DOI: http://dx.doi.org/10.22092/jaeb.2016.106105
آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۳، شماره ۲، اسفند ۱۳۹٤

بررسی اجزای مقاومت در سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، بادنجان و فلفل نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae)، در شرایط مزرعه در منطقه‌ی نقده استان آذربایجان غربی

سعید احمدی نقدهی[1]، اکبر قاسمی کهریزه[2]✉ و محمود پوریوسف میاندوآب[3]

۱- گروه آگرواکولوژی؛ ۲- گروه گیاه‌پزشکی؛ ۳- گروه زراعت و آگرواکولوژی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

(تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۳؛ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹٤)

چکیده

سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col.: Chrysomelidae)، یکی از مهم‌ترین آفات برگخوار سیب‌زمینی و سایر گیاهان خانواده Solanaceae مانند بادنجان و گوجه‌فرنگی در اکثر مناطق دنیا می‌باشد. به‌منظور مقایسه میزان مقاومت چهار گونه زراعی سیب‌زمینی، بادنجان، گوجه‌فرنگی و فلفل نسبت به خسارت این آفت، آزمایش‌هایی در شرایط مزرعه انجام گرفت. در یک سری آزمون در مزرعه تعداد حشرات کامل جلب شده به هر یک از گونه‌های مورد بررسی به‌عنوان شاخص آنتی‌زنوز تعیین گردید. برای بررسی مکانسیم آنتی‌بیوز ارقام در گلدان‌ها کشت شدند و در روی هر گلدان شاخه‌های تیمار را به‌وسیله قفس‌های آستینی پوشانده و در درون هر قفس آستینی تعداد ۱۵ عدد لارو سن اول تازه تفریخ، رهاسازی و مورد پرورش قرار گرفتند. وزن لاروها در روز دهم پس از رهاسازی، درصد تلفات دوره‌های لاروی و شفیرگی و نیز طول دوره‌های مزبور به‌عنوان شاخص‌های آنتی‌بیوز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه میزان تحمل ارقام، دو آزمایش مزرعه‌ای تیمار و شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. در دوره‌های رشد معین روی هر بوته در تمامی گونه‌های آزمایش تیمار، تعداد ۲۵ عدد لارو سن ۲ و اوایل سن ۳ رهاسازی گردید. هر گونه بوسیله توری از گونه مجاور ایزوله شد. در شاهد آلوده‌سازی صورت نگرفت. در آخر فصل زراعی محصول تولیدی در بلوک‌های تیمار و شاهد برداشت و میزان کاهش عملکرد هر یک از ارقام نسبت به شاهد تعیین گردید. تجزیه‌ی واریانس داده‌های آزمون(انتخاب میزبان) نشان داد که از نظر تعداد سوسک‌های مستقر شده روی بوته‌ها، بین گونه‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود داشت (P <۰/۰۰۰۱). تجزیه واریانس داده‌های آزمایش آنتی‌بیوز نشان داد که در مورد تمامی صفات مورد بررسی اختلاف میان گونه‌های مورد بررسی معنی‌دار بود (P < ۰/۰۵). براساس مقایسه‌ی میانگین‌ها، بیشترین تلفات دوره رشد و نموی و بیشترین طول دوره‌های رشد و نموی آفت روی فلفل دیده شد. تجزیه واریانس داده‌های آزمایش تحمل نشان داد که در مورد تمامی صفات مورد بررسی بین گونه‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود داشت (P < ۰/۰۱). بین صفات کاهش عملکرد محصول و میزان برگ‌خوردگی همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد (P < ۰/۰۱).

واژه‌های کلیدی: آنتی‌بیوز، آنتی‌زنوز، بادنجان، تحمل، سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، سیب‌زمینی، فلفل، گوجه‌فرنگی، مقاومت.

Study on the resistance components in potato, tomato, eggplant and pepper against Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae) in field in Naghadeh region, west Azarbaijan province

S. AHMADI NAGHADEHI[1], A. GHASSEMI-KAHRIZEH✉[2] and M. POURYOUSEF MIANDOAB[3]

1- Department of Agro-ecology; 2- Department of Plant Protection; 3- Department of Agronomy and Agro-ecology, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran

Abstract

Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col.: Chrysomelidae), is the most important defoliating pest of potato worldwide and is one of the dangerous pests of other solanaceous crops such as eggplant and tomato in many areas of the world. To evaluate the resistance in potato, tomato, eggplant and pepper to the pest, a field experiment was conducted. In a field choice test, the numbers of attracted beetles to the species were determined as antixenosis index. To evaluate the antibiosis, studied species were planted in pots and on each pot sleeve cages were set up, in which 15 first instar larvae were released and reared. Larval weight on the 10th day after releasing, mortality percentages of larvae and pupae and durations for these stages were considered and analyzed as the antibiosis indices. To study the tolerance of species, infested and non-infested plots were isolated and arranged based on a randomized complete block design in field. In infested plots, each plant was infested by 25 second and early third instars larvae. Chemical and mechanical methods were used for controlling of non-infested plots. At the end of the season, defoliation and yield loss in infested plots were determined and compared with non-infested plots. Analysis of variance of choice test data showed that significant difference was observed between experimental species (P < 0.0001). Analysis of variance of antibiosis data showed that difference between species was significant for all studied traits (P < 0.05). The highest mortality rate and the longest developmental period of the pest were observed on pepper and tomato, respectively. Analysis of variance of tolerance data showed that significant difference was observed between species (P < 0.01) for all studied traits. A significant positive relation was observed between yield loss and defoliation traits (P < 0.01).

Key words: Antibiosis, Antixenosis, Colorado potato beetle, Eggplant, Pepper, Potato, Resistance, Tolerance, Tomato.

✉ **Corresponding author: ghassemikahrizeh@gmail.com**

مقدمه

گیاهان زراعی نقش بسیار مهمی در تغذیه‌ی بشر ایفا می‌نماید. از مهم‌ترین گیاهان زراعی می‌توان گیاهان خانواده‌ی سیب‌زمینی (Solanaceae) را نام برد. سیب‌زمینی (L.) *Solanum tuberosum*، گوجه‌فرنگی، (L.) *Solanum lycopersicum*، بادنجان با نام علمی (L.) *Solanum melogenal* و فلفل دلمه‌ای، *Capsicum annum* (L.) از گیاهان مهم خانواده سیب‌زمینی هستند (Rai and Yadav, 2005).

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت، نیاز به فرآورده‌های کشاورزی سال‌به‌سال افزایش می‌یابد و با در نظر گرفتن محدودیت‌های موجود از لحاظ آب و خاک، جهت افزایش سطح زیرکشت آنها، اصولی‌ترین راه افزایش تولید، دستیابی به محصول بیشتر در واحد سطح می‌باشد. بدین‌منظور در کنار به کارگیری روش‌های مختلف زراعی نظیر آبیاری به موقع، استفاده‌ی بهینه از کودهای شیمیایی، کنترل علف‌های هرز و غیره باید با آفات و بیماری‌های مختلف که باعث کاهش کیفی و کمی محصولات می‌شوند نیز مبارزه کرد. یکی از مهمترین آفات کشاورزی دنیا سوسک برگ‌خوار سیب‌زمینی *Leptinotarsa decemlineate* (Say) است که جزء ۱۵ آفت مهم محصولات کشاورزی دنیا محسوب می‌شود (Nouri-Ganbalani, 1989)، این آفت، از آفات همه‌جایی بوده و یکی از آفات خطرناک سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، بادنجان و دیگر گیاهان خانواده Solanaceae در اکثر مناطق دنیا محسوب می‌شود (Lopez and Ferro, 1995).

تغذیه‌ی حشره‌ی کامل و لارو از شاخه و برگ گیاهان خانواده Solanaceae موجب کاهش راندمان محصول می‌شود (Pedigo, 1999). بر این اساس به‌علت اهمیت اقتصادی این آفت، تحقیقات وسیعی در سراسر جهان جهت مبارزه با آن صورت گرفته ولی تاکنون راه حل قاطعی گزارش نشده است.

در زمینه مقاومت ارقام مختلف سیب‌زمینی و گونه‌های مختلف Solanaceae نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی تحقیقات متعددی صورت گرفته است. Horton *et al*. (1997) مکانیسم‌های مقاومت نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را در هشت لاین سیب‌زمینی Elba، Shasta، AWN 86524-2، Pilica، AWN 85542-9، 79V-100-40، Achirana و V-2 به همراه واریته Russet Burbank مورد بررسی قرار دادند. Pelletier *et al.* (2001) مقاومت سه گونه سیب‌زمینی وحشی به اسامی *S. okadae* Hawkes (PI 458367)، *S. oplocense* Hawkes (PI 473368) و *S. tarijense* Hawkes (PI 414150) را نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بررسی نمودند. Cooper *et al*. (2007) مکانیسم‌های مقاومت طبیعی دو رقم غیرتراریخته و سه رقم سیب‌زمینی تراریخته را به‌همراه رقم حساس آتلانتیک نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در شرایط مزرعه‌ای «بدون انتخاب» بررسی کردند.

Lyytinen *et al.* (2007) واکنش‌های رفتاری و پارامترهای زیستی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را بر روی سه واریته Van Gogh، Timo و Nevesky بررسی نمودند. در این بررسی میزان رشد و نمو و بقای لاروی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بر روی ارقام مزبور به‌عنوان شاخص‌های ارزیابی مکانیسم آنتی‌بیوز و میزان تخم‌ریزی و ترجیح تغذیه‌ای آن به‌عنوان شاخص‌های ارزیابی مکانیسم آنتی‌زنوز مورد بررسی قرار گرفت. میزان زنده‌مانی لاروی و اندازه حشرات کامل پرورش یافته در روی سه واریته آزمایش اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. Pelletier *et al*. (2007) در یک تحقیق دیگر سطوح مقاومت و تنوع ژنتیکی مقاومت نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را در ۶ گونه وحشی *Solanum* شامل (PI 498204) *S. acroglossum*، (PI 365325), (PI 310991) *S. chomatophilum*، (PI 365340) *S. paucissectum*، (PI 473501) *S. piurae*، (PI 498044) *S. tarnii* و واریته Russet Burbank از سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند.

Yasar and Gungor (2005) به منظور بررسی ترجیح تغذیه‌ای و جدول زندگی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بر

روی پنج واریته سیب‌زمینی آزمایشاتی را انجام دادند. در این تحقیق ارقام آگریا، پاسینلر، مارفونا، گرانولا و کاسپار در شرایط آزمایشگاهی بررسی شدند. Ghassemi-kahrizeh *et al*. (2011) اجزای مقاومت در ۳۳ رقم زراعی سیب‌زمینی رادر شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای مورد بررسی قرار دادند. بین ارقام مورد بررسی از نظر تمام صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید و بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای ۳۳ رقم مورد بررسی در هفت گروه مجزا قرار گرفتند. در زمینه مقاومت ارقام مختلف سیب‌زمینی و گونه‌های مختلف Solanaceae نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی تحقیقات دیگری نیز صورت گرفته است (Lu and Logan, 1994; Weber *et al.*, 1995; Weber and Ferro, 1996; Widerski *et al.*, 1997; Pelletier *et al.,* 1999; Karroubizadeh *et al.*, 2002).

مکانیسم مقاومت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، فلفل و بادنجان متفاوت است. تحقیقات نشان داده است که نحوه و مکانیسم مقاومت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در گیاهان مذکور بر پایه‌ی بازدارنده‌ی تغذیه‌ای استوار است که عمدتاً روی حشرات بالغ مؤثر بوده و باعث کاهش میزان تخم‌گذاری می‌شود که در واقع نوعی مقاومت آنتی زنوزی به حساب می‌آید. در گونه‌های ذکر شده مقاومت‌های بالایی با مکانیسم‌های مختلف از نوع تحمل نیز مشاهده شده است (Nouri-Ganbalani, 1986). تحقیق حاضر نیز در همین راستا و به منظور بررسی میزان مقاومت و حساسیت چهار گونه گیاهی مختلف متعلق به خانواده‌ی Solanaceae شامل سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، بادنجان و فلفل نسبت به این آفت انجام گرفت تا مکانیسم و نحوه‌ی مقاومت احتمالی موجود در گیاهان مزبور نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی مورد ارزیابی قرارگیرد. همچنین مشخص شود که کدامیک از گیاهان فوق از مطلوبیت بیشتری برای این آفت برخوردار هستند.

روش بررسی

موقعیت جغرافیائی و شرایط اقلیمی محل اجرای آزمایش:

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در شهرستان نقده (عرض جغرافیائی ۳٦ درجه و۵۷ دقیقه شمالی وطول جغرافیائی ٤۵ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا) واقع در استان آذربایجان غربی به اجرا درآمد.

جمع‌آوری نمونه‌ها: توده‌هایی از تخم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از مزارع سیب‌زمینی اردبیل که سمپاشی نشده بودند در دهم خرداد ماه جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در ظروف آزمایشگاهی به شهرستان نقده انتقال یافتند.

پرورش حشره: برای پرورش لاروهای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از برگ‌ها و بوته‌های سیب‌زمینی استفاده شد. بدین‌منظور اوایل اردیبهشت ماه در تعدادی گلدان و در قطعه زمینی به مساحت ۱۵۰ مترمربع غده‌های سیب‌زمینی کاشته شد. گلدان‌ها در گلخانه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی نقده در دمای ۳ ± ۲۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ٦۵ درصد و شرایط نور طبیعی نگهداری می‌شد. به‌منظور پرورش لاروها، شاخه‌های تازه و جوان را از گلدان‌ها و بوته‌های سیب‌زمینی جدا نموده و داخل ظروف آزمایشگاهی در ابعاد ٦ × ۱۷× ۲۲ سانتی‌متر که لاروها در آن نگهداری می‌شدند قرار داده شدند. چندین ظرف پرورش محتوی لاروها بودند، که داخل هر ظرف ۲ یا ۳ عدد شاخه سیب‌زمینی قرار داده شد و لاروها از آن تغذیه می‌کردند. دهانه‌ی همه‌ی ظروف با پارچه توری مسدود شده بود تا لاروها از آن خارج نشوند. در صورت اتمام برگ‌های سیب‌زمینی توسط لاروها، شاخه و برگ‌های جدید جایگزین شاخه‌های قبلی می‌شدند.

گونه‌های مورد بررسی: در این تحقیق چهار گونه زراعی از خانواده Solanaceae شامل سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و بادنجان و فلفل که از مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان‌غربی دریافت شده بودند، ارزیابی شدند. برای

کاشت از غده‌های سیب‌زمینی رقم آگریا و برای سه محصول دیگر ابتدا بذور آن‌ها در خزانه‌ای کوچک کاشته شد و برای کاشت محصول اصلی در مزرعه از نشاءهایی که تولید شده بود استفاده شد.

بررسی آنتی‌زنوز: به منظور بررسی مکانیسم آنتی‌زنوز، آزمایشی با عنوان «تست انتخاب» در شرایط مزرعه‌ای اجرا گردید (Smith, 2005; Ghassemi-Kahrizeh *et al*., 2011). این آزمایش در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تیمار و ۵ تکرار انجام گرفت. بدین‌ترتیب که شاخه‌های هرکدام از چهار گونه‌ی مورد بررسی تهیه و در روی محیط دایره‌ای شکل به قطر یک‌متر و با فاصله‌ی مساوی از همدیگر بصورت تصادفی قرار گرفتند. بنابراین در مجموع چهار عدد محیط دایره‌ای شکل با فاصله از همدیگر ایجاد و در هر تکرار، هر تیمار (گونه‌های زراعی) یک بار بصورت تصادفی قرار گرفت.

بعد از آماده سازی شاخه‌های تیمار و قراردادن آنها در محیط‌های دایره‌ای شکل، در مرکز هر دایره تعداد پنجاه عدد حشره‌ی کامل که از قبل از مزارع سیب‌زمینی اردبیل جمع‌آوری شده بودند رهاسازی گردید. در فاصله‌های زمانی ٢٤ و ٤٨ ساعت تعداد حشرات کامل جلب شده به هر بوته (تیمار یا گونه زراعی) شمارش گردید. تعداد حشرات کامل جلب شده به هر تیمار به عنوان شاخص آنتی‌زنوز مورد محاسبه قرارگرفت. داده‌های جمعیت حشره‌ی کامل آفت در گونه‌های مختلف مقایسه شدند. برای جلوگیری از فرار حشرات کامل تمام محیط آزمایش بوسیله پارچه توری سفید رنگ و حصارهای چوبی محصور گردید.

بررسی آنتی‌بیوز: در این آزمایش مراحل زیستی لاروهای نئونات تا مرحله ظهور حشرات کامل در روی گونه‌های مختلف بررسی شد. پائین بودن رشدونمو و میزان بقای مراحل رشد و نموی روی گونه‌های وحشی *Solanum* به عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری مقاومت آنتی‌بیوزی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی محسوب می‌شود (Pelletier and Clark, 2004; Lyytinen *et al*., 2007) لذا بررسی این شاخص در دو بخش و در شرایط مزرعه‌ای به‌صورت زیر انجام گرفت:

الف- تغذیه‌ی حشرات کامل از گونه‌های مختلف: آزمایشات آنتی‌بیوز در قطعه زمینی به مساحت ۵۰ مترمربع انجام گرفت. از هر گونه زراعی تعداد ٤ جوی پشته ۳ متری با فواصل هر جوی پشته از همدیگر به میزان یک متر ایجاد و در روی پشته‌ها، بوته‌ها به فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متر از همدیگر کاشته شدند. بعد از رشد بوته‌ها قسمتی از بوته به عنوان یک شاخه تیمار منظور و در داخل قفس آستینی محبوس گردید. در داخل هر قفس آستینی ۵ عدد حشره‌ی کامل ماده که به تازگی از مرحله‌ی شفیرگی خارج شده بودند رهاسازی گردید. حشرات مورد نیاز از محیط پرورش به دست آمده بودند و قبل از رهاسازی وزن حشرات کامل با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. به حشرات اجازه داده شد تا ۱۰ روز تغذیه نمایند و پس از ۱۰ روز حشرات کامل توزین شدند. آزمایش در ۵ تکرار انجام گرفت. (Ghassemi-Kahrizeh *et al*., 2011).

ب- نحوه رشد و نمو آفت در روی گونه‌های مورد بررسی: بعد از رشد بوته‌های ذکر شده در بند الف، قسمتی از بوته به عنوان یک شاخه تیمار منظور و در داخل قفس آستینی محبوس گردید. در داخل هر قفس تعداد ۱۵ عدد لارو سن اول تازه تفریخ شده رهاسازی و طول دوره‌ی لاروی برحسب روز محاسبه گردید. همچنین ۱۰ روز پس از رهاسازی وزن لاروها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. در طی مدت بررسی در صورت لزوم شاخه‌های تیمار تعویض می‌شد (قفس‌های آستینی جدید ایجاد می‌شد). برای سپری نمودن دوره‌ی شفیرگی در ته ظروف آزمایشگاهی در ابعاد ۱۵×۱۰×۲۰ سانتی‌متر مقداری خاک اره به ارتفاع ۲ سانتی‌متر ریخته و جهت تأمین رطوبت مقداری پنبه خیس در گوشه هر ظرف قرار داده شد. لاروها به محض ورود به دوره پیش شفیرگی به داخل این ظروف منتقل شدند. درصد تلفات دوره‌های لاروی و شفیرگی و طول دوره شفیرگی نیز محاسبه

گردید. این آزمایش در چهار تکرار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در اواخر تیرماه سال ۱۳۹۲ و در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت.

بررسی تحمل: به‌منظور بررسی تحمل گونه‌های مورد ارزیابی، آزمایشی در شرایط مزرعه‌ای انجام شد. این آزمایش شامل دو قطعه‌ی آلوده و غیرآلوده بود. هر قطعه شامل ٤ بلوک (تکرار) و هر بلوک شامل ٤ گونه‌ی زراعی مورد بررسی بود. هر بلوک دارای ٤ جوی پشته به طول ۳ متر بوده و پهنای پشته‌ها در قاعده۵۰ و در رأس ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله رأس پشته‌های مجاور از یکدیگر ۱۰۰ سانتی‌متر و در هر پشته یک تیمار کاشته شد. فاصله بوته‌ها در روی پشته‌ها ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در قطعه‌ی آلوده در هر جوی پشته، بر روی هر بوته تعداد ۲۵ عدد لارو سن دوم و اوایل سن سوم که از محیط پرورش حاصل شده بودند رهاسازی شده و برای جلوگیری از حرکت و فرار لاروها به جوی پشته‌های مجاور از یک پارچه‌ی توری سفیدرنگ استفاده شد. قطعه‌ی دوم به عنوان شاهد انتخاب و این قطعه فاقد آلودگی بود. در صورت وجود آلودگی از سم تیودان به میزان دو لیتر در هکتار استفاده شد. درصد برگ‌خوردگی بوته‌ها و عملکرد محصول در هر قطعه و هر تیمار اندازه‌گیری گردید.

برای تعیین درصد کاهش عملکرد در هر گونه زراعی از فرمول زیر استفاده شد (Smith, 2005):

۱۰۰ × [عملکرد شاهد ÷ (عملکرد تیمار − عملکرد شاهد)] = درصد کاهش عملکرد

همچنین با استفاده از فرمول زیر شاخص تحمل هر یک از گونه‌های زراعی محاسبه گردید (Reese *et al*., 1994):

۱۰۰ × [تعداد حشرات روی آزمایش تیمار ÷ [عملکرد شاهد ÷ (عملکرد تیمار − عملکرد شاهد)]] = شاخص تحمل

تجزیه و تحلیل آماری:

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش آنتی‌زنوز بعد از اعمال تغییر $\sqrt{x+0/5}$ با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 انجام گرفت. داده‌های بدست آمده از اندازه‌گیری وزن حشرات کامل و بررسی رشد و نمو لاروهای آفت با استفاده از نرم افزار SPSS16 تجزیه و تحلیل شد. تبدیل داده‌های مربوط به درصد تلفات با $\text{Arcsin}\sqrt{x}$ انجام گرفت. داده‌های مربوط به درصد برگ‌خوردگی و درصد کاهش عملکرد با استفاده از $\text{Arcsin}\sqrt{x}$ اصلاح شده سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 تجزیه واریانس گردید. میانگین‌ها با روش Tukey's HSD مقایسه شدند. ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد ارزیابی در هر مکانیسم مقاومت، به‌وسیله نرم‌افزار SPSS16 تعیین گردید.

نتیجه و بحث

شاخص آنتی‌زنوز: نتایج داده‌های آزمون «انتخاب میزبان» به‌منظور بررسی مکانیسم آنتی‌زنوزی گونه‌های مورد بررسی نسبت به حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در جدول (۱) ارائه شده است. بین تیمارها در تعداد سوسک‌های مستقر شده بر روی بوته‌های گونه‌های مورد بررسی در هر دو زمان شمارش (۲٤ و ٤۸ ساعت) اختلاف معنی‌دار وجود داشت (**P <۰/۰۰۰۱**).

جدول ۱- تجزیه واریانس تعداد سوسک‌های مستقر شده روی گونه‌های مختلف در آزمایش آنتی‌زنوز

Table 1. Analysis of variance of settled beetles on different species in antixenosis experiment

Source of Variance	Degree of Freedom	24 Hours		48 Hours	
		MS	P-Value	MS	P-Value
Repeat	4	0.107	0.534	0.026	0.937
Treatment	3	4.002	0.0001	5.012	0.0001
Error	12	0.129		0.136	
C. V.		18.18%		17.86%	

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که در هر دو زمان مورد بررسی، روی بوته‌های فلفل در مقایسه با گونه‌های دیگر، کم‌ترین تعداد حشرات کامل جلب شده بود. این امر

وجود اثرات آنتی‌زنوزی در فلفل یا ترجیح کمتر فلفل در مقایسه با سه گونه دیگر را نشان می‌دهد (Smith, 2005). در هر دو زمان مزبور بوته‌های سیب‌زمینی و بادنجان بیشترین تعداد حشرات کامل را به خود جلب نمودند که ترجیح بهتر این گونه‌ها در مقایسه با دو گونه دیگر را نشان می‌دهد. فراوانی تریکوم‌های سطح برگ و وجود ترکیبات ضد تغذیه‌ای در برگ‌ها عامل اصلی این مکانیسم مقاومتی بیان شده است (Pelletier and Dutheil, 2006).

جدول ۲- مقایسه میانگین (± خطای معیار) تعداد سوسک‌های مستقر شده روی گونه‌های مختلف در آزمایش آنتی‌زنوز

Table 2. Mean (± SE) comparison of the numbers of settled beetles on different species in the antixenosis test.

Speices	Mean ± SE	
	24 Hours (n/p)	48 Hours (n/p)
Potato	7.40 ± 0.92b*	8.8 ± 0.66b
Pepper	0.80 ± 0.32a	0.80 ± 0.47a
Eggplant	6.80 ± 0.37b	7.40 ± 0.51b
Tomato	1.40 ± 0.51a	1.40 ± 0.51a

* وجود حداقل یک حرف مشترک در بین اعداد نشانه عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

شاخص آنتی‌بیوز

تغذیه حشرات کامل از گونه‌های مورد بررسی: نتایج تجزیه واریانس وزن حشرات کامل قبل از رهاسازی بر روی محصولات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نشان نداد. در حالی‌که نتایج تجزیه‌ی واریانس وزن حشرات کامل تغذیه کرده از شاخه و برگ گونه‌های مورد بررسی ۱۰ روز پس از رهاسازی به‌منظور بررسی مکانیسم آنتی‌بیوزی نشان داد که بین تیمارها اختلاف آماری معنی دار (**P <۰/۰۰۰۱**) وجود داشته است (جدول ۳).

رشد و نمو آفت بر روی گونه‌های مورد بررسی: نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به دوره رشد و نموی آفت بر روی بوته‌های محصولات آزمایشی در جدول (۵) ارائه شده است. در مورد تمام صفات مورد ارزیابی به غیر از صفت درصد تلفات شفیرگی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح (P < ۰/۰۰۱) مشاهده گردید و تنها در مورد صفت درصد تلفات شفیرگی اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد مشاهده شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس وزن حشرات کامل قبل و ۱۰ روز پس از رهاسازی

Table 3. Analysis of variance of the adults' weight before and 10 days after releasing

Source of Variance	Degree of Freedom	Weight of Adults Before Releasing		Weight of Adults 10 Days After Releasing	
		M.S	P-alue	M. S	P-alue
Repeat	4	2.125	0.981	53.450	0.232
Treatment	3	8.133	0.769	2179.783	0.0001
Error	12	21.425		32.950	
C. V.		4.02%		4%	

نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی (جدول ٤) نشان داد که در روز دهم پس از رهاسازی، حشرات کامل تغذیه کرده بر روی فلفل با میانگین وزن ۱/۹۸ ± ۱۱۸/۲ میلی‌گرم کم‌ترین وزن را داشته‌اند که این می‌تواند نشان دهنده اثرات آنتی‌بیوزی این گونه بر روی حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی باشد(Pelletier and Dutheil, 2006). در این مدت بیشترین میزان وزن حشرات کامل بر روی سیب‌زمینی با میانگین ۲/۹٤ ± ١٦١/٨ میلی‌گرم مشاهده گردید که مطلوبیت این محصول در مقایسه با سه محصول دیگر برای آفت را نشان می‌دهد.

جدول ٤- مقایسه میانگین(± خطای معیار) وزن حشرات کامل قبل و ۱۰ روز پس از رهاسازی روی بوته‌های گونه‌های مورد بررسی

Table 4. Mean (± SE) comparison of the adults' weight before and 10 days after releasing on studied species

Speices	Mean ± SE	
	Weight of Adults Before Releasing (mg)	Weight of Adults 10 Days After Releasing (mg)
Potato	114.0 ± 1.23a*	161.8 ± 2.94c
Pepper	113.8 ± 1.83a	118.2 ± 1.98a
Eggplant	116.2 ± 2.18a	159.2 ± 3.34c
Tomato	116.0 ± 1.92a	134.2 ± 2.60b

* وجود حداقل یک حرف مشترک در بین اعداد نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی (جدول ٦) در روز دهم پس از رهاسازی، لاروهای پرورش یافته بر روی فلفل با میانگین وزنی ۳/۱۳ ± ۸۰/٦٦ میلی‌گرم کمترین وزن و لاروهای پرورش یافته بر روی بوته‌های سیب‌زمینی با میانگین ۳/٤۱ ± ۱٤۰/۳٤ میلی‌گرم بیشترین وزن را داشتند. این موضوع می‌تواند نشان دهنده اثرات شبه آنتی‌بیوزی فلفل باشد. Horton *et al.* (1997) در وزن لاروهای پرورش یافته بر روی سه رقم از هشت لاین سیب‌زمینی نسبت به رقم شاهد، ۴۸ ساعت پس از قرار گرفتن لاروها در روی شاخ و برگ، کاهش معنی‌دار مشاهده نمودند.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد تغذیه لاروی مستقل از ترجیح تغذیه‌ای حشرات کامل است. در حالی که حشرات کامل آفت در روی فلفل کمترین تغذیه را داشتند لاروهای آن در اثر تغذیه از بوته‌های فلفل افزایش وزن خوبی را از خود نشان دادند.Lyytinen *et al.* (2007) که واکنش‌های رفتاری و پارامترهای زیستی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را بر روی سه واریته Van Gogh، Timo و Nevesky سیب‌زمینی بررسی نمودند، در تحقیق خود ارتباطی بین تغذیه لاروی و ترجیح تغذیه‌ای حشرات کامل مشاهده نکردند. Ghassemi-Kahrizeh *et al.* (2011) در بررسی نحوه رشد و نمو لاروها و حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بر روی ۳۳ رقم زراعی سیب‌زمینی دریافتند تغذیه لاروی مستقل از ترجیح تغذیه‌ای حشرات کامل است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

طولانی‌ترین دوره رشد و نمو لاروی در روی فلفل با میانگین ۰/٦٦ ± ۱۷/۸۵ روز و کوتاه‌ترین آن در روی سیب‌زمینی با میانگین ۰/۲۸ ± ۱۳/۸۵ روز ثبت شد. طولانی‌ترین دوره‌ی شفیرگی در روی گوجه فرنگی با میانگین ۰/۳۱ ± ۱٦/٦۲ روز و کوتاه‌ترین آن در روی بوته‌های سیب‌زمینی با میانگین ۰/۱۵ ± ۱۳/۹۱ روز ثبت گردید. طولانی‌ترین دوره‌ی رشد و نمو لاروی و شفیرگی در روی بوته‌های فلفل با میانگین ۰/٦۲ ± ۳٤/٤٦ روز و کوتاه‌ترین آن در روی بوته‌های سیب‌زمینی با میانگین ۰/٤۲ ± ۲۷/۷٦ روز رخ داد. طولانی بودن رشد و نمو آفت در روی یک گونه می‌تواند به وجود اثرات آنتی‌بیوزی در آن مربوط باشد (Horton *et al.*, 1997; Lyytinen *et al.*, 2007). Yasar and Gungor (2005) که بیولوژی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در روی ۵ رقم آگریا، پاسینلر، مارفونا، گرانولا و کاسپر را بررسی نمودند نتایج مشابهی را به دست آوردند. Horton *et al.* (1997) که مکانیسم‌های مقاومت نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را در هشت لاین سیب‌زمینی Elba، Shasta، AWN 86524-2، Pilica، AWN 85542-9، 79V-100-40، Achirana و V–2 به همراه واریته Russet Burbank به‌عنوان یک واریته شاهد مورد بررسی قرار دادند ضمن مطالعه رشد و نمو آفات بر روی ارقام مختلف نتایج مشابهی را به دست آوردند.

بیش‌ترین درصد تلفات در دوره لاروی در روی فلفل با میانگین ۲/۵۸ ± ٥٤ درصد و کمترین درصد تلفات این دوره در روی سیب‌زمینی با میانگین ۱ ± ۲۵ درصد مشاهده شد. بیشترین درصد تلفات دوره‌ی شفیرگی در روی فلفل با میانگین تلفات ۱/۷۱ ± ۵۰/۱۷ درصد و کمترین درصد تلفات بر روی سیب‌زمینی با میانگین تلفات ۳/۳۱ ± ۳٤/٦۵ درصد مشاهده گردید. بیشترین درصد تلفات مجموع دوره‌های لاروی و شفیرگی برروی بوته‌های فلفل با میانگین تلفات ۱/۹۱ ± ۷۷ درصد و کمترین مقدار برروی بوته‌های سیب زمینی با میانگین تلفات۲/۵۱ ± ۵۱ درصد مشاهده شد (جدول ٦). بالاتر بودن درصد تلفات دوره‌های مذکور در روی یک گونه می‌تواند به وجود اثرات آنتی‌بیوزی در آن مربوط باشد (Horton *et al.*, 1997; Lyytinen *et al.*, 2007). این نتایج با نتایج حاصل از بررسی‌های Yasar and Gungor (2005) شباهت نسبی دارد، به طوری که آن‌ها با بررسی بیولوژی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در روی ۵ رقم آگریا، پاسینلر، مارفونا، گرانولا و کاسپر مشاهده نمودند که در روی این ۵ رقم تلفات دوره رشد و نموی به ترتیب ۵٦/۱۰، ٦۷/۳۴، ۷۸/۱۹، ۵۹/۵۷ و ۲۸/۵۷ درصد بود.

شاخص تحمل: تحمل یک پدیده ذاتی و ژنیتیکی گیاه است که آن را قادر می‌سازد که علیرغم حضور و خسارت حشره آفت همچنان به رشد طبیعی خود ادامه داده، پس از انهدام یا حذف بافت‌های آسیب دیده، خسارت وارده را ترمیم و قادر به ادامه رشد طبیعی خود باشد. از نقطه نظر زراعی عملکرد گیاهان یک واریته متحمل به مراتب بیشتر از عملکرد واریته‌های حساس می باشد. برخلاف آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز، در مکانیسم تحمل اثر متقابل گیاه – حشره نقشی نداشته و تحمل فقط به ویژگی‌های گیاه مربوط می‌باشد. البته تحمل اغلب توأم با آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز مشاهده می‌شود (Smith, 2005).

در تحقیق حاضر شاخص تحمل در مزرعه و در شرایط «بدون انتخاب» مورد ارزیابی قرار گرفت، یعنی لاروهای آفت در یک محیط ایزوله وادار به تغذیه از بوته‌های گونه‌های مختلف شدند. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آزمایش تحمل در جدول (۷) ارائه شده است. در مورد تمامی صفات مورد بررسی بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P<۰/۰۰۱$).

نتایج مربوط به مقایسه‌ی میانگین‌های صفات مورد بررسی در آزمایش تحمل (جدول ۸) نشان داد که کم‌ترین میزان برگ‌خوردگی بر روی بوته‌های فلفل با میانگین ٤/٧٨ ± ٢٢/٥٠ درصد مشاهده گردید این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده‌ی اثرات آنتی‌بیوزی فلفل بر روی لاروهای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی باشد. بیشترین میزان برگ‌خوردگی دربوته‌های بادنجان با میانگین ٤/٠٨ ± ٧٠ درصد اتفاق افتاده است که با توجه به قرابت بادنجان به میزبان بومی و اصلی این آفت یعنی نوعی تاج‌ریزی با نام علمی *S. rostratum* (Ramur) امری طبیعی بوده، مطلوبیت بادنجان برای تغذیه لاروهای این آفت را نشان می‌دهد. براساس مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان کاهش عملکرد در بوته‌های تیمار شده با آفت نسبت به شرایط غیرآلوده مربوط به تیمار سیب‌زمینی با میانگین ٣/٣٧ ± ٢٩/٨٢ درصد بوده و کمترین میزان کاهش عملکرد در این شرایط مربوط به تیمار فلفل با میانگین ٢ ± ٩/٧٧ درصد می‌باشد (جدول ۸). Karroubizadeh *et al.* (2002) با بررسی مکانیسم‌های مقاومت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در ۲۰ رقم زراعی سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاهی و زراعی دریافتند که وجود اختلاف معنی‌دار در درصد کاهش عملکرد در گلدان‌های آلوده و غیرآلوده و میزان خسارت مؤید وجود تفاوت در تحمل ارقام زراعی نسبت به خسارت سوسک کلرادوی می‌باشد که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد. Ghassemi-Kahrizeh *et al.* (2014) در بررسی میزان تحمل ۳۳ رقم زراعی سیب‌زمینی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی نتایج متفاوتی را مشاهده نمودند. این موضوع می‌تواند به متفاوت بودن شرایط حاکم بر آزمایش‌ها مربوط باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات دوره رشد و نموی آفت روی گونه‌های مورد بررسی

Table 5. Analysis of variance of the traits of developmental period of pest on studied species

Source of Variance	Degree of Freedom	Weight of Larvae		Larval Period		Mortality of Larvae		Pupal Period		Mortality of Pupae		Total Period		Total Mortality	
		MS	P-alue	MS	P-alue	MS	P-alue	MS	P-alue	MS	P-Value	MS	P-alue	M.S	P-alue
Repeat	3	53.819	0.301	2.049	0.048	0.001	0.848	1.025	0.131	0.002	0.669	5.142	0.004	0.001	0.724
Treatment	3	3017.034	0.0001	14.076	0.0001	0.079	0.0001	6.563	0.001	0.024	0.012	39.247	0.0001	0.068	0.0001
Error	9	38.063		0.524		0.002		0.420		0.004		0.548		0.003	
C. V.		5.55%		4.50%		6.42%		4.14%		8.81%		2.33%		5.75%	

جدول ٦- مقایسه میانگین (± خطای معیار) صفات دوره رشد و نموی آفت روی گونه‌های مورد بررسی

Table 6. Mean (± SE) comparison of the traits of developmental period of pest on studied species

Speices	Mean ± SE						
	Weight of Larvae (mg)	Larval Period (day)	Mortality of Larvae (%)	Pupal Period (day)	Mortality of Pupae (%)	Total period (day)	Total Mortality (%)
Potato	140.34 ± 3.41d*	13.85 ± 0.28a	25 ± 1.00c	13.91 ± 0.15b	27.65 ± 3.31b	27.76 ± 0.42c	51 ± 2.51b
Pepper	80.66 ± 3.13a	17.85 ± 0.66a	54 ± 2.58a	16.61 ± 0.43a	50.17 ± 1.71a	34.46 ± 0.62a	77 ± 1.91a
Eggplant	127.31 ± 3.44c	15.20 ± 0.34b	36 ± 1.63b	50.51 ± 15.50a	39.13 ± 1.81ab	30.07 ± 0.72b	61 ± 1.91b
Tomato	96.31 ± 2.96b	17.37 ± 0.52a	51 ± 3.00a	16.62 ± 0.31a	49.38 ± 3.79a	34 ± 0.78a	75 ± 3.00a

* وجود حداقل یک حرف مشترک در بین اعداد نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

جدول ۷- تجزیه واریانس صفات مربوط به آزمایش تحمل

Table 7. Analysis of variance of the studied traits in tolerance test

Source of Variance	Degree of Freedom	Consumed Leaves		Yield of Control		Yield of Treatment		Yield Loss		Toleran Index	
Repeat	3	MS	P-Value	MS	P-Value	MS	P-Value	MS	P-Value	MS	P-alue
Treatment	3	0.004	0.830	23031.063	0.259	26082.417	0.147	0.008	0.420	0.079	0.387
Error	9	0.261	0.0001	360682.229	0.0001	327166.250	0.0001	0.083	0.002	0.777	0.002
C. V.		0.015		14471.340		11389.972		0.008		0.070	
Repeat		16.33%		14.45%		15.88%		20.21%		33.64%	

جدول ۸- مقایسه (± خطای معیار) صفات مربوط به شاخص تحمل

Table 8. Mean (± SE) comparison of the studied traits in tolerance experiment

Speices	Mean ± SE				
	Consumed Leaves (%)	Yield of Control (g/hill)	Yield of Treatment (g/hill)	Yield Loss (%)	Tolernce Index
Potato	65.00 ± 6.45b*	953.50 ± 71.96b	662.00 ± 20.66b	29.82 ± 3.37b	1.19 ± 0.13b
Pepper	22.50 ± 4.78a	559.25 ± 37.95c	502.50 ± 23.08b	9.77 ± 2.00a	0.39 ± 0.08a
Eggplant	70.00 ± 4.08b	617.25 ± 33.89c	445.50 ± 55.35b	28.55 ± 4.95b	1.14 ± 0.20b
Tomato	30.00 ± 4.08a	1199.75 ± 94.4a	1078.50 ± 105.60a	10.48 ± 2.28a	0.42 ± 0.09a

* وجود حداقل یک حرف مشترک در بین اعداد نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

در مورد تحمل بادنجان، گوجه‌فرنگی و فلفل نسبت به خسارت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی تحقیق مشابهی صورت نگرفته است و مقایسه نتایج ممکن نمی‌باشد. ضمن اینکه در مجموع در مورد تحمل ارقام نسبت به خسارت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی تحقیقات انجام گرفته بسیار نادر است.

ضریب همبستگی بین صفات: تجزیه‌ی ضریب همبستگی ساده نشان داد که بین تعداد حشرات کامل جلب شده به بوته‌های مورد بررسی در روز اول و دوم همبستگی معنی‌دار مثبت وجود داشت ($P<$۰/۰۰۰۱ و r = ۰/۹۷۸). این مسئله نشان می‌دهد که در آزمایشات ترجیح میزبانی نتایج ۲۴ ساعت اول بعد از رهاسازی قابل استناد و کافی می‌باشد و ادامه بررسی در روزهای بعدی لازم نیست.

نتایج حاصل از تجزیه ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در آزمایش دوره رشد و نموی آفت برروی گونه‌های مورد بررسی نشان داد که بین تلفات لاروی و طول دوره لاروی همبستگی معنی‌دار مثبت وجود داشت (۰/۰۰۰۱ >P و r=۰/۹۰۳). بین صفت وزن لاروی و صفات تلفات

دوره لاروی، طول دوره شفیرگی، تلفات دوره شفیرگی، طول مجموع دوره‌های لاروی و شفیرگی، و تلفات این دوره همبستگی معنی‌دار منفی مشاهده گردید (به ترتیب $P<$۰/۰۰۰۱ و r =−۰/۹٤۲ ، $P<$۰/۰۰۰۱ و r= −۰/۸۰۹، $P <$۰/۰۰۰۱ و r= −۰/۹۱۱ ، $P <$۰/۰۰۰۱ و r= −۰/۹۱۷). این مطلب نشان می‌دهد که در روی گونه‌هائی که وزن لاروها کمتر افزایش می‌یابد، تلفات دوره‌ی رشد و نموی بیشتر و طول این دوره‌ها طولانی‌تر است.

بین دو صفت تلفات دوره لاروی و طول دوره لاروی همبستگی معنی‌دار مثبت وجود داشت ($P <$ ۰/۰۰۰۱ و۰/۹۲۲ = r). همچنین تلفات دوره شفیرگی و طول این دوره نیز با همدیگر همبستگی معنی‌دار مثبت داشتند ($P <$۰/۰۰۱ و r = ۰/۷٦۸). وجود همبستگی معنی‌دار مثبت بین صفات طول دوره‌ی رشد و نموی و تلفات دوره‌ی رشد و نموی نشان می‌دهد که گونه‌هائی که رشد و نمو آفت در روی آن‌ها به کندی صورت می‌گیرد تلفات آفت نیز در روی آن‌ها بیشتر بوده که این مسئله وجود اثرات آنتی‌بیوزی این گونه‌ها را نشان می‌دهد (Smith, 2005).

بین دو صفت طول دوره لاروی و شفیرگی نیز همبستگی معنی‌دار مثبت مشاهده گردید ($P <$ ۰/۰۰۰۱ و۰/۹۳٦ = r). بین صفت طول دوره لاروی و وزن حشرات کامل ماده و وزن حشرات کامل نر، همبستگی معنی‌دار منفی وجود داشت (به ترتیب $P <$ ۰/۰۰۰۱ و۰/۹۰٤− = r، $P <$ ۰/۰۰۰۱ و ۰/۸۳٦= r). همچنین بین تلفات دوره لاروی و شفیرگی با دو صفت وزن حشرات کامل ماده و وزن حشرات کامل نر، همبستگی معنی‌دار منفی مشاهده شد (به ترتیب $P <$ ۰/۰۰۰۱ و r = −۰/۸۸۵ ، $P <$ ۰/۰۰۰۱ و۰/۸٤۷− = r).

تجزیه ضریب همبستگی نشان داد که بین صفات کاهش عملکرد و برگ‌خوردگی همبستگی معنی‌دار مثبت وجود داشت ($P <$ ۰/۰۰۰۱ و۰/۸۱۸ = r). که نشان می‌دهد آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز اغلب توأم با تحمل دیده می‌شود (Smith, 2005) که با نتایج حاصل از تحقیقات Ghassemi-Kahrizeh *et al.* (2011) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که از لحاظ صفات تعداد سوسک‌های کلرادوی سیب‌زمینی مستقر شده بر روی بوته‌های مختلف، وزن حشرات کامل ۱۰ روز پس از رهاسازی، وزن لاروهای پرورش یافته بر روی بوته‌های مورد بررسی، طول و تلفات دوره رشد و نموی لاروی و شفیرگی، میزان برگ‌خوردگی، کاهش عملکرد و شاخص تحمل فلفل و گوجه‌فرنگی از مطلوبیت کمتری برای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی برخوردار بوده و از لحاظ بسیاری از صفات مورد بررسی بین سیب‌زمینی و بادنجان اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. این مطلب نشانگر این است که بادنجان می‌تواند میزبان بسیار مناسبی برای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بوده و بایستی در برنامه مدیریت کنترل تلفیقی این آفت به این موضوع توجه جدی نمود.

References

COOPER, S. G., DOUCHES, D. S., COOMBS, J. J. and GRAFIUS, E. J. 2007. Evaluation of natural and engineered resistance mechanisms in potato against Colorado potota beetle in a no-choice field Study. Journal of Economic Entomology, 100: 573-579.

GHASSEMI-KAHRIZEH, A., NOURI-GANBALANI, G., SHAYESTEH, N. and BERNOUSI, I. 2011. Study on the resistance components in 33 commercial potato cultivars to Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae). Journal of Entomological Society of Iran, 31: 51-68. (in Persian with English summary)

GHASSEMI-KAHRIZEH, A., NOURI-GANBALANI, G., SHAYESTEH, N. and BERNOUSI, I. 2014. Tolerance comparison of 33 potato cultivars to the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae), in the field conditions in Naghadeh, west Azerbaijan. Applied Entomology and Phytopathology, 82:25-36. (in Persian with English summary).

HORTON, D. N., CHAUVIN, R. L., HINOJOSA, T., LARSON, D., MURPHY, C. and BIEVER, K. D. 1997. Mechanism of resistance to Colorado potato beetle in several potato lines and correlation with defoliation. Entomologia Experimentalis et Applicata, 82: 239-246.

KARROUBIZADEH, S., NOURI-GANBALANI, G. and VALIZADEH, M. 2002. Evaluation of resistance mechanisms to Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), in 20 potato cultivars. Journal of Agricultural Science, 1: 47-54. (in Persian with English summary).

LOPEZ, R. and FERRO, D. N. 1995. Larviposition response of *Myiopharus doryphorae* (Dip. Tachinidae) to Colorado potato beetle (Col. Chrysomelidae) larvae treated with lethal and sublethal doses of *Bacillus thuringiensis* Berliner subsp. tenebrionis. Journal of Economic Entomology, 88: 870-874.

LU, W. and LOGAN, P. 1994. Geographic variation in larval feeding acceptance and performance of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). Annual Entomological Society of America, 87: 460-469.

LYYTINEN, A., LINDSTROM, L., MAPPES, J., TIITTO, R. J., FASULATI, S. R. and TIILIKHALA, K. 2007. Variability in host plant chemistry: behavioral responses and life – history parameters of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). Chemoecology, 17: 51-56.

NOURI-GANBALANI, G. 1986. The Colorado potato beetle, a new pest that threat potato production in Iran. Tabriz University Press. 131 pp.

NOURI-GANBALANI, G. 1989. Preliminary study of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), biology in Ardabil province. Journal of Agricultural Science, 20: 1-9. (in Persian with English summary).

PEDIGO, L. P. 1999. Entomology and pest management. (3th ed.). Prentice Hall, N. J. USA, 691 pp.

PELLETIER, Y. and CLARK, C. 2004. Use of reciprocal grafts to elucidate mode of resistance to Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decmlineata* (Say)) and potato aphid (*Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)) in six wild *Solanum* species. American Journal of potato Research, 81: 341-346.

PELLETIER, Y. and DUTHEIL, J. 2006. Behavioural responses of the Colorado potato beetle to trichomes and leaf surface chemicals of *Solanum tarrijense*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 120: 125-130.

PELLETIER, Y., CLARK, C. and GEORGES, C. T. 2001. Resistance of three wild tuber–bearing potatoes to the Colorado potato beetle. Entomologia Experimentalis et Applicata, 100: 31-41.

PELLETIER, Y., CLARK, C. and KOEYER, D. D. 2007. Level and genetic variability of resistance to the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)) in wild *Solanum* species. American Journal of potato Research, 84: 143-148.

PELLETIER, Y., GRONDIN, G. and MALTAIS, P. 1999. Study of the mechanism of resistance to the Colorado potato beetle in wild *Solanum* species. Journal of Economic Entomology, 92: 708-713.

RAI, N. and YADAV, D. S. 2005. Advances in vegetable production. Reasearchco Book Centre, India, 995 pp.

REESE, J. C., SCHWENKE, J. R., LAMONT, P. S. and ZEHR, D. D. 1994. Importance and quantification of plant tolerance in crop pest management programs for aphids: greenbug resistance in sorghum. Journal of Agricultural Entomology, 11: 255-270.

SMITH, C. M. 2005. Plant resistance to arthropods. Springer Publishers, Netherlands, 423 pp.

WEBER, D. C. and FERRO, D. N. 1996. Flight and fecundity of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) fed on different diets. Annual Entomological Society of America, 89: 297-306.

WEBER, D. C., DRUMMOND, F. A. and FERRO, D. N. 1995. Re-cruitment of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) to Solanaceous hosts in the field. Environmental Entomologist, 24: 608-622.

WIDERSKI, K., WACHOWIAK, H., MROWCZYNSKI, M. and GRALA, B. 1997. The occurrence of the Colorado beetle on potato varieties and strains. Journal of Plant Protection Research, 37: 85-93.

YASAR, B. and GUNGOR, M. A. 2005. Determination of life table and biology of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Col. Chrysomelidae), feeding on five different potato varieties in Turkey. Applied Entomology and Zoology, 40: 589-596.