

پیش‌بینی مدل پراکنش دو گونه از مگس‌های گل *Paragus tibialis* و *Paragus quadrifasciatus*
(Diptera: Syrphidae) در اقلیم‌های مختلف ایران

آزاده جباری^۱، علیمراد سرافرازی^۲✉، علی‌اکبر شمسی‌پور^۳ و سهراب ایمانی^۴

۱ و ۴- دانشجوی دکتری و استادیار گروه حشره‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛ ۲- دانشیار
موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، بخش تحقیقات رده‌بندی حشرات، سازمان تحقیقات، آموزش
و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ ۳- دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۶؛ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۶)

چکیده

جنس *Paragus* با بیش از ۵۰ گونه شناخته شده در ایران در بین جنس‌های دوبالان متعلق به خانواده سیرفیده، پتانسل بالایی برای کنترل آفات و حفاظت از گرده‌افشان‌ها دارد. این مطالعه به منظور دستیابی به الگوی پراکنش و ترجیح زیستگاهی دو گونه *Paragus quadrifasciatus* Meigen, 1822 و *Paragus tibialis* Fallen, 1817 در اقلیم‌های متفاوت ایران انجام شد. مدل پراکنش با استفاده از رکوردهای حضور گونه همراه با هفت متغیر بیواقلیمی و ارتفاع تهیه و درستی مدل با استفاده از شاخص سطح زیر نمودار (Area Under Curve) سنجیده شد. بررسی میزان تاثیر فاکتورهای بیواقلیمی با استفاده از تست جک نایف نشان داد میانگین دمای گرم‌ترین سه ماه و میزان بارندگی در گرم‌ترین سه ماه بیشترین تاثیر را به ترتیب در ساخت مدل پراکنش گونه *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus* دارد. اقلیم‌های نیمه خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم در عرض‌های شمالی برای حضور هر دو گونه مناسب و مناطق مرکزی و جنوبی ایران با دمای بسیار بالا مناطق نامناسب برای حضور هر دو گونه شناخته شدند. مقدار میانگین شاخص سطح زیر منحنی، برای دو گونه *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus* به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۹ تعیین شد که دقت بالا و درستی مدل‌های به دست آمده برای پیش‌بینی پراکنش هر دو گونه را در این مطالعه نشان می‌دهد.
واژه‌های کلیدی: پراکنش، مدل‌سازی، MaxEnt، *Paragus*، Syrphidae.

Predicting distribution models of two flower flies, *Paragus tibialis* and
Paragus quadrifasciatus (Diptera: Syrphidae) in different climates of Iran

A. JABBARI¹, A. M. SARAFRAZI²✉, A. A. SHAMSIPOUR³ and S. IMANI⁴

1 and 4- PhD student, Assistant Professor, Department of Entomology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran;
2- Associate Professor, Insect Taxonomy Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education
and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; 3- Associate Professor, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

The genus *Paragus* with more than 50 known species in Iran has a high potential to control pest and conserve pollinator insects. This study was conducted to fill the information gap of the distribution patterns and habitat preferences of the two species, *Paragus quadrifasciatus* Meigen, 1822 and *Paragus tibialis* Fallen, 1817 in different climates of Iran. The distribution model was prepared based on species presence records besides seven bioclimatic variables and altitudes. The accuracy of the model was measured using the Area Under Curve Index. The Jackknife test showed the mean temperature of warmest quarter and the precipitation of warmest quarter had the most effect on the distribution patterns of *P. quadrifasciatus* and *P. tibialis* respectively. The results showed that semi-arid climates with cold winter and warm summer in northern latitudes of Iran were suitable for the presence of both species, the central and southern regions of Iran with very high temperatures were considered as unsuitable areas for the presence of both species. Area Under Curve indices for both *P. quadrifasciatus* and *P. tibialis* were 0.86 and 0.9, respectively, implying the high precision and accuracy of the models for predicting the distribution models of both species in this study.

Key words: Distributon Modeling, MaxEnt, *Paragus*, Syrphidae.

مقدمه

دوبالان با بیش از ۱۵۰۰۰۰ گونه شناخته شده در سطح جهان (Wiegmann *et al.*, 2011) از راسته‌های بسیار مهم حشرات هستند که علاوه بر ایجاد خسارت قابل توجه به محصولات مهم و استراتژیک کشاورزی (Black *et al.*, 1990) در بسیاری از موارد (Kaiser *et al.*, 2007) به عنوان دشمن طبیعی نقش معنی‌داری در کنترل آفات کلیدی این محصولات ایفا می‌کنند. یک گروه مهم از این دو بالان مگس‌های خانواده Syrphidae با بیش از ۶۰۰۰ گونه شناخته شده از ۲۰۰ جنس هستند. حشرات بالغ در اغلب گونه‌های این خانواده شهد و گرده خوارند و بعد از زنبورها نقش بسیار مهمی را در گرده افشانی گیاهان ایفا می‌کنند (Petanidou *et al.*, 2011). از طرفی لارو آنها دارای رژیم‌های مختلف از جمله گوشت‌خواری است و دشمن طبیعی آفات مهمی از جمله شته‌ها به شمار می‌آیند (Van Emden and Harrington, 2007).

جنس *Paragus* Latrille, 1804 یکی از جنس‌های مهم این خانواده است که به طور گسترده در اکثر نقاط دنیا خصوصاً در منطقه پالئارکتیک گسترش دارد و لارو تمام گونه‌های آن به عنوان شکارگر شته‌ها در کنترل بیولوژیک آفات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Sorokina, 2009).

تحقیقات در زمینه مگس‌های خانواده Syrphidae در ایران بیشتر در حوزه تاکسونومی و فونستیک (Shakeryari *et al.*, 2016; Shojaei Hesari *et al.*, 2012) آنهاست و تنها چند مورد به زیست‌شناسی و بوم‌شناسی (Jabbari *et al.*, 2013; Jalilian *et al.*, 2014) آنها پرداخته است. این مورد در جنس *Paragus* نیز مصداق پیدا می‌کند و غالباً بیانگر رکوردهای جدید برای ایران و دنیا است (Gilasian and Sorokina, 2011; Khaghaninia and Hosseini, 2013).

بدیهی است دستیابی به هر گونه اطلاعات در زمینه جغرافیای زیستی و مدل پراکنش وابسته به اقلیم گونه‌های این جنس، با در نظر گرفتن پتانسیل بالقوه آنها به عنوان دشمن طبیعی شته‌ها می‌تواند راه بهره‌گیری بهتر و موثرتر این عوامل

بیولوژیک را روان‌تر سازد. این مهم امروزه با بکارگیری سیستم‌های نرم افزاری دقیق و قابل اطمینان در کنار نمونه برداریهای منظم و مبتنی بر زیست‌شناسی گونه‌ها به خوبی قابل دسترسی است.

برای تعیین ارتباطات اقلیمی، مدل پراکنش گونه‌ها (Species Distribution Model) و شناخت برخی از عوامل تاثیرگذار در ساختار زیست‌خون گونه‌ها امروزه استفاده از نرم افزارهای متنوع نظیر MaxEnt, GARP, DOMAIN, BIOCLIM و LIVES گسترش قابل توجهی یافته است (Elith *et al.*, 2006; Philips *et al.*, 2006) که به پیش‌بینی پراکنش بالقوه گونه‌ها بر اساس داده‌های حضور گونه (Presence - only) می‌پردازند.

مدل‌سازی با انواع سازه‌های نمونه برداری یکی از ویژگی‌های مهم نرم افزار MaxEnt به شمار می‌آید (Wisz *et al.*, 2008) که علت انتخاب این برنامه به عنوان یک روش موثر برای پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها برای توصیف توزیع احتمالی آنها با استفاده از اطلاعات ناقص پراکنش است (Pearson *et al.*, 2007).

در طی سال‌های اخیر مطالعات متعددی در زمینه پیش‌بینی پراکنش حشرات آفت (Aguilar *et al.*, 2015) و مفید (Polce *et al.*, 2013; Aguirre-Gutierrez *et al.*, 2016) با استفاده از نرم افزار MaxEnt انجام گرفته است. در مورد مگس‌های گل یا سیرفید پراکنش گونه‌های جنس *Cheilosia* Meigen, 1833 (Milic *et al.*, 2013) و گونه‌های جنس *Pipiza* Fallén, 1810 (Nikolic *et al.*, 2013) در شبه جزیره بالکان بررسی و مشخص شده است که گونه‌های جنس *Pipiza* تمایل زیادی به مناطق جنگلی دارند در حالی که گونه‌های جنس *Cheilosia* پتانسیل پراکنش خوبی در مناطق کوهستانی دارند.

در ایران مدل‌سازی‌های متعددی برای پراکنش حشرات با استفاده از نرم افزار MaxEnt انجام شده است که از آن جمله می‌توان به (Solhjoui-Fard *et al.*, 2013) اشاره کرد که پراکنش بالقوه پنج گونه سن را در ایران بررسی نمود و مشخص کرد

کرده بودند مراجعه شد و در مرحله دوم با استفاده از نرم افزار، پیش‌بینی پراکنش نقاطی از اقلیم‌های کشور که احتمال حضور گونه‌ها در آن اقلیم‌ها وجود داشت، ولی رکورد و گزارش مستندی از حضور آنها در دسترس نبود تعیین و به لیست مناطق نمونه برداری اضافه شد.

نمونه برداری: نمونه‌برداری از پنج استان ایران (اصفهان، البرز، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد و یزد) با استفاده از تله مالیز طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۳ انجام شد. هم‌زمان کلیه اطلاعات شامل طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع محل، نوع پوشش گیاهی و تاریخ نمونه‌برداری ثبت شد. نمونه‌های حشرات کامل این جنس در شیشه‌های حاوی الکل اتیلیک ۷۵ درجه نگهداری و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها پس از شناسایی برای تایید نزد پرفسور Ante Vujic از کشور صربستان فرستاده شد.

تشکیل جدول داده‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌ها منوط به ثبت آن‌ها در جدول اکسل همراه با اطلاعات جغرافیایی فوق‌الذکر است. به همین منظور کلیه اطلاعات مربوط به نمونه برداری‌های شخصی همراه با اطلاعات منابع در جدول اکسل و در فرمت csv ثبت شد.

نمایش پراکنش فعلی گونه‌ها: با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10.2 (ESRI, 2013) نقشه پراکنش هر دو گونه در ۲۶ اقلیم مختلف ایران به طور جداگانه ترسیم شد (شکل ۱ و جدول ۱).

انتخاب متغیرهای محیطی: به منظور تعیین اثر متغیرهای زیست اقلیمی مختلف بر نحوه پراکنش گونه‌ها در آنالیز اولیه ۱۹ متغیر و ارتفاع از مرکز داده WorldClim (Hijmans et al., 2005) با دقت ۳۰ ثانیه (km^2) گرفته شد (جدول ۲). در نهایت بر اساس تست Jackknife و بوم‌شناسی گونه (Holway et al., 2009; Roura-Pascual et al., 2002) لایه‌هایی که بیشترین تأثیر را در مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها داشتند برای تجزیه و تحلیل نهایی انتخاب شدند (جدول ۳).

مرکز ایران با میانگین دمای سالیانه بسیار بالا و آب و هوای گرم و خشک نامناسب‌ترین مکان برای پراکنش سن‌ها می‌باشد. در مطالعه دیگر در ایران اثرات تغییرات آب و هوایی بر پراکنش گونه‌های *Nabis palifer* Seidenstucker, 1954 و *Nabis Pseudoferus* Remane, 1949 بررسی شد و پوشش زمین و بارندگی دو عامل موثر در گسترش افراد هر دو گونه تعیین شد (Solhjoui-Fard and Sarafrazi, 2013). الگوی همپوشانی زیستخوان اکولوژیک و غنای گونه‌ای بین گونه‌های جنس *Geocoris* در ایران توسط MaxEnt مشخص کرد همپوشانی‌های مختلفی بین زیستخوان‌های اکولوژیک گونه‌ها وجود دارد (۴۰٪-۱٪) همچنین این بررسی رابطه مستقیم بین رطوبت و تعداد گونه‌ها در نقاط مختلف را نشان داد (Solhjoui-Fard and Sarafrazi, 2016).

نتایج به دست آمده از مطالعات مدل‌سازی دارای اهمیت زیادی در دستیابی به برنامه‌های کاربردی وسیع از جمله برنامه‌ریزی‌های حفاظتی، طرح‌های پایش (monitoring)، ارزیابی‌های تنوع زیستی، مدیریت زیستگاه، استقرار مجدد، پیش‌بینی اثر تغییرات محیطی بر گونه‌ها و اکوسیستم است (Nikolic et al., 2013). به منظور استفاده بهتر از جنس *Paragus* در برنامه‌های کنترل آفات، این اطلاعات می‌تواند نقش مهمی در برنامه‌های مدیریت آفت کلیدی شته در ایران داشته باشد. به همین منظور مدل‌های پراکنش دو گونه *P. quadrifasciatus* و *P. tibialis* در اقلیم‌های مختلف ایران با بهره‌گیری از برنامه MaxEnt برای تعیین تأثیر مهم‌ترین عوامل آب و هوایی در نحوه پراکنش گونه‌ها و شناخت اقلیم‌های بالقوه مناسب برای هر دو گونه و میزان دقت نرم‌افزار در ارائه مدل مناسب پراکنش دو گونه بررسی شد.

روش بررسی

تعیین مناطق نمونه برداری: برای تعیین نقاط نمونه برداری دو نکته مدنظر قرار گرفت. در مرحله اول به منابع موجود که حضور گونه را در برخی مناطق کشور گزارش

تعیین پتانسیل پراکنش گونه‌ها:

ب- به منظور بررسی دقت و عملکرد مدل از شاخص

Elith (Receiver Operating Characteristic) استفاده شد (ROC)

ROC سطح زیر نمودار (et al., 2006; Phillips et al., 2006)

یعنی شاخص AUC (Area Under Curve) بین دامنه عددی

۰-۱ است که AUC نزدیک به عدد ۱ نشان دهنده دقت بیشتر

نرم‌افزار در مدل‌سازی الگوی پراکنش گونه‌ها و معمولاً AUC

بالاتر از ۰/۷۵ مورد قبول است (Pearce and Ferrier, 2000).

الف- مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها با استفاده از نرم‌افزار

MaxEnt (Version 3.3.3 k) به عنوان یک مدل SDM موثر با

تنظیمات زیر استفاده شد:

Maximum number of iteration: 500, Convergence threshold: 10^{-5} , Regularization multiplier: 1, Maximum number of background point: 10000, Cross - validation replicates: 10

جدول ۱- پهنه‌بندی اقلیم‌های ایران، بر اساس سه عامل رطوبت و دمای زمستان و تابستان
Table 1. Climate zones of Iran based on moisture and temperature of summer and winter

Climates codes	Moisture	Winter	Summer
A-C-VW	خشک Arid	خنک Cool	خیلی گرم Very warm
A-C-W	خشک Arid	خنک Cool	گرم Warm
A-K-M	خشک Arid	سرد Cold	معتدل Mild
A-K-W	خشک Arid	سرد Cold	گرم Warm
A-M-VW	خشک Arid	معتدل Mild	خیلی گرم Very warm
A-M-W	خشک Arid	معتدل Mild	گرم Warm
H-C-W	مرطوب Humid	خنک Cool	گرم Warm
H-K-M	مرطوب Humid	سرد Cold	معتدل Mild
H-K-W	مرطوب Humid	سرد Cold	معتدل Warm
H-K-C	مرطوب Humid	سرد Cold	خنک Cool
HA-C-VW	خیلی خشک Hyperarid	خنک Cool	خیلی گرم Very warm
HA-M-VW	خیلی خشک Hyperarid	معتدل Mild	خیلی گرم Very warm
PH-C-W	خیلی مرطوب Post-humid	خنک Cool	گرم Warm
PH-K-C	خیلی مرطوب Post-humid	سرد Cold	خنک Cool
PH-K-M	خیلی مرطوب Post-humid	سرد Cold	معتدل Mild
PH-K-W	خیلی مرطوب Post-humid	سرد Cold	گرم Warm
SA-C-VW	نیمه خشک Semi-arid	خنک Cool	خیلی گرم Very warm
SA-C-W	نیمه خشک Semi-arid	خنک Cool	گرم Warm
SA-C-M	نیمه خشک Semi-arid	خنک Cool	معتدل Mild
SA-K-M	نیمه خشک Semi-arid	سرد Cold	معتدل Mild
SA-K-W	نیمه خشک Semi-arid	سرد Cold	گرم Warm
SA-M-VW	نیمه خشک Semi-arid	معتدل Mild	خیلی گرم Very warm
SH-C-VW	نیمه مرطوب Semi-humid	خنک Cool	خیلی گرم Very warm
SH-C-W	نیمه مرطوب Semi-humid	خنک Cool	گرم Warm
SH-K-M	نیمه مرطوب Semi-humid	سرد Cold	معتدل Mild
SH-K-W	نیمه مرطوب Semi-humid	سرد Cold	گرم Warm

جدول ۲- متغیرهای محیطی استفاده شده در ساخت مدل پراکنش *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus* در ایران

Table 2. Environmental variations used in distribution model of *P. tibialis* and *P. quadrifasciatus* in Iran

Codes	Layers
bio1	Annual Mean Temperature
bio2	Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))
bio3	Isothermality
bio4	Temperature Seasonality
bio5	Max Temperature of Warmest Month
bio6	Min Temperature of Coldest Month
bio7	Temperature Annual Range
bio8	Mean Temperature of Wettest Quarter
bio9	Mean Temperature of Driest Quarter
bio10	Mean Temperature of Warmest Quarter
bio11	Mean Temperature of Coldest Quarter
bio12	Annual Precipitation
bio13	Precipitation of Wettest Month
bio14	Precipitation of Driest Month
bio15	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)
bio16	Precipitation of Wettest Quarter
bio17	Precipitation of Driest Quarter
bio18	Precipitation of Warmest Quarter
bio19	Precipitation of Coldest Quarter
Alt.	Altitude

جدول ۳- متغیرهای محیطی با بیشترین درصد مشارکت در مدل‌سازی پراکنش بالقوه *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus* در ایران

Table 3. Environmental variations with the most contribution percent in potential distribution modeling of *P. tibialis* and *P. quadrifasciatus* in Iran

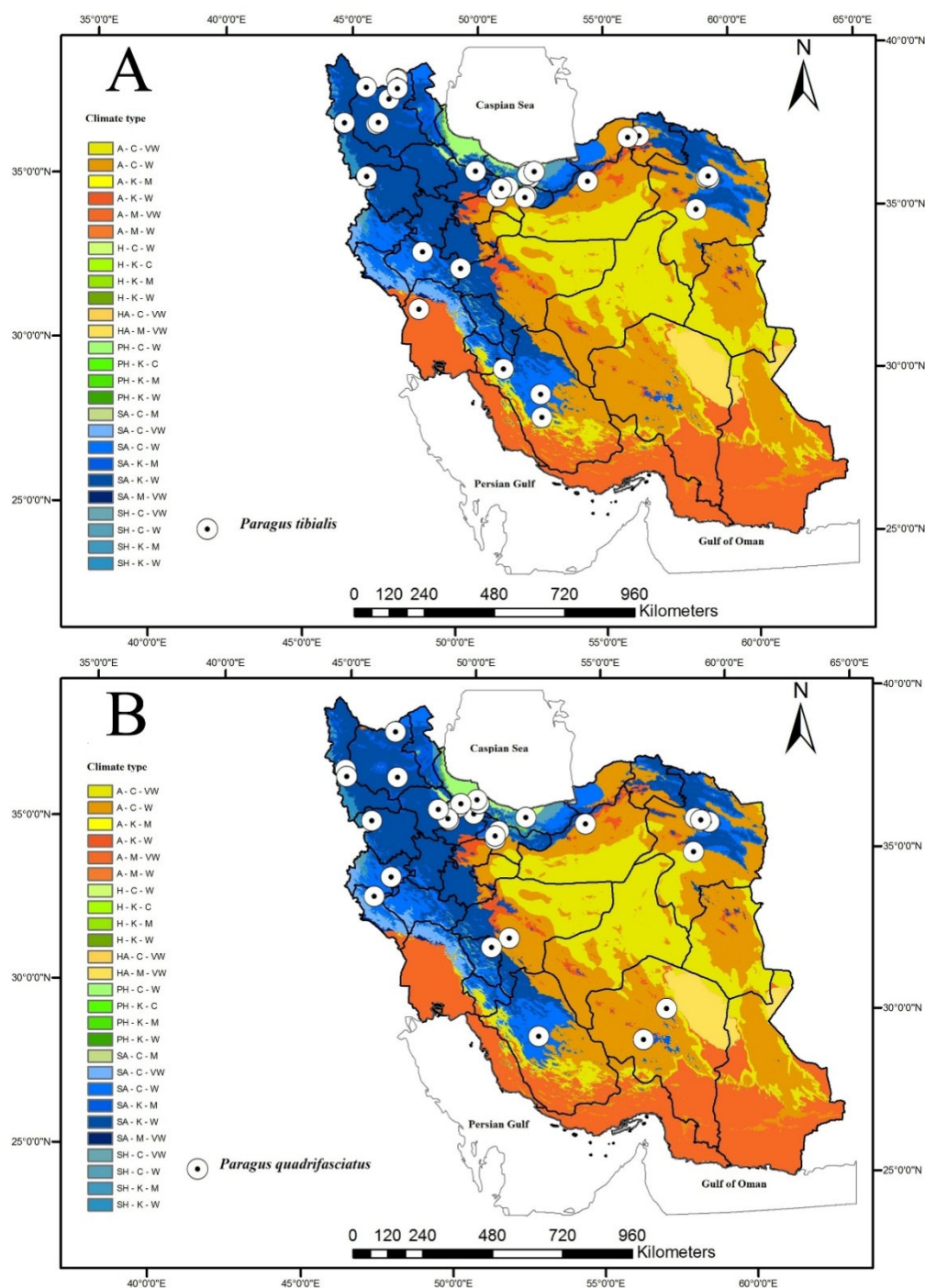
Species	Bioclimatic variables	Percent contribution
<i>P. tibialis</i>	bio 12 (annual precipitation)	35.1
	bio 18 (precipitation of warmest quarter)	26.2
	bio 14 (precipitation of driest month)	23.5
	bio 10 (mean temperature of warmest quarter)	6.1
	Alt. (Altitude)	4
	bio 13 (precipitation of wettest month)	1.9
	bio 5 (Max temperature of warmest month)	1.8
	bio 9 (mean temperature of driest quarter)	1.3
<i>P. quadrifasciatus</i>	bio 12 (annual precipitation)	33.6
	bio 10 (mean temperature of warmest quarter)	30.1
	bio 18 (precipitation of warmest quarter)	13.1
	bio 14 (precipitation of driest month)	10.7
	Alt. (Altitude)	8.7
	bio 5 (Max temperature of warmest month)	1.7
	bio 13 (precipitation of wettest month)	1.2
bio 9 (mean temperature of driest quarter)	0.9	

نتیجه و بحث

ثبت شد که سهم گونه‌های *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus* به

ترتیب ۳۱ و ۳۴ رکورد بودند (شکل ۱).

در مجموع تعداد ۶۵ رکورد از دو گونه در سراسر ایران



شکل ۱- نقشه پراکنش *Paragus tibialis* (A) و *Paragus quadrifasciatus* (B) در اقلیم‌های ایران. برای مشاهده اطلاعات هر اقلیم به جدول ۱ رجوع شود

Fig.1. Distribution map of *Paragus tibialis* (A) and *Paragus quadrifasciatus* (B) in climates of Iran. For climate codes, see Table 1

پیش‌بینی پراکنش گونه: مدل‌سازی پراکنش *P. tibialis* نشان می‌دهد قسمت‌های شمالی شمالی کشور شامل استان‌های شمال غربی، شمال شرقی و شمالی کشور از جمله ناحیه خزری (خصوصاً دامنه شمالی رشته کوه‌های البرز، شامل جنگل‌های هیرکانی شمال کشور) محل مناسبی برای پراکنش افراد این گونه است (شکل A-۲). همچنین پیش‌بینی مدل پراکنش گونه *P. quadrifasciatus* با استفاده از نرم‌افزار MaxEnt نشان می‌دهد پتانسیل پراکنش این گونه نیز تا حدود زیادی همانند گونه *P. tibialis* در شمال کشور و بیشتر متمرکز در استان‌های شمالی و شمال غربی کشور است (شکل B-۲). به‌طور کلی عرض‌های جغرافیایی ۳۵ درجه به بالا در ایران به عنوان محل مناسب برای پراکنش بالقوه این گونه‌ها نشان داده شده است که تا حدود خیلی زیادی منطبق بر نوع پراکنش فعلی این گونه‌ها در ایران است.

تفاوت اصلی در پتانسیل پراکنش گونه *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus* پتانسیل پراکنش بیشتر گونه *P. tibialis* نسبت به گونه *P. quadrifasciatus* در قسمت‌های شمالی کشور است. این گونه بالاترین پتانسیل پراکنش را در محدوده جنگل‌های هیرکانی و استان‌های شمالی کشور و سه استان اردبیل، آذربایجان غربی و شرقی و تا حدودی خراسان شمالی دارا است. جنگل‌های هیرکانی در ناحیه خزری دارای گونه‌های متفاوت گیاهی از جمله بلوط (*Quercus Linnaeus*) هستند، در تایید این یافته Hill (2010) گونه *P. tibialis* را از جنگل‌های منطقه Northwich انگلستان و Djellab et al. (2013) گونه *P. tibialis* را از جنگل‌های بلوط الجزایر با شرایط اقلیمی مشابه گزارش کردند. براساس نقشه پتانسیل پراکنش گونه *P. tibialis* می‌توان متوجه شد که این گونه دارای پتانسیل پراکنش مناسبی در محدوده اکولوژیکی ایران و تورانی است که محل مناسبی برای رشد گیاهان جنس *Salix Linnaeus*، *Glycyrrhizia glabra Linnaeus* و گونه *Medicago Linnaeus* است (Badripour, 2006). گونه *Salix* میزبان مناسبی برای حشرات بالغ این گونه (Speight, 2014) و گیاهان *Medicago*

پراکنش گونه: بررسی پراکنش دو گونه *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus* (شکل B و A-۱) نشان می‌دهد که پراکنش ترجیحی دو گونه در سه اقلیم SA-K-W با رژیم رطوبتی نیمه‌خشک، زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم، SA-C-W با رژیم رطوبتی نیمه‌خشک، زمستان‌های خنک و تابستان‌های گرم و A-C-W با رژیم رطوبتی خشک، زمستان‌های خنک و تابستان‌های گرم است. با این تفاوت که در مورد گونه *P. tibialis* ترتیب اقلیم ترجیحی SA-K-W، SA-C-W و A-C-W ولی در مورد گونه *P. quadrifasciatus* این ترتیب به صورت SA-K-W، A-C-W و SA-C-W است. به‌طور کلی گونه *P. tibialis* در نه اقلیم واقع در ۱۳ استان و گونه *P. quadrifasciatus* از شش اقلیم و ۱۸ استان کشور گزارش شده است.

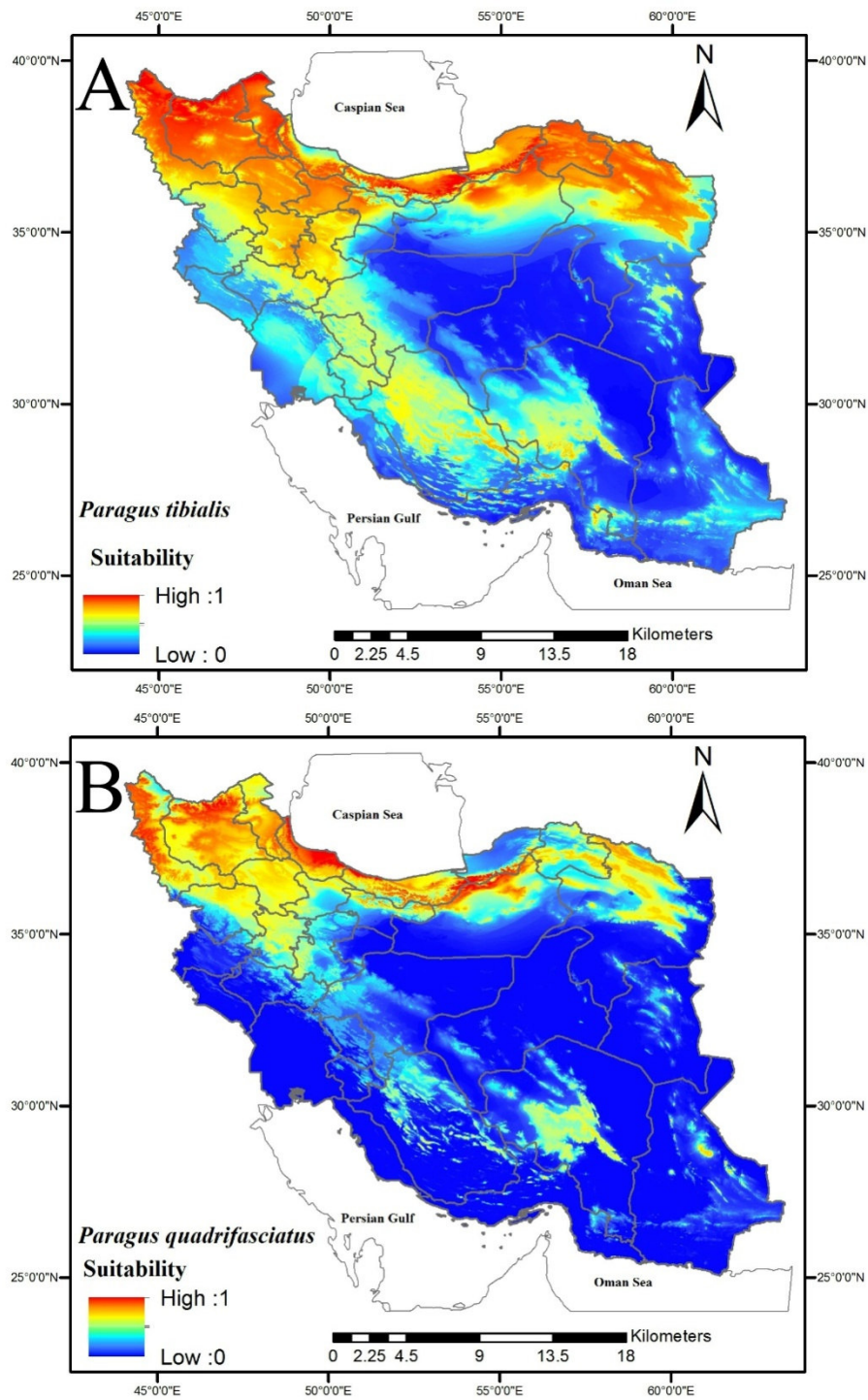
هر دو گونه دارای پراکنش از شمال غرب تا شمال شرق کشور در طول فلات آذربایجان در شمال غرب، رشته کوه البرز در شمال، کوه‌های کپه داغ، اله داغ و بینالود در شمال شرق و تا حدودی در ابتدای رشته کوه‌های زاگرس است. بیشترین پراکنش فعلی هر دو گونه در اقلیم نیمه خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم است. ویژگی این اقلیم بارندگی ۸۰۰-۲۰۰ mm در سال، میانگین دمای سردترین ماه سال صفر و زیر صفر درجه و میانگین گرم‌ترین ماه سال ۳۰-۲۰ است (De Pauw et al., 2002). تعداد تخم، لارو و شفیره‌های خانواده سیرفیده در دمای نسبی پائین نسبت به دمای نسبی بالاتر، بیشتر و دمای اپتیمم برای تخم‌ها و لاروها در افراد این خانواده ۲۰°C و برای شفیره‌ها ۲۵°C است (Adashkevich, 1975) که کاملاً با دمای فصل رشد این حشرات در مناطق اقلیمی SA-K-W منطبق است. همچنین نقشه پتانسیل پراکنش هر دو گونه، عدم پراکنش آن‌ها را در مرکز ایران شامل دریاچه‌های نمک، بیابان‌ها، تپه‌های شنی با آب و هوای خیلی گرم و بادی (Bakhtiyari, 1998) و ناحیه جنوبی ایران (Saharo-Sindian) با دمای بسیار بالا نشان می‌دهد.

Centaurea فعالیت می‌کنند (Goeldlin de tiefenau, 1974). تقسیمات بیواقلمیمی جدید ایران (Djamali et al., 2011) که بر اساس تقسیمات جهانی مناطق بیواقلمیمی است، منطقه خزری را جزئی از منطقه معتدله تعیین کرده که یکی از مناطق با پتانسیل برای پراکنش گونه *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus* است. قسمت‌های شمال غرب و شمال شرق ایران نیز بر اساس همین تقسیم‌بندی به طور عمده شامل مناطق مدیترانه‌ای است. در همین رابطه (Speight, 2014) این گونه‌ها را از مناطق معتدله اروپا و مناطق مدیترانه‌ای گزارش کرد.

تعیین متغیرهای اقلیمی موثر در مدل پراکنش: از مجموع ۲۰ فاکتور اقلیمی، هفت متغیر و ارتفاع بیشترین تأثیر را در مدل پراکنش هردو گونه دارا بودند (جدول ۳). بر اساس بررسی‌های به دست آمده از مدل نیچ اکولوژیک *P. tibialis* مشخص شد که سه متغیر بارندگی سالانه (bio12)، بارندگی گرم‌ترین سه ماه (bio18) و بارندگی خشک‌ترین ماه (bio14) به ترتیب بیشترین درصد مشارکت را در ساخت مدل پراکنش *P. tibialis* داشتند (جدول ۳). همچنین نتایج تست Jackknife مشخص کرد متغیرهای اقلیمی bio18، bio12، bio5 و bio10 به ترتیب بیشترین تأثیر را در مدل‌سازی پراکنش این گونه به عهده داشته‌اند (شکل E-۳). نمودارهای پاسخ (Response Curves) نشان داد پراکنش بالقوه گونه *P. tibialis* دارای رابطه مستقیم و مثبتی با بارندگی گرم‌ترین سه ماه (bio18) و بارندگی سالانه (bio12) و رابطه منفی با حداکثر دمای گرم‌ترین ماه (bio5) و میانگین دمای گرم‌ترین سه ماه (bio10) است. در رابطه با مهم‌ترین متغیرها در مدل پراکنش گونه *P. tibialis* (bio18 و bio12)، طبق نمودارها مشخص شد که با افزایش بارندگی‌ها در این مناطق شانس حضور گونه افزایش می‌یابد. این در حالی است که در مورد bio5 با افزایش دما بعد از حدود ۳۲°C احتمال حضور گونه کاهش می‌یابد همچنین در مورد bio10 می‌توان مشاهده کرد که با افزایش دما بعد از حدود ۲۴°C احتمال حضور گونه کاهش می‌یابد (شکل ۳-A, B, C, D).

G. glabra میزبان شته‌های مورد تغذیه لاروهای این گونه است (Rojo and Marcos-Garcia, 1998) یکی دیگر از گیاهان غالب منطقه ایران و تورانی به طور قطع گیاهان خانواده Umbelliferae هستند (Badripour, 2006) که جزء گیاهان میزبان حشره کامل این گونه است (Krsteska, 2011).

بررسی پراکنش بالقوه گونه *P. quadrifasciatus* در ایران نشان می‌دهد منطقه غربی استان آذربایجان غربی شامل دامنه ارتفاعات این استان در امتداد کوه‌های ارمنستان منطقه مناسبی برای پراکنش افراد این گونه است که مراتع قابل توجهی را شامل می‌شود. از طرفی بیشتر قسمت‌های شمالی استان آذربایجان غربی شامل جنگل‌های ارسباران و مراتع و مزارع شمالی این استان محل‌های مناسب برای پراکنش این گونه مشخص شده‌اند. یکی دیگر از نقاط با پتانسیل برای پراکنش این گونه استان گیلان است که مناطق زراعی و مناطق جنگلی این استان به عنوان نقاط با پتانسیل بالا جهت حضور گونه نشان داده شده‌اند. همچنین جنگل‌های هیرکانی ناحیه خزری به عنوان یکی از مناطق مناسب برای پراکنش *P. quadrifasciatus* مشخص شده‌اند. مناطق خزری که برای این گونه به عنوان مناطق مناسب از نظر پراکنش نشان داده شده‌اند دارای پوشش گیاهی خاص از جمله بلوط (*Quercus*) در جنگل‌های مرتفع است (Bodripour, 2006) که از محیط‌های مورد ترجیح این گونه به شمار می‌آید (Speight, 2014). یکی دیگر از گیاهان پراکنده شده در این جنگل‌ها جنس *Rubus* Linnaeus در ارتفاعات زیر ۸۰۰ متر است (Bodripour, 2006) که میزبان شته‌های مورد تغذیه افراد این گونه است (Goeldlin de tiefenau, 1974). همچنین قسمت‌هایی از منطقه ایران و تورانی (قسمت‌های شمال غرب ایران) مناطق مناسبی برای حضور این گونه نشان داده شده‌اند که گونه‌های گیاهی خانواده Umbelliferae و جنس *Centaurea* Linnaeus از گونه‌های غالب این مناطق بوده (Badripour, 2006) و حشرات بالغ این گونه بر روی گل‌های Umbelliferae (Speight, 2014) و لاروهای آن به روی شته‌های گیاه



شکل ۲- نقشه پتانسیل پراکنش گونه‌های *Paragus tibialis* (A) و *Paragus quadrifasciatus* (B) در ایران.

بر اساس طیف رنگی قرمز تا آبی، مناطق قرمز مناسب‌ترین و مناطق آبی برای پراکنش گونه‌ها نامناسب است

Fig. 2. Prediction of habitat suitability for *Paragus tibialis* (A) and *Paragus quadrifasciatus* (B) in Iran according to color range from red to blue, areas with red are most suitable areas and blue are unsuitable areas for species distribution

بررسی‌های Amoros-Jimenez et al. (2012) نشان داد رشد و نمو خود به بیش از ۶۰٪ رطوبت نیاز دارد، همچنین کاهش رطوبت در طی دوره رشد لاروی باعث کاهش وزن لاروهای این خانواده می‌شود (Larde, 1990).

بررسی ارتباط پوشش گیاهی با پراکنش *P. tibialis* نشان داد ۳۵٪ از رکوردهای بررسی شده مربوط به مناطق مرتعی ایران، ۲۹٪ مربوط به مناطق زراعی و باغی و ۹٪ مربوط به مناطق جنگلی است. (Speight (2014 بیان کرد مراتع، خارستان‌های (خلنگ‌زارهای) خشک، جنگل‌های خشک کاج و علفزارها محیط‌های ترجیحی گونه‌های *P. tibialis* هستند. همچنین در مورد ارتباط پوشش گیاهی با پراکنش *P. quadrifasciatus* مشخص شد ۵۵٪ از رکوردهای بررسی شده مربوط به مناطق زراعی و باغی و ۱۳٪ مربوط به مناطق مرتعی و ۱۰٪ مربوط به مناطق جنگلی هستند. همچنین (Speight (2014 زیستگاه‌های مورد ترجیح این گونه را مناطق کشت شده، جنگل‌های با درختان بلوط (*Quercus*) (مانند جنگل‌های هیرکانی و ارسباران) و مناطق علفزار (مراتع دست نخورده و کشت نشده) بیان کرده است.

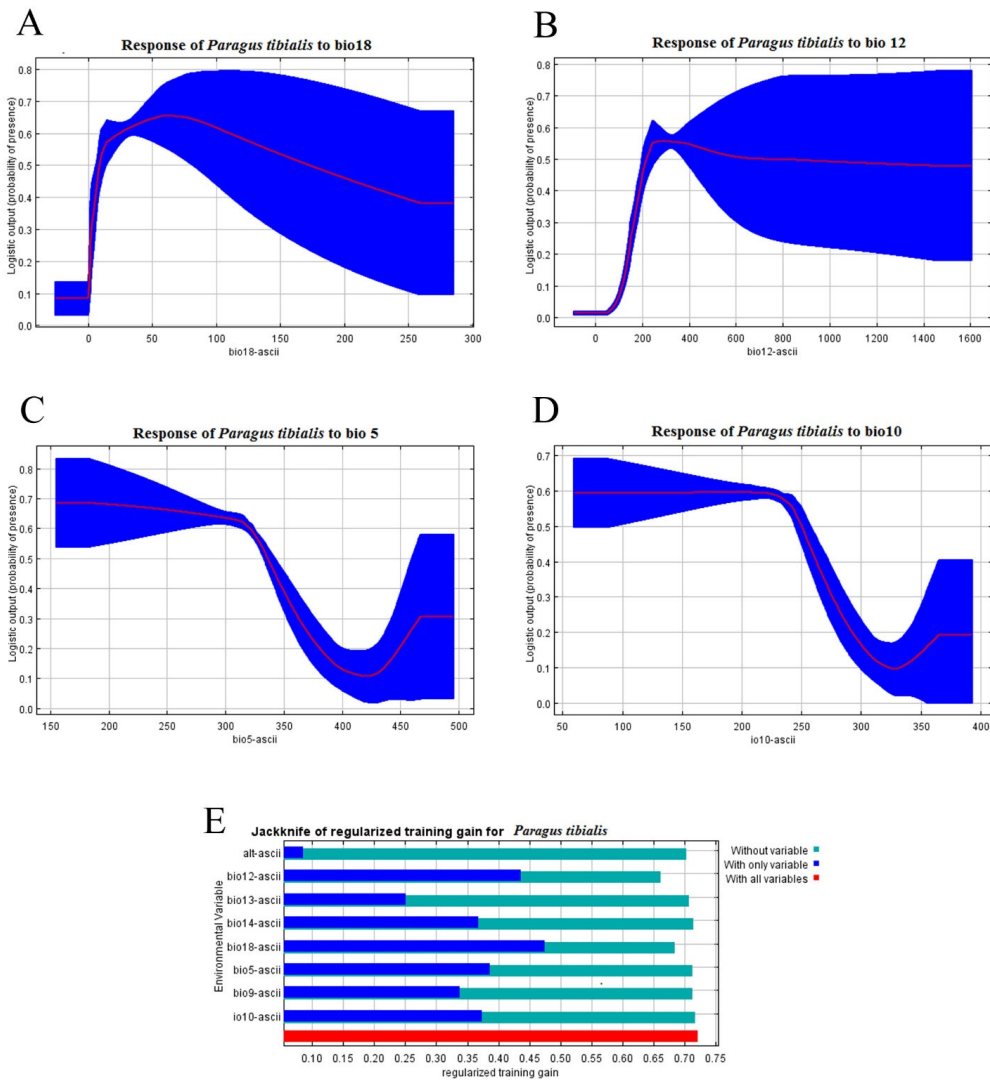
دقت نرم‌افزار: نتایج AUC، برای دو گونه *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus* به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۹ تعیین شد (جدول ۴) که دقت بالا و درستی مدل‌های به دست آمده برای پیش‌بینی پراکنش هر دو گونه را در این مطالعه نشان می‌دهد. این نتایج بر اساس یافته‌های به دست آمده از مدل‌سازی پراکنش مگس‌های سیرفید گونه‌های جنس *Cheilosia* با AUC قابل قبول (۰/۸۷۰-۰/۹۹۳) (Milic et al., 2013) و گونه‌های جنس *Pipiza* با AUC قابل قبول (۰/۷۹۵-۰/۹۲۰) (Nikolic et al., 2013) است.

نتایج این پژوهش دیدگاه جدیدی از نیچ اکولوژیک و ترجیح اقلیمی دو گونه از حشرات مفید به عنوان دشمنان طبیعی و گرده افشان‌های وحشی در ایران ارائه نموده است.

در بررسی پراکنش بالقوه *P. quadrifasciatus* براساس داده‌های MaxEnt نتایج نشان داد بارندگی سالانه (bio12) و میانگین دمای گرم‌ترین سه ماه سال (bio10) به ترتیب بیشترین درصد مشارکت را در ساخت این مدل داشته‌اند (جدول ۲). همچنین بررسی تست Jackknife مشخص کرد میانگین دمای گرم‌ترین سه ماه (bio10)، بارش سالانه (bio12)، میانگین دمای خشک‌ترین سه ماه (bio9) و حداکثر دمای گرم‌ترین ماه (bio5) به ترتیب مهم‌ترین عوامل اقلیمی تاثیرگذار در ساخت مدل پراکنش *P. quadrifasciatus* در این مطالعه بوده‌اند (شکل E-۴). بر اساس نمودارهای پاسخ (Response Curves) می‌توان بیان کرد که رابطه پراکنش این گونه با بارندگی سالانه (bio12) یک رابطه مستقیم بوده به طوری که با افزایش بارندگی احتمال وجود گونه افزایش می‌یابد. از طرفی نمودارهای پاسخ (bio5, bio9, bio10) نشان می‌دهد احتمال حضور این گونه وابسته به یک دامنه دمایی خاص است که دارای پیک یا دمای اپتیمم بوده و مناطقی که دارای این خصوصیات دمایی باشند، مناطق بالقوه پراکنش افراد این گونه‌اند. به‌طور مثال برای bio10 و bio9 دامنه دمایی ۲۵-۳۰°C و در مورد bio5 دامنه دمایی ۳۰-۳۵°C برای حضور این گونه در مناطق مشخص شده به دست آمده است (شکل A, B, C, D - ۴).

بررسی نمودارهای پاسخ (Marginal response curves) نشان می‌دهد احتمال وقوع هر دو گونه با افزایش بارندگی افزایش و با افزایش دما کاهش پیدا می‌کند که کاملاً با توجه به پتانسیل پراکنش گونه در ایران مطابقت دارد. به همین دلیل مناطق مرکزی ایران با آب و هوای خیلی گرم (Bakhtiyari, 1998) و بارندگی سالیانه کمتر از ۱۰۰ mm (Badripour, 2006) شرایط نامناسبی برای حشرات به وجود آورده است (Grichanov and Ovsyannikova, 2009).

بوم‌شناسی گونه‌های مگس‌های سیرفید نشان می‌دهد که رطوبت یکی از مهم‌ترین متغیرهای محیطی در بالا بردن میزان رشد افراد این خانواده است.



شکل ۳- A-D. نمودارهای تاثیر هر یک از متغیرهای اقلیمی در مدل پراکنش *Paragus tibialis*، تست Jackknife

برای مشاهده نام کامل متغیرها به جدول ۲ رجوع شود

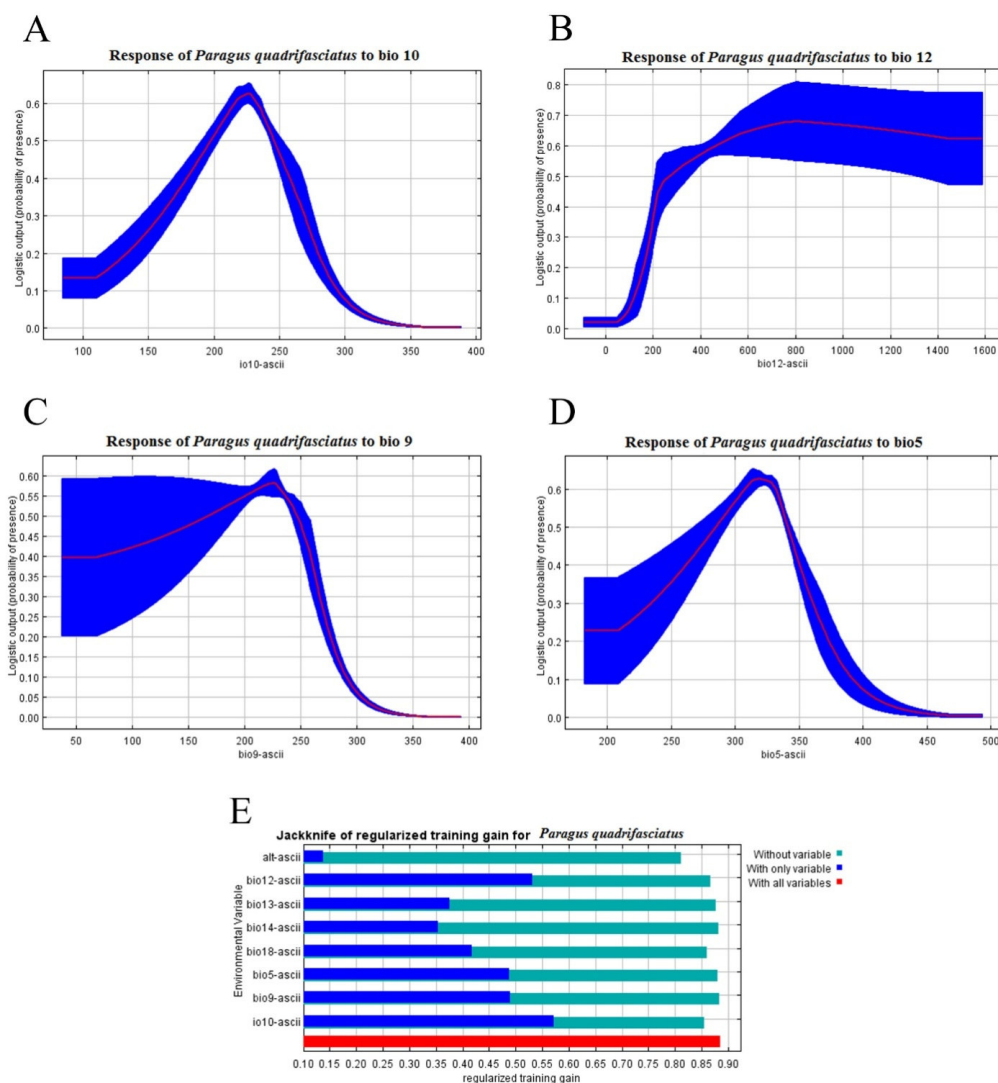
Fig. 3. A-D: The marginal response curves of the contribution variables to predict presence probability of *Paragus tibialis* with MaxEnt in Iran, E: Jackknif test. See Table 2 for environmental variable definition

جدول ۴- ارزیابی آماری از مدل Maxent برای *P. tibialis* و *P. quadrifasciatus*

Table 4. Statistical evaluation of Maxent model for *P. tibialis* and *P. quadrifasciatus*

Species	Training AUC*	Test AUC	SD**	P-value ***	Training records	Test records
<i>P. tibialis</i>	0.86	0.81	0.04	0.001	24	10
<i>P. quadrifasciatus</i>	0.9	0.85	0.04	0.001	22	9

*Area Under receiver operating characteristic Curve; **Standard deviation of AUC; *** P < 0.01.



شکل ۴- A-D: نمودارهای تاثیر هر یک از متغیرهای اقلیمی در مدل پراکنش *Paragus quadrifasciatus*. تست Jackknife

برای مشاهده نام کامل متغیرها به جدول ۲ رجوع شود.

Fig. 4. A-D: The marginal response curves of the contribution variables to predict presence probability of *Paragus quadrifasciatus* with MaxEnt in Iran, E: Jackknife test. See Table 2 for environmental variable definition.

P. tibialis بارندگی گرم‌ترین سه ماه (bio18) بیشترین تأثیر را در مدل پراکنش این گونه داشت در حالی که در مورد گونه *P. quadrifasciatus* میانگین دمای گرم‌ترین سه ماه (bio10) دارای بالاترین تأثیر در ساخت مدل پراکنش بود. با این حال اکولوژی هر دو گونه تا حدود زیادی نیازمند بررسی‌های بیشتر در زمینه تجزیه و تحلیل زیستگاه‌های ترجیحی و بررسی کامل‌تری از جوامع گیاهی و روابط متقابل آن‌ها است.

واضح است که افراد هر دو گونه وابستگی نسبتاً زیادی به اقلیم نیمه خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و پتانسیل پراکنش خوبی در عرض‌های بالای ۳۵ درجه در ایران دارند. بررسی‌ها نشان داد گونه *P. tibialis* پتانسیل پراکنش مناسبی در ناحیه جنگل‌های شمال کشور و استان‌های شمال‌غربی و شمال شرقی کشور دارد. گونه *P. quadrifasciatus* بیشتر در شمال و شمال‌غرب کشور پتانسیل پراکنش دارد. از میان عوامل اقلیمی موثر بر پراکنش

سپاسگزاری

از پروفسور Ante Vujic از دپارتمان بیولوژی و اکولوژی

دانشگاه Novi Sad برای بررسی و شناسایی نمونه‌ها کمال تشکر را داریم.

References

- ADASHKEVICH, B. P. 1975. Entomophagous pests in fruit crops (aphidophagous), Kolos, Moscow, Russia, All-Union academy of Agricultural Sciences of V. I. Lenin (All-Union research Institute of biological methods of plants protection), 1-191.
- AGUILAR, G., D. BLANCHON, H. FOOTE, C. POLLONAI and A. MOSEE, 2015. Queensland fruit fly invasion of New Zealand: Predicting area suitability under future climate change scenarios, Unitec ePress Perspectives in Biosecurity Research Series 2, Accessed date: [26 Dec. 2016], Available at: <http://www.unitec.ac.nz/epress/>
- AGUIRRE-GUTIÉRREZ, J., W. D. KISSLING, J. C. BIESMEIJER, M. F. WALLISDEVRIES, M. REEMER and L. G. CARVALHEIRO, 2016. Historical changes in the importance of climate and land use as determinants of Dutch pollinator distributions, *Journal of Biogeography*, 44: 696-707.
- AMOROS-JIMENEZ, R., A. PINEDA, A. FERERES and M. Á. MARCOS-GARCÍA, 2012. Prey availability and abiotic requirements of immature stages of the aphid predator *Sphaerophoria rueppellii*, *Biological control*, 63: 17-24.
- BADRIPOUR, H. 2006. Country Pasture/Forage Resource Profiles: Islamic Republic of Iran, Accessed date: [24 Dec. 2016]. Available at: <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF%20files/Iran.pdf>
- BAKHTIYARI, S. 1998. Complete Atlas of Gitashenasi, Tehran, Iran: Gitashenasi Geographic and Cartography Institute, 1- 28.
- BLACK, W. C., J. H. HATCHETT and L. J. KRCHMA, 1990. Allozyme variation among populations of the Hessian fly (*Mayetiola destructor*) in the United States, *Journal of Heredity*, 81: 331-337.
- DE PAUW, E. D., A. GAFFARI and V. GASEMI, 2002. Agro-climatic zone maps of Iran, Seed and Plant Improvement Research Institute (SPIRI), 1-44.
- DJAMALI, M., H. AKHANI, R. KHOSHRAVESH, V. ANDRIEU-PONEL, P. PONEL and S. BREWER, 2011. Application of the global bioclimatic classification to Iran: implications for understanding the modern vegetation and biogeography, *Ecologia mediterranea*, 37 (1): 91-114.
- DJELLAB, S., A. VAN ECK and B. SAMRAOUI, 2013. A survey of the hoverflies of northeastern Algeria (Diptera: Syrphidae), *Egyptian Journal of Biology*, 15: 1-12.
- ELITH, J., C. H. GRAHAM, R. P. ANDERSON, M. DUDIK, S. FERRIER, A. GUISAN, R. J. HIJMANS, F. HUETTMANN, J. R. LEATHWICK, A. LEHMANN, J. Li, L. G. LOHMANN, B. A. LOISELLE, G. MANION, C. MORITZ, M. NAKAMURA, Y. NAKAZAWA, J. M. OVERTON, A. T. PETERSON, S. J. PHILLIPS, K. RICHARDSON, R. SCACHETTI-PEREIRA, R. E. SCHAPIRE, J. SOBERON, S. WILLIAMS, M. S. WISZ and N. E. ZIMMERMANN, 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data, *Ecography*, 29: 129-151.
- ESRI, 2013. ArcGIS version 10.2. Environmental Systems Research Institute. Inc. ESRI, Redands.
- GILASIAN, E. and V. S. SOROKINA, 2011. The genus *Paragus* Latreille (Diptera: Syrphidae) in Iran, with the description of a new species, *Zootaxa*, 2764: 49-60.
- GOELDLIN DE TIEFENAU, P. 1974. Contribution a l'etude systematique et ecologique des Syrphidae (Dipt.) de la Suisse occidentale, *Bulletin de la société entomologique Suisse*, 47: 151 - 252.
- GRICHANOV, I. Y. and E. I. OVSYANNIKOVA, 2009. Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighboring countries, Accessed date: [1 Nov. 2016], Available at: <http://www.agroatlas.ru/>

- HIJMANS, R. J., S. E. CAMERON, J. L. PARRA, P. G. JONES and A. JARVIS, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas, *International Journal of Climatology*, 25: 1965–1978.
- HOLWAY, D. A., A. V. SUAREZ and T. J. CASE, 2002. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: a test with Argentine ants, *Ecology*, 83: 1610–1619.
- JABBARI, A., A. AHADIYAT and R. HAYAT, 2013. Species diversity of hover flies (Diptera: Syrphidae) and determination of the dominant species in Garmsar region, *Plant Protection Journal*, 5: 13-21.
- JALILIAN, F., Y. KARIMPOUR, S. H. MALKESHI, E. GILASIAN, M. R. KAVIANPOUR, S. M. MAHJOOB, M. T. TOHIDI and SH. BAGHERI MATIN, 2014. Evaluation of population fluctuation of predacious species of syrphid flies (Dip.: Syrphidae) on Cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* in rapeseed fields, *Agricultural Pest Management*, 1 (1): 46-54.
- KAISER, M. E., T. NOMA, M. J. BREWER, K. S. PIKE, J. R. VOCKEROTH and S. D. GAIMARI, 2007. Hymenopteran parasitoids and dipteran predators found using soybean aphid after its Midwestern United States invasion, *Annals of the Entomological Society of America*, 100 (2): 196–205.
- KHAGHANINIA, S. and C. HOSSEINI, 2013. Taxonomic study of *Paragus* Latreille (Diptera: Syrphidae) in the East Azerbaijan and Kordestan provinces of Iran, *Efflatounia*, 13: 8-18.
- KRSTESKA, V. 2011. Faunistic and quantitative analysis of species of the genus *Paragus*, *Bulletin of Tobacco Science and Profession*, 61: 31-40.
- LARDE, G. 1990. Growth of *Ornidia obesa* (Diptera: Syrphidae) Larvae on decomposing coffee pulp, *Biological Wastes*, 34(1): 73-76.
- MILIC, D., S. RADANOVICH, J. STEPANOV, M. MILIČIĆ and A. VUJIĆ, 2013. Prediction of current species distribution of *Cheilosia proxima* group (diptera: syrphidae) on the Balkan Peninsula, *Matica Srpska Journal of Natural Sciences*, 125: 69-78.
- NIKOLIC, T., D. RADIŠIĆ, D. MILIĆ, V. MARKOVIĆ, S. TRIFUNOV, S. JOVIČIĆ, S. ŠIMIĆ and A. VUJIĆ, 2013. Models of the potential distribution and habitat preferences of the genus *Pipiza* (syrphidae: diptera) on the Balkan Peninsula, *Archives of Biological Sciences*, 65: 1037-1052.
- HILL, P. M. 2010. The Flora and Fauna of the Northwich Woodlands, Northwich, UK, Northwich community woodlands ecology society, 1-33.
- PEARCE, J. and S. FERRIER, 2000. An evaluation of alternative algorithms for fitting species distribution models using logistic regression, *Journal of Ecological Modelling*, 128: 147-127.
- PEARSON, R. G., C. J. RAXWORTHY, M. NAKAMURA and A. T. PETERSON, 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar, *Journal of Biogeography*, 34: 102–117.
- POLCE, C., M. TERMANSEN, J. AGUIRRE-GUTIÉRREZ, N. D. BOATMAN, G. E. BUDGE, A. CROWE, M. P. GARRATT, S. PIETRAVALLE, S. G. POTTS, J. A. RAMIREZ, K. E. SOMERWILL and J. C. BIESMEIJER, 2013. Species Distribution Models for Crop Pollination: A Modelling Framework Applied to Great Britain, *PLoS ONE*, 8(10): e76308.
- PETANIDOU, T., A. VUJIC and W. N. ELLIS, 2011. Hoverfly diversity (Diptera: Syrphidae) in a Mediterranean scrub community, Athens, Greece, *Annales de la Société entomologique de France*, 47: 168-175.
- PHILLIPS, S. J., R. P. ANDERSON and R. E. SCHAPIRE, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions, *Ecological modelling*, 190: 231-256.
- ROJO, S. and M. A. MARCOS-GARCIA, 1998. Catálogo de los sirfidos (Diptera Syrphidae) aphidófagos (Homoptera Aphididae) presentes en cultivos y plantas herbáceas de España y Portugal, *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, Ser.II, 30: 39-54.
- ROURA-PASCUAL, N., L. BROTONS, A. T. PETERSON and W. THUILLER, 2009. Consensual predictions of potential distributional areas for invasive species: a case study of Argentine ants in the Iberian Peninsula, *Biological Invasions*, 11: 1017-1031.

- SHAKERYARI, A., S. KHAGHANINIA and K. H. IRANI NEJAD, 2012. Four species as new records of tribe Chrysogasterini (Diptera: Syrphidae) from Iran, *Munis Entomology and Zoology*, 7(1): 385-390
- SHOJAEI HESARI, E., SH. PASHAEI RAD and M. SEIFALAH-ZADE, 2016. Two new records of the family Syrphidae (Insecta: Diptera) from Iran, *Journal of Crop Protection*, 5: 643-648.
- SOLHJOUY-FARD, S., A. SARAFRAZI, M. M. MOEINI and A. AHADIYAT, 2013. Predicting habitat distribution of five heteropteran pest species in Iran, *Journal of Insect Science*, 13 (116): 1-16.
- SOLHJOUY-FARD, S. and A. SARAFRAZI, 2013. Potential impacts of climate change on distribution range of *Nabis pseudoferus* and *N. palifer* (Hemiptera: Nabidae) in Iran, *Entomological Science*, 17: 283-292.
- SOLHJOUY-FARD, S. and A. SARAFRAZI, 2016. Patterns of niche overlapping and richness among *Geocoris* species (Hemiptera: Geocoridae) in Iran. *Biocontrol Science and Technology*, 26: 1197-1211.
- SOROKINA, V. S. 2009. Hover flies of the genus *Paragus* Latr. (Diptera, Syrphidae) of Russia and adjacent countries, *Entomological Review*, 89 (3): 351-366.
- SPEIGHT, M. C. D. 2014. Species Accounts of European Syrphidae (Diptera), the Database of European Syrphidae, Dublin, Ireland, Syrph the Net, 1-319.
- VAN EMDEN, H. F. and R. HARRINGTON, 2007. Aphids as Crop Pests, Wallingford, Oxford, UK, CABI publications, 1-717.
- WIEGMANN, B. M., M. D. TRAUTWEIN, I. S. WINKLER, N. B. BARR, J. W. KIM, C. LAMBKIN, M. A. BERTONE, B. K. CASSEL, K. M. BAYLESS, A. M. HEIMBERG, B. M. WHEELER, K. J. PETERSON, T. PAPE, BR. J. SINCLAIR, J. H. SKEVINGTON, V. BLAGODEROV, J. CARAVAS, S. N. KUTTY, U. SCHMIDT-OTT, G. E. KAMPMEIER, F. C. THOMPSON, D. A. GRIMALDI, A. T. BECKENBACH, G. W. COURTNEY, M. FRIEDRICH, R. MEIER and D. K. Yeates, 2011. Data from: Episodic radiations in the fly tree of life, *PNAS*, 108 (14): 5690-5695.
- WISZ, M. S., R. J. HIJMANS, J. LI, A. T. PETERSON, C. H. GRAHAM, A. GUI SAN and NCEAS PREDICTING SPECIES DISTRIBUTIONS WORKING GROUP, 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models, *Diversity and Distributions*, 14: 763-773.

