت می‌کند. تحقیق حاضر با استفاده از مدل مکسنت به بررسی پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای استان خراسان رضوی پرداخته است. این پژوهش با در نظر گرفتن تعدادی باغ میوه به عنوان ایستگاه نمونه‌برداری، انجام شد. مدل‌سازی پراکنش این آفت با استفاده از شش متغیر اقلیمی شامل حداکثر دمای گرم‌ترین ماه سال، حداقل دمای سردترین ماه سال، متوسط دمای گرم‌ترین فصل سال، متوسط دمای سردترین فصل سال، بارش گرم‌ترین فصل سال و بارش سردترین فصل سال از میان ۱۹ متغیر اقلیمی و به همراه رکوردهای حضور گونه تهیه شد. برای ارزیابی نتیجه مدل‌سازی از تحلیل منحنی ROC و مساحت زیر منحنی AUC استفاده شد. با بهره‌گیری از آزمون جک‌نایف مشخص شد که متغیرهای حداقل دمای سردترین ماه سال، میانگین دمای سردترین فصل و بارش سردترین فصل در پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای در استان خراسان رضوی نقش بسزایی دارند و در این میان حداقل دمای سردترین ماه سال نقش بیشتری دارد. مقدار میانگین سطح زیر منحنی ROC برابر ۰/۷۵ بدست آمد که نشانگر دقت بالای مدل بدست آمده برای این گونه است. سطح زیر منحنی AUC برابر ۰/۷۵ و برای داده‌های به کار رفته در تعیین اعتبار مدل برابر ۰/۶۵ است که نشان‌دهنده قدرت تشخیص قابل قبول مدل است.

کلمات کلیدی: پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای، مدل‌سازی، MaxEnt، متغیرهای اقلیمی

Modeling of geographical-climatic distribution pattern of *Tetranychus urticae* in the climate of Razavi Khorasan provinceMaryam Rezaie¹✉, Reza JavanNezhad²¹Zoology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Tehran, Iran; ²Graduate Center, Shahid Sattari Aeronautical University, Tehran, Iran.
✉marezaie@ut.ac.ir.

Received: 24 April 2021

Revised: 16 June 2021

Accepted: 25 August 2021

Abstract

The two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* is one of the cosmopolite pests, which attack many agricultural and greenhouse plants. Recognizing the distribution of this mite using climate data can be of great help in better pest management. In this research, the MaxEnt model was used to study potential distribution of two-spotted mite in several stations (orchards) of Razavi Khorasan province. Modeling the distribution of the mite was based on six 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 among the 19 climatic variables. ROC curve analysis and the area below the AUC curve was used to evaluate the modeling results. According to the Jackknife 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 mite distribution modeling in this province and average temperature of the coldest season of the year was more important. The area below the AUC curve equal to 0.75 indicates the model obtained for this species has high accuracy. The area below the ROC curve is 0.75 and for the data used to validate the model is 0.65, which indicates the acceptable detection power of the model.

Keywords: Climatic variables, Distribution of two-spotted spider mite, Modeling, MaxEnt

How to cite:

Rezaie M, JavanNezhad R, 2022. Modeling of geographical-climatic distribution pattern of *Tetranychus urticae* in the climate of Razavi Khorasan province. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 11 (2): 37–45.

مقدمه

کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch به دامنه گسترده‌ای از گیاهان کاشته شده در گلخانه‌ها، مزارع و باغ‌های میوه در تمام سال خسارت وارد می‌کند. این کنه از روی بیش از ۱۱۰۰ گونه گیاهی گزارش شده است که از این میان ۱۵۰ گونه دارای اهمیت اقتصادی هستند (Nachman & Rostislav 2002). 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 (Pietrosiuk et al. 2003). به دلیل تولید مثل بالای این آفت، مدیریت جمعیت آن مشکل است (Moghadam et al. 2011; Zanim et al. 2014). عوامل زیادی مانند شرایط اقلیمی روی کنه تارتن دولکه‌ای تاثیر می‌گذارد (Riahi et al. 2013; Modaress et al. 2011). دمای بالا و خشکی هوا باعث افزایش جمعیت و طغیان کنه تارتن دولکه‌ای می‌شود (Leite et al. 2003). تولید مثل زیاد همراه با نشو و نمای سریع، باعث افزایش سریع جمعیت کنه و ایجاد خسارت اقتصادی روی گیاهان میزبان می‌شوند (Southwood & Henderson 2000).

شناسایی پراکنش گونه‌ها با مطالعه شرایط اقلیمی، پراکنش جغرافیایی و تعیین زیستگاه مناسب در قالب جغرافیای جانوری به مدیریت بهتر آفات کمک می‌کند (Pearson et al. 2007; Tongneli et al. 2009). مدل سازی پراکنش گونه‌ای، متداول ترین 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 (Pearson et al. 2007). این مدل‌ها دسته مهمی از مدل‌های اکولوژیک به شمار می‌روند و بر تئوری نیچ اکولوژیک استوار هستند (Vandermeer 1972).

تاکنون روش‌های مختلفی برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌ای معرفی شده‌اند که یکی از بهترین و پرکاربردترین این شیوه‌ها روش حداکثر آنتروپی یا MaxEnt (Maximum Entropy) است (Phillips et al. 2006). در همین راستا، استفاده از مدل مکسنت ارتباط میان متغیرهای محیط زیستی، 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 به عنوان یکی از روش‌های مدل سازی پراکنش در مقایسه با سایر روش‌ها خوب ارزیابی شده است (Elith et al. 2006; Phillips et al. 2006; Pearson et al. 2007).

پژوهش حاضر با هدف تعیین پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای با آگاهی از شرایط محیطی و اقلیمی استان خراسان رضوی انجام شده است. در این پژوهش از روش حداکثر آنتروپی با استفاده از مدل MaxEnt به بررسی عوامل محیطی و تاثیر آن بر پراکنش این گونه در این استان پرداخته شده است. همچنین از نرم افزار ArcGIS 10.3 برای تهیه همبستگی و ساخت لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده است.

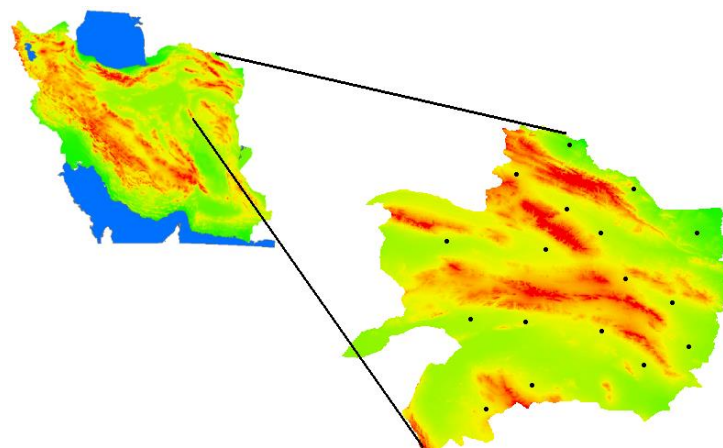
با توجه به وجود پارامترهای اقلیمی و کشاورزی تاثیرگذار (از جمله توزیع زمانی شدت و مدت بارش‌ها، پیش‌بینی برآوردی از شروع و خاتمه نزولات جوی و دمای حداقل و حداکثر) بر تراکم کنه تارتن دولکه‌ای در زمان‌های مختلف، جهت اجرای مدل مکسنت از نرم‌افزار ArcGIS برای تهیه نقشه پارامترهای مختلف آب و هواشناسی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

استان خراسان رضوی در شمال شرق کشور واقع شده است. این استان از شمال به ترکمنستان، از شرق به افغانستان، از شمال غرب و غرب به استان‌های خراسان شمالی و سمنان و از جنوب و جنوب غربی به استان‌های خراسان جنوبی و یزد محدود شده است.

برای بررسی، تحلیل و مدل‌سازی نحوه پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای نیاز به شناخت کافی از نحوه پراکنش این کنه در سطح استان بود، لذا در این پژوهش سعی شد تا حد امکان از بیشتر شهرها و مناطق استان از قبیل مشهد، چناران، قوچان، درگز، کلات، فریمان، نیشابور، سبزوار، تربت جام، تایباد، خواف، گناباد، بردسکن و کاشمر طی دوره‌های زمانی مشخص نمونه‌برداری شود. در شکل ۱ نقشه کوهساری استان به همراه برخی ایستگاه‌های نمونه‌برداری نشان داده شده است. رشته کوه‌های این استان در ادامه ارتفاعات البرز به سمت شرق و جنوب شرق کشیده شده و به صورت قوس‌های موازی و در جهت شمال غرب به جنوب شرق تا ارتفاعات هندوکش افغانستان امتداد یافته است. بلندترین نقطه آن قله بینالود با ارتفاعی حدود ۳۲۱۱ متر و کم ارتفاع‌ترین نقطه آن در شمال سرخس و با ارتفاعی حدود ۳۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد.



شکل ۱. نقشه کوهساری استان خراسان رضوی به همراه برخی مناطق نمونه برداری. نواحی مرتفع با هاشور قرمز و نواحی پست با هاشور سبز نشان داده شده است.

Figure 1. Map topography of Razavi Khorasan province along with some sampling station. The highlands are shown with red and the lowlands with green.

جمع‌آوری اطلاعات پراکنش

به منظور جمع‌آوری داده‌های پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای در استان خراسان رضوی تعدادی ایستگاه نمونه‌برداری و تا حد امکان نزدیک به ایستگاه‌های هواشناسی انتخاب شد. در پژوهش حاضر از برخی درختان میوه (سیب، گلابی، به، زرد آلو و آلو) نمونه‌برداری شده و در هر ایستگاه ماهانه از فروردین تا مهرماه نمونه‌برداری به صورت متوالی طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ صورت گرفت.

با توجه به اینکه کنه‌های تارتن در فصل رویشی سال بیشتر روی اندام‌های گیاهی و مخصوصاً در سطح زیری برگ‌ها فعالیت می‌کنند، لذا برای نمونه‌برداری تعداد پنج درخت به طور تصادفی در هر باغ انتخاب شد. در برخی باغ‌های میوه درختان به صورت مخلوط کاشته شده و بنابراین سعی شد انتخاب پنج درخت شامل انواع درختان میوه کاشته شده در آن باغ باشد. در ادامه تعداد ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف هر درخت جهت بررسی جدا شده و این نمونه‌ها درون کیسه پلاستیکی به یخچال منتقل شد.

برگ‌های جمع‌آوری شده حاوی کنه تارتن زیر استریو میکروسکوپ قرار داده شده و یک سانتی‌متر مربع آن به عنوان شاخص انتخاب و تعداد کنه‌های تارتن (کنه‌های فعال) در هر سانتی‌متر مربع جهت بررسی جمعیت کنه‌های تارتن در مناطق مختلف نیز مورد بررسی قرار گرفت. در هر نمونه‌برداری نیز تعداد کنه تارتن و میزبان آن نیز یادداشت می‌شد. مختصات محل نمونه‌برداری نیز با استفاده از دستگاه GPS مدل Etrex ثبت شد.

انتخاب متغیرهای محیطی و اجرای مدل

برای بررسی پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای ابتدا متغیرهای محیطی (که شامل ۱۹ متغیر بود) از بانک داده سایت Clime تهیه شدند (<http://www.worldclim.org>). در جدول ۱ لیست متغیرهای محیطی نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود این متغیرها بر پایه پارامترهای دما و بارش طبقه‌بندی شده است.

در ادامه متغیرهای محیطی مربوطه در نرم‌افزار ArcGIS پیش‌پردازش شده و برای استفاده در نرم‌افزار مکسنت جهت تحلیل پراکنش گونه مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش متغیرهای محیطی در نرم‌افزار ArcGIS برای منطقه مورد نظر به تفکیک جدا شده و لایه‌های اطلاعاتی هر متغیر تهیه و به شکل اندازه‌هایی با تفکیک تقریبی یک کیلومتری جهت استفاده در اجرای مدل مکسنت آماده شدند. در ادامه مدل با همه متغیرها اجرا گردید تا اثرات تقریبی هر متغیر روی پراکنش گونه مشخص شود. متغیرهایی که دارای اثرات کمتری نسبت به سایر متغیرها در پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای بودند، حذف و متغیرهایی که اثرگذاری بیشتری بر پراکنش گونه داشت، انتخاب شدند. در جدول ۲ لیست متغیر محیطی انتخابی جهت باز تحلیل نشان داده شده است. این لیست شامل شش متغیر دمایی و بارشی است.

در زمان اجرای مدل برای ارزیابی کار از دو دسته نمونه جمع‌آوری شده و به صورت تصادفی از داده‌های حضور استفاده شده است. در این روش حدود ۷۵ درصد نقاط حضور به صورت تصادفی جهت آموزش مدل و حدود ۲۵ درصد باقیمانده نیز برای

ارزیابی کیفیت مدل

منحنی ROC یکی از رایج ترین روش های آماری است که در مدل سازی توزیع گونه ها برای ارزیابی مدل های پیش بینی استفاده می شود. با توجه به شکل ۲ خط قرمز نشان دهنده داده های مورد استفاده در مدل، خط آبی نشان دهنده داده های مورد استفاده برای آزمون مدل و خط سیاه حاکی از پیش بینی به صورت تصادفی است. همان طور که در این شکل مشاهده می شود، سطح زیر منحنی AUC برای داده های به کار رفته در تعیین مدل (خط قرمز) برابر ۰/۷۵ و برای داده های به کار رفته در تعیین اعتبار مدل (خط آبی) برابر ۰/۶۵ است که نشان دهنده قدرت تشخیص قابل قبول مدل است.

ارزیابی نتایج مدل به کار گرفته می شود. این روش به این منظور انجام می شود که از ۷۰ درصد نقاط حضور با نام داده های آموزش (Train data) برای کالیبره کردن مدل و ۳۰ درصد از آنها با نام داده های آزمایشی (Test data) برای بررسی صحت کار مدل استفاده شود (Pearson et al. 2007).

برای ارزیابی نتایج مدل سازی نیز از تحلیل منحنی ROC (Receiver Operating Characteristic) استفاده شد. 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 هیچ یک از نقاط حضور، بالاتر از ۰/۹ نشان دهنده عملکرد بسیار خوب، بالاتر از ۰/۸ نشان دهنده عملکرد خوب، بالاتر از ۰/۷ نشان دهنده عملکرد قابل قبول و AUC با امتیاز ۰/۵ یک پیش بینی تصادفی برای مدل مورد انتظار است (Nagibzadeh et al. 2018).

جدول ۱. متغیرهای محیطی استفاده شده در ساخت مدل پراکنش.

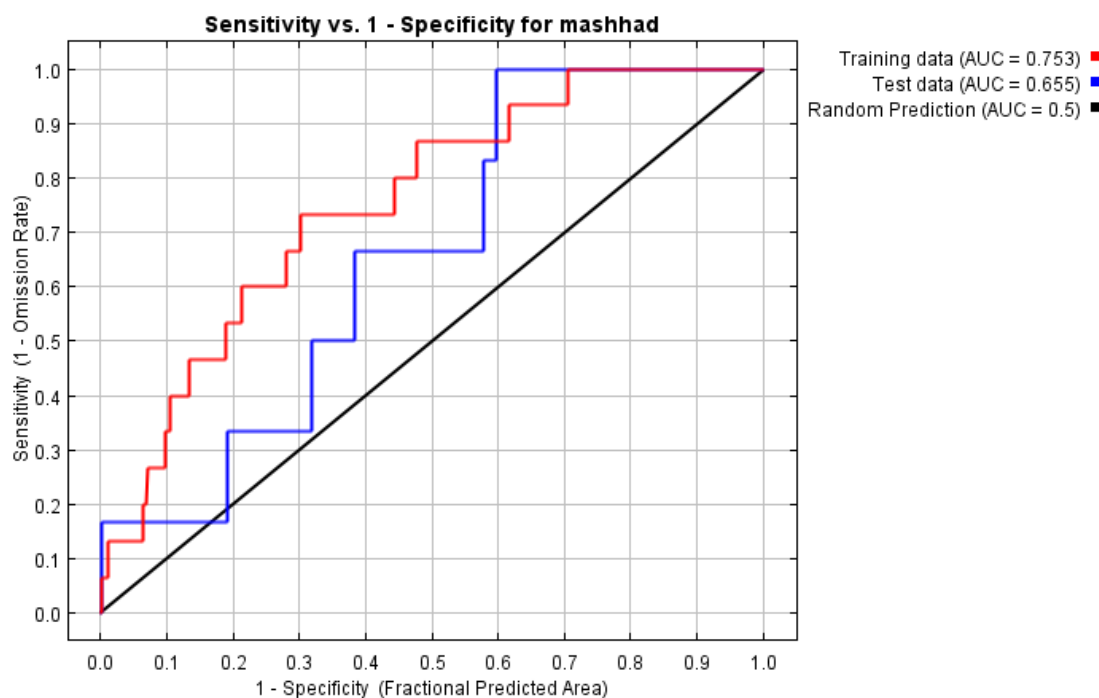
Table 1. Environmental variables used in the construction of the distribution model.

Number	Codes	Layer's Name
1	Annual Mean Temperature	Bioclim1
2	Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))	Bioclim2
3	Isothermality (BIO2/BIO7) ($\times 100$)	Bioclim3
4	Temperature Seasonality (standard deviation $\times 100$)	Bioclim4
5	Max Temperature of Warmest Month	Bioclim5
6	Min Temperature of Coldest Month	Bioclim6
7	Temperature Annual Range (BIO5-BIO6)	Bioclim7
8	Mean Temperature of Wettest Quarter	Bioclim8
9	Mean Temperature of Driest Quarter	Bioclim9
10	Mean Temperature of Warmest Quarter	Bioclim10
11	Mean Temperature of Coldest Quarter	Bioclim11
12	Annual Precipitation	Bioclim12
13	Precipitation of Wettest Month	Bioclim13
14	Precipitation of Driest Month	Bioclim14
15	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)	Bioclim15
16	Precipitation of Wettest Quarter	Bioclim16
17	Precipitation of Driest Quarter	Bioclim17
18	Precipitation of Warmest Quarter	Bioclim18
19	Precipitation of Coldest Quarter	Bioclim19

جدول ۲. متغیرهای محیطی استفاده شده در ساخت مدل پراکنش کنه تارتن دولکهای.

Table 2. Environmental variables used in the construction of the two-spotted spider mite distribution model

Number	Codes	Layer's Name
1	Max Temperature of Warmest Month	Bioclim5
2	Min Temperature of Coldest Month	Bioclim6
3	Mean Temperature of Warmest Quarter	Bioclim10
4	Mean Temperature of Coldest Quarter	Bioclim11
5	Precipitation of Warmest Quarter	Bioclim18
6	Precipitation of Coldest Quarter	Bioclim19



شکل ۲. منحنی ROC استان خراسان رضوی.

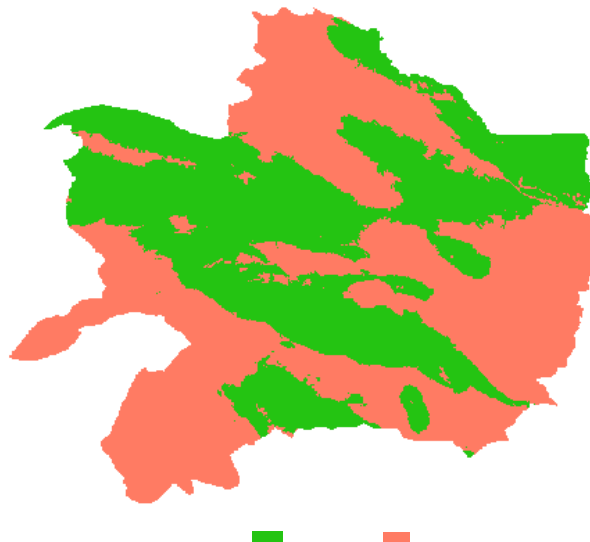
Fig 2. ROC curve of Razavi Khorasan province.

نتایج

مطلوبیت زیستگاه

قابلیت بالقوه زندگی آن در آن منطقه وجود دارد. در منطقه مورد مطالعه با توجه به این آزمون مشخص شد که در ارتفاعات و مناطق خشک و کویری استان احتمال حضور و مطلوبیت زیستگاه کنه به حداقل یا به صفر رسیده است. از طرفی در دشت ها و مناطق حاصلخیز و مراتع و باغات استان رشد این کنه از مطلوبیت خوبی برخوردار بوده است.

در شکل ۳ بر اساس حداکثر حساسیت مدل (Maximum training sensitivity plus specificity) نقشه زیستگاه کنه تارتن به دو ناحیه مطلوب و نامطلوب تقسیم شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، منطقه نامطلوب ناحیه‌ای است 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



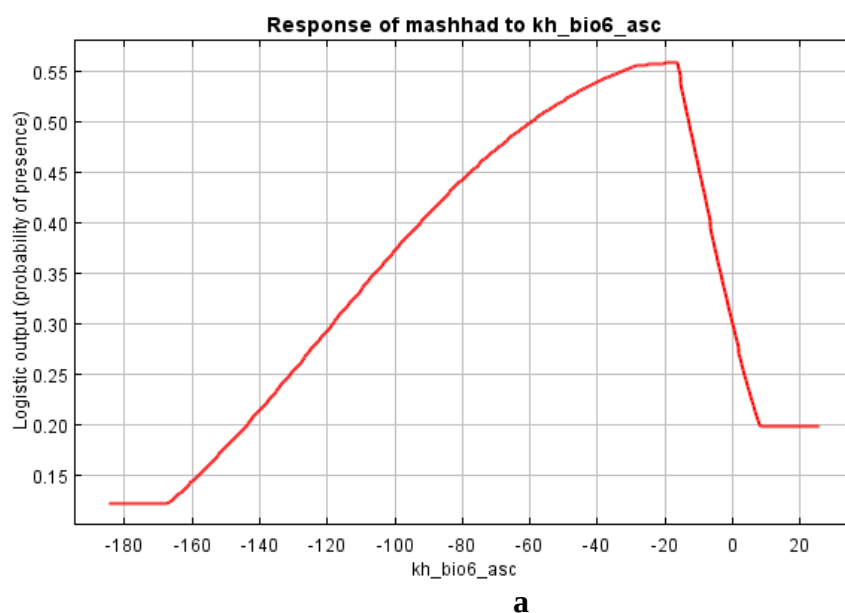
شکل ۳. نقشه طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه کنه تارتن دولکه‌ای.

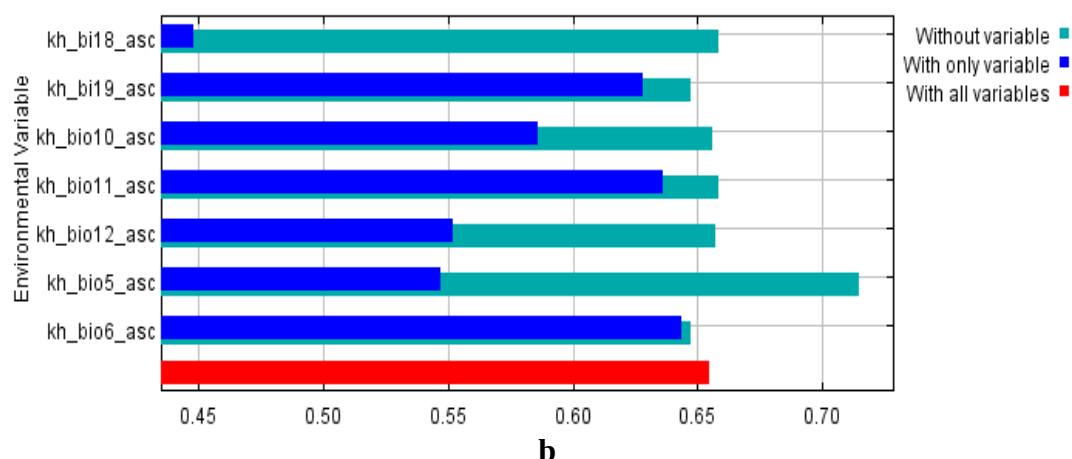
Fig 3. Two spotted spider mite habitat suitability classification map.

گاهاً گرم و خشک است، این نتیجه دور از انتظار نیست. البته در زمستان‌هایی که الگوی آب و هوایی پرفشار سرد سبیری در منطقه حاکم بوده و دمای سطح زمین کاهش محسوسی پیدا می‌کند، احتمال افزایش جمعیت و پراکنش بیشتر این گونه با وجود سرمای شدید زمستانه و کاهش آفات دیگر در فصل گرم سال مورد انتظار خواهد بود. البته این نتایج حاصل مشاهدات و اندازه‌گیری‌های صورت پذیرفته طی این مدت و با در نظر گرفتن کوهساری و اراضی کشاورزی استان در طی زمان انجام این کار بوده است.

اهمیت متغیرها

نتایج بدست آمده از آزمون جک‌نایف در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود حداقل دمای سردترین ماه سال، میانگین دمای سردترین فصل و بارش سردترین فصل سال در پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای استان خراسان رضوی نقش بسزایی داشته است. در این میان حداقل دمای سردترین ماه سال نقش پر رنگ‌تری در پراکنش کنه داشته است. البته با توجه به اقلیم خراسان رضوی که نواحی شمالی آن دارای آب و هوای سرد و مرطوب و نواحی جنوبی آن دارای آب و هوای سرد و خشک و





b

شکل ۴. منحنی عکس‌العمل کنه تارتن دو لکه‌ای و اهمیت متغیرهای محیطی **a**: منحنی عکس‌العمل کنه تارتن دو لکه‌ای نسبت به متغیر پراهمیت حداقل دمای سردترین ماه سال در مدل‌سازی پراکنش کنه تارتن دو لکه‌ای. **b**: اهمیت متغیرهای محیطی بر اساس آزمون جک‌نایف در سه حالت سود کل بدست آمده از اثر متقابل متغیرهای محیطی (نوار قرمز)، تاثیر انفرادی هر متغیر (نوار آبی) و سود کل بدون متغیر مربوطه (نوار سبز) در استان خراسان رضوی.

Figure 4. Reaction curve of two-spotted spider mite and the importance of environmental variables **a**) Reaction curve of two-spotted spider mite to the most important variable of minimum temperature of the coldest month of the year in modeling of two-spotted spider mite. **b**) The importance of environmental variables based on the Jackknife test in three modes of total profit obtained from the interaction of environmental variables (red bar), individual impact of each variable (blue bar) and total profit without the relevant variable (green bar) in Razavi Khorasan province.

بحث

دولکه‌ای تا دمای ۳۰ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد، ولی در دمای ۳۵ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد (Praslicka & Huszar 2005). با افزایش دما تعداد نسل کنه تارتن دولکه‌ای افزایش می‌یابد و طول دوره نسلی آن کاهش می‌یابد (Xie et al. 2018). 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 این رو امکان استفاده از برون‌داد مدل‌های پراکنش جهت پیش‌آگاهی از پراکنش کنه تارتن دولکه‌ای و احتمال طغیان آن در زمان و مکان نقش بسزایی 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 خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفت.

از مدل مکسنت بیشتر برای پژوهش‌هایی در ارتباط با تعیین زیستگاه‌های مهره‌داران بزرگ نظیر پرندگان استفاده شده است (Kafash et al. 2014; Mordadi et al. 2016; Trnjan et al. 2017). (Mirzaee et al. 2014) با استفاده از مدل مکسنت پراکنش پرنده‌ای به نام دلیجه کوچک در استان گلستان را مورد

طغیان و خسارت اقتصادی کنه تارتن دولکه‌ای از بعد از جنگ جهانی دوم در نقاط مختلف دنیا به دو دلیل بوده است. اولین دلیل شرایط کشت و کار مطلوب‌تر، مانند استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌های شیمیایی که روی کنه‌های تارتن تاثیر گذاشته و باعث افزایش زادآوری کنه‌های تارتن شده است و دوم به دلیل تاثیر آفت‌کش‌های شیمیایی که باعث تلفات دشمنان طبیعی این کنه‌ها شده و در نهایت طغیان کنه تارتن دولکه‌ای را به وجود آورده است (Huffaker et al. 1969, 1970; McMurry et al. 1970; Vire et al. 1972).

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، زنده ماندن و تولید مثل این آفت تاثیر دارد. دما به عنوان عامل کلیدی در رشد و تولید مثل کنه تارتن دولکه‌ای مطرح است. تولید مثل کنه تارتن

نتایج این پژوهش، شاید به دلیل اختلاف شرایط آب و هوایی باشد.

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. جمعیت کنه تارتن با افزایش دما، در میزبان‌های مختلف مورد بررسی افزایش یافت و جمعیت کنه تارتن با رطوبت نسبی محیط ارتباط معکوس دارد و با افزایش رطوبت محیط جمعیت کنه تارتن کاهش می‌یابد. این نتایج با سایر پژوهش‌های انجام شده در این ارتباط هم‌خوانی دارد (Kumral & Kovanci 2004).

با نگاهی به عوامل محیطی و تغییرات آب و هوایی می‌توان گامی اساسی در جهت مدل‌سازی عوامل اقلیمی بر آفات و از جمله 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 درمواجهه با اثرات تغییرات آب و هوایی می‌شود.

سیاس‌سازی

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 داریم.

References

- Elith J, Phillips SJ, Hastie T, Dudík M, Chee YE, Yates CJ, 2011. A Statistical Explanation of Maxent for Ecologists. *Diversity and Distribution* 17: 43–57.
- Huffaker CB, van de Vrie M, McMurtry JA, 1969. The ecology of tetranychid mites and their natural control. *Annual Review of Entomology* 14: 125–174.
- Huffaker CB, van de Vrie M, McMurtry JA, 1970. Tetranychid populations and their possible control by predators: an evaluation. *Hilgardia* 40: 391–458.
- Kafash A, Kaboli M, Kohiler G, 2014. Predicting the impacts of climate change on the mesopotamian spiny-tailed lizard (*Saara loricata*): using maximum maximum entropy algorithm and bioclim. *Journal of Animal Biology* 7 (1): 75–82 (in Persian with English abstract).
- Kumral NA, 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.
- Leite GLD, Picanco M, Zanuncio JC, Marquini F, 2003. Factors affecting mite herbivory on Eggplants in Brazil. *Experimental and Applied Acarology* 31 (3): 243–252.
- McMurtry JA, Huffaker CB, van de Vrie MI, 1970. Tetranychid enemies: their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia* 40: 331–390.
- Mirzaee R, Homami MR, Esmaeile A, Rezaee H, 2014. Distribution modelling of Lesser kestrel (*Falco Naumanni*) in Golestan province, Iran. *Environmental Research* 4 (8): 149–156 (in Persian with English abstract).
- Modarres SS, Vafaei R, Zamani AA, Arbabi M, Farazmand H, 2011. Effect of nitrogen fertilization on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) populations on common bean.

بررسی قرار دادند. 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 *Brachynema gemanii* و *Nezara viridula* Linnaeus 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. viridula* 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 (Tavanpour et al. 2016).

از طرفی در مطالعه حاضر نتایج حاصل از آزمون جک‌نایف حاکی از نقش مؤثر حداقل دمای سردترین ماه سال برای پراکنش این کنه در استان بود. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه کنه در استان نیز حاکی از احتمال حضور حداقل یا صفر گونه در ارتفاعات و مناطق خشک و کویری استان و افزایش این احتمال در دشت‌ها، مناطق حاصل‌خیز، مراتع و باغات استان بود. با این حال در صورت افزایش مدت زمان نمونه‌برداری از باغات و مناطق، بانک اطلاعاتی واقع‌گرایانه‌تری 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 (Rezaie & Javannezhad 2020) که اختلاف آن با

- Middle East Journal of Scientific Research* 8 (5): 990-998.
- Moghadam MM, Ghadamyari M, Talebi K, 2012. Resistance mechanisms to fenazaquin in Iranian population of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology* 38 (2): 138-145.
- Moradi S, Saleh M, Sayyad SI, 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 with English abstract).
- Nachman G, Zemek R, 2003. Intraction in a tritrophic acarine predatory prey metapopulation system: within- plant dynamics of *Phytoseiulus persimilis* and *Tetranychus urticae*. *Experimental and Applied Acarology* 29: 35- 68.
- Naqibzadeh A, Rezaei N, Sarhangzadeh, J, 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 with English abstract).
- 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, 50p.
- Pearson G, Raxworthy CJ, Nakamura M, Peteron AT, 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34: 102-117.
- Peterson AT, Ortega-Huerta MA, Bartley J, Sanchez-Cordero V, Soberon J, et al., 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416: 626- 629
- Pietrosiuk A, Furmanowa M, Kropczynska D, Kawka B, Wiedenfeld H, 2003. Life history parameters of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) feeding on bean leaves treated with pyrrolizidine alkaloids. *Journal of Applied Toxicology* 23 :87-190.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190 (3-4): 231-259.
- Praslicka J, & Huszer J, 2005. Influence of temperature and host plants on the development and fecundity of the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Plant Protection Science* 40 (4): 141-144.
- Rezaie M, & Javannezhad R, 2020. Modeling the role of climate in distribution of two-spotted spider mite: case study of Tehran province. *Journal of Environmental Sciences Studies* 5 (2): 2554- 2559 (in Persian with English abstract).
- Riahi E, Shishehbor P, Nemati A, Shishehbor P, Saeidi Z. 2013. Temperature effect on development and life table parameter of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Agricultural Science and Technology* 15 (4): 661- 672.
- Southwood TRE, & Henderson PA, 2000. Ecological methods. Third edition. Blackwell Sciences, Oxford.
- Tavanpour T, Sarafrazi A, Mehrnejad MR, Imani S, 2016. Distribution scenario of two species of green bugs *Brachynema germarii* and *Nezara viridula* (Hemiptera; Pentatomidae) in Kerman Province. *Applied Entomology and Phytopathology* 84 (1): 67-78 (in Persian with English abstract).
- Tognelli ML, Roig-Junent SA, Marvaldi AE, Flores GE, Lob JM, 2009. An evaluation of methods for modeling distribution of Patagonian insects. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 347-360.
- Trnian F, Aarnivand H, Yazdanparast R, Chahouki MZ, Jafari M, et al., 2017. Identifying potential habits and influencing variable on *Daphne mucronata* Royle distribution. *Journal of Rangeland* 2 (11): 179-193.
- Vandermeer JH, 1972. Niche theory. *Annual Review of Ecology and Systematic* 3: 107-132.
- van de Vrie M, McMurtry JA, Huffaker CB, 1972. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. iii. Biology, ecology, and pest status, and hostplant relations of tetranychids. *Hilgardia* 41: 343- 432.
- Xie H, Wu S, Yu L, Xu C, He K, 2018. Effect of Elevated CO₂ and temperature on twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) feeding on maize. *Journal of Entomological Science* 53 (2): 205- 218.
- Zamanim P, Sajedi, RH, Ghadamyari M, Memarizadeh N, 2014. Resistance mechanisms to chlorpyrifos in Iranian populations of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Agricultural Science and Technology* 16: 277-289.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)