نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۹۰ - ۳۱(۱): ۵۱-۶۸

بررسی اجزای مقاومت در ۳۳ رقم تجاری سیب‌زمینی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae)

اکبر قاسمی کهریزه[۱و*]، قدیر نوری قنبلانی[۲]، نورالدین شایسته[۱] و ایرج برنوسی[۳]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، گروه گیاه‌پزشکی، مهاباد، ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ghassemikahrizeh@yahoo.com

Study on the resistance components in 33 commercial potato cultivars to Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae)

A. Ghassemi-Kahrizeh[1&*], G. Nouri-Ganbalani[2], N. Shayesteh[1] and I. Bernousi[3]

1. Department of Plant Protection, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran, 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, 3. Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Urmia, Urmia, Iran.

*Corresponding author, E-mail: ghassemikahrizeh@yahoo.com

چکیده

به‌منظور بررسی اجزای مقاومت در ۳۳ رقم زراعی سیب‌زمینی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say)، آزمایش‌هایی در سال ۱۳۸۷ در شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای انجام گرفت. در یک سری آزمون انتخاب در مزرعه، تعداد حشرات کامل جلب‌شده به هر یک از بوته‌ها به عنوان شاخص آنتی‌زنوز تعیین گردید. برای بررسی آنتی‌بیوز در شرایط گلخانه‌ای ارقام در گلدان‌هایی کشت شدند و در روی هر گلدان شاخه‌های تیمار به وسیله‌ی قفس‌های آستینی محبوس و درون هر کدام تعداد ۱۵ عدد لارو سن اول تازه تفریخ‌شده رهاسازی شد. وزن لاروها در روز دوازدهم بعد از رهاسازی، درصد تلفات دوره‌های لاروی و شفیرگی و نیز طول دوره‌های مزبور به‌عنوان شاخص‌های آنتی‌بیوز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه‌ی میزان تحمل ارقام آزمایشی، دو قطعه‌ی آلوده و غیرآلوده به آفت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و هر قطعه با سه بلوک طراحی گردید. پانزده روز قبل از گل‌دهی، روی هر بوته در قطعه‌ی آلوده ۴۰ عدد لارو متوسط (سن ۲ و اوایل سن ۳) رهاسازی شد. در آخر فصل میزان برگ‌خوردگی و کاهش عملکرد در قطعه‌ی آلوده نسبت به قطعه‌ی غیرآلوده برای هر یک از ارقام تعیین گردید. بین ارقام مورد بررسی از نظر تمامی صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. ارقام کاردینال، کارلیتا و سینجا با کمترین تعداد سوسک جلب‌شده به آن‌ها اثرات آنتی‌زنوزی از خود نشان دادند. با توجه به صفات مورد بررسی، در ارقام کارلیتا، سینجا، دلیکات، آپارت و بریجت اثرات آنتی‌بیوزی بیشتری در مقایسه با بقیه‌ی ارقام مشاهده گردید. ارقام سانتانا، ساتینا، نیکولا و بریجت نیز بیشترین میزان تحمل را در مقابل آفت از خود نشان دادند. با استفاده از تجزیه‌ی خوشه‌ای به روش UPGMA و بر اساس فاصله‌ی اقلیدسی، ۳۳ رقم مورد بررسی در هفت گروه مجزا قرار گرفتند.

واژگان کلیدی: مقاومت، سیب‌زمینی، سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز، تحمل، اجزای مقاومت

دریافت: ۱۳۸۸/۱۲/۱، پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۶.

Archive of SID

www.SID.ir

Abstract

Greenhouse and field experiments were conducted to evaluate the resistance components in 33 potato commercial cultivars to Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) in 2008. In a field choice test, the numbers of attracted beetles to the cultivars was determined as antixenosis index. To evaluate the antibiosis, potato tubers were planted in pots under greenhouse conditions and on each pot, one sleeve cage was set up, in which 15 first instar larvae were released and reared. The Larval weight after 12 days of releasing, mortality percentages of larvae and pupae and the durations of developmental stages were analyzed as the antibiosis indices. To study the level of tolerance of cultivars, the 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 40 medium larvae (second and early third instars) 15 days prior to the blooming of plants. At the end of the season, defoliation and yield loss among infested plots were determined and compared to non infested plots for each cultivar. Significant differences were observed in all studied traits. The cultivars Cardinal, Carlita and Sinja showed antixenosis effects with the least numbers of attracted beetles, whereas cultivars Carlita, Sinja, Delikat, Aparet and Bridjet showed antibiosis effects in comparison to the others. The cultivars Santana, Satina, Nicola and Bridjet showed tolerance to damage of the pest. Using cluster analysis, UPGMA procedure was based on Euclidean distance and 33 experimental cultivars were grouped in 7 distance groups.

Key words: resistance, potato, Colorado potato beetle, antixenosis, antibiosis, tolerance, resistance component

مقدمه

سیب‌زمینی، *Solanum tuberosum* L.، چهارمین محصول زراعی مهم از نظر تـأمین غـذای انسان در دنیا می‌باشد (Pelletier & Dutheil, 2006). سیب‌زمینی در ایران نیز یکی از محصولات زراعی مهم با ۵/۲٤ میلیون تن تولید سالانه و با سطح زیر کشـت ۲۱۰,۰۰۰ هکتـار محسـوب می‌شود (Thomas & Sonsonetti, 2008). آفات متعددی به این محصول حمله می‌کنند که سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say)، کلیدی‌ترین آفت تغذیه‌کننده از شاخه و برگ آن در سراسر دنیا محسوب می‌شود (Horton *et al*., 1997). در صورت عدم کنترل مؤثر، این آفت می‌تواند باعث کاهش و حتی انهدام کامل شاخه و برگ شده و مقدار محصول را تا ٤۰ درصد کاهش دهد (Noronha *et al*., 2002). به‌علاوه حشره‌ی کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در انتشـار تعدادی از بیماری‌های سیب‌زمینی نظیر بیماری ویروئیـدی غـده‌ی دوکـی (spindle tuber)، بیمـاری پوسیدگی حلقوی (ring rot) و سایر بیماری‌های سیب‌زمینـی نقـش دارد (Rai & Yadav, 2005). بـا توجه به تداخل نسل‌ها، اغلب هر چهار مرحله‌ی بیولوژیکی آفت (تخم، لارو، شفیره و حشره‌ی کامل) به‌طور هم‌زمان در مزرعه مشاهده می‌شوند، لذا کنترل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بسیار مشکل می‌باشد و اگر اقدام اساسی جهت کنترل آفت انجام نگیرد خسارت جبران‌ناپـذیری بـه محصول وارد می‌گردد (Ragsdale & Radcliffe, 1999).

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیقات وسیعی در سراسر جهان جهت کنترل این آفت صورت گرفته است ولی تاکنون راه حل قاطعی در این زمینه گزارش نشده است و مبارزه‌ی شیمیایی اصلی‌ترین روش مبارزه با این آفت محسوب می‌شود (Ferro & Boiteau, 1993). به دلیل بروز مقاومت در جمعیت‌های آفت به حشره‌کش‌ها از یک طرف (Bishop & Grafius, 1996) و اثرات سوء سموم روی سلامتی بشر و محیط زیست از طرف دیگر، توجه به روش‌های جانشین برای مدیریت مؤثر این آفت ضروری به‌نظر می‌رسد (Martel *et al*., 2007). استفاده از گیاهان مقاوم بخش مهمی در سیستم IPM این آفت محسوب می‌شود که ضمن سازگاری با سایر روش‌های کنترلی باعث کاهش مصرف حشره‌کش‌های شیمیایی می‌گردد (Tingey & Yencho, 1994) و زمینه را برای استفاده از روش‌های کنترل بیولوژیکی و فیزیکی فراهم می‌نماید (Pelletier *et al*., 2001).

در زمینه‌ی مقاومت ارقام مختلف سیب‌زمینی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی تحقیقات متعددی صورت گرفته است (Tingey, 1981; Scurrah & Raman, 1984; Dimock & Tingey, 1985; Tarn, 1987; Tingey & Yencho, 1994; Pelletier & Michaud, 1995; Pelletier *et al*., 2001; Karroubizadeh *et al*., 2002; Yaser & Gungor, 2005). مکانیسم‌های مقاومت نسبت به این سوسک در هشت لاین سیب‌زمینی شامل Elba، Shasta، AWN 86524-2، Pilica، AWN 85542-9، 79V-100-40، Achirana و V-2 به همراه واریته‌ی Russet Burbank توسط Horton *et al*. (1997) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که سه رقم AWN 86524-2، AWN 85542-9 و Elba در مقایسه با تیمار شاهد Russet Burbank با داشتن برخی اثرات آنتی‌بیوزی کیفیت تغذیه‌ای پایینی برای سوسک کلرادوی سیب‌زمینی داشتند. Lyytinen *et al*. (2007) نیز واکنش‌های رفتاری و پارامترهای زیستی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را روی سه واریته‌ی 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 آنتی‌بیوز و میزان تخم‌ریزی و ترجیح تغذیه‌ای به عنوان شاخص‌های ارزیابی آنتی‌زنوز مورد بررسی قرار گرفت. میزان بقای لاروی و اندازه‌ی حشرات کامل پرورش‌یافته روی سه واریته‌ی آزمایشی اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. حشرات کامل نر ترجیح تغذیه‌ای نسبت به رقم Nevesky در مقایسه با ارقام دیگر نشان دادند. همچنین حشرات ماده برای تخم‌گذاری رقم Nevesky را در مقایسه با دو رقم دیگر بیشتر ترجیح دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

Karroubizadeh *et al*. (2002) مکانیسم‌های مقاومت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را در ۲۰ رقم زراعی سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای بررسی نمودند. در میان ارقام مورد مطالعه شواهدی مبنی بر وجود آنتی‌بیوز و آنتی‌زنوز مشاهده نگردید اما وجود اختلاف در درصد کاهش عملکرد در گلدان‌های آلوده و غیرآلوده و میزان خسارت مؤید وجود تفاوت در تحمل ارقام زراعی مورد بررسی نسبت به خسارت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بود. علل مقاومت در ارقام سیب‌زمینی وحشی، کرک‌های غده‌ای (Neal *et al*., 1989; Pelletier & Smilowitz, 1990; Yencho & Tingey, 1994; Pelletier & Dutheil, 2006)، گلیکوآلکالوئیدهای موجود در شاخ و برگ سیب‌زمینی (Pelletier & Smilowitz, 1990; Pelletier & Dutheil, 2006) و آلکالوئید آلفاتوماتین (Dimock *et al*., 1986) معرفی شده است.

هدف اصلی از پژوهش حاضر، بررسی اجزای مقاومت در ارقام زراعی سیب‌زمینی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بوده تا در صورت مشاهده‌ی تفاوت معنی‌دار در مقاومت ارقام، به‌منظور کنترل بهتر آفت نسبت به ترویج و توسعه‌ی کشت آن‌ها اقدام شود. زیرا استفاده از ارقام مقاوم موجب کاهش مصرف سموم شیمیایی، حفظ سلامتی مصرف‌کنندگان، صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید، کاهش آلودگی محیط زیست و حفظ دشمنان طبیعی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی و دیگر آفات کلیدی سیب‌زمینی خواهد شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۳۳ رقم از ارقام زراعی سیب‌زمینی به اسامی مندرج در جدول ۱ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمونه‌های بذور (غده‌ها) این ارقام از مرکز تحقیقات کشاورزی استان اردبیل با همکاری مؤسسه‌ی تولید و تکثیر نهال و بذر کشور تهیه گردید.

آزمایشات آنتی‌زنوز و تحمل در مزرعه و آزمایش آنتی‌بیوز در گلخانه با دمای ۳ ± ۲۱ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ٦۵ درصد در فصل بهار انجام گرفت. مزرعه‌ی آزمایشی به مساحت تقریبی ۰/۳ هکتار بود و در ۱۰ کیلومتری شرق شهرستان نقده قرار داشت. زمین مورد آزمایش در اوایل مهر ماه سال ۱۳۸٦ با گاوآهن برگردان‌دار شخم عمیق زده شد. پس از یک شخم سطحی در بهار نسبت به کاشت ارقام مورد بررسی اقدام شد. عملیات

Archive of SID

www.SID.ir

کاشت در روزهای سوم و چهارم فروردین سال ۱۳۸۷ انجام گردید. بر اساس آزمون خاک، کودهای شیمیایی مورد نیاز به مزرعه داده شد و در طول بهار در حین عملیات خاک دادن پای بوته‌ها، دو مرتبه از کود ازته به‌صورت سرک استفاده گردید. مزرعه بسته به ضرورت به‌طور مرتب آبیاری شد (معمولاً هر ده روز یک‌بار) و کنترل علف‌های هرز به روش وجین دستی انجام گرفت.

جدول ۱. فهرست اسامی ارقام مختلف سیب‌زمینی مورد استفاده در تحقیق.

Table 1. List of the different potato cultivars used in this study.

Number	Name	Number	Name	Number	Name
1	Estima	12	Raja	23	Famosa
2	Morene	13	Santana	24	Armada
3	Bridjet	14	Romina	25	Arrancar
4	Delikat	15	Velox	26	Carlita
5	Likaria	16	Aparret	27	Elles
5	Provento	17	Bright	28	Miryam
7	Desiree	18	Idul	29	Cardinal
8	Agata	19	Sinja	30	Beluga
9	Nicola	20	Baltica	31	Marfona
10	Eba	21	Cosima	32	Satina
11	Diamont	22	Fianna	33	Agria

به‌منظور بررسی آنتی‌زنوز، آزمایشی با عنوان "تست انتخاب" در مزرعه اجرا شد. این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۳۳ تیمار و ٤ تکرار انجام گردید. بدین‌ترتیب که در جوی پشته‌هایی که به صورت دایره‌ی کامل با شعاع ۲/٦۰ متر ایجاد گردید، تیمارها (ارقام) به صورت تصادفی و به فاصله‌ی ٤۵ سانتی‌متر از هم‌دیگر کشت شدند. بنابراین، در مجموع چهار دایره با فاصله‌ی ۵ متر از هم‌دیگر ایجاد و در هر دایره هر تیمار یک‌بار به‌صورت تصادفی کشت گردید. حدود دو ماه بعد از کاشت، در وسط هر دایره ۲۵۰ عدد حشره‌ی کامل رهاسازی گردید؛ لذا دو روز قبل از آلودگی با مراجعه به مزارع مجاور نسبت به جمع‌آوری ۱۰۰۰ عدد حشره‌ی کامل اقدام شد. حشرات جمع‌آوری شده، داخل قفس‌های پلاستیکی به ابعاد ۲۰ × ٤۰ × ۵۰ سانتی‌متر که درپوش آن‌ها با توری پوشانده شده بود و مقدار کافی برگ سیب‌زمینی برای تغذیه‌ی آن‌ها داشتند، تا روز رهاسازی، داخل یخچالی

Archive of SID

www.SID.ir

با دمای ٦ درجه‌ی سلسیوس نگه‌داری شدند. بعد از رهاسازی، تعداد حشرات کامل جلب‌شده به هر بوته (تیمار یا رقم) در دوره‌های زمانی ۱ تا ۵ روز در تمام تکرارها شمارش گردید. تعداد حشرات کامل جلب‌شده به هر تیمار به عنوان شاخص آنتی‌زنوزی محسوب گردید. تجزیه‌ی واریانس داده‌ها پس از تبدیل $\sqrt{x+0.5}$ با استفاده از نرم‌افزار SPSS13 و مقایسه‌ی میانگین‌ها با روش Tukey's HSD صورت گرفت.

در آزمایش آنتی‌بیوز، غده‌های ارقام مورد بررسی در گلدان‌هایی به قطر ۲۲ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر کاشته شدند. عملیات کاشت در اوایل فصل بهار و یک روز بعد از کاشت مزرعه‌ای صورت گرفت. این آزمایش در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. بعد از هشت‌برگه شدن بوته‌ها، در هر گلدان، ساقه‌ی سمت شمال بوته به‌عنوان یک شاخه‌ی تیمار منظور و داخل قفس آستینی مخصوص محبوس گردید. سپس داخل هر قفس تعداد ۱۵ عدد لارو سن اول تازه‌تفریخ‌شده رهاسازی و طول دوره‌ی لاروی بر حسب روز محاسبه شد. همچنین ۱۲ روز بعد از رهاسازی، وزن لاروها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین گردید. برای طی دوره‌ی شفیرگی، ظروف یک‌بارمصرف پلاستیکی به ابعاد ۵ × ۱۰ × ۲۰ سانتی‌متر تهیه و در کف آن‌ها مقداری خاک اره به ارتفاع ۲ سانتی‌متر ریخته شد. جهت تأمین رطوبت، مقداری پنبه‌ی خیس در گوشه هر ظرف قرار داده شد. لاروها به محض ورود به دوره‌ی پیش‌شفیرگی به داخل این ظروف منتقل شدند. برای پیگیری دقیق سرنوشت یک پیش‌شفیره، هر یک از آن‌ها به وسیله‌ی محفظه‌هایی از بقیه جدا گردیدند. پیش‌شفیره‌های مربوط به هر ظرف تیمار در یک ظرف ویژه قرار داده شدند و طول دوره‌ی شفیرگی یادداشت گردید و درصد تلفات دوره‌های لاروی و شفیرگی نیز محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS13 تجزیه‌ی واریانس گردید. مقایسه‌ی میانگین‌ها با روش Tukey's HSD و تبدیل داده‌های مربوط به درصد تلفات با $\arcsin\sqrt{x}$ انجام گرفت.

به‌منظور بررسی تحمل ارقام مورد ارزیابی، آزمایشی در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت. این آزمایش شامل دو قطعه‌ی آلوده و غیرآلوده بود. هر قطعه شامل ۳ بلوک (تکرار) و هر بلوک دارای ۳۳ رقم بود. هر بلوک دارای ۳۳ جوی پشته به طول ۳ متر و پهنای پشته‌ها در قاعده ۵۰ و در رأس ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله‌ی رأس پشته‌های مجاور از یکدیگر ۱۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

سانتی‌متر بود. در هر پشته یک تیمار کاشته شد. فاصله‌ی بوته‌ها در روی پشته‌ها ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در قطعه‌ی آلوده، در حساس‌ترین مرحله‌ی رشدی گیاه به آفت، یعنی تقریباً ۱۵ روز قبل از گل‌دهی (Ferro *et al*.,1983; Boiteau *et al*., 1999; Ragsdale & Radcliffe, 1999)، روی هر بوته تعداد ٤٠ عدد لارو متوسط (سن دوم و اوایل سن سوم) که از مزارع مجاور جمع‌آوری شده بودند رهاسازی گردید. برای جلوگیری از حرکت و فرار لاروهای هر جوی پشته به جوی پشته‌های مجاور، بعد از رهاسازی، با استفاده از یک پارچه‌ی توری سفیدرنگ پشته‌ها از یکدیگر جدا گردید. قطعه‌ی دوم به‌عنوان شاهد مستقر گردید ولی در این قطعه هیچ نوع آلودگی انجام نشد و در صورت وجود آلودگی با سم تیودان و به میزان ۲ لیتر در هکتار کنترل شد. عملکرد محصول در هر قطعه و کرت اندازه‌گیری، و برای تعیین درصد کاهش عملکرد در هر رقم از فرمول زیر استفاده شد:

درصد کاهش عملکرد = [(عملکرد آلوده – عملکرد غیرآلوده) ÷ عملکرد غیرآلوده] × ۱۰۰

داده‌های به‌دست آمده، با استفاده از نرم‌افزار SPSS13 تجزیه‌ی واریانس گردید و میانگین‌ها با روش Tukey's HSD مقایسه شدند. تجزیه‌ی خوشه‌ای بر اساس صفات تعداد حشرات کامل جلب‌شده به بوته‌ها در دوره‌ی ۵ روزه، میانگین وزن لاروی در روز دوازدهم بعد از رهاسازی، میانگین طول دوره‌های لاروی و شفیرگی، میانگین تلفات این دوره‌ها، میزان خسارت وارده به ارقام و درصد کاهش عملکرد ارقام به روش UPGMA و بر اساس ضریب تشابه فاصله‌ی اقلیدسی و با استفاده از نرم‌افزار MINITAB15 انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس آزمون انتخاب میزبان (جدول ۲) نشان داد که بین ارقام مختلف سیب‌زمینی از نظر تعداد حشرات کامل مستقرشده بر روی آن‌ها در هر ۵ روز مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. تجزیه‌ی واریانس تعداد سوسک‌های مستقرشده روی ارقام مختلف سیب‌زمینی در زمان‌های مختلف در آزمایش آنتی‌زنوز.

Table 2. Analysis of variance of settled beetles on different potato cultivars in the antixenosis test.

Source of variance	Degree of freedom	Mean squares					
		First day	Second day	Third day	Forth day	Fifth day	Mean of five days
Repeat	3	0.695^{ns}	0.796^{ns}	0.657^{ns}	0.555^{ns}	0.512^{ns}	0.614^{ns}
Treatment	32	1.337^{**}	1.506^{**}	1.432^{**}	1.414^{**}	1.201^{**}	1.261^{**}
Error	96	0.352	0.318	0.389	0.405	0.361	0.289
C.V.		32.93%	30.51%	34.48%	36.87%	36.98%	30.08%

ns and ** are non-significant and significant at 0.01 level, respectively.

در ۲٤ ساعت بعد از رهاسازی، ارقام از لحاظ تعداد حشره‌ی کامل مستقرشده، در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند. در این مدت رقم کاردینال با میانگین ۰/۲۵ در گروه a و ارقام کارلیتا و سینجا با میانگین ۰/۵۰ در گروه ab قرار گرفتند و کمترین جلب‌کنندگی را نسبت به حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی داشتند، درحالی‌که در این مدت رقم بلوگا با میانگین ۸/۷۵ عدد حشره‌ی کامل جلب‌شده بر بوته در گروه e قرار گرفت (جدول ۳). در چهار روز دیگر نیز از لحاظ تعداد حشره‌ی کامل مستقرشده بر روی ارقام مختلف، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک‌درصد مشاهده گردید و ارقام کاردینال، کارلیتا، سینجا، الس و رومینا تعداد کمتری حشره‌ی کامل را جلب کردند. این امر وجود اثرات آنتی‌زنوزی در برخی از ارقام مورد بررسی (به ویژه کاردینال و کارلیتا) را نشان می‌دهد (Smith, 2005). بر اساس میانگین دوره‌ی پنج روزه، ارقام کاردینال و کارلیتا با قرار گرفتن در گروه آماری a و ارقام بریجت و الس با قرار گرفتن در گروه آماری ab با کسب حداقل تعداد حشرات کامل مستقرشده، از لحاظ آنتی‌زنوز نسبت به بقیه‌ی ارقام مورد بررسی کیفیت بهتری داشتند (جدول ۳). Karroubizadeh *et al.* (2002) ضمن انجام آزمایش انتخاب میزبان روی ۲۰ رقم سیب‌زمینی از لحاظ تعداد حشرات کامل مستقرشده روی بوته اختلاف معنی‌داری بین ارقام مشاهده نکردند. البته تنها پنج رقم از ارقام مورد بررسی در آزمایش حاضر (ایدول، دزیره، کاردینال، مارفونا و کارلیتا) توسط آن‌ها بررسی شدند که در آزمایش ما نیز اختلاف معنی‌داری از نظر آنتی‌زنوز بین این ارقام وجود نداشت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. مقایسه‌ی میانگین (± خطای معیار) تعداد حشرات کامل مستقرشده روی ارقام مختلف سیب‌زمینی در آزمایش آنتی‌زنوز در زمان‌های مختلف.

Table 3. Mean (± SE) comparison of the numbers of settled adult beetles on different potato cultivars in the antixenosis test.

Cultivar	Mean±SE					
	First day (n/p) *	Second day (n/p)	Third day (n/p)	Forth day (n/p)	Fifth day (n/p)	Mean of 5 days (n/p)
Estima	3.25 ± 1.60 abcde	2.50 ± 1.19 abcdefg	1.75 ± 1.44 abcd	2.00 ± 1.42 abc	2.25 ± 1.11 abcd	2.35 ± 1.17 abcdefg
Morene	7.50 ± 2.33 de	8.00 ± 1.78 fg	8.25 ± 1.80 d	8.50 ± 2.60 c	8.00 ± 1.42 d	8.05 ± 1.83 g
Bridjet	1.00 ± 0.71 abcd	1.00 ± 0.71 abcd	0.50 ± 0.29 ab	0.75 ± 0.48 ab	0.25 ± 0.25 ab	0.70 ± 0.39 ab
Delikat	3.75 ± 0.48 abcde	2.50± 0.87 abcdefg	2.50 ± 0.65 abcd	1.75 ± 0.48 abc	1.25 ± 0.75 abcd	2.35 ± 0.57 abcdefg
Likaria	3.25 ± 1.32 abcde	2.75 ± 1.03 abcdefg	2.75 ± 1.03 abcd	3.50 ± 1.85 abc	1.50 ± 0.87 abcd	2.75 ± 1.13 abcdefg
Provento	4.25 ± 1.25 abcde	3.25 ± 0.75 abcdefg	4.00 ± 1.69 abcd	3.25 ± 1.38 abc	4.00 ± 1.96 abcd	3.75 ± 1.26 abcdefg
Desiree	4.75 ± 1.11 abcde	6.25 ± 1.55 cdefg	5.50 ± 1.32 abcd	4.25 ± 1.03 abc	5.25 ± 1.80 abcd	5.20 ± 1.07 bcdefg
Agata	4.75± 1.55 abcde	6.50 ± 1.19 defg	4.00 ± 1.08 abcd	3.50 ± 0.65 abc	1.75 ± 0.25 abcd	4.10 ± 0.83 abcdefg
Nicola	2.00 ± 1.08 abcde	1.75 ± 0.25 abcdefg	1.75 ± 0.48 abcd	0.75 ± 0.25 ab	1.25 ± 0.48 abcd	1.50 ± 0.17 abcdefg
Eba	3.00 ± 1.47 abcde	3.25 ± 1.11 abcdefg	4.25 ± 2.02 abcd	4.75 ± 2.25 abc	3.75 ± 2.18 abcd	3.80 ± 1.75 abcdefg
Diamont	2.25 ± 0.95 abcde	2.25 ± 0.95 abcdefg	2.50 ± 1.85 abcd	2.50 ± 1.85 abc	2.00 ± 1.36 abcd	2.30 ± 1.37 abcdefg
Raja	1.50± 1.19 abcd	1.25± 0.75 abcd	1.25 ± 0.75 abcd	1.50 ± 0.87 abc	0.75 ± 0.48 abc	1.25 ± 0.78 abcde
Santana	1.75 ± 0.63 abcde	1.50 ±0.65 abcdef	1.50 ± 0.65 abcd	1.00 ± 0.41 abc	1.50 ± 0.29 abcd	1.45 ± 0.38 abcdefg
Romina	0.75 ± 0.48 abc	0.75 ± 0.48 abc	0.75 ± 0.48 abc	0.75 ± 0.48 ab	1.75 ± 0.86 abcd	0.95 ± 0.48 abc
Velox	5.00 ± 1.58 abcde	6.50 ± 1.94 cdefg	7.75 ± 2.56 cd	7.25 ± 2.66 bc	7.25 ± 2.50 cd	6.75 ± 2.19 cdefg
Aparret	4.75 ± 0.48 abcde	4.25 ± 0.86 abcdefg	4.50 ± 1.19 abcd	3.75 ± 1.18 abc	2.25 ± 1.11 abcd	3.90 ± 0.83 abcdefg
Bright	4.00± 1.58 abcde	3.50 ± 1.56 abcdefg	3.25 ± 1.32 abcd	3.00 ± 1.96 abc	1.75 ± 1.18 abcd	3.10 ± 1.43 abcdefg
Idul	3.50 ±0.96 abcde	2.75 ± 0.75 abcdefg	2.50 ± 0.50 abcd	2.25 ± 0.48 abc	1.25 ± 0.25 abcd	2.45 ± 0.51 abcdefg
Sinja	0.50 ± 0.50 ab	1.25 ± 0.63 abcde	1.25 ±0.63 abcd	1.25 ± 0.93 abc	1.25 ± 0.93 abc	1.05 ± 0.67 abcd
Baltica	3.25 ± 0.86 abcde	2.75 ±0.86 abcdefg	3.00 ± 1.08 abcd	4.00 ± 1.36 abc	4.00 ± 1.70 abcd	3.40 ± 1.15 abcdefg
Cosima	4.00 ± 1.78 abcde	3.75 ±1.80 abcdefg	4.50 ± 1.56 abcd	4.75 ± 1.55 abc	3.75 ± 1.80 abcd	4.15 ± 1.67 abcdefg
Fianna	2.00 ± 1.08 abcde	3.75 ± 1.11 abcdefg	4.25 ± 1.60 abcd	3.50 ± 1.19 abc	1.25±0.95 abc	2.95 ± 1.17 abcdefg
Famosa	2.50 ± 0.87 abcde	4.00 ± 0.91 abcdefg	3.00 ± 0.71 abcd	2.00 ± 0.41 abc	2.00 ± 0.41 abcd	2.70 ± 0.57 abcdefg
Armada	6.75 ± 2.14 cde	5.50 ± 1.56 bcdefg	5.50 ±1.32 abcd	5.50 ± 0.87 abc	3.75 ± 1.50 abcd	5.40 ± 1.42 bcdefg
Arrancar	4.00 ±1.36 abcde	5.75 ± 2.18 bcdefg	4.50 ± 1.94 abcd	3.75 ± 2.14 abc	3.25 ± 1.32 abcd	4.25 ± 1.74 abcdefg
Carlita	0.50 ± 0.50 ab	0.50 ±0.50 ab	0.50 ± 0.50 ab	0 a	0 a	0.30 ± 0.30 a
Elles	0.75 ± 0.48 abc	0.50 ± 0.50 ab	0.75 ± 0.48 abc	0.75 ± 0.48 ab	0.75 ± 0.48 abc	0.70 ± 0.44 ab
Miryam	1.50 ± 0.65 abcd	1.75 ± 0.75 abcdefg	1.50 ± 0.87 abcd	1.00 ± 0.58 abc	2.00 ± 0.41 abcd	1.55 ± 0.55 abcdefg
Cardinal	0.25± 0.25 a	0 a	0 a	0 a	0.25 ± 0.25 ab	0.10 ± 0.06 a
Beluga	8.75 ± 1.38 e	8.25 ± 1.18 g	7.50 ± 0.87 d	5.25 ± 0.95 abc	5.75 ± 1.80 bcd	7.10 ± 1.10 fg
Marfona	1.25 ± 0.63 abcd	2.50 ± 1.19 abcdefg	2.75 ± 1.25 abcd	2.00 ± 1.23 abc	2.00 ± 0.41 abcd	2.10 ± 0.86 abcdefg
Satina	6.75 ± 1.55 cde	7.75 ± 2.29 efg	7.25 ± 1.65 cd	6.75 ± 1.55 bc	6.00 ± 1.69 bcd	6.90 ± 1.59 efg
Agria	6.50 ±2.54 bcde	8.00 ± 2.74 efg	7.25 ± 2.98 cd	7.75 ± 3.09 bc	5.50 ± 1.50 bcd	7.00 ± 2.55 defg

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P = 0.05, Tukey's HSD).
* Number per plant

www.SID.ir

نتایج تجزیه‌ی واریانس صفات مورد مطالعه در گلخانه جهت بررسی آنتی‌بیوز در جدول ٤ ارائه شده است. در مورد تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. پائین بودن رشد و نمو لاروی و میزان بقای لاروها روی گونه‌های وحشی *Solanum* به عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری مقاومت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی محسوب می‌شود (Pelletier & Clark, 2004). Lyytinen *et al*. (2007) نیز میزان رشد و نمو لاروی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را به عنوان شاخص آنتی‌بیوز در ارقام سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند.

جدول ٤. تجزیه‌ی واریانس صفات مورد مطالعه در آزمایش آنتی‌بیوز در شرایط گلخانه.

Table 4. Analysis of variance for the studied traits in the antibiosis test in greenhouse conditions.

Source of variance	Degree of freedom	Mean squares						
		Weight of larvae	Mortality of larvae	Larval period	Mortality of pupae	Pupal period	Total mortality	Total period
Treatment	32	643.99**	0.109**	5.123**	0.059**	8.657**	0.062**	15.139**
Error	66	37.689	0.019	0.802	0.011	0.89	0.008	1.846
C.V.		4.33%	30.29%	5.67%	15.36%	6.25%	10.86%	4.40%

** significant at 0.01 level.

مقایسه‌ی میانگین‌های صفات مورد بررسی نشان داد که در پایان دوره‌ی لاروی، لاروهای پرورش‌یافته بر روی ارقام دلیکات با قرارگرفتن در گروه a و بریجت و کارلیتا با قرارگرفتن در گروه ab، و به‌ترتیب با میانگین وزن ۵/۲۰ ± ۱۱۰/۸۳، ٤/۹۹ ± ۱۱۸/٤۸ و ۱/۸۲ ± ۱۱۸/۸۰ میلی‌گرم کمترین وزن لاروی را نسبت به لاروهای پرورش‌یافته بر روی بقیه‌ی ارقام مورد بررسی داشتند (جدول ٥). این مورد می‌تواند نشان‌دهنده‌ی اثرات آنتی‌بیوزی این ارقام باشد (Horton *et al.*, 1997).

در بررسی ۲۰ رقم سیب‌زمینی توسط Karroubizadeh *et al*. (2002)، ٤٨ ساعت بعد از رهاسازی لاروها روی شاخ و برگ، از لحاظ وزن لاروهای پرورش‌یافته بر روی ارقام، اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف مشاهده نشد. البته فقط پنج رقم مورد بررسی در تحقیق حاضر (ایدول، دزیره، کاردینال، مارفونا و کارلیتا) توسط آن‌ها ارزیابی شده بود که متفاوت بودن زمان

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. مقایسه‌ی میانگین (± خطای معیار) صفات مورد ارزیابی در آزمایش آنتی‌بیوز در شرایط گلخانه.

Table 5. Mean (± SE) comparison of the studied traits in the antibiosis test in greenhouse conditions.

Cultivar	Mean ±SE						
	Weight of Larvae (mg)	Mortality of Larvae (%)	Larval Period (day)	Mortality of Pupae (%)	Pupal Period (day)	Total Mortality (%)	Total Period (day)
Estima	158 ± 3.93 hijkl	2.22 ± 2.22 f	15.23 ± 0.48 bcde	48.89 ± 1.11 abcdef	13.68 ± 0.44 efghij	49.99 ± 1.93 cdefgh	28.91 ± 0.90 fghij
Morene	149.32 ± 2.95 fghijkl	31.11 ± 9.68 abcde	15.33 ± 0.53 bcde	47.31 ± 15.43 abcdef	15.61 ± 1.11 bcdefgh	66.67 ± 6.67 abcde	30.93 ± 1.06 bcdefghi
Bridjet	118.48 ± 4.99 ab	31.11 ± 2.22 abcde	16.76 ± 0.53 bcd	51.82 ± 4.30 abcde	17.76 ± 0.51 abcd	66.67 ± 3.85 abcde	34.53 ± 0.56 abc
Delikat	110.83 ± 5.20 a	58.47 ± 6.42 a	17.99 ± 0.56 ab	44.81 ± 2.89 abcdefg	14.75 ± 0.49 defghij	73.75 ± 4.22 abc	32.75 ± 1.00 abcdefg
Likaria	134.24 ± 2.95 bcdefg	10.83 ± 2.10 cdef	15.59 ± 0.57 bcde	34.06 ± 1.65 bcdefg	12.64 ± 0.44 hij	41.25 ± 1.25 efgh	28.22 ± 0.27 hij
Provento	148.48 ± 2.69 fghijkl	17.77 ± 4.44 abcdef	14.78 ± 0.52 cde	43.35 ± 2.45 abcdefg	11.97 ± 0.46 j	53.33 ± 3.85 bcdefgh	26.75 ± 0.97 ij
Desiree	139.65 ± 1.81 cdefgh	31.11 ± 2.22 abcde	15.83 ± 0.48 bcde	44.54 ± 9.97 abcdefg	15.87 ± 0.56 bcdefg	62.22 ± 3.85 abcdef	31.70 ± 1.04 abcdefgh
Agata	152.10 ± 4.12 fghijkl	26.66 ± 3.84 abcde	15.57 ± 0.38 bcde	24.39 ± 3.43 cdefg	13.84 ± 0.47 efghij	44.44 ± 4.44 defgh	29.44 ± 0.85 efghij
Nicola	139.49 ± 1.81 cdefgh	31.11 ± 2.22 abcde	16.95 ± 0.42 bcd	46.67 ± 6.67 abcdefg	15.24 ± 0.71 cdefghi	62.22 ± 5.88 abcdef	32.19 ± 0.60 abcdefgh
Eba	164.50 ± 2.67 kl	13.33 ± 3.85 cdef	15.39 ± 0.58 bcde	41.17 ± 3.02 abcdefg	16.07 ± 0.54 bcdef	48.89 ± 4.44 cdefgh	31.45 ± 0.86 abcdefgh
Diamont	136.50 ± 4.99 bcdefg	2.22 ± 2.22 f	15.89 ± 0.50 bcde	56.03 ± 7.55 abc	16 ± 0.66 bcdef	66.67 ± 3.85 abcde	31.89 ± 1.02 abcdefgh
Raja	150.96 ± 1.80 fghijkl	31.11 ± 2.22 abcde	16.10 ± 0.61 bcde	38.48 ± 4.52 abcdefg	14.25 ± 0.43 efghij	57.78 ± 2.22 abcdefgh	30.36 ± 0.22 cdefghij
Santana	148.74 ± 3.77 fghijkl	26.67 ± 3.85 abcde	15.47 ± 0.34 bcde	57.63 ± 1.62 ab	14.20 ± 0.47 efghij	68.89 ± 2.22 abcd	29.67 ± 0.48 efghij
Romina	126.17 ± 3.14 abcde	22.21 ± 8 abcdef	17.64 ± 0.57 bc	41.82 ± 6.05 abcdefg	15.40 ± 0.70 cdefghi	55.56 ± 2.22 bcdefgh	33.04 ± 1.23 abcdef
Velox	133.59 ± 1.71 bcdefg	12.50 ± 3.61 cdef	16.11 ± 0.40 bcde	19.44 ± 6.58 fg	14.52 ± 0.35 efghij	29.17 ± 8.33 h	30.63 ± 0.61 cdefghi
Aparret	133.11 ± 2.93 bcdef	21.53 ± 7.55 abcdef	17.14 ± 0.51 bcd	54.85 ± 2.89 abcd	18.10 ± 0.60 abc	62.92 ± 4.83 abcdef	35.25 ± 1.10 ab
Bright	140.99 ± 1.31 defghi	12.92 ± 3.49 cdef	16.36 ± 0.39 bcde	22.70 ± 4.76 efg	15.23 ± 0.37 cdefghi	32.36 ± 6.87 gh	31.58 ± 0.75 abcdefgh
Idul	153.08 ± 3.28 ghijkl	12.96 ± 4.17 cdef	14.87 ± 0.56 cde	23.87 ± 0.58 defg	18.52 ± 0.75 ab	33.71 ± 3.53 gh	33.39 ± 0.27 abcdef
Sinja	137.70 ± 2.57 bcdefg	55.56 ± 5.88 ab	15.57 ± 0.46 bcde	46.55 ± 13.36 abcdefg	15.40 ± 0.50 cdefghi	77.78 ± 2.22 ab	30.97 ± 0.93 bcdefghi
Baltica	126.67 ± 3.97 bcde	17.52 ± 8.20 bcdef	16.75 ± 0.51 bcd	25.19 ± 8.00 cdefg	12.91 ± 0.61 ghij	33.99 ± 12.36 fgh	29.67 ± 0.72 efghij
Cosima	146.06 ± 3.08 efghijkl	11.11 ± 5.88 def	15.24 ± 0.43 bcde	22.69 ± 1.45 efg	16.72 ± 0.37 abcde	31.11 ± 5.88 gh	31.95 ± 0.43 abcdefgh
Fianna	138.37 ± 3.51 bcdefgh	13.34 ± 7.70 cdef	16.05 ± 0.63 bcde	56.13 ± 1.95 abc	14.15 ± 0.57 efghij	62.22 ± 2.22 abcdef	30.20 ± 0.23 cdefghij
Famosa	160.66 ± 1.57 ijkl	22.22 ± 2.22 abcdef	14.98 ± 0.58 cde	40.15 ± 3.58 abcdefg	19.14 ± 0.59 a	53.34 ± 3.85 bcdefgh	34.12 ± 1.15 abcd
Armada	135.65 ± 3.68 bcdefg	13.34 ± 3.85 cdef	14.96 ± 0.49 cde	48.90 ± 3.22 abcdef	13.39 ± 0.69 fghij	55.56 ± 4.44 bcdefgh	28.35 ± 0.89 ghij
Arrancar	124.25 ± 2.45 abcd	6.67 ± 3.85 ef	16.01 ± 0.53 bcde	50.17 ± 2.07 abcde	14.42 ± 0.34 efghij	53.34 ± 3.85 bcdefgh	30.43 ± 0.87 cdefghi
Carlita	118.80 ± 1.82 ab	45.56 ± 2.94 abc	20.65 ± 0.81 a	68.06 ± 3.67 a	15.15 ± 0.58 cdefghi	82.64 ± 2.05 a	35.80 ± 0.53 a
Elles	167.22 ± 4.34 l	42.22 ± 2.22 abcd	14.63 ± 0.57 de	23.15 ± 0.93 defg	13.96 ± 0.46 efghij	55.55 ± 2.22 bcdefgh	28.59 ± 0.60 ghij
Miryam	152.23 ± 1.82 fghijkl	28.06 ± 5.10 abcde	14.35 ± 0.46 de	33.23 ± 1.84 bcdefg	16.37 ± 0.58 abcdef	52.09 ± 2.83 bcdefgh	30.72 ± 0.25 cdefghi
Cardinal	137.65 ± 1.84 bcdefg	35.56 ± 2.22 abcde	13.60 ± 0.40 e	17.41 ± 3.77 g	12.42 ± 0.33 ij	46.67 ± 3.85 defgh	26.01 ± 0.73 j
Beluga	120.32 ± 6.51 abc	8.89 ± 5.88 ef	15.25 ± 0.64 bcde	57.23 ± 2.00 ab	15.20 ± 0.50 cdefghi	62.23 ± 4.44 abcdef	30.45 ± 1.14 cdefghi
Marfona	164.64 ± 6.64 kl	11.11 ± 5.88 def	14.82 ± 0.52 cde	29.36 ± 5.35 bcdefg	13.99 ± 0.48 efghij	37.78 ± 2.22 fgh	28.81 ± 0.81 fghij
Satina	161.16 ± 4.36 jkl	15.56 ± 2.22 bcdef	14.55 ± 0.41 de	36.96 ± 3.24 abcdefg	15.96 ± 0.51 bcdefg	46.67 ± 3.85 defgh	30.51 ± 0.57 cdefghi
Agria	142.87 ± 3.95 defghij	11.11 ± 4.44 cdef	14.54 ± 0.43 de	34.92 ± 4.20 bcdefg	15.55 ± 0.36 bcdefg	42.23 ± 4.44 defgh	30.09 ± 0.20 defghij

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P = 0.05, Tukey's HSD).

www.SID.ir

اندازه‌گیری وزن در تحقیق حاضر (۱۲ روز بعد از رهاسازی) و تحقیق آن‌ها (٤٨ ساعت بعد از رهاسازی) می‌تواند اختلاف موجود را توجیه نماید. Horton *et al*. (1997) ضمن بررسی هشت لاین سیب‌زمینی، ٤٨ ساعت بعد از قرار گرفتن لاروها روی بوته، از نظر وزن لاروهای پرورش‌یافته روی سه رقم از هشت رقم مورد بررسی نسبت به رقم شاهد کاهش معنی‌دار مشاهده نمودند.

مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد که از لحاظ تلفات کل دوره‌های لاروی و شفیرگی ارقام کارلیتا، سینجا و دلیکات به‌ترتیب با قرارگرفتن در گروه‌های a، ab و abc در مقایسه با سایر ارقام بیشترین تلفات را در مراحل نابالغ آفت ایجاد نمودند و رقم ولوکس با قرار گرفتن در گروه h و ارقام کوزیما، برایت و ایدول با قرارگرفتن در گروه gh در مقایسه با ارقام دیگر کمترین تلفات را در مراحل نابالغ آفت موجب شدند (جدول ٥). این نتایج تا حدودی با نتایج حاصل از بررسی‌های Yasar & Gungor (2005) شباهت دارد. البته آن‌ها فقط پنج رقم آگریا، پاسینلر، مارفونا، گرانولا و کاسپر را بررسی نمودند. بالاتر بودن درصد تلفات دوره‌های مزبور در برخی ارقام می‌تواند به اثرات آنتی‌بیوزی آن ارقام مربوط باشد (Horton *et al*., 1997; Lyytinen *et al*., 2007).

در تحقیق حاضر طولانی‌ترین طول دوره‌های رشد و نموی آفت در روی ارقام کارلیتا، آپارت و بریجت به‌ترتیب با میانگین ۰/۵۳ ± ۳۵/۸۰، ۱/۱۰ ± ۳۵/۲۵، ۰/٥٦ ± ۳٤/٥۲ روز مشاهده گردید (جدول ٥). این نتایج با نتایج حاصل از بررسی‌های Yasar & Gungor (2005) و Horton *et al*. (1997) شباهت‌هایی دارد. طولانی بودن رشد و نمو آفت روی یک رقم می‌تواند به وجود اثرات آنتی‌بیوزی در آن رقم مربوط باشد (Horton *et al*., 1997; Lyytinen *et al*., 2007).

نتایج تجزیه‌ی واریانس صفات مورد مطالعه در مزرعه جهت بررسی تحمل در جدول ٦ ارائه شده است. بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در مورد تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک‌درصد وجود دارد.

مقایسه‌ی میانگین صفات در شرایط مزرعه‌ای (جدول ۷) نشان داد که ارقام سانتانا و مارفونا با قرارگرفتن در گروه a و با میانگین ٥/۷۷ ± ٤۰ درصد کمترین میزان برگ‌خوردگی را در اثر تغذیه‌ی آفت در مقایسه با سایر ارقام داشتند و ارقام ساتینا و بالتیکا با قرارگرفتن در

Archive of SID

www.SID.ir

گروه a و به‌ترتیب با میانگین ۹۲/۴۸ ± ۱۴۷۷/۶۷ و ۹۵/۱۰ ± ۱۴۷۷/۶۷ گرم بر بوته بیشترین عملکرد مزرعه‌ای را نسبت به سایر ارقام در قطعه‌ی غیرآلوده به آفت نشان دادند. در مورد ارقام تیمارشده با آفت نیز بیشترین عملکرد به ارقام ساتینا، فاموسا و بالتیکا مربوط می‌باشد. نتایج مشابهی نیز توسط Karroubizadeh *et al*. (2002) روی ۲۰ رقم به‌دست آمده بود.

جدول ٦. تجزیه‌ی واریانس صفات مورد مطالعه در مزرعه در آزمایش تحمل.

Table 6. Analysis of variance of the studied traits in field in the tolerance test.

Source of variance	Degree of freedom	Mean squares			
		Consumed leaves	Yield of control	Yield of treated plot	Yield loss
Repeat	2	201.101 ^{ns}	2573.374 ^{ns}	40329.827 *	360.386 *
Treatment	32	662.563 **	166992.874 **	117425.156 **	363.212 **
Error	66	173.643	21169.717	10993.526	110.832
C.V.		21.28%	14.30%	14.79%	35.10%

ns, * and ** are non-significant and significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

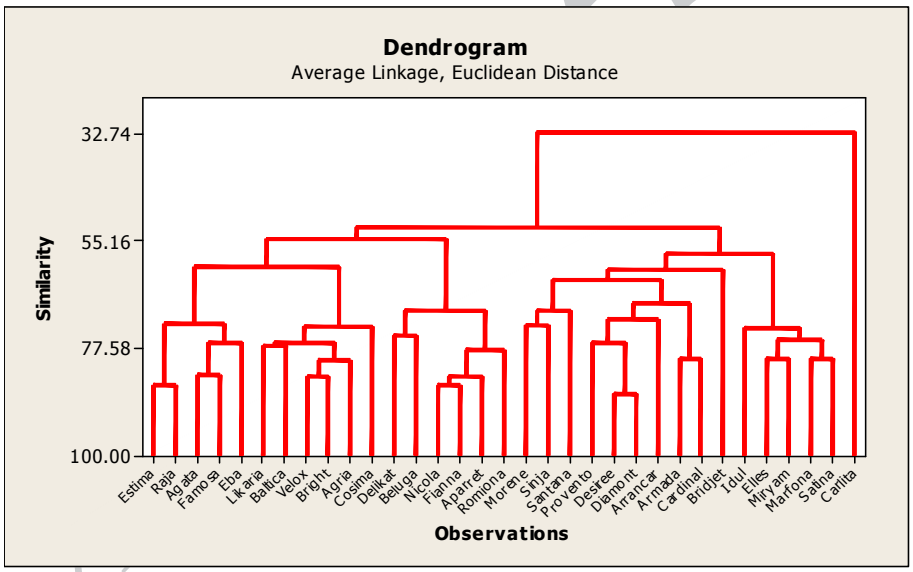
در مورد درصد کاهش عملکرد، مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد که ارقام سانتانا، ساتینا، نیکولا و بریجت به‌ترتیب با قرار گرفتن در گروه‌های a، ab، abc و abc و با میانگین‌های ۳/۴۱ ± ۷/۹۸، ٤/۰٤ ± ۱٦/۱٥، ۷/۹۳ ± ۱٦/۲٦ و ٤/۰٤ ± ۱٦/۸۸ درصد کمترین میزان کاهش عملکرد را نسبت به شرایط غیرآلوده نشان دادند و بیشترین درصد کاهش عملکرد در این شرایط مربوط به رقم کارلیتا با میانگین ۸/۷٤ ± ۵۲/۳۹ درصد بود (جدول ۷). نتایج این تحقیق در خصوص درصد کاهش عملکرد در ارقام کاردینال و کارلیتا با نتایج حاصل از تحقیق Karroubizadeh *et al*. (2002) مشابه است ولی درباره‌ی ارقام ایدول، مارفونا و دزیره با نتایج حاصل از تحقیق آن‌ها تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد. این موضوع می‌تواند به متفاوت بودن شرایط آزمایش، از جمله متفاوت بودن نوع اجرای آزمایش‌ها (آن‌ها بررسی را در گلدان انجام دادند)، و متفاوت بودن زمان آلوده‌سازی بوته‌ها مربوط باشد.

بالا بودن درصد کاهش عملکرد در رقم کارلیتا در حالی است که این رقم در دو آزمایش آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز مقاومت بالاتری را نسبت به سایر ارقام نشان داده بود. بدین ترتیب به نظر می‌رسد که مکانیسم‌های مقاومت به آفت در ارقام مختلف متفاوت باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

براساس دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای (شکل ۱)، از نظر مجموع صفات، ارقام به دو گروه کلی تقسیم شدند. گروه اول شامل رقم کارلیتا به‌تنهایی و گروه دوم شامل سایر ارقام بود. گروه دوم خود به شش گروه تقسیم گردید که این گروه‌ها به شرح زیر می‌باشند: (۱) ساتینا، مارفونا، میریام، الس و ایدول در یک گروه؛ (۲) بریجت به‌تنهایی در یک گروه؛ (۳) کاردینال، آرمادا، آرانکار، دیامونت، دزیره، پروونتو، سانتانا، سینجا و مورن در یک گروه؛ (٤) رومینا، آپارت، فیانا، نیکولا، بلوگا و دلیکات در یک گروه؛ (٥) کوزیما، آگریا، برایت، ولوکس، بالتیکا و لیکاریا در یک گروه؛ و (٦) ابا، فاموسا، آگاتا، راجا و استیما نیز در یک گروه قرار گرفتند.



شکل ۱. دندروگرام مقاومت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در ۳۳ رقم سیب‌زمینی.

Fig. 1. Dendrogram for resistance to Colorado potato beetle in 33 potato cultivars.

www.SID.ir

جدول ۷. مقایسه‌ی میانگین (± خطای معیار) صفات مورد ارزیابی در مزرعه در آزمایش تحمل.

Table 7. Mean (± SE) comparison of the studied traits in tolerance test in field conditions.

Cultivar	Mean ± SE			
	Consumed leaves (%)	Yield of control (g/p) *	Yield of treated plot (g/p)	Yield loss (%)
Estima	86.67 ± 6.67 c	755 ± 46.29 fghi	476.67 ± 49.76 gh	36.86 ± 6.59 abcd
Morene	53.34 ± 8.82 abc	1006.34 ± 57.48 abcdefghi	786.67 ± 42.86 bcdefg	21.82 ± 4.26 abcd
Bridjet	43.34 ± 8.82 ab	845 ± 84.59 defghi	702.34 ± 34.11 bcdefgh	16.88 ± 4.04 abc
Delikat	76.64 ± 8.82 abc	710.34 ± 66.89 ghi	559 ± 59.97 defgh	21.30 ± 8.44 abcd
Likaria	76.67 ± 12.02 abc	1072.34 ± 90.27 abcdefghi	531.67 ± 118.88 efgh	50.42 ± 11.09 cd
Provento	43.34 ± 8.82 ab	1019.34 ± 72.81 abcdefghi	582 ± 77.52 defgh	42.90 ± 7.60 bcd
Desiree	50 ± 5.77 abc	1276 ± 144.84 abcd	789.34 ± 32.67 bcdefg	38.14 ± 2.56 abcd
Agata	70 ± 5.77 abc	1243.34 ± 112.58 abcde	943.67 ± 85.19 abc	24.09 ± 6.86 abcd
Nicola	76.67 ± 6.67 abc	877.34 ± 55.38 cdefghi	734.67 ± 69.60 bcdefgh	16.26 ± 7.93 abc
Eba	60 ± 5.77 abc	1159.34 ± 75.75 abcdefg	744 ± 40.92 bcdefgh	35.82 ± 3.53 abcd
Diamont	56.67 ± 6.67 abc	790.67 ± 52.05 efghi	480.34 ± 25.98 gh	39.25 ± 3.29 abcd
Raja	83.34 ± 6.67 bc	722 ± 68.07 ghi	491 ± 49.57 h	31.99 ± 6.86 abcd
Santana	40 ± 5.77 a	630.34 ± 57.54 hi	567.67 ± 33.64 defgh	7.98 ± 3.41 a
Romina	83.34 ± 8.82 bc	612.34 ± 53.19 i	431.34 ± 62.31 h	25.49 ± 9.59 abcd
Velox	70 ± 5.77 abc	1265.34 ± 103.99 abcd	668 ± 46.76 bcdefgh	47.20 ± 3.70 bcd
Aparret	67.67 ± 3.33 abc	715.67 ± 56.12 ghi	515.34 ± 51.03 efgh	26.83 ± 7.06 abcd
Bright	63.34 ± 8.82 abc	886.67 ± 65.00 cdefghi	499.67 ± 47.75 fgh	43.64 ± 5.39 bcd
Idul	53.34 ± 8.82 abc	1140.67 ± 93.65abcdefg	842.34 ± 92.44 bcde	26.15 ± 8.11 abcd
Sinja	53.34 ± 8.82 abc	1087 ± 58.02 abcdefgh	803.67 ± 79.55 bcdefg	26.06 ± 7.32abcd
Baltica	70 ± 5.77 abc	1476.67 ± 95.10 a	967.34 ± 74.93 ab	34.49 ± 5.07 abcd
Cosima	76.67 ± 6.67 abc	1371.34 ± 122.66 ab	948.67 ± 74.54 abc	30.82 ± 5.43 abcd
Fianna	66.67 ± 8.82 abc	1029 ± 122.40 abcdefghi	802.33 ± 89.91 bcdefg	22.02 ± 8.74 abcd
Famosa	73.34 ± 8.82 abc	1316.34 ± 124.19 abc	997.67 ± 46.14 ab	24.20 ± 4.30 abcd
Armada	43.34 ± 8.82 ab	1095 ± 5 4.84 abcdefgh	875.34 ± 66.11 bcd	20.06 ± 6.04 abcd
Arrancar	60 ± 5.77 abc	1134.34 ± 117.59 abcdefg	611.67 ± 53.87 cdefgh	46.08 ± 4.75 bcd
Carlita	86.67 ± 8.82 c	892.67 ± 104.75 cdefghi	425 ± 78.03 h	52.39 ± 8.74 d
Elles	50 ± 5.77 abc	1063.34 ± 90.96 abcdefghi	830.67 ± 78.40 bcdef	21.88 ± 7.37 abcd
Miryam	46.67 ± 6.67 abc	838 ± 65.89 defghi	609 ± 43.16 cdefgh	27.33 ± 5.15 abcd
Cardinal	43.34 ± 8.82 ab	911.67 ± 45.91 bcdefghi	666 ± 33.51 bcdefgh	26.84 ± 3.57 abcd
Beluga	66.67 ± 8.82 abc	1216.67 ± 31.99 abcdef	946 ± 51.05 abc	22.25 ± 4.20 abcd
Marfona	40 ± 5.77 a	1073.34 ± 40.19 abcdefghi	814.34 ± 58.27 bcdefg	24.13 ± 5.43 abcd
Satina	43.34 ± 8.82 ab	1477.67 ± 92.48 a	1239 ± 59.75 a	16.15 ± 4.04 ab
Agria	60 ±5.77 abc	861.67 ± 40.73 cdefghi	500.34 ± 45.24 fgh	41.93 ± 5.25 abcd

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P = 0.05, Tukey's HSD).
* Gram per plant

www.SID.ir

منابع

Bishop, B. A. & Grafius, E. J. (1996) Insecticide resistance in the Colorado potato beetle. pp. 355-377 in Jolivet, P. H. A. & Cox, M. L. (Eds) *Chrysomelid biology*. Vol. 1, 417 pp. Amesterdam, Academic Publishing.

Boiteau, G., Pierre, J. & Blanc, R. L. (1999) Colorado potato beetle life stages. Available on: *http://res2agr.ca/fredriction/home/texts/staff/studies/3500/cpb.htm.*

Dimock, M. B., Lapointe, S. L. & Tingey, W. M. (1986) *Solanum neocardenasi* a new source of potato resistance to the Colorado potato beetle (Col.: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology* 79, 1269-1275.

Dimock, M. B. & Tingey, W. M. (1985) Resistance in *Solanum* spp. to the Colorado potato beetle: mechanism, genetic resource and potential. pp. 79-106 in Ferro, D. N. & Voss, R. H. (Eds) *Proceeding of a symposium on the Colorado potato beetle*, *XVII International Congress.* Entomological Bulletin 704 Massachusetts Experimental Station.

Ferro, D. N. & Boiteau, G. (1993) Management of insect pests. pp. 103-116 in Rowei, R. C. (Ed.) *Potato health management.* 274 pp. APS Press, St. Paul, Minnesota.

Ferro, D. N., Norzuch, B. J. & Margolies, D. (1983) Crop loss assessment of Colorado potato beetle on potatoes in western Massachusetts. *Journal of Economic Entomology* 76, 349-356.

Horton, D. N., Chauvin, R. L., Hinojosa, T., Larson, D., Murphy, C. & 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., Ganbalani, G. N. & 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.

Lyytinen, A., Lindstrom, L., Mappes, J. Tiitto, R. J., Fasulati, S. R. & 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.

Martel , J. W., Alford, A. R. & Dickens, D. J. (2007) Evaluation of a novel host plant volatile-based attracticide for management of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). *Crop Protection* 26, 822-827.

Archive of SID

www.SID.ir

Neal, J. J., Stephens, J. C. & Tingey, W. M. (1989) Glandular trichomes of *Solanum berthaultii* and resistance to the Colorado potato beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 51,133-140.

Noronha, C., Duke, G. M. & Goettel, M. S. (2002) Damage potential and phenology of the Colorado potato beetle (Col.: Chrysomelidae) on potato Southern Alberta. *Phytoprotection* 83, 89-98.

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

Pelletier, Y., Clark, C. & 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. & 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. & Michaud, D. (1995) Insect pest control on potato: genetically-based control. pp. 69-79 in Duchesne, R. M. & Boiteau, G. (Eds) *Proceeding of the Symposium Potato Insect Pest Control.*

Pelletier, Y. & Smilowitz, Z. (1990) Effect of trichome B exudates of *Solanum berthaultii* Howkes on consumption by the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). *Journal of Chemical Ecology* 16, 1547-1555.

Ragsdale, D. & Radcliffe, E. B. (1999) Colorado potato beetle management. Available on: *http://impword.umn.edu/aphidalert/CPB≈DWR.Htm.*

Rai, N. & Yadav, D. S. (2005) *Advances in vegetable production*. 995 pp. Reasearchco Book Centre, India.

Scurrah, M. & Raman, K. V. (1984) Breeding and screening for resistance to major potato pests in International Potato Centre (CIP). *Report of the XXVII planning conference on integrated pest management. June 4-8, Lima*, *Peru*, 103-114.

Smith, C. M. (2005) *Plant resistance to arthropods.* 423 pp. Springer Publishers, Netherlands.

Archive of SID

www.SID.ir

Tarn, T. R. (1987) The potential of plant resistance for insect control. pp. 224-234 in Boiteau, G., Singh, R. P. & Parry, R. H. (Eds) *Potato pest management in Canada. Proceeding of a Symposium on Improving Potato Pest Protection*. Frederction, N. B.

Thomas, G. & Sonsonetti, G. (2008) *International year of the potato 2008*; *new light on a hidden treasure*: *an end-of-year review.* 148 pp. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom, Italy.

Tingey, W. M. (1981) Potential for plant resistance in management of arthropod pests. pp. 268-288 in Lashomb, J. H. & Casagrande, R. (Eds) *Advances in potato pest management*. 452 pp. Hutchinson Ross Publisher Company, Strousburg, Pennsylvania.

Tingey, W. M. & Yencho, G. C. (1994) Insect resistance in potato: a decade of progress. pp. 405-425 in Zehnder, G. W., Powelson, M. L., Jansson, R. K. & Raman, K. V. (Eds) *Advances in potato pest biology and management.* 586 pp. APS Press, St-Paul, Minnesota.

Yaser, B. & 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.

Yencho, G. C. & Tingey, W. M. (1994) Glandular trichomes of *Solanum berthaultii* alter host preference of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 70, 217-225.

Archive of SID

www.SID.ir