

الگوی پراکنش دو گونه سن سبز (*Nezara viridula* و *Brachynema germarii* (Hemiptera: Pentatomidae) در اقلیم‌های استان کرمان

تهمینه توان‌پور^۱✉، علیمراد سرافرازی^۲، محمدرضا مهرنژاد^۳ و سهراب ایمانی^۱

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات؛ ۲- موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، بخش تحقیقات رده بندی حشرات، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ ۳- موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان (تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۴؛ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۵)

چکیده

به منظور بکارگیری نتایج حاصل از مدل سازی در مدیریت دو آفت، *Nezara viridula* و *Brachynema germarii* در ۱۱ اقلیم استان کرمان، با استفاده از مدل حداکثر انتروپی (Maxent) پتانسیل پراکنش و مناطق مستعد گونه‌ها تعیین شد. سن سبز *Nezara viridula* از آفات پنبه، سبزیجات و صیفی جات، و سن سبز *Brachynema germarii* آفت پسته و ناقل قارچ عامل بیماری ماسوی پسته است. مدل پراکنش با استفاده از رکوردهای حضور گونه و هفت متغیر اقلیمی تهیه شد. دقت و عملکرد Maxent در تهیه مدل واقعی پراکنش نیز با استفاده از شاخص سطح زیر منحنی (Area Under the Curve) محاسبه شد. با بهره‌گیری از آزمون Jackknife مشخص شد که متغیرهای درجه حرارت متوسط سالانه و دامنه میانگین روزانه به ترتیب از تأثیر گذارترین متغیرها در مدل پیش بینی پراکنش *N. viridula* و *B. germarii* بودند. نتایج نشان داد اقلیم های خشک با زمستان خنک و تابستان گرم تا بسیار گرم در قسمت های شمالی و مرکزی استان کرمان برای حضور گونه *B. germarii* مناسب بودند. مدل پراکنش گونه *N. viridula* نیز نشان داد این گونه در قسمت‌های جنوبی استان کرمان در اقلیم خشک همراه با زمستان معتدل تا خنک و تابستان بسیار گرم پراکنش دارد. مقدار میانگین شاخص سطح زیر منحنی، برای گونه *B. germarii* برابر ۰/۸۱ و برای *N. viridula* برابر ۰/۹۰ بدست آمد که نشان می‌دهد مدل‌های بدست آمده برای این گونه‌ها از دقت بالایی برخوردارند.

واژه‌های کلیدی: پراکنش، مدل سازی، *Nezara*، *Brachynema*، Pentatomidae، Maxent.

Distribution scenario of two species of green bugs *Brachynema germarii* and *Nezara viridula* (Hemiptera; Pentatomidae) in Kerman province

T. TAVANPOUR¹✉, A. M. SARAFRAZI², M. R. MEHRNEJAD³ and S. IMANI¹

1- Department of Plant Protection, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran; 2- Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran; 3- Pistachio Research Institute of Iran, Rafsanjan

Abstract

In order to determining of the distribution models and potential areas of two heteropteran green bugs, namely *Brachynema germarii* and *Nezara viridula*, the Maximum Entropy model (Maxent) was used to predict their potential distribution in 11 climates of Kerman province. *Nezara viridula* is known as the important pest of cotton as well as for vegetables and cucurbits. *Brachynema germarii* is a well-known pest of pistachio trees, which transmits fungi and causes stigmatomycosis. Distribution model was obtained using seven environmental predictors and presence records. The accuracy of distribution models was also evaluated by the area under receiver operating characteristic curve (AUC) value. According to the Jackknife test, the annual mean temperature and the mean diurnal range were the most contributing bioclimatic variables in *B. germarii* and *N. viridula* distribution modeling. The results showed that dry climate with cool winters and warm to very warm summer in the northern and central parts of the Kerman province were suitable for occurrence of *B. germarii*. Species distribution model of *N. viridula* showed its suitable distribution in dry climates with mild to cool winters and very warm summers, in the southern of Kerman province. The AUC values, based on training data, were 0.81 for *B. germarii*, 0.90 for *N. viridula* confirming the high accuracy of Maxent in predicting the distribution model of the two stink bugs.

Keywords: *Brachynema*, *Nezara*, Pentatomidae, Maxent, Species distribution model.

مقدمه

یکی از بخش‌های مهم در تبیین اکولوژی گونه‌ها، شناخت چگونگی پراکنش آن‌ها روی کره زمین است (Tognelli et al., 2009). آگاهی از پراکنندگی حشرات (Elias, 2010) و دامنه آن در یک منطقه در کنترل بیولوژیک، ارزیابی پتانسیل پراکنش گونه‌ها و انتخاب محصول برای کشت حایز اهمیت است (Gressitt, 1958). در دهه‌های اخیر، مدل‌های پراکنش گونه در زمینه اکولوژی، تکامل و حفظ منابع زیستی، دیرین‌شناسی، پیش‌بینی تهاجم گونه‌های آفات و بیماری‌ها، ارزیابی تأثیر تغییرات آب و هوا بر روی گونه‌ها و دیگر تغییرات محیطی در پراکنش گونه به کار گرفته شده است (Tognelli et al., 2009; Barbet-Mussin et al., 2012). به طوریکه با اعمال ۸ تکنیک مدل‌سازی پراکنش، پیش‌بینی توزیع آفت *Lucanus cervus* Linnaeus, 1758 در مناطق حفاظت شده بلژیک انجام شد و در مورد استفاده از مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها برای تصمیم‌گیری و تعیین شبکه‌های حفاظت از محیط زیست بحث شد (Thomaes et al., 2008). Meyer (2010) زیست‌خوان اکولوژیکی و پتانسیل پراکنش جهانی مگس میوه *Bactrocera invadens* Drew, Tsuru and White, 2005 را به عنوان یک گونه مهاجم در بسیاری از مناطق جهان با استفاده از Maxent و GARP نشان داد. گونه‌های مختلف سن‌های *Orius* Wolff, 1811 در برنامه مدیریت آفات و برنامه‌های کنترل بیولوژیک بسیار مورد استفاده می‌باشند. پیش‌بینی پراکنش ۱۵ گونه *Orius* از ۱۱ منطقه آب و هوایی ایران مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که به جز بیابان‌ها و بخش‌هایی از مناطق شرقی ایران، بقیه استان‌ها کم و بیش برای حضور این جنس مناسب بودند، همچنین بارش در مرطوب‌ترین دوره بیشترین سهم پیش‌بینی را بر پراکنش این جنس داشته است. ترکیب نتایج PCA و AHC نشان داد که جنس *Orius* اغلب در نواحی با اقلیم‌های SA-K-W و SA-C-W یافت می‌شوند (Erfan et al., 2012). Buse et al. (2013) با استفاده از سه روش مدل‌سازی مستقل پراکنش فعلی سوسک *Coraebus florentinus* Herbst, 1801 را

خانواده Pentatomidae با داشتن بیش از ۴۷۰۰ گونه و نزدیک به ۹۰۰ جنس، بزرگ‌ترین خانواده در بالا خانواده Pentatomoidea است و از نظر تعداد گونه بعد از خانواده‌های Reduviidae و Miridae در رتبه سوم قرار دارد (Rider, 2006). گونه‌های متعلق به این خانواده دارای انتشار جهانی می‌باشند و از نظر اکولوژیکی و مرفولوژیکی تنوع زیادی دارند (Schaefer and Panizzi, 2000)، همچنین عمدتاً آفت محصولات کشاورزی هستند. بنابراین این خانواده دارای اهمیت اقتصادی زیادی است. سن‌های دو زیر خانواده Edessinae و Pentatominae شامل اکثر گونه‌های آفت در جنس‌های *Nezara* به عنوان آفت پنبه و سبزیجات، *Aelia* و *Eurydema* آفت گندمیان، *Acrosternum* و *Brachynema* از آفات مهم درختان پسته و ناقل عامل بیماری استیگماتومیکوز یا ماسوی پسته شناخته می‌شوند (Schuh and Slater, 1995; Schaefer and Panizzi, 2000). دو جنس اخیر در هر دو مرحله کامل و پورگی قادرند در تمام دوره رشد میوه از مرحله تشکیل دانه تا رسیدن دانه پسته از طریق ایجاد زخم روی پوست رویی، لهدگی میوه‌ها قبل از تشکیل پوست استخوانی و سیاه و خشک شدن آن‌ها، ایجاد لکه روی مغز پس از تشکیل پوست استخوانی و انتقال قارچ عامل بیماری استیگماتومیکوز (Stigmatomycosis) به میوه پسته خسارت وارد کنند (Mehrnejad, 2001, 2014a,b; Mehrnejad et al., 2013). سن *Nezara viridula* گیاهان خانواده لگومینوز را برای تغذیه ترجیح می‌دهد، همچنین از کدو، سیب زمینی، گوجه فرنگی، سورگوم، آفتابگردان، تنباکو، سویا، ذرت، چلیپائیان، اسفناج، انگور، مرکبات، برنج و ماکادامیا تغذیه می‌کند (Coombs, 2004; Golden et al., 2006). در ایران مطالعاتی روی سن‌های سبز خانواده Pentatomidae بخصوص *Nezara viridula* و *Brachynema germarii* Kolenati, 1846 در زمینه‌های مختلف صورت گرفته است، اما مدل پراکنش این گونه‌ها مورد بررسی قرار نگرفته است.

روش بررسی

جمع‌آوری داده‌ها: به منظور جمع‌آوری اطلاعات از پراکنش دو گونه سن *B. germarii* و *N. viridula* در ۱۱ اقلیم استان کرمان نمونه برداری صورت گرفت (شکل ۱). در مجموع ۲۰۸ منطقه در استان در طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۳ بررسی شد. در نهایت ۱۶۸ رکورد ثبت و در ۴۰ منطقه دیگر نمونه‌ای یافت نشد. برای تکمیل اطلاعات از نمونه‌های موجود در موزه حشرات هایدک میرزاییانس (بخش تحقیقات رده بندی حشرات، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور) و نیز نمونه‌های نگه داری شده در کلکسیون شخصی دکتر مهرزاد استفاده شد. پس از شناسایی گونه‌ها، داده‌های ثبت شده ابتدا در نرم افزار اکسل و سپس در نرم افزار ArcGIS version 10.1 وارد و نقشه پراکنش فعلی دو گونه سن *N. viridula* و *B. germarii* در اقلیم‌های مختلف استان کرمان تهیه شد.

انتخاب متغیرهای محیطی: برای پیش بینی پراکنش این دو گونه، ابتدا ۱۹ متغیر محیطی از سایت <http://www.worldclim.org/> با دقت ۳۰ ثانیه (۱km²) گرفته شد (جدول ۱)، سپس هفت متغیری که بیشترین تأثیر را در مدل پراکنش داشتند انتخاب و آنالیزهای بعدی مدل پراکنش بر اساس این متغیرها انجام شد. متغیرهای نهایی انتخاب شده اقلیمی همراه با رکوردهای حضور دو گونه که در قالب جدول اکسل تهیه شده بود. رکوردهای حضور برای تعیین مدل پیش بینی پراکنش در نرم افزار Maxent وارد و نقشه‌های مدل به تفکیک برای هر گونه بدست آمد.

مدل‌سازی پراکنش گونه: مدل پراکنش گونه‌ها در الگوریتم Maxent بر اساس حداکثر انترپی پیش بینی می‌شود. در نرم افزار Maxent از داده‌های گزارش حضور گونه برای مدل‌سازی پیش بینی پراکنش گونه‌های مورد نظر استفاده شد. ۷۵ درصد از داده‌های هر گونه برای ساخت مدل نیچ اکولوژیکی و ۲۵ درصد به عنوان تست مدل انتخاب شدند (Pearson et al., 2007). تعداد داده‌های هر گونه برای ساخت

بررسی و فاکتورهای غیر زنده موثر در توزیع فعلی گونه در جنوب غرب آلمان را معرفی نمودند همچنین مهاجرت این حشره به آلمان را در سال ۱۹۵۰ بازسازی کردند. در یک تحقیق دیگر، با استفاده از روش حداکثر انترپی اثرات تغییرات آب و هوا بر توزیع آینده (۲۰۱۳-۲۰۵۰) سن‌های *Nabis pseudoferus* و *Nabis palifer* Seidenstucker, 1954 در Remane, 1949 در ایران مطالعه شده است. پوشش زمین و بارندگی دو عامل مؤثر در گسترش دامنه این دو گونه بود و تغییر آب و هوا روی *N. pseudoferus* اثر منفی و روی *N. palifer* تاثیر مثبت داشته است. این نتایج را می‌توان در برنامه‌های استراتژیک مدیریت به کار برد (Solhjoui-Fard and Sarafrazi, 2014). همچنین در مطالعات Erfanfar et al. (2014) زیست‌گاه‌های مناسب برای پراکنش فعلی و آینده ۱۵ گونه از سن‌های جنس *Orius* Wolff, 1811 در ایران با استفاده از روش Maxent مورد ارزیابی قرار گرفته است و مناطق مناسب برای توزیع آینده این گونه‌ها نشان داده شد. انتخاب الگوریتم مناسب در مدل‌سازی بسیار مهم است زیرا مدل‌های مختلف تفاوت‌های قابل توجهی در پیش‌بینی‌های خود دارند (Phillips et al., 2006; Pearson, 2007). مدل Maxent در مقایسه با سایر روش‌های جایگزین اجرا بهتری را نشان داده است (Elith et al., 2006; Phillips et al., 2006; Pearson et al., 2007). این مدل چند منظوره برای توصیف توزیع احتمالی از اطلاعات ناقص است (Pearson et al., 2007).

تعیین پراکنش گونه‌ها به دلیل شناخت کافی از گسترش اقلیمی، نیاز اقلیمی، پراکنش جغرافیایی و تعیین زیستگاه مناسب در غالب جغرافیای جانوری در مدیریت بهتر آفات به ما کمک می‌کند (Pearson et al., 2007; Tognelli et al., 2009). بنابراین مطالعه حاضر با استفاده از مدل Maxent برای پی بردن به تاثیر اقلیم و موثرترین عوامل در توزیع گونه‌ها، همچنین تعیین زیست‌گاه‌های مناسب گونه‌های *B. germarii* و *N. viridula* انجام شد.

مدل و تست مدل طبق جدول (۳) مشخص شد. برای بررسی پراکنش گونه‌ها ۱۰۰۰۰ داده background انتخاب شد و برای هر گونه ۲۵ تکرار با maximum iteration ۱۰۰۰۰ انجام گرفت. و از روش logistic برای توصیف مدل پیش‌بینی استفاده شد. در این مطالعه میزان convergence threshold نیز 10^{-5} در نظر گرفته شده است (Phillips and Dudik, 2008).

جدول ۱- متغیرهای محیطی استفاده شده در ساخت مدل پراکنش *Brachynema germarii* و *Nezara viridula* در استان کرمان

Table 1. Selection environmental variables in distribution model for *Brachynema germarii* and *Nezara viridula* in Kerman province.

| Codes کد لایه‌ها | Layer's Name نام لایه‌ها |
|---------------------|--|
| 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 of Seasonality |
| bio16 | Precipitation of Wettest Quarter |
| bio17 | Precipitation of Driest Quarter □ |
| bio18 | Precipitation of Warmest Quarter □ |
| bio19 | Precipitation of Coldest Quarter |

* Bioclimatic variable selected in distribution model of *Brachynema germarii*. *Brachynema germarii* متغیرهای بکار رفته در مدل پراکنش

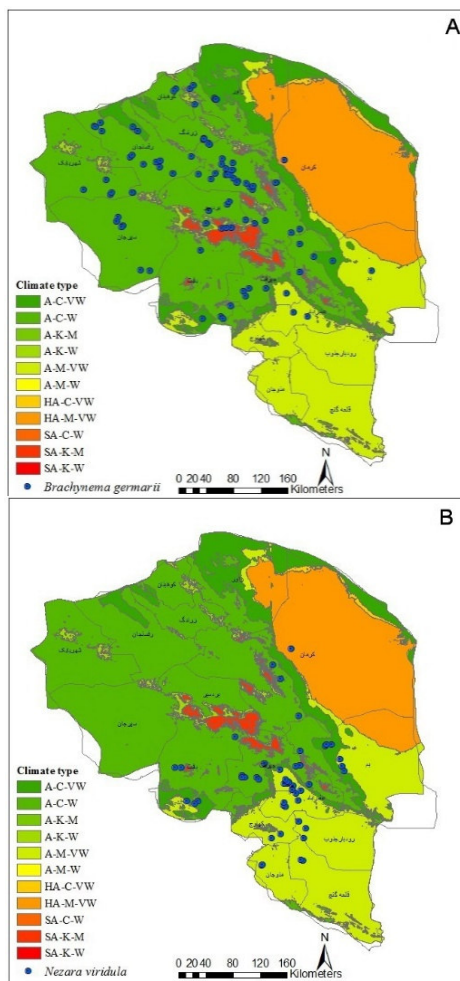
□ Bioclimatic variables selected in distribution model of *Nezara viridula*. *Nezara viridula* متغیرهای به کار رفته در مدل پراکنش

جدول ۲- پهنه‌بندی اقلیمی استان کرمان و کدهای مربوط به شاخص‌های دما و رطوبت

Table 2. Climatic zones of Kerman province, their code and temperature and moisture characteristics

| Number ردیف | Climates Codes کد های اقلیمی | Moisture رطوبت | Winter زمستان | Summer تابستان |
|----------------|---------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| 1 | A-C-VW | Aride خشک | Cool خنک | Very Warm گرم خیلی |
| 2 | A-C-W | Aride خشک | Cool خنک | Warm گرم |
| 3 | A-K-M | Aride خشک | Cold سرد | Mild معتدل |
| 4 | A-K-W | Aride خشک | Cold سرد | Warm گرم |
| 5 | A-M-VW | Aride خشک | Mild معتدل | Very Warm گرم خیلی |
| 6 | A-M-W | Aride خشک | Mild معتدل | Warm گرم |
| 7 | HA-C-VW | Hyper Aride بسیار خشک | Cool خنک | Very Warm گرم خیلی |
| 8 | HA-M-VW | Hyper Aride بسیار خشک | Mild معتدل | Very Warm گرم خیلی |
| 9 | SA-C-W | Semi Aride نیمه خشک | Cool خنک | Warm گرم |
| 10 | SA-K-M | Semi Aride نیمه خشک | Cold سرد | Mild معتدل |
| 11 | SA-K-W | Semi Aride نیمه خشک | Cold سرد | Warm گرم |

زیستگاه‌های نامناسب نشان داده شده‌اند و سایر مناطق استان در قسمت‌های شمالی و مرکزی، در اقلیم خشک با زمستان خنک و تابستان گرم تا بسیار گرم (A-C-W, A-C-VW) (جدول ۲) می‌توانند برای حضور گونه مناسب باشند (شکل ۲-الف). شهرستان‌های کرمان، راور، کوهبنان، زرنند، رفسنجان، شهرابک و سیرجان از نواحی شمالی و بردسیر، جیرفت، بم و بافت در مرکز استان کرمان، مناسب برای حضور این گونه سن پیش‌بینی شده است (شکل ۲-الف).



شکل ۱- نقشه پراکنش اقلیمی *Brachynema germarii* و *Nezara viridula* در ۱۱ اقلیم استان کرمان. A. *Brachynema germarii* و B. *Nezara viridula*. اطلاعات هر اقلیم در جدول ۲ آمده است.

Fig. 1. The current distribution map of *Brachynema germarii* (A) and *Nezara viridula* (B) in different climates of Kerman province. For climate codes see Table 2.

تست Jackknife نیز برای هر یک از گونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بوسیله این آنالیز نقش هر یک از متغیرهای محیطی در تعیین مدل پیش‌بینی پراکنش گونه‌های مورد نظر و تاثیر آن‌ها بدون در نظر گرفتن اثرات متقابل سایر لایه‌ها مشخص شد و میزان تاثیر هر متغیر در احتمال پیش‌بینی حضور هرگونه نشان داده شد. همچنین مهم‌ترین فاکتورهای موثر در پیش‌بینی پراکنش گونه، در نمودارهای Response به صورت گراف نشان داده شدند.

در انتها نقشه پیش‌بینی پراکنش هر یک از گونه‌ها در قالب طیف رنگی آبی تا قرمز به تصویر کشیده شد. روی نقشه احتمال حضور گونه در مناطقی که با رنگ‌های سرد نشان داده شده کمتر و در مناطقی که با رنگ‌های گرم نشان داده شده اند احتمال حضور گونه بیشتر است.

ارزیابی مدل و بررسی دقت و صحت آن با استفاده از شاخص AUC values صورت گرفت. این آنالیز نتایج را در دامنه بین ۰/۵-۱ نشان می‌دهد، که در آن ۱ یعنی مدل توانایی زیادی برای پیش‌بینی دقیق مدل پراکنش گونه‌ها را داشته است. AUC بالاتر از ۰/۷۵ مورد قبول است (Pearson, 2007).

نتیجه و بحث

نقشه پراکنش فعلی گونه‌های تحت مطالعه با استفاده از رکوردهای ثبت شده و لایه اقلیمی استان کرمان با کمک نرم افزار ArcGIS version 10.1 تهیه گردید (شکل ۱). نقشه‌های مدل پیش‌بینی پراکنش دو گونه سن *B. germarii* و *N. viridula* با استفاده از نرم افزار Maxent به صورت جداگانه و با ۲۵ تکرار تهیه شد. بر اساس نتایج این تحقیق، گونه *B. germarii* خود را با شرایط آب و هوایی و ارتفاع اغلب نقاط استان کرمان سازش داده است به طوری که تقریباً در بیشتر مناطق آن استان گسترش یافته یا پتانسیل حضور را دارد (شکل ۱-الف). با استفاده از مدل Maxent زیستگاه بالقوه مناسب برای *B. germarii* پیش‌بینی شد، به طوری که قسمت‌هایی از مناطق جنوبی و شرقی استان به عنوان

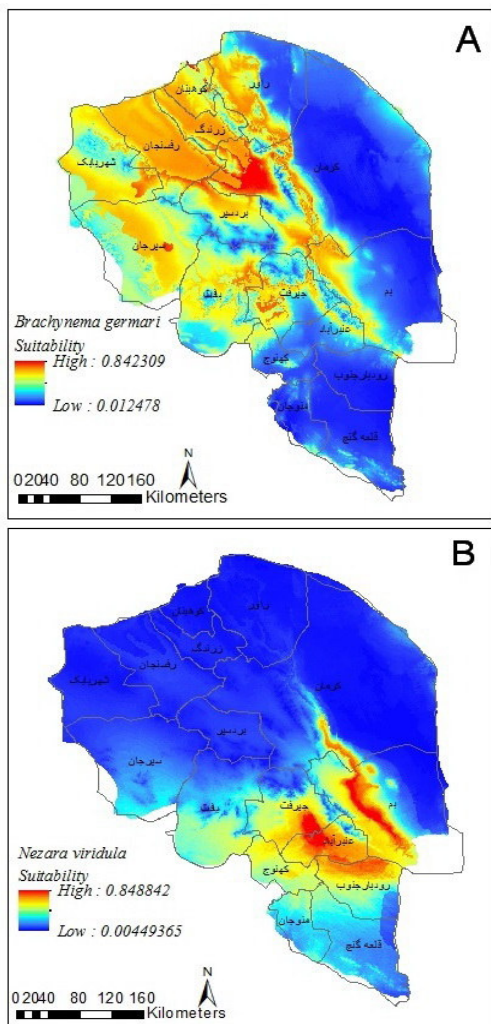
در بررسی‌های انجام شده براساس تست Jackknife، نشان داده شد که در ساخت مدل پراکنش گونه *B. germarii*، میانگین دمای سالانه (bio1) مهم‌ترین عامل اقلیمی مؤثر در مدل‌سازی پراکنش این سن در استان کرمان است (شکل ۳). متغیرهای میانگین دمای سردترین سه ماهه (bio11) و حداقل دمای سردترین ماه (bio6) در مرحله بعد تأثیرگذارترین متغیرها و متغیر حداکثر دمای گرم‌ترین ماه کم اثرترین متغیر بوده‌اند (شکل ۳). متغیر میانگین دمای سالانه با ۶۵/۲ درصد، بیشترین نقش را در ساخت مدل داشت. مطابق با نمودار Response مناطقی که بیشترین مقدار پیک را در متغیرهای میانگین دمای سالانه، دمای سردترین سه ماهه و حداقل دمای سردترین ماه دارند، مناطق بالقوه برای پراکنش این گونه هستند.

با توجه به نقشه پتانسیل پراکنش سن *B. germarii* (شکل ۲-الف)، استان کرمان شرایط لازم برای پراکنش این گونه را به عنوان زیستگاه مناسب دارد. گسترش بالقوه این گونه در مناطق شمالی و مرکزی استان کرمان است. *B. germarii* در منطقه پالئارکتیک و در حوضه مدیترانه‌ای نیز امکان گسترش دارد (Ribes and Pagola-Carte, 2007; Linnavuori, 2012; Ribes and Pagola-Carte, 2013). طبق تقسیمات اقلیمی ایران (de Pauw et al., 2002)، این گونه مناطق خشک با زمستان خنک و تابستان گرم تا بسیار گرم را برای پراکنش ترجیح می‌دهد (شکل ۲-الف) (Abdykairova, 2011). این گونه در سایر مناطق ایران مانند خراسان رضوی، فارس، سمنان، زنجان، گلستان، سیستان و بلوچستان و خراسان رضوی پراکنش دارد (Wagner, 1968; Linnavuori, 2008; Hashemi Mehneh et al., 2010; Linnavuori, 2012). افزایش خشکی شانس حضور گونه را کاهش می‌دهد به طوری که احتمال حضور گونه در بخش‌های شرقی استان کرمان با شرایط بسیار خشک که مناطقی کویری، نمک زارها و مناطق شن و ماسه‌ای هستند (Bakhtiyari, 1998) کاهش یافته است (شکل ۲-الف). حضور و تولید مثل برخی از حشرات با میزبان شان در ارتباط است

پسند مانند اسفند *Peganum harmala* Linnaeus و شور پسته *Salsola kali* Linnaeus بطور وسیع فعالیت دارد و همچنین آفت عمده پسته است (Linnavuori, 2012; Mehrnejad et al., 2013; Mehrnejad, 2014a). پسته در مناطق خشک و بیابانی کشور کشت می‌شود که دارای متوسط بارندگی سالانه حدود ۱۰۰ میلی‌متر، زمستان سرد (حداقل دما ۱۵- درجه سلسیوس) و تابستان گرم با حداکثر دمای ۴۵ درجه سلسیوس است (Hosseinfard et al., 2008). سن *B. germarii* از نظر سطح پراکنش و تراکم جمعیت، گونه غالب در باغ‌های پسته استان کرمان به شمار می‌رود (Mehrnejad et al., 2013; Mehrnejad, 2014b). این گونه علاوه بر پسته روی گیاهان علفی مانند خارشتر *Alhagi maurorum* Medikus، شور *S. kali*، اسپند *P. harmala*، کاتوس *Cynanchum acutum* Linnaeus و قیچ *Zygophyllum eurypterum* Boiss. & Buhse نیز فعالیت دارد (Hashemi Rad et al., 2002; Mehrnejad, 2014b). بررسی‌های میدانی در این مطالعه، پسته در مناطق مرکزی و شمالی استان کشت شده است که علاوه بر وجود شرایط اقلیمی مناسب برای این سن، منبع غذایی نیز برای آن در این نواحی مهیا است. در بخش‌های جنوبی، و جنوب شرقی استان کرمان، پتانسیل پراکنش برای این سن وجود ندارد که این می‌تواند به دلیل عدم وجود میزبان مناسب در این مناطق باشد. بر اساس مدل نیچ اکولوژیکی تهیه شده از پراکنش گونه *N. viridula* (شکل ۲-ب)، نقشه بدست آمده نشان داد پراکنش این گونه تنها محدود به قسمت‌های جنوبی استان کرمان است. بنابراین در اقلیم‌های خشک با زمستان معتدل تا خنک و تابستان گرم تا خیلی گرم (A-M-VW و A-C-VW) احتمال پراکنش دارد (جدول ۲) و در سایر مناطق استان کرمان نظیر مناطق شمالی و شرقی با شرایط خشک تا بسیار خشک و زمستان خنک تا معتدل و تابستان بسیار گرم احتمال حضور *N. viridula* کمتر است. بر اساس نتایج این تحقیق، مناطق بم، جیرفت، عنبرآباد، کهنوج، رودبار جنوب و بخشی

در بررسی‌های انجام شده براساس تست Jackknife، نشان داده شد که در ساخت مدل پراکنش گونه *B. germarii*، میانگین دمای سالانه (bio1) مهم‌ترین عامل اقلیمی مؤثر در مدل‌سازی پراکنش این سن در استان کرمان است (شکل ۳). متغیرهای میانگین دمای سردترین سه ماهه (bio11) و حداقل دمای سردترین ماه (bio6) در مرحله بعد تأثیرگذارترین متغیرها و متغیر حداکثر دمای گرم‌ترین ماه کم اثرترین متغیر بوده‌اند (شکل ۳). متغیر میانگین دمای سالانه با ۶۵/۲ درصد، بیشترین نقش را در ساخت مدل داشت. مطابق با نمودار Response مناطقی که بیشترین مقدار پیک را در متغیرهای میانگین دمای سالانه، دمای سردترین سه ماهه و حداقل دمای سردترین ماه دارند، مناطق بالقوه برای پراکنش این گونه هستند.

با توجه به نقشه پتانسیل پراکنش سن *B. germarii* (شکل ۲-الف)، استان کرمان شرایط لازم برای پراکنش این گونه را به عنوان زیستگاه مناسب دارد. گسترش بالقوه این گونه در مناطق شمالی و مرکزی استان کرمان است. *B. germarii* در منطقه پالئارکتیک و در حوضه مدیترانه‌ای نیز امکان گسترش دارد (Ribes and Pagola-Carte, 2007; Linnavuori, 2012; Ribes and Pagola-Carte, 2013). طبق تقسیمات اقلیمی ایران (de Pauw et al., 2002)، این گونه مناطق خشک با زمستان خنک و تابستان گرم تا بسیار گرم را برای پراکنش ترجیح می‌دهد (شکل ۲-الف) (Abdykairova, 2011). این گونه در سایر مناطق ایران مانند خراسان رضوی، فارس، سمنان، زنجان، گلستان، سیستان و بلوچستان و خراسان رضوی پراکنش دارد (Wagner, 1968; Linnavuori, 2008; Hashemi Mehneh et al., 2010; Linnavuori, 2012). افزایش خشکی شانس حضور گونه را کاهش می‌دهد به طوری که احتمال حضور گونه در بخش‌های شرقی استان کرمان با شرایط بسیار خشک که مناطقی کویری، نمک زارها و مناطق شن و ماسه‌ای هستند (Bakhtiyari, 1998) کاهش یافته است (شکل ۲-الف). حضور و تولید مثل برخی از حشرات با میزبان شان در ارتباط است



شکل ۲- نقشه پتانسیل پراکنش گونه های A. *Brachynema*

B. *Nezara viridula* در استان کرمان. بر اساس طیف رنگی آبی تا قرمز، منطقه با رنگ قرمز مناسب ترین منطقه و رنگ آبی نامناسب ترین منطقه را نمایان می سازد.

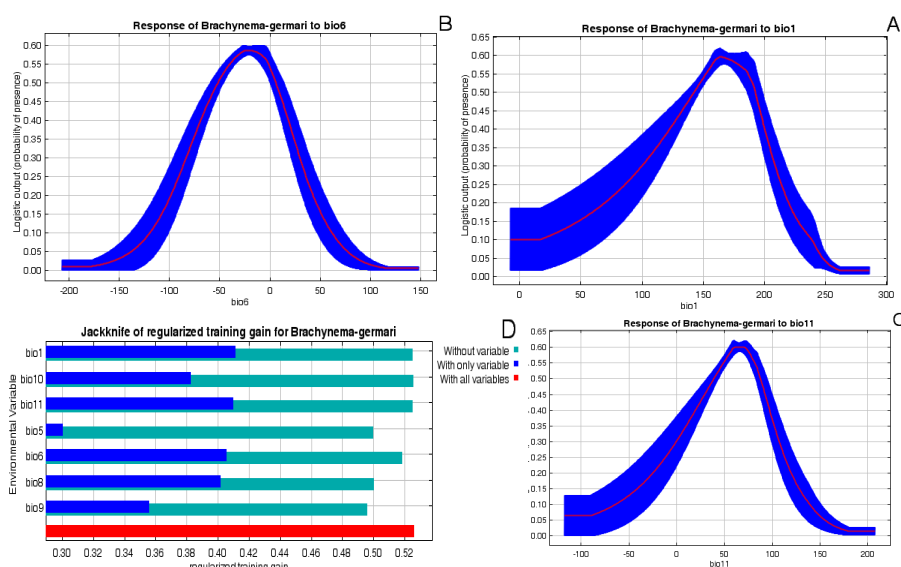
Fig. 2. Prediction of habitat suitability *Brachynema germari* (A) and *Nezara viridula* (B) in Kerman province. According to color range from red to blue, areas with red are suitable for species distribution.

بر اساس نتایج مطالعه Simmons and Yeorgan (1988) تکامل این سن ها در دمای بالای ۲۷ درجه سلسیوس سرعت می گیرد و افراد بالغ در دمای بیش از ۲۷ درجه سانتی گراد مستعد پرواز هستند (Underhill, 1934). همچنین خروج سن ها از دیاپوز و فعالیت آن ها به دما بستگی دارد (Mcpherson, 1982; Underhill, 1934; Musolin, 2011).

از شهرستان کرمان دارای اقلیم مناسب، و همچنین شهرستان های بافت، منوجان، قلعه گنج تا حدودی مناسب برای حضور *N. viridula* است. این گونه نیز عملاً در این مناطق جمع آوری شد.

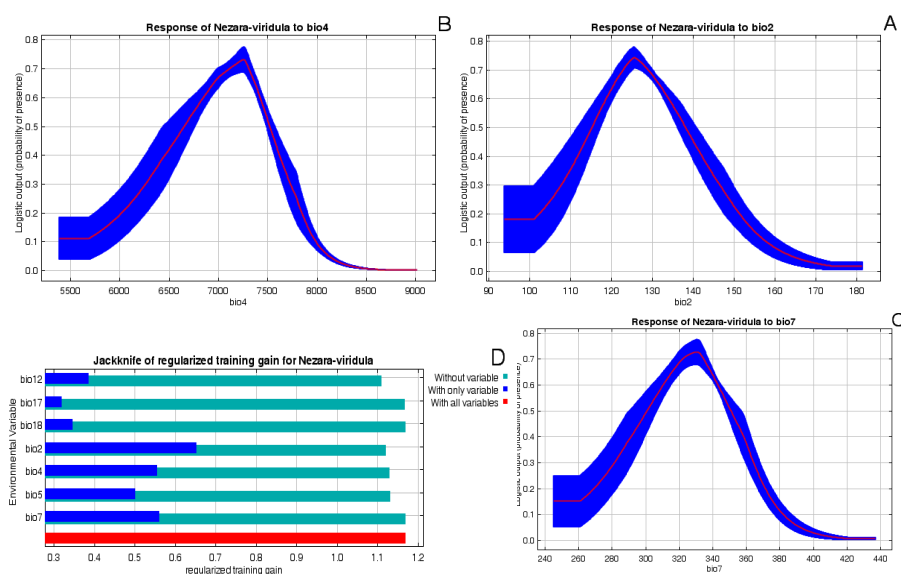
با توجه به نتایج تست Jackknife، مشخص شد که دامنه میانگین روزانه (bio2) مؤثرترین عامل اقلیمی در مدل سازی پراکنش گونه *N. viridula* در استان کرمان است (شکل ۴). همچنین دیگر متغیرها از جمله دمای فصلی (bio4)، دامنه دمای سالانه (bio7) به ترتیب بیش ترین نقش و متغیر بارندگی خشک ترین سه ماهه کمترین نقش را در پراکنش این گونه داشتند (شکل ۴). در میان متغیرها، متغیر دامنه میانگین روزانه (bio2) با ۷/۷ درصد بیشترین سهم مشارکت را در ساخت مدل داشت. منحنی های Response با تحمل بیولوژیکی و ترجیح زیستگاه گونه هماهنگی داشتند. مناطقی که پیک دامنه میانگین روزانه، دمای فصلی و دامنه دمای سالانه را دارا بودند بیشترین پتانسیل توزیع گونه *N. viridula* در استان کرمان را داشتند. *N. viridula* یک گونه همه جاز است (Linnavuori, 2008; Ribes and Pagola-Carte, 2013). پتانسیل توزیع این گونه در جنوب استان کرمان نشان می دهد که این ناحیه دارای سازگاری برای پراکنش این سن است (شکل ۲-ب). این گونه در ناحیه مدیترانه ای بخصوص در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری پراکنش خوبی دارد (Schaefer and Panizzi, 2000; Ribes and Pagola-Carte, 2013) که دارای زمستان های معتدل و بارانی و تابستان های خشک و گرم بوده و درجه حرارت گرم ترین ماه آن بیش از ۲۲ درجه سلسیوس است (Bolte, 2003).

بر اساس تقسیمات اقلیمی ایران (de Pauw et al., 2002) و نمودارهای منحنی Response (شکل ۲-ب، شکل ۴)، این سن مناطق خشک با زمستان معتدل تا خنک و تابستان گرم تا خیلی گرم که دمای هوا بالا است را ترجیح می دهد (Underhill, 1934; Kamming et al., 2012; Grozea et al., 2012) و برای حضور این گونه مناسب هستند.



شکل ۳- A، B، C. نمودار تاثیر هر یک از متغیرهای اقلیمی در مدل پراکنش گونه *Brachynema germarii*. D. اهمیت متغیرهای محیطی براساس تست Jackknife برای گونه *Brachynema germarii* در سه حالت: سود کل به دست آمده از اثر متقابل متغیرهای محیطی (نوار قرمز)، تاثیر انفرادی هر متغیر (نوار آبی) و سود کل بدون متغیر مربوطه (نوار سبز)، برای مشاهده نام کامل متغیرها به جدول (۱) رجوع شود.

Fig. 3. A, B, C, Marginal response curves of the predicted probability of *Brachynema germarii* occurrence for explanatory variables that contributed substantially to the Kerman province Maxent model. Red lines indicate mean values for the 25 iterations of the Model. Blue shading indicates the range of environmental values of the 25 iterations of the model. D, Maxent Jackknife tests of the environmental variable importance. See Table 1 for definition of bio variables.



شکل ۴- A، B، C. نمودار تاثیر هر یک از متغیرهای اقلیمی در مدل پراکنش گونه *Nezara viridula*. D. اهمیت متغیرهای محیطی براساس تست Jackknife برای گونه *Nezara viridula* در سه حالت: سود کل به دست آمده از اثر متقابل متغیرهای محیطی (نوار قرمز)، تاثیر انفرادی هر متغیر (نوار آبی) و سود کل بدون متغیر مربوطه (نوار سبز)، برای مشاهده نام کامل متغیرها به جدول (۱) رجوع شود.

Fig. 4. A, B, C, Marginal response curves of the predicted probability of *Nezara viridula* occurrence for explanatory variables that contributed substantially to the Kerman province Maxent model. Red lines indicate mean values for the 25 iterations of the Model. Blue shading indicates the range of environmental values of the 25 iterations of the model. D, Maxent Jackknife tests of the environmental variable importance. See Table 1 for definition of bio variables.

گونه‌های مورد مطالعه نیز نشان داد. با استفاده از این نرم افزار زیستگاه‌های مناسب برای گونه‌های مورد نظر پیش‌بینی شد. با توجه به نتایج این تحقیق، از احتمال پراکنش گونه‌ها نگرش جدیدی نسبت به اکولوژی و پراکنش اکولوژیکی آن‌ها ایجاد شده است. این نتایج نشان داد که گونه‌های مورد مطالعه در چه مناطقی از استان کرمان می‌توانند پراکنش داشته باشند. این مناطق می‌توانند خطراتی برای حضور گونه‌های آفت در آینده و یا توجیهی برای عدم حضور آن‌ها باشند. همچنین چه عوامل اکولوژیکی و اقلیمی در پراکنش آن‌ها تاثیر داشته است که در واقع در برگیرنده خصوصیات اکولوژی گونه‌ها است. بنابراین با داشتن چنین اطلاعاتی می‌توان وجود خطر یا عدم وجود خطر آفت را در یک منطقه پیش‌بینی نمود. علاوه بر این می‌توان از ایجاد خسارت در اثر هجوم آفت جلوگیری نمود و تصمیم درست را در امر مبارزه اتخاذ نمود.

سپاسگزاری

از موزه حشرات هایک میرزایانس (موسسه تحقیقات گیاه پزشکی ایران، تهران) برای به اشتراک گذاری نمونه‌های سن موجود در موزه سپاسگزار هستیم. همچنین از پرفسور Rider، دانشگاه ایالتی داکوتای شمالی، برای بررسی و شناسایی نمونه‌ها کمال تشکر را داریم. از مراکز خدمات جهاد کشاورزی استان کرمان مخصوصاً حفظ نباتات شهرستان کرمان که امکانات لازم برای نمونه برداری را فراهم نمودند قدردانی می‌نماییم.

در سایر نقاط ایران نیز که دارای چنین شرایط اقلیمی هستند مانند بخش‌هایی از استان‌های فارس، خراسان، خوزستان، گلستان، زنجان این گونه یافت می‌شود (Hoberlandt, 1995; Modarres Awal, 1997; Linnavuori 2008,) 2012). براساس بررسی‌های میدانی در تحقیق حاضر، این سن بیشتر روی محصولات جالیزی و یونجه یافت شد که بیشترین سطح کشت را در جنوب استان دارند (Anonymous, 2014). مطالعات نشان داده است که *N. viridula* به گوجه فرنگی، سیب زمینی، کلزا، یونجه و خیار نیز خسارت وارد می‌کند (Todd, 1976; Musolin et al., 2011).

نتایج AUC، عملکرد بسیار خوب مدل را برای سن‌های تحت مطالعه نشان داد ($AUC > 0.75$). مقدار AUC بیشتر از 0.75 نشان دهنده مناسب بودن مدل و توانایی پیش‌بینی آن است (Elith et al., 2006). براساس نتایج بدست آمده برای گونه‌های مورد مطالعه، ارزش نقاط training دلالت بر توانایی بالای مدل‌های ارائه شده در پیش‌بینی پراکنش و تعیین زیستگاه‌های مناسب برای گونه‌های تحت مطالعه دارد (جدول ۳) (Falsafi et al., 2014; Sadeghzadh-Khayati et al., 2014; Poulos et al., 2012; Solhjoui-Fard et al., 2013; Yasemi et al., 2015).

جدول ۳- بررسی آماری مدل Maxent در گونه‌های *Brachynema*

germari و *Nezara viridula*

Table 3. Statistical evaluation of Maxent model of *Brachynema germarii* and *Nezara viridula*.

| تعداد رکوردها Sample size | انحراف معیار SD | AUC | گونه Species |
|------------------------------|--------------------|------|----------------------------|
| 108 | 0.02 | 0.81 | <i>Brachynema germarii</i> |
| 60 | 0.01 | 0.90 | <i>Nezara viridula</i> |

مطابق با مطالعات انجام گرفته (Elith et al., 2006; Crawford and Hoagland, 2010; Wilson et al., 2011)، الگوریتم Maxent توانایی بالایی در تهیه مدل‌های پیش‌بینی پراکنش

References

- ABDYKAIROVNA, Y. P. 2011. Fauna of Heteroptera in the deserts of Kazakhstan, *Journal of Arid Land*, 3 (4): 303-305.
- ANONYMOUS, 2014. Area, production and yield of agricultural crops: Agricultural Statistics of Iran 2012-2013. Deputy of Planning & Economic Affairs Tehran, 156.
- BAKHTIYARI, S. 1998. Complete Atlas of Gitashenasi, Tehran, Iran: Gitashenasi Geographic and Cartography Institute, 1- 28.
- BARBET-MASSIN, M., F. JIQUET, C. H. ALBERT and W. THULLER, 2012. Selecting pseudo-absences for species distribution models: how, where and how many?, *Methods in Ecology and Evolution*, 3(2): 327-338.
- BOLLE, H. J. 2003. Mediterranean climate: variability and trends, Springer Science and Business Media, 372.
- BUSE, J., E. GRIEBELER and M. NIEHUIS, 2013. Rising temperatures explain past immigration of the thermophilic oak-inhabiting beetle *Coraebus florentinus* (Coleoptera: Buprestidae) in south-west Germany, *Biodiversity and Conservation*, 22: 1115–1131.
- COOMBS, M. 2004. Estimating the host range of the Tachinid *Trichopoda giacomellii*, introduced into Australia for biological control of the green vegetable bug, assessing host range of parasitoids and predators, 143-151.
- CRAWFOR, P. H. C. and B. W. HOAGLAND, 2010. Using species distribution models to guide conservation at the state level: the endangered American burying beetle (*Nicrophorus americanus*) in Oklahoma, *Insect Conservation*. 14: 511–521.
- 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.
- ELIAS, S. A. 2010. Insect zoogeography in the quaternary, *Developments in quaternary science*, 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.
- ERFANFAR, D., A. SARAFRAZI, GH. NOURI GHANBALANI, H. OSTOVAN and M. SHOJAEI, 2012. Distribution modeling of *Orius* species in different climates of Iran, *Proceedings of the Sixth European Hemiptera Congress*, Blagoevgrad, Bulgaria. P. 38.
- ERFANFAR, D., A. SARAFRAZI, GH. NOURI GHANBALANI, H. OSTOVAN and M. SHOJAEI, 2014. Claims of potential expansion and future climatic scenarios for *Orius* species (Hemiptera: Anthocoridae) throughout Iran, *European Journal of Zoological Research*, 3(2): 43-55.
- FALSAFI, H., H. ALIPANAH, H. OSTOVAN and A. SARAFRAZI, 2014. Distribution prediction modeling of four noctuid species in agroclimatic zones of Iran, *Proceeding of the 21st Iranian Plant Protection Congress*, Urmia, No. 1: 735. (In Persian with English summary).
- GOLDEN, M., P. A. FOLLETT and M. G. WRIGHT, 2006. Assessing *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) Feeding Damage in Macadamia Nuts by Using a Biological Stain, *Journal of Economic Entomology*, 99: 822-827.
- GRESSITT, J. L. 1958. Zoogeography of insects, *Annual Review of Entomology*, 3: 207-230.
- GROZEA, I., R. STEF, M. VIRTEIU, L. CARABER and N. MOLNAR, 2012. Southern green stink bugs (*Nezara viridula* L.) a new pest of tomato crops in western Romania, *Research Journal of Agricultural Science*, 44(2): 24-27.
- HASHEM RAD, H., E. SOLEYMAN NAJADIAN, G. RADJABI, 2002. Population fluctuation of green stink

- bugs (*Brachynema* spp. & *Acrosternum* spp.) and their egg parasitoids in Rafsanjan, Proceeding of the 15th Iranian Plant Protection Congress. Kermanshah, No.1: 179 (In Persian with English summary).
- HASHEMI MEHNEH, A., M. MODARRES AWAL and M. RAHIMI, 2010. Introduction pentatomids bugs (Pentatomidae: Pentatominae and Scutellerinae) from Mashhad region and urban (Khorasan Razavi province) and their distribution, *Munis Entomology & Zoology Journal*, 5: 977-981.
- HOBERLANDT, L. 1995. Results of the Czechoslovak-Iranian entomological expeditions to Iran 1970, 1973 and 1977. Heteroptera: Acanthosomatidae, Cydnidae, Scutelleridae, Pentatomidae, *Acta Entomologica National Museum of Praha*, 44: 213-270.
- HOSSEINIFARD, J., M. H. SALEHI, I. ESFANDIARI POUR and J. MOHAMMADI, 2008. Spatial variability of groundwater quality and its relationship with pistachio yield in Anar region, Iran, *Journal of Applied Sciences*, 8: 3697-3702.
- KAMMINGA, L. K., A. L. KOPPEL, D. A. HERBERT and T. P. KUHAR, 2012. Biology and Management of the Green Stink Bug, *Journal of Integrated Pest Management*, 3(3): 1-8
- LINNAVUORI, R. E. 2008. Studies on the Acanthosomatidae, Scutelleridae and Pentatomidae (Heteroptera) of Gilan and the adjacent provinces in northern Iran, *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 48 (1): 1-21.
- LINNAVUORI, R. E. 2012. Study on Pyrrhocoroidea, Coreoidea and Pentatomoidea of Khuzestan and the adjacent provinces in Iran (Hemiptera: Heteroptera), *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 52 (1): 67-88.
- Mc PHERSON, J. E. 1982. The Pentatomoidea (Hemiptera) of northeastern North America with emphasis on the fauna of Illinois, Southern Illinois University Press, Carbondale and Edwardsville, IL.
- MEHRNEJAD, M. R. 2001. The current status of pistachio pests in Iran, *Cahiers Options Méditerranéennes*, 56: 315-322.
- MEHRNEJAD, M. R. 2014a. Pest problems in pistachio producing areas of world and their current means of control, VI International Symposium on Almonds and Pistachios. *Acta horticulturae*, 1028: 163-169.
- MEHRNEJAD, M. R. 2014b. The pests of pistachio trees in Iran, natural enemies and control, Sepehr publication, Tehran, pp 272 (in Persian).
- MEHRNEJAD, M. R., R. E. LINNAVUORI and S. H. ALAVI, 2013. Hemipteran bugs associated with pistachio trees and notes on major species, *Zoology and Ecology*, 23: 29-40.
- MEYER, M. D., M. P. ROBERTSON, M. W. MANSELL, S. EKESI, K. TSURUTA, W. MWAIKO, J. F. VAYSSIERES and A. T. PETERSON, 2010. Ecological niche and potential geographic distribution of the invasive fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera, Tephritidae), *Bulletin of Entomological Research*, 100: 35-48.
- MODARRES AWAL, M. 1997. List of Agricultural pests and their natural enemies in Iran, Ferdowsi University Press, Heteroptera section, 76-82.
- MUSOLIN, D. L. 2011. Life-history responses to the simulated climate warming of *Nezara viridula*, *Newsletter of the UK Heteroptera Recording Schemes*, 17/18 (Ser. 2): 10-13.
- PEARSON, R. G. 2007. Species distribution modeling for conservation educators and practitioners, *LESSONS IN CONSERVATION*. 3: 54-89.
- 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.
- PHILLIPD, S. J. and M. DUDYK, 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation, *Journal of Ecography*, 31: 161-175.
- PHILLIPS, S. J., R. P. ANDERSON and R. E. SCHAPIRE, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions, *Ecological modelling*, 190: 231-256.
- POULOS, H. M., B. CHERNOFF, P. L. FULLER and D. BUTMAN, 2012. Mapping the potential distribution of the invasive red shiner, *Cyprinella lutrensis* (Teleostei:

- Cyprinidae) across waterways of the conterminous United States, *Aquatic Invasions*, 7 (3): 377-385.
- RIBES, J. and S. PAGOLA-CARTE, 2007. *Brachynema purpureomarginatum kerzhneri* n.ssp. from Iran (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), with a key to the "Rassenkreis", *Heteropterus Revista de Entomologia*, 7 (1): 19-24.
- RIBES, J. and S. PAGOLA-CARTE, 2013. Faune de France 96: Hémiptères Pentatomoidea, *Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles*, 2: 424.
- RIDER, D. A. 2006. Pentatomidae, In: Aukema, B. and C. Rieger (eds.). *Catalogue of the Heteroptera of the Palearctic Region. Pentatomomorpha II*. Netherland, Entomological Society, 5: 233-402.
- SASEGHZADEH-KHAYATI, N., A. S. SARAFRAZI, IMANI and A. SHAMSIPOOR, 2014. The assessment of *Tuponia* (Hemiptera; Miridae) species distribution model using Maxent in Iran climates, proceeding of the 21st Iranian Plant Protection Congress, Urmia, No. 1: 669. (In Persian with English summary.)
- SCHAEFER, C. W. and A. R. PANIZZI, 2000. *Heteroptera of economic importance*, CRC Press LLC, 828.
- SCHUH, R. T. and J. A. SLATER, 1995. *True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera): classification and natural history*, Cornell University (Comstock Publishing Associates), New York.
- SOLHJOUY-FARD, S. and A. SARAFRAZI, 2014. Potential impacts of climate change on distribution range of *Nabis pseudoferus* and *N. palifer* (Hemiptera: Nabidae) in Iran, *Entomological Science*, 17(3): 283-292.
- 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.
- THOMAES A., T. KERVYN, and D. MAES, 2008. Applying species distribution modelling for the conservation of the threatened saproxylic Stag Beetle (*LUCANUS CERVUS*), *Biological conservation*, 141(5): 1400-1410.
- TODD, J. W. 1976. Effects of stink bug feeding on soybean seed quality, *World Soybean Research Conference*, 611-618.
- TOGNETTI, M. L., S. A. ROIG- JUNENT, A. E. MARVALDI, G. E. FLORES, and J. M. LOBO, 2009. An evaluation of methods for modelling distribution of Patagonian insects, *Revista Chilena de Historia Natural*, 82: 347-360.
- UNDERHILL, G. W. 1934. The green stinkbug, *Virginia Agriculture Experiment Station Bulletin*, 294: 1-26.
- WAGNER, E. 1968. Contribution a la faune de l'Iran 7. Himipteres Hitiropteres (pro parte), *Annales de la Société Entomologique de France*, 4 (2): 437- 453.
- XIN-RONG, L., X. HONG-LANG, Z. JING-GUANG and W. XIN-PING, 2004. Long-term ecosystem effects of sand-binding vegetation in the Tengger desert, northern China, *Restoration Ecology*, 12 (3): 376-390.
- YASEMI, M., A. SARAFRAZI, S. TIRGARI and M. SHOJAII, 2015. Bio geographical distribution of *Trissolcus semistriatus* Nees (Polygasteroidea: Scelionidae) an egg parasitoid of sunn pest, *Eurygaster integriceps* puton (Hemiptera: Scutelleridae) in Iran, *Journal of Biodiversity and Environment Sciences*, 7 No. 2: 61-67.