فصلنامه گیاه‌پزشکی
۱۳۹۰ - ۳ (۴) : ۳۲۹-۳۴۷

مقاومت آنتی‌زنوزی ۳۳ رقم زراعی سیب‌زمینی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی *Leptinotarsa decemlineata*

اکبر قاسمی کهریزه*
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، گروه گیاه‌پزشکی، مهاباد، ایران
قدیر نوری قنبلانی
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
نورالدین شایسته
دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد، گروه گیاه‌پزشکی، مهاباد، ایران
ایرج برنوسی
گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

چکیده

سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say)، یکی از آفات خطرناک سیب‌زمینی در دنیا می‌باشد. یکی از روش‌های کنترل آن استفاده از ارقام مقاوم است. به منظور مقایسه میزان مقاومت آنتی‌زنوزی ۳۳ رقم زراعی سیب‌زمینی نسبت به خسارت این آفت، آزمایش‌های سه ساله‌ای در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت. روش پژوهش در دو سال اول مشابه ولی در سال سوم اندکی متفاوت بود. در یک سری «آزمون انتخاب میزبان» در مزرعه تعداد حشرات کامل جلب شده به هر یک از بوته‌ها به عنوان شاخص آنتی‌زنوز تعیین گردید. در سال ۱۳۸۸ تعداد حشرات کامل جلب شده به هر یک از ارقام و تعداد دستجات تخم گذاشته شده بر روی آن‌ها به عنوان شاخص آنتی‌زنوز مورد استفاده قرار گرفتند. تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA و بر اساس ضریب تشابه فاصله اقلیدسی و با استفاده از نرم افزار MINITAB15 انجام گرفت. تجزیه واریانس مرکب داده‌های آزمون انتخاب میزبان در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ نشان داد که از نظر تعداد سوسک‌های مستقر شده روی بوته‌های مورد بررسی بین سال‌های آزمایش، بلوک‌ها، زمان‌های شمارش، ارقام و اثر متقابل رقم × سال اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بر اساس مقایسه میانگین‌ها، ارقام برایت، دلیکات، نیکولا، سینجا، کارلیتا و کاردینال در سال ۱۳۸۶ و ارقام کاردینال، کارلیتا، سینجا،

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

الس و رومینا در سال ۱۳۸۷ با جلب کمترین تعداد حشرات کامل بیشترین مقاومت آنتی‌زنوزی را نشان دادند. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای در دو سال اول ارقام کاردینال، کارلیتا، سینجا، برایت، راجا، نیکولا، رومینا، سانتانا، الس، فیانا و استیما با جلب کمترین تعداد حشرات کامل از لحاظ شاخص آنتی‌زنوز در گروه مقاوم قرار گرفتند. همچنین نتایج تجزیه خوشه‌ای بر اساس تعداد حشرات بالغ جلب شده به بوته‌ها و تعداد دستجات تخم گذاشته شده در روی بوته‌ها در سال ۱۳۸۸ نشان داد که از لحاظ شاخص آنتی‌زنوز ارقام بریجت، بالتیکا، کاردینال، نیکولا، راجا، برایت، دلیکات، کارلیتا، پروونتو، کوزیما، آرمادا، الس و بلوگا با قرار گرفتن در یک گروه نسبت به بقیه ارقام اثرات آنتی‌زنوزی قابل توجهی داشتند. بر اساس مقایسه میانگین‌های تعداد حشرات کامل جلب شده به بوته‌ها در سه سال آزمایش، ارقام کاردینال، کارلیتا و بریجت با جلب کمترین تعداد حشرات کامل بیشترین مقاومت آنتی‌زنوزی را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: مقاومت، سیب‌زمینی، سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، آنتی‌زنوز

مقدمه

سیب‌زمینی دارای آفات متعددی است که سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Leptinotarsa decemlineata* (Say) از مهمترین آن‌ها محسوب می‌شود (Nouri-Ganbalani, 1989). این آفت همه‌جایی بوده و یکی ازآفات خطرناک سیب‌زمینی و گیاهان دیگر خانواده Solanaceae در اکثر مناطق دنیا می‌باشد (Lopez & Ferro, 1995). به دلیل اهمیت اقتصادی این آفت، تحقیقات وسیعی در سراسر جهان جهت مبارزه با آن صورت می‌گیرد، ولی تاکنون راه حل مطمئن و مؤثری در این زمینه گزارش نشده است.

در حال حاضر کنترل شیمیایی اصلی‌ترین روش مبارزه با سوسک کلرادوی سیب‌زمینی محسوب می‌شود (Ferro & Boiteau, 1993)، ولی این آفت به تمامی حشره‌کش‌هایی که برای کنترل آن بکار می‌رود مقاومت نشان داده است (Bishop & Grafius, 1996). به همین دلیل و به دلیل اثرات سوء متعدد سموم بر روی سلامتی بشر و محیط زیست توجه به روش‌های جایگزین برای مدیریت مؤثر این آفت مهم ضروری به نظر می‌رسد (Martel *et al.*, 2007).

راه‌های متعددی مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت روش کنترل تلفیقی (IPM) جهت کنترل دراز مدت و پایدار این آفت برگزیده شده است. استفاده از گیاهان مقاوم بخش مهمی در سیستم IPM سوسک کلرادوی سیب‌زمینی محسوب شده که می‌تواند باعث کاهش مصرف سموم گردد (Tingey & Yencho, 1994). برنامه‌های اصلاح نباتات و تکنیک‌های ژنتیک مولکولی باعث تولید ارقامی از سیب‌زمینی شده است که یک دامنه‌ای از تأثیرات مختلف را بر

روی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی دارند (Flanders *et al*., 1992; Whalon & Wierenga, 1994) و گرایش و علاقه وافری در ادغام گیاهان مقاوم و سایر روش‌های کنترلی وجود دارد (Hare, 1992). با تلفیق کنترل شیمیایی و واریته‌های مقاوم کارایی کنترل شیمیایی افزایش یافته و کاهش غلظت حشره‌کش‌های مصرفی در نهایت به کاهش استعمال سموم در محیط زیست منجر می‌شود (Smith, 2005). مقاومت گیاهان به بندپایان عبارت است از کیفیت‌های وراثتی گیاه که موجب می‌شود تا گیاهی از یک واریته یا گونه در مقایسه با گیاه حساس که فاقد این کیفیت‌های ارثی می‌باشد از حمله آفت خسارت کمتری ببیند (Painter, 1951; Snelling, 1941). مقاومت گیاهان به بندپایان همیشه جنبه نسبی دارد (Smith, 2005).

در منابع مربوط به مقاومت گیاهان به حشرات سه مکانیسم کیفی مقاومت گیاهان به حشرات به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است Painter, 1951; Muller, 1959; Van der Plank, (1968) این مکانیسم‌ها نخستین بار بوسیله Painter (1951) تعریف شده‌اند. بنا به عقیده Painter اثرات مقاومت گیاهان بر روی حشرات می‌تواند به صورت آنتی‌بیوز، عدم رجحان و تحمل ظاهر شود. بعدها واژه آنتی‌زنوز جایگزین واژه عدم رجحان گردید. این واژه‌ها به منظور توجیه تئوری مقاومت مورد قبول واقع شده‌اند ولی از نظر بیولوژیکی همیشه قابل تفکیک نمی‌باشند (Dent, 2000).

آنتی‌زنوز عبارت است از عدم توانایی گیاه در پذیرایی از حشره گیاه‌خوار که در نتیجه حشره آفت مجبور می‌شود گیاه میزبان دیگری را انتخاب نماید. این واژه برای نخستین بار بوسیله Kogan & Ortman (1978) و به منظور تشریح دقیق‌تر واکنش عدم رجحان (Non-preference) حشرات به گیاه مقاوم که قبلاً به وسیله Painter (1951) عنوان شده بود ارایه گردید. بنا به تعریف Painter (1951) مقاومت عدم رجحان عبارت از مجموعه‌ای از خصوصیات گیاه می‌باشد که باعث می‌شود گیاه واجد آن نسبت به گیاه دیگری که فاقد این خصوصیات بوده و حشره را به خود جلب می‌کند خسارت کمتری متحمل شود.

آنتی‌زنوز یک مکانیسم مقاومت است که به وسیله گیاه و به منظور جلوگیری از کلنی‌سازی یک حشره به کار گرفته می‌شود. از گیاهانی که مقاومت آنتی‌زنوزی نشان می‌دهند انتظار می‌رود که نسبت به گیاهان حساس، آلودگی اولیه کمتر یا نرخ مهاجرت بیشتری داشته باشند (Dent, 2000).

هر دو واژه آنتی‌زنوز و عدم رجحان ناشی از خصوصیات مورفولوژیکی و یا شیمیائی ویژه گیاه می‌باشند که بر روی رفتار حشره تأثیر نامطلوب گذاشته و باعث می‌شود که حشره گیاه میزبان دیگری را انتخاب نماید. وجود موانع فیزیکی از قبیل لایه‌های ضخیم شده اپیدرم گیاهان، لایه مومی و کرک‌ها (تریکوم‌ها) در روی برگ‌ها و ساقه‌های گیاهان ممکن است حشره را مجبور سازند که از تغذیه از گیاهان واجد این ویژگی‌ها منصرف شده و کوشش‌های خود را

برای تغذیه از گیاهان خوش‌خوراک‌تر دیگر متمرکز سازد. همچنین ممکن است گیاهان زراعی واجد مکانیسم آنتی‌زنوز فاقد مواد شیمیایی محرک تغذیه و یا تخم‌ریزی بوده و یا این که مقادیر ناکافی از این مواد را دارا باشند. ممکن است آنتی‌زنوز در گیاهان به خاطر وجود مواد شیمیایی ویژه بازدارنده و یا دورکننده تخم‌ریزی و تغذیه حشره نیز ایجاد شود (Smith, 1989).

در زمینه مقاومت ارقام مختلف سیب‌زمینی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی تحقیقات متعددی صورت گرفته است (Dimock & Tingey, 1985; Flanders *et al.*, 1992; Ghassemi-kahrizeh *et al.*, 2010; Horton *et al.*, 1197; Karroubizadeh *et al.*, 2002; Lyytinen *et al.*, 2007; Pelletier & Michaud, 1995; Pelletier *et al.*, 2001; Pelletier & Tai, 2001; Scurrah & Raman, 1984; Tarn, 1987; Tingry, 1981; Tingey & Yencho, 1994; Yasar & Pelletier & Tai (2001) تنوع ژنتیکی و مکانیسم‌های (Gungor,2005. مقاومت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را در هفت گونه وحشی *Solanum* sp. به همراه سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی از «شاخص تجمع» برای ارزیابی مکانیسم مقاومت آنتی‌زنوز استفاده شده است. تعداد حشرات کامل و دستجات تخم متغیرهای اصلی توصیف کننده «شاخص تجمع» بودند. ارزش پائین «شاخص تجمع» نشان دهنده مکانیسم مقاومتی آنتی‌زنوز بود.

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* به همراه سیب‌زمینی معمولی بررسی نمودند. در این بررسی نیز تعداد حشرات کامل و دستجات تخم متغیرهای اصلی توصیف کننده «شاخص تجمع» بودند و ارزش پائین «شاخص تجمع» نشان دهنده مکانیسم مقاومتی آنتی‌زنوز بود. همه گونه‌های وحشی برای «شاخص تجمع » امتیاز کمتری در مقایسه با سیب‌زمینی معمولی کسب کردند و این بر وجود یک عامل بازدارنده نسبت به حشرات کامل و ترجیح آن‌ها برای تجمع در ۶ گونه وحشی مورد بررسی دلالت دارد (اثرات آنتی‌زنوزی). Karroubizadeh *et al.* (2002) مکانیسم‌های مقاومت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را در ۲۰ رقم زراعی سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاهی و زراعی بررسی نمودند. در یک سری «آزمون انتخاب میزبان» که در شرایط مزرعه‌ای انجام شد تعداد حشرات بالغ جلب شده به برگ‌های هر یک از ارقام به عنوان شاخص آنتی‌زنوز تعیین گردید.

تحقیق حاضر نیز به منظور بررسی میزان مقاومت آنتی‌زنوزی ارقام زراعی سیب‌زمینی نسبت به سوسک کلرادوی سیب‌زمینی صورت گرفته تا در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار در مقاومت ارقام، به منظور کنترل بهتر آفت نسبت به ترویج و توسعه کشت آن‌ها اقدام شود.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی محل اجرای آزمایش

این تحقیق طی سه سال زراعی ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ در شهرستان نقده (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا) واقع در استان آذربایجان غربی به اجرا در آمد.

ارقام مورد بررسی

در این تحقیق، ۳۳ رقم از ارقام زراعی سیب‌زمینی (جدول یک) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمونه‌های بذور (غده‌ها) این ارقام از مرکز تحقیقات کشاورزی استان اردبیل با همکاری و هماهنگی مؤسسه تولید و تکثیر نهال و بذر کشور تهیه گردید.

جدول ۱- اسامی ارقام مختلف سیب‌زمینی به کار رفته 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

آماده‌سازی زمین

زمین مورد آزمایش به مساحت ۱۵۰۰ متر مربع در اوایل پائیز سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ با گاوآهن برگردان‌دار شخم عمیق زده شد. برای از بین بردن کلوخه‌های موجود و مسطح نمودن زمین عملیات دیسک زدن و لولرکشی به صورت عمود بر هم اجرا گردید تا زمین آزمایشی در حد امکان مسطح و عاری از کلوخ گردد. آزمایش طی سه سال انجام گرفت. آزمایش سال اول در یک مزرعه انجام گرفت و آزمایش‌های سال‌های دوم و سوم در یک مزرعه دیگر و با فاصله تقریبی ۵۰۰ متری از مزرعه قبلی انجام گرفت. هرسال قبل از کاشت از نقاط مختلف مزرعه مقداری خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری جهت تعیین مقدار عناصر غذایی نمونه‌برداری شد. برای نمونه‌برداری، پنج نمونه از خاک مزرعه توسط مته برداشته شد. نمونه‌ها با هم مخلوط شده و در فضای آزاد و در معرض هوای آزاد خشکانده شد و پس از غربال با الک دو میلی‌متری به مقدار یک و نیم کیلوگرم به آزمایشگاه تجزیه خاک ارسال گردید. بر اساس

نتایج آزمون خاک در سال اول کود سولفات آمونیوم به نسبت ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود فسفات آمونیوم به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته اوره در دو نوبت در هنگام عملیات خاک دادن پای بوته‌ها مصرف شد. در سال دوم نیز در همان مقادیر از کودهای مذکور استفاده گردید. در سال سوم از هریک از کودهای سولفات آمونیوم و فسفات آمونیوم به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و از کود اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. در هر سه سال مورد بررسی از کودهای مایع ریز مغذی به صورت اسپری پاشی دو ماه بعد از کاشت و به میزان ۵ لیتر در هکتار استفاده گردید.

بررسی آنتی‌زنوز

به منظور بررسی مکانیسم آنتی‌زنوز، آزمایشی با عنوان «آزمون انتخاب میزبان» در مزرعه اجرا گردید. این آزمایش در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با ۳۳ تیمار و ۴ تکرار و در دو سال متوالی (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) انجام گردید. بدین ترتیب که در جوی پشته‌هایی که به صورت دایره‌ای کامل با شعاع ۲/۶۰ متر ایجاد گردید تیمارها (ارقام) به صورت تصادفی و به فاصله ۴۵ سانتی‌متر از همدیگر در پیرامون دایره کشت شدند. بنابراین در مجموع چهار عدد جوی پشته دایره‌ای با فاصله ۴ متر از همدیگر ایجاد و در هر دایره هر تیمار یک بار به صورت تصادفی کشت گردید. حدود دو ماه بعد از کاشت در مرکز دایره‌ها تعداد ۱۰۰۰ عدد حشره کامل (در وسط هر دایره تعداد ۲۵۰ عدد حشره کامل) که از قبل از مزارع سیب‌زمینی منطقه جمع‌آوری شده بودند رهاسازی گردید و در فاصله‌های زمانی پنج روز متوالی تعداد حشرات کامل جلب شده به هر بوته (تیمار یا رقم) شمارش گردید. تعداد حشرات کامل جلب شده به هر تیمار به عنوان شاخص آنتی‌زنوز محسوب گردید و داده‌های جمعیت حشره کامل آفت در ارقام مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. برای جلوگیری از فرار حشرات کامل دور تا دور آزمایش به وسیله پلاستیک شفاف آغشته به گریس به عرض تقریبی ۶۰ سانتی‌متر محصور گردید.

تجزیه واریانس مرکب داده‌های سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با رویه GLM و با استفاده از نرم‌افزار (SAS Institute Inc, 2003) و مقایسهٔ میانگین‌ها با روش Tukey's HSD انجام گرفت. تبدیل داده‌ها با $\sqrt{x+0.5}$ انجام گرفت.

در سال ۱۳۸۸ نیز برای بررسی شاخص آنتی‌زنوز آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت. آزمایش شامل ۳ بلوک و هر بلوک دارای ۳۳ رقم مختلف سیب‌زمینی بود. هر بلوک دارای ۳۳ جوی پشته بوده که طول هر جوی پشته ۳ متر و پهنای پشته‌ها در قاعده ۵۰ و در رأس ۳۰ سانتی‌متر بود. فاصله رأس پشته‌های مجاور از یکدیگر ۱۰۰ سانتی‌متر بود. در هر بوته هشت بوته از یک تیمار کاشته شد. عملیات کاشت در بلوک‌ها بر اساس جدول اعداد تصادفی انجام گرفت.

پنجاه روز بعد از کاشت مزرعه که بوته‌ها در مرحله رشدی نزدیک به گلدهی قرار داشتند بطور طبیعی به آفت آلوده شدند. تعداد حشرات کامل در هر بوته، تعداد دسته تخم در هر بوته و تعداد تخم در هر دسته تخم در تمامی ارقام شمارش گردید. این عمل در هر سه بلوک آلوده به آفت انجام گرفت برای این منظور در هر پشته (هر رقم) دو بوته کناری حذف و از بوته‌های باقیمانده در وسط دو بوته به صورت تصادفی انتخاب شدند (دو بوته با شرایط رشدی یکسان انتخاب شدند) و در روی آن‌ها تعداد حشره کامل، تعداد دسته تخم و تعداد تخم در هر دسته شمارش گردید. تجزیه و تحلیل داده با استفاده از نرم‌افزار SAS و براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با روش Tukey's HSD صورت گرفت. تبدیل داده‌ها با $\sqrt{x+0.5}$ انجام گرفت.

با توجه به تعداد حشرات بالغ جلب شده به بوته‌ها در ۵ روز مورد بررسی در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ و میانگین این تعداد در دو سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA و بر اساس ضریب تشابه فاصله اقلیدسی و با استفاده از نرم‌افزار MINITAB15 انجام گرفت. در سال ۱۳۸۸ تجزیه خوشه‌ای با توجه به دو صفت تعداد حشرات بالغ جلب شده به بوته‌ها و تعداد دستجات تخم گذاشته شده در روی هر بوته انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های آزمون «انتخاب میزبان» در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ به منظور بررسی مکانیسم آنتی‌زنوزی ارقام مورد ارزیابی نسبت به حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب آزمایش آنتی زنوز در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در شرایط مزرعه‌ای

Table 2. Combined analysis of variance of the studied traits in field in the antixenosis test during 2007-2008

Source of variance	Degree of freedom	sum of squars	Mean of squars	F-value	Prabablity
year	1	3.649	3.649	48.76	<0.0001**
block	6	12.899	2.150	28.72	<0.0001**
cultivar	32	312.920	9.779	130.67	<0.0001**
year×cultivar	32	98.703	3.084	41.22	<0.0001**
block×cultivar	192	160.454	0.836	11.17	<0.0001**
time	4	4.484	1.121	14.98	<0.0001**
year×time	4	0.649	0.162	2.17	<0.071^{ns}
cultivar×time	128	21.080	0.165	2.20	<0.0001**
year×cultivar×time	128	25.088	0.196	2.62	<0.0001**
error	792	59.268	0.075		
c.v.	16.01%				

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

از لحاظ تعداد سوسک‌های مستقر شده روی بوته‌های ارقام مورد بررسی بین سال‌های آزمایش، بلوک‌ها، زمان‌های شمارش و ارقام مختلف اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P < ۰/۰۰۰۱$). همچنین اثر متقابل رقم × سال، بلوک × رقم (سال)، رقم × زمان شمارش و رقم × زمان شمارش × سال نیز معنی‌دار است ($P < ۰/۰۰۰۱$). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سه گانه رقم × زمان شمارش × سال، مقایسه میانگین تعداد سوسک‌های مستقر شده بر روی بوته‌های ارقام مورد بررسی در سال‌ها و زمان‌های مختلف بطور جداگانه و با استفاده از آزمون Tukey's HSD انجام گرفت (جدول‌های ۳ و ۴).

مقایسه میانگین‌ها (جدول‌های ۳ و ۴) نشان داد که در زمان‌های مختلف شمارش در سال ۱۳۸۶ کمترین تعداد حشرات کامل به روی بوته‌های ارقام برایت، دلیکات، نیکولا، سینجا، کارلیتا و کاردینال در مقایسه با ارقام دیگر جلب شده بود. همچنین در سال ۱۳۸۷ ارقام کاردینال، کارلیتا، سینجا، الس و رومینا در مقایسه با ارقام دیگر کمترین تعداد حشرات بالغ را به خود جلب نمودند. این امر وجود اثرات آنتی‌زنوزی در این ارقام را نشان می دهد (Smith, 2005).

Karroubizadeh *et al.* (2002) ضمن تحقیق روی ۲۰ رقم از ارقام سیب‌زمینی از لحاظ تعداد حشرات کامل مستقر شده بر روی بوته‌های ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی مشاهده نکردند. نحوه انجام آزمایش آن‌ها تفاوت کلی با نحوه انجام این آزمایش‌ها داشت، ضمن اینکه تنها پنج رقم از ارقام مورد بررسی در این تحقیق (ایدول، دزیره، کاردینال، مارفونا و کارلیتا) توسط آن‌ها بررسی شدند که در تحقیق ما نیز در سال ۱۳۸۷ اختلاف معنی‌داری از نظر آنتی‌زنوزی بین این ۵ رقم مشاهده نگردید و در سال ۱۳۸۶ تنها رقم ایدول با چهار رقم دیگر در گروه آماری متفاوت قرار گرفت. وجود اختلاف معنی‌دار در زمان‌های مختلف شمارش یعنی در پنج روز مورد بررسی (جدول ۲) می‌تواند به این علت باشد که احتمالاً یک حشره بر روی یک رقم مستقر می‌شود ولی به دلیل وجود موانع مورفولوژیکی و یا شیمیایی مثلاً عدم وجود محرک‌های تغذیه‌ای و تخم‌ریزی یا وجود بازدارنده‌های تغذیه‌ای در آن رقم، آن را ترک می‌نماید یا برعکس در روزهای مختلف برخی ارقام را بیشتر ترجیح داده و در روی آن‌ها بیشتر تجمع می‌نماید. برای مثال در روی رقم کارلیتا در حالی که در ۲۴ ساعت اول بعد از رهاسازی بطور میانگین ۱/۲۵ عدد حشره کامل مستقر شده بود، در روزهای بعد این تعداد کاهش یافته و در روز پنجم حشره‌ای بر روی این رقم مشاهده نگردید.

این امر وجود اثرات آنتی‌زنوزی را نشان می‌دهد (Pelletier & Dutheil, 2006). برعکس در روی رقم ساتینا در طی پنج روز شمارش، هر روز بر تعداد سوسک‌های مستقر شده افزوده می‌شد. این مسئله ممکن است مطلوبیت این رقم برای حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را نشان دهد.

جدول۳- مقایسه میانگین (± خطای معیار) تعداد حشرات کامل مستقر شده روی ارقام مختلف سیب‌زمینی در زمان‌های مختلف در سال ۱۳۸۶.

Table 3. Mean (± SE) comparison of the numbers of settled adult beetles on different potato cultivars in various times in 2007.

Cultivar	SE± Mean				
	First Day (n/p)*	Second Day (n/p)	Third Day (n/p)	Forth Day (n/p)	Fifth Day (n/p)
Estima	0.63 abcde*±1.25	0.41 abcd±1.00	0.48 abcdefgh±1.75	0.41 bcdefgh±2.00	0.29 abc±0.50
Morene	0.48 cdefghi±2.75	0.41 abcdefghi±2.00	0.48 defghijk±2.75	0.29 cdefghi±2.50	0.63 defghij±2.75
Bridjet	0.25 ab±0.25	0.25 a±0.25	0.29 abc±0.50	0.29 abc±0.50	0.25 ab±0.25
Delikat	0.25ab±0.25	0.25 a±0.25	0.48 kl±0.75	0.25 ab±0.25	0.29 abc±0.50
Likaria	0.63 fghij±3.75	0.64 jkl±5.50	0.29 abcdef±5.50	0.41 fghijk±4.00	0.63 efghijkl±3.25
Provento	0.25 ab±0.25	0.64 abcde±1.50	0.48 cdefghij±1.25	0.50 cdefghi±2.50	0.41 abcde±1.00
Desiree	0.29 abcdefg±1.50	0.25abcdefg±1.75	0.25 ghijkl±2.25	0.25 abcde±1.25	0.48 abcdef±1.25
Agata	0.85 hij±4.75	0.48 hijkl±4.75	0.48 abcde±4.25	0.64 ghijkl±4.50	0.48 jklm±5.75
Nicola	0 a	0.48 abc±0.75	0.25 fghijk±0.75	0.29 abc±0.50	0.25 ab±0.25
Eba	0.48 ghij±4.25	0.41 fghijk±4.00	0.48 kl±3.25	0.63 efghij±3.75	0.48 ghijkl±4.25
Diamont	0.48 ij±5.25	0.48 jkl±5.75	0.64 abcde±5.50	0.71 jkl±6.00	0.41 ijklm±5.00
Raja	0.50 abcdef±1.50	0.41 abcd±1.00	0.25 bcdefghi±0.75	0.29 abcdef±1.50	0.41 abcde±1.00
Santana	0.64 cdefghi±2.50	0.25 bcdefghi±2.25	0.41 cdefghij±2.00	0.41 abcd±1.00	0.29 abcdefg±1.50
Romina	0.48 cdefghij±2.75	0.48 bcdefghi±2.25	0.63 efghijk±2.25	0.71 defghij±3.00	0.41 efghijk±3.00
Velox	0.85 ghij±4.25	0.82 defghijk±3.00	0.41 hijkl±3.00	0.41 defghij±3.00	0.50 fghijk±3.50
Aparret	0.41 cdefghij±3.00	0.41 defghijk±3.00	0.64 jkl±4.5	0.50 ijkl±5.50	0.63 klm±6.25
Bright	0.85 cdefghi±2.75	0.48 cdefghijk±3.25	0.41 hijkl±5.00	0.63 hijkl±4.75	0.48 ghijkl±3.75
Idul	0.91 jk±6.00	1.11 kl±6.25	0.64 abcd±4.5	1.04 ghijkl±4.50	0.64 fghijkl±3.50
Sinja	0.25 ab±0.25	0.25 a±0.25	0 a	0.25 ab±0.25	0.29 abc±0.50
Baltica	0.41 ij±5.00	0.25 fghijkl±4.25	0.64 cdefghijk±2.50	0.41 abcd±1.00	0.29 abc±0.50
Cosima	0.41 bcdefgh±2.00	0.85 bcdefghij±2.75	0.75 defghijk±2.75	0.25 abcde±1.25	0.64 cdefghi±2.50
Fianna	0.25 ab±0.25	0.25 a±0.25	0.48 abcd±0.75	0.64 abcde±1.50	0.25 ab±0.25
Famosa	0.85 ij±5.25	0.75 efghijk±3.75	0.29 cdefghijk±2.50	0.25 bcdefg±1.75	0.29 abcdefg±1.50
Armada	0.25 abc±0.75	0.50 ab±0.50	0.48 abcd±0.75	0.48 abc±0.75	0.48 abcd±0.75
Arrancar	0.48 abcde±1.25	0.25 abcde±1.25	0.29 abcdefg±1.50	0.29 abcdef±1.50	0.41 abcde±1.00
Carlita	0.48 abcde±1.25	0.25 abcde±1.25	0.25 ab±0.25	0.25 ab±0.25	0 a
Elles	0.85 defghij±3.25	0.48 cdefghij±2.75	0.29 cdefghijk±2.50	0.41 bcdefgh±2.00	0.29 abcdefg±1.50
Miryam	0.41 fghi±4.00	0.41 fghijk±4.00	0.63 fghijk±3.25	0.29 cdefghi±2.50	0.58 bcdefgh±2.00
Cardinal	0.25 ab±0.25	0.48 ab±0.75	0.25 ab±0.25	0 a	0.50 ab±0.50
Beluga	0.41 jk±6.00	0.48 ijkl±5.25	0.48 ijk±4.75	0.29 efghij±3.50	0.48 efghijkl±3.25
Marfona	0.48 abcdefg±1.75	0.85 abcdef±1.75	0.71 efghijk±3.00	0.95 cdefghi±2.75	0.96 hijkl±4.50
Satina	0.85 efghij±3.75	0.87 ghijk±4.50	1.08 lm±7.00	1.18 kl±7.75	1.49 m±9.25
Agria	0.85 k±9.75	0.82 l±8.00	1.08 m±10.00	0.95 l±8.25	0.63 lm±6.75

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

رقم دلیکات در حالی که در سال ۱۳۸۶ از لحاظ شاخص آنتی‌زنوز کیفیت بهتری از خود نشان داده بود، در سال ۱۳۸۷ در ۲۴ ساعت اول با میانگین ۳/۷۵ عدد حشره کامل جلب شده بر بوته از لحاظ شاخص آنتی‌زنوزی کیفیت مطلوب‌تری نداشت، ولی در روزهای بعد، تعداد حشرات کامل مستقر شده روی آن کاهش یافته و در روز پنجم به ۱/۲۵ عدد بر بوته رسید. این امر نیز می‌تواند مؤید وجود اثرات آنتی‌زنوزی در این رقم باشد (Dent, 2000). توجه به مقایسه میانگین‌های سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ شاخص آنتی‌زنوز نشان می‌دهد که در هر دو سال مورد بررسی ارقام کاردینال، کارلیتا، بریجت، سینجا از لحاظ شاخص آنتی‌زنوز کیفیت بهتری از خود نشان دادند.

جدول۴- مقایسه میانگین (± خطای معیار) تعداد حشرات کامل مستقر شده روی ارقام مختلف سیب‌زمینی در زمان‌های مختلف در سال ۱۳۸۷.

Table 4. Mean (± SE) comparison of the numbers of settled adult beetles on different potato cultivars in various times in 2008.

Cultivar	Mean±SE				
	First Day (n/p)*	Second Day (n/p)	Third Day (n/p)	Forth Day (n/p)	Fifth Day (n/p)
Estima	1.60 defghij*±3.25	1.19 bcdefghi±2.50	1.44 abcd±1.75	1.42 abcdef±2.00	1.11 abcde±2.25
Morene	2.33 lm±7.50	1.78 lm±8.00	1.80 l±8.25	2.60 m±8.50	1.42 i±8.00
Bridjet	0.71 abcd±1.00	0.71 abcd±1.00	0.29 abc±0.50	0.48 ab±0.75	0.25 ab±0.25
Delikat	0.48 abcdeghijkl±3.75	0.87 bcdefghi±2.50	0.65 cdefgh±2.50	0.48 abcdefg±1.75	0.75 abcd±1.25
Likaria	1.32 defghij±3.25	1.03 cdefghi±2.75	1.03 cdefgh±2.75	1.85 bcdefhi±3.50	0.87 abcde±1.50
Provento	1.25 ghijkl±4.25	0.75 efghij±3.25	1.69 efghi±4.00	1.38 bcdefghi±3.25	1.96 defgh±4.00
Desiree	1.11 ijklm±4.75	1.55 jklm±6.25	1.32 hijkl±5.50	1.03 ghijklm±4.25	1.80 fghi±5.25
Agata	1.55 hijkl±4.75	1.19 jklm±6.50	1.08 fghijk±4.00	0.65 efgijk±3.50	0.25 bcde±1.75
Nicola	1.08 abcdeefgh±2.00	0.25 abcdefg±1.75	0.48 abcdefg±1.75	0.25 ab±0.75	0.48 abcde±1.25
Eba	1.47 acdefghi±3.00	1.11 defghij±3.25	2.02 efghij±4.25	2.25 fghijklm±4.75	2.18 cdefg±3.75
Diamont	0.95 abcdefghi±2.25	0.95 bcdefgh±2.25	1.85 bcdefg±2.50	1.85 bcdefg±2.50	1.36 abcde±2.00
Raja	1.19 abcde±1.50	0.75 abcde±1.25	0.75 abcde±1.25	0.87 abcde±1.50	0.48 ab±0.75
Santana	0.63 abcdefg±1.75	0.65 abcdefg±1.50	0.65 abcdef±1.50	0.41 abcd±1.00	0.29 abcde±1.50
Romina	0.48 abc±0.75	0.48 abc±0.75	0.48 abc±0.75	0.48 ab±0.75	0.86 abcde±1.75
Velox	1.58 ijklm±5.00	1.94 jklm±6.50	2.56 kl±7.75	2.66 klm±7.25	2.50 hi±7.25
Aparret	0.48 ijklm±4.75	0.86 hijkl±4.25	1.19 ghijkl±4.50	1.18 efghijkl±3.75	1.11 bcde±2.25
Bright	1.58 fghijkl±4.00	1.56 efghij±3.50	1.32 efgh±3.25	1.96 bcdefghi±3.00	1.18 abcde±1.75
Idul	0.96 efghijk±3.50	0.75 cdefghi±2.75	0.50 cdefgh±2.50	0.48 bcdefgh±2.25	0.25 abcde±1.25
Sinja	0.50 ab±0.50	0.63 abcdef±1.25	0.63 abcde±1.25	0.93 abc±1.25	0.93 abc±1.25
Baltica	0.86 defghijk±3.25	0.86 cdefghi±2.75	1.08 defgh±3.00	1.36 fghijkl±4.00	1.70 efgh±4.00
Cosima	1.78 efghijkl±4.00	1.80 efghij±3.75	1.56 ghijkl±4.50	1.55 ghijklm±4.75	1.80 cdefgh±3.75
Fianna	1.08 abcdefgh±2.00	1.11 fghijk±3.75	1.60 fghijk±4.25	1.19 defghijk±3.50	0.95 abc±1.25
Famosa	0.87 bcdefghi±2.50	0.91 ghijkl±4.00	0.71 efgh±3.00	0.41 bcdefg±2.00	0.41 bcdef±2.00
Armada	2.14 klm±6.75	1.56 ijklm±5.50	1.32 hijklm±5.50	0.87 ijklm±5.50	1.50 defgh±3.75
Arrancar	1.36 ghijkl±4.00	2.18 ijklm±5.75	1.94 fghijk±4.50	2.14 cdefghij±3.75	1.32 cdefg±3.25
Carlita	0.50 ab±0.50	0.50 ab±0.50	0.50 ab±0.50	0 a	0 a
Elles	0.48 abc±0.75	0.50 ab±0.50	0.48 abcd±0.75	0.48 ab±0.75	0.48 ab±0.75
Miryam	0.65 abcdefg±1.50	0.75 abcdefgh±1.75	0.87 abcde±1.50	0.58 abc±1.00	0.41 bcdef±2.00
Cardinal	0.25 a±0.25	0 a	0 a	0 a	0.25 ab±0.25
Beluga	1.38 m±8.75	1.18 m±8.25	0.87 kl±7.50	0.95 hijklm±5.25	1.80 ghi±5.75
Marfona	0.63 abcdef±1.25	1.19 bcdefghi±2.50	1.25 bcdefghi±2.75	1.23 abcdef±2.00	0.41 bcdef±2.00
Satina	1.55 klm±6.75	2.29 klm±7.75	1.65 jkl±7.25	1.55 jklm±6.75	1.69 ghi±6.00
Agria	2.54 jklm±6.50	2.74 lm±8.00	2.98 ijkl±7.25	3.09 lm±7.75	1.50 ghi±5.50

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

معنی‌دار بودن اثر متقابل رقم × سال ($P < ۰/۰۰۰۱$) نشان دهنده تغییر حساسیت مقاومت ژنوتیپ‌ها در سال‌های آزمایش است. وجود اختلاف معنی‌دار در بین سال‌های مورد بررسی با توجه به انجام بررسی در شرایط مزرعه‌ای و متفاوت بودن شرایط اقلیمی حاکم بر این سال‌ها و متفاوت بودن مزارع آزمایشی قابل توجیه می‌باشد. ترک حشرات کامل سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از بوته‌های گونه مقاوم *S. tarijense* به عنوان یک مکانیسم مقاومتی این گونه شناخته شده است. فراوانی تریکوم‌های سطح برگ و وجود ترکیبات ضد تغذیه‌ای در برگ‌ها عامل اصلی این مکانیسم مقاومتی بیان شده است (Pelletier & Dutheil, 2006).

تجزیه واریانس داده‌های صفات مورد مطالعه جهت بررسی مکانیسم آنتی‌زنوزی در سال ۱۳۸۸ (جدول ۵) وجود اختلاف معنی‌دار ($P < ۰/۰۱$) بین تیمارها (ارقام) در مورد تمامی صفات مورد بررسی را نشان داد. در این سال که آلودگی بوته‌ها به طور طبیعی انجام گرفت

مقایسه میانگین تعداد حشرات کامل جلب شده بر روی ارقام نشان داد که کمترین تعداد حشرات کامل به ترتیب روی ارقام راجا، کاردینال، بریجت، برایت و نیکولا به ترتیب با میانگین ۰/۱۷ ± ۰/۳۳، ۰/۲۹ ± ۰/۵، ۰/۲۹ ±۰ /۵، ۰/۲۹ ± ۰/۵ و ۰/۱۷ ± ۰/۶۷ عدد و بیشترین تعداد بر روی رقم 'آگریا' با میانگین ۰/۲۹ ± ۳/۵ جلب شده بود (جدول ۶). در این سال نیز نتایج حاصله مغایرتی با نتایج Karroubizadeh *et al*. (2002) در خصوص بررسی شاخص آنتی‌زنوز در ۲۰ رقم زراعی سیب‌زمینی نشان نداد.

جدول ۵- خلاصه تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آزمایش آنتی‌زنوز در سال ۱۳۸۸.

Table 5. Analysis of variance of studied traits in antixenosis experiment in 2009.

Source of Variance	Degree of Freedom	Mean Squars		
		Number of insect per plant	Number of egg masses per plant	Number of egg per egg masses
Repeat	3	^{ns} 0.004	0.270**	14.592 ^{ns}
Treatment	32	0.208**	0.254**	33.256**
Error	64	0.059	0.040	10.867
C.V.		17.13%	11.11%	13.67%

^{ns} and ** are non significant and significant at 0.01 level, respectively.

در سال ۱۳۸۸ در روی تمامی ارقام مورد بررسی تخم‌ریزی مشاهده گردید. کمترین تعداد دسته تخم در روی ارقام برایت ، بریجت، راجا و بالتیکا به ترتیب با میانگین ۰ ± ۱، ۰/۲۹ ± ۱/۵، ۱/۵±۰/۲۹ و ۱/۵ ± ۰/۵ عدد دسته تخم در بوته مشاهده گردید که این ارقام شاخص آنتی‌زنوزی خوبی نشان دادند ضمن این که بیشترین تعداد دسته تخم به ارقام میریام و ایدول به ترتیب با میانگین ۰/۳۳ ± ۵/۱۷ و ۰/۸۳ ± ۴/۶۷ عدد دسته تخم بر بوته مربوط بود. کمترین تعداد تخم در دسته مربوط به ارقام ساتینا و دزیره و دلیکات به ترتیب با میانگین ۰/۹۷ ± ۱۵/۳۳، ۱/۶۹ ± ۱۷/۸۷ و ۰/۴۴ ± ۱۹/۰۸ عدد تخم در دسته بود، و از این لحاظ شاخص آنتی‌زنوزی خوبی از خود ارائه نمودند. در حالی که بیشترین تعداد تخم در دسته در روی رقم الس با میانگین ۱/۴۰ ± ۳۱/۲۰ عدد تخم در دسته مشاهده گردید. (جدول ۶).

Pelletier & Tai (2001)، Pelletier *et al.* (2001) و Pelletier *et al*. (2007) تعداد حشرات کامل و دستجات تخم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در روی بوته‌های گونه‌های وحشی *Solanum* را به عنوان متغیر اصلی توصیف کننده فاکتور «تجمع» منظور نمودند و نتیجه گرفتند که مکانیسم مقاومتی گونه‌های با تجمع پائین از نوع آنتی‌زنوز می‌باشد. در تحقیق حاضر نیز ارزیابی شاخص آنتی‌زنوز بر این مبنا صورت گرفته است.

نتایج حاصل از آزمایش‌ها ترجیح میزبانی بوسیله حشرات کامل در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ با نتایج حاصل از این آزمایش‌ها در سال ۱۳۸۸ تفاوت‌هایی را از لحاظ شاخص آنتی-زنوزی ارقام مختلف نشان می‌دهد. این تفاوت‌ها احتمال دارد به شیوه اجرای آزمایش‌ها مربوط

باشد، زیرا در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ آلودگی به طور مصنوعی ولی در سال ۱۳۸۸ آلودگی بصورت طبیعی انجام گرفت.

نتایج تجزیه خوشه‌ای براساس تعداد حشرات بالغ جلب شده به بوته‌های ارقام مختلف در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و میانگین سال‌های مزبور به ترتیب در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است. این نتایج نشان داد که در سال ۱۳۸۶ ارقام بریجت، دلیکات، نیکولا، سینجا، کاردینال، آرمادا، فیانا، کارلیتا، پروونتو، راجا، آرانکار و استیما با جلب کمترین تعداد حشرات بالغ از لحاظ شاخص آنتی‌زنوز در گروه مقاوم قرار گرفتند (شکل ۱). در سال ۱۳۸۷ نیز ارقام کاردینال، کارلیتا، بریجت، رومینا، الس، راجا، سینجا، نیکولا، سانتانا و میریام با جلب کمترین تعداد حشرات بالغ از لحاظ شاخص آنتی‌زنوز در گروه مقاوم قرار گرفتند (شکل ۲). براساس میانگین تعداد حشرات بالغ جلب شده به بوته‌های ارقام مورد بررسی در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در شرایط مزرعه‌ای، ارقام در چهار گروه مقاوم، نیمه مقاوم، حساس و خیلی حساس قرار گرفتند، به طوری که ارقام کاردینال، کارلیتا، سینجا، بریجت، راجا، نیکولا، رومینا، سانتانا ، الس، فیانا و استیما با جلب کمترین تعداد حشرات بالغ از لحاظ شاخص آنتی‌زنوز در گروه مقاوم و ارقام ساتینا و آگریا با جلب بیشترین تعداد حشرات بالغ از لحاظ شاخص آنتی‌زنوز در گروه خیلی حساس قرار گرفتند (شکل۳).

تجزیه خوشه‌ای براساس تعداد حشرات بالغ جلب شده به بوته‌ها و تعداد دستجات تخم گذاشته شده در روی بوته‌ها در سال ۱۳۸۸ ارقام مورد بررسی را در سه خوشهٔ مقاوم، حساس و خیلی حساس قرار داد و ارقام بریجت، بالتیکا، کاردینال، نیکولا، راجا، برایت، دلیکات، کارلیتا، پروونتو، کوزیما، آرمادا، الس و بلوگا خوشه مقاوم را به خود اختصاص دادند (شکل ۴).

براساس نتایج «آزمون انتخاب میزبان» در میان ارقام مورد بررسی از نظر رجحان سوسک‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید ($P < ۰/۰۰۰۱$) که با توجه به میانگین تعداد حشرات کامل مستقر شده بر روی بوته‌ها در سه سال آزمایش، سوسک کلرادوی سیب‌زمینی به ارقام کاردینال، کارلیتا، و بریجت بیشترین عدم رجحان را نشان داد. این موضوع می‌تواند به وجود موانع مورفولوژیکی و یا شیمیایی جهت جلوگیری از استقرار، تغذیه و یا تخم‌ریزی سوسک‌ها مربوط باشد که باید مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

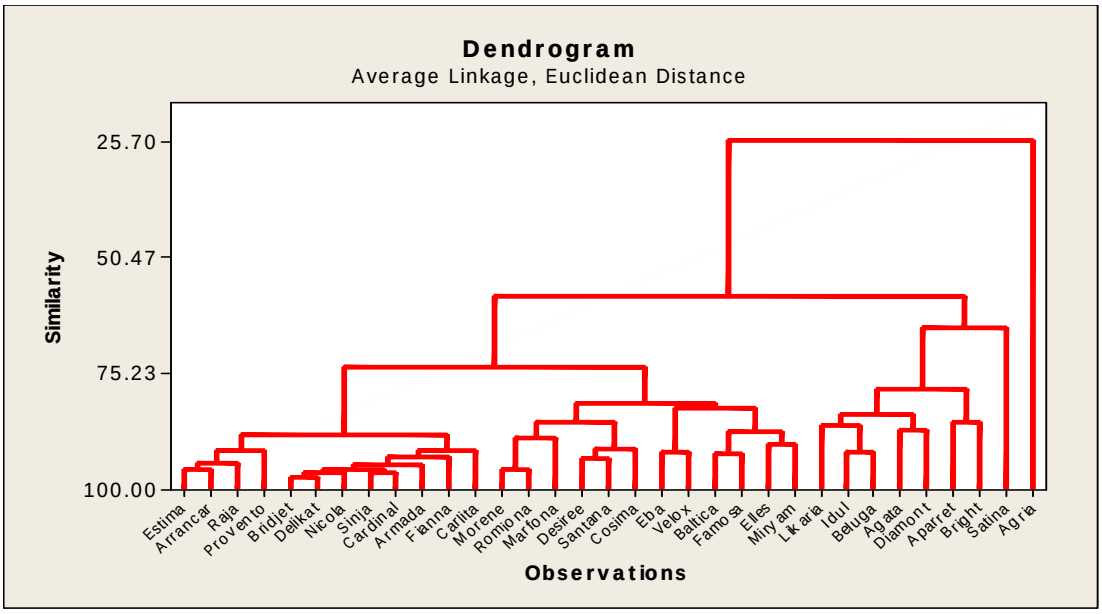
جدول ۶ - مقایسه میانگین (± خطای معیار) صفات مورد ارزیابی در آزمایش آنتی‌زنوز در سال ۱۳۸۸.

Table 6. Mean (± SE) comparison of studied traits in antixenosis experiment in 2009.

Cultivar	Mean±SE		
	Number of insect per plant	Number of egg masses per plant	Number of egg per egg masses
Estima	0.17 abcd*±1.83	0.60 defg±3.83	0.51 abcd±22.99
Morene	0.42 abcd±2.17	0.50 bcdefg±3.50	1.75 abcd±25.10
Bridjet	0.29 ab±0.50	0.29 abc±1.50	0.49 abcd±21.28
Delikat	0.17 abcd±1.17	0.44 abcdef±2.17	0.44 abc±19.08
Likaria	0.50 abcd±1.50	0.76 abcdefg±3.00	2.69 abcd±25.07
Provento	0.60 abcd±1.33	0.00 abcde±2.00	5.85 abcd±24.02
Desiree	0.44 abcd±2.33	0.58 abcdefg±3.00	1.69 ab±17.87
Agata	0.67 abcd±2.17	0.58 abcdefg±3.00	2.55 bcd±26.90
Nicola	0.17 abc±0.67	0.17 abcd±1.67	1.70 bcd±26.94
Eba	0.33 abcd±1.33	0.44 abcdefg±2.67	1.30 abcd±25.94
Diamont	0.33 abcd±2.17	0.50 bcdefg±3.50	2.21 abcd±22.57
Raja	0.17 a±0.33	0.29 abc±1.50	1.36 abcd±21.18
Santana	0.44 abcd±2.17	0.33 defg±3.83	1.88 abcd±23.50
Romina	0.33 abcd±1.33	0.60 abcdefg±2.67	1.51 bcd±26.61
Velox	0.73 bcd±2.67	0.73 defg±4.17	1.22 abcd±23.42
Aparret	0.73 cd±2.83	0.33 defg±4.17	2.35 abcd±25.18
Bright	0.29 ab±0.50	0.00 a±1.00	1.80 abcd±23.50
Idul	0.17 abcd±2.17	0.83 fg±4.67	1.09 abcd±23.17
Sinja	0.33 cd±2.67	0.58 bcdefg±3.50	1.30 abcd±25.13
Baltica	0.29 abcd±1.00	0.50 ab±1.50	2.17 abcd±20.67
Cosima	0.29 abcd±1.00	0.50 abcde±2.00	0.78 abcd±21.45
Fianna	0.17 abcd±1.33	0.29 abcdefg±3.50	0.51 abcd±21.61
Famosa	0.60 abcd±1.83	0.44 defg±3.83	2.39 cd±28.68
Armada	0.29 abcd±1.00	0.29 abcde±2.00	1.32 abcd±24.05
Arrancar	0.58 abcd±1.50	0.50 abcdefg±3.00	1.89 bcd±26.85
Carlita	0.17 abcd±1.17	0.33 abcdef±2.33	1.15 abcd±23.96
Elles	0.60 abcd±1.83	0.33 abcde±1.83	1.40 d±31.20
Miryam	0.44 abcd±1.83	5.17±0.33 g	1.51 abcd±22.16
Cardinal	0.29 ab±0.50	1.50±0.29 abc	28.14±2.43 bcd
Beluga	0.17 abcd±1.67	0.17 abcde±1.83	1.76 abcd±25.99
Marfona	0.17 abcd±1.33	0.44 cdefg±3.67	1.18 cd±29.66
Satina	0.58 abcd±2.00	0.50 bcdefg±3.50	0.97 a±15.33
Agria	0.29 d±3.50	0.44 bcdefg±3.17	1.72 bcd±26.63

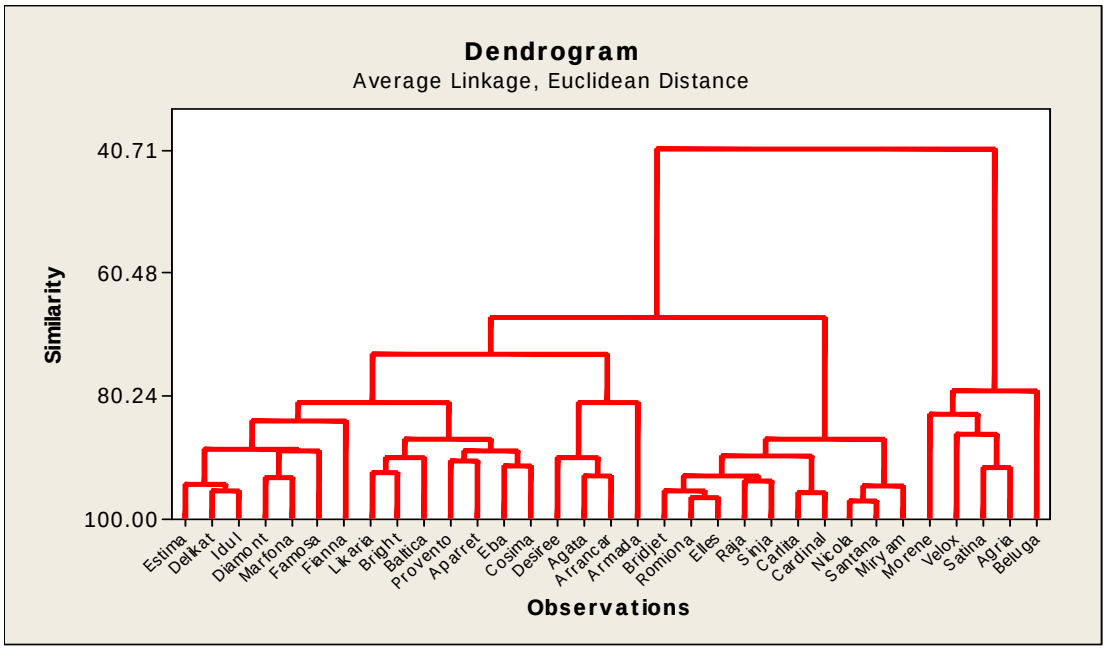
Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P=0.05, Tukey's HSD).

* Number per plant



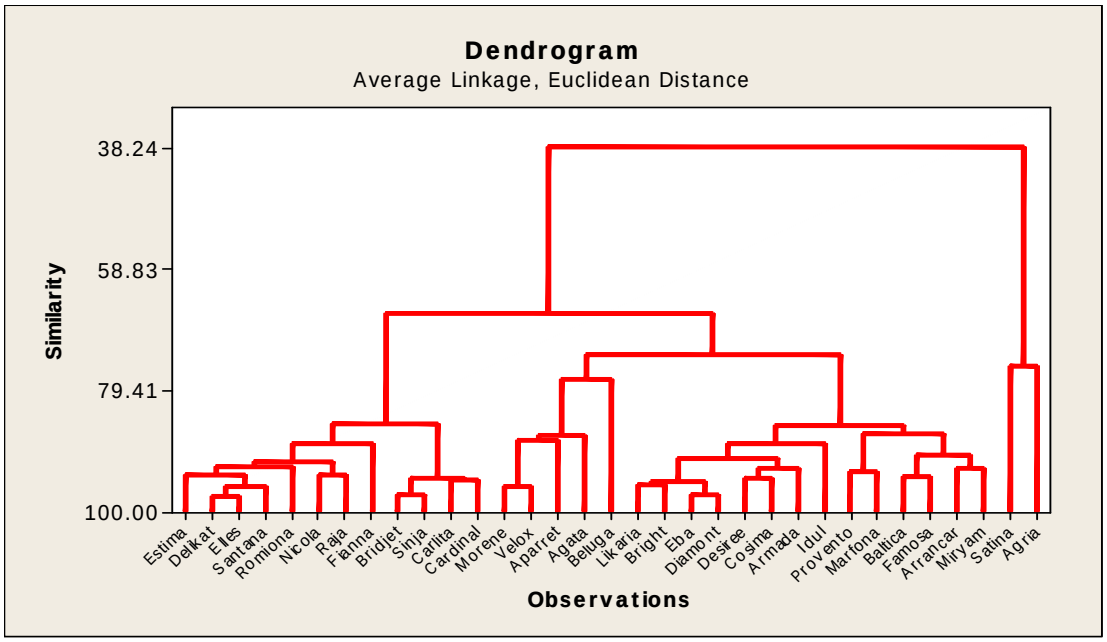
شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۳۳ رقم مورد مطالعه در آزمایش آنتی‌زنوز نسبت به سوسک کلرادوی سیب زمینی در سال ۱۳۸۶.

Figure 1. Dendrogram of cluster analyses of 33 potato cultivars in antixenosis experiment against Colorado Potato Beetle in 2007.



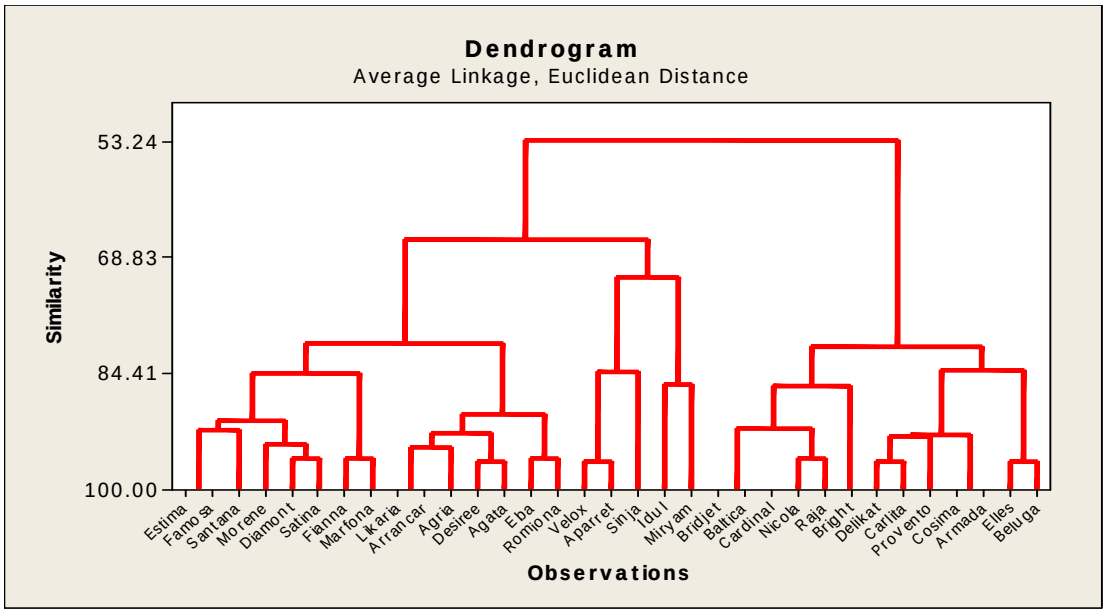
شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۳۳ رقم مورد مطالعه در آزمایش آنتی‌زنوز نسبت به سوسک کلرادوی سیب زمینی در سال ۱۳۸۷.

Figure 2. Dendrogram of cluster analyses of 33 potato cultivars in antixenosis experiment against Colorado Potato Beetle in 2008.



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۳۳ رقم مورد مطالعه در آزمایش آنتی‌زنوز نسبت به سوسک کلرادوی سیب زمینی در سال‌های ۱۳۸۶و ۱۳۸۷.

Figure 3. Dendrogram of cluster analyses of 33 potato cultivars in antixenosis experiment against Colorado Potato Beetle during 2007-2008



شکل۴- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۳۳ رقم مورد مطالعه در آزمایش آنتی‌زنوز نسبت به سوسک کلرادوی سیب زمینی در سال ۱۳۸۸.

Figure 4. Dendrogram of cluster analyses of 33 potato cultivars in antixenosis experiment against Colorado Potato Beetle in 2009.

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), *Chrysomelidae biology*. Vol. 1. Amsterdam, Netherlands: SPB Academic Publishing.

Cooper, S. G., Douches, D. S., Coombs, J. J. & 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.

Dent, D. 2000. Insect pest management. (2th ed.). CABI Publishing, 410 pp.

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.

Ferro, D. N. & Boiteau, G. 1993. Management of insect pests, pp. 103–116. In: Rowe, R. C., Curwen, D., Loria, R., Ferro, D. N. & Secor, G. A. (Eds), Potato health management. APS Press. Potato Association of America.

Flanders, K. L., Hawkes, J. G., Radcliffe, E. B. & Lauer, F. I. 1992. Insect resistance in potatoes: sources, evolutionary relationships, morphological and chemical defences, and ecogeographical association. *Euphytica,* 61: 83–111.

Ghassemi-Kahrizeh, A., Nouri-Ganbalani, G., Shayesteh, N. & Bernousi, I. 2010. Antibiosis effects of 20 potato cultivars to the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col.Chrysomelidae). *Journal of Food, Agriculture & Environment,* Vol. (3&4): 795-799.

Hare, J. D. 1992. Effects of plant variation on herbivore-natural enemy interaction, pp. 278–298, In: Fritz, R. S. and Simms, E. L. (Eds), Plant resistance to herbivores and pathogens. University of Chicago Press, Chicago, IL.

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. (in Persian with English abstract).

Kogan, M. & Ortman, E. E. 1978. Antixenosis- a new term proposes to replace Paiter's ''non-preference'' modality of resistance. *Bulletin of the Entomological Society of America,* 24: 175–176.

Lopez, R. & 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.

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.

Muller, K. O. 1959. Hypersensitivity, pp. 469–519, In: Horsfall, J. G. & Dimond, A. E. (Eds), *Plant Pathology-An Advanced Treatise*. Academic Press, New York, USA.

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).

Painter, R. H. 1951. *Insect Resistance in Crop Plants*. Mac Millan Publisher, New York, USA,

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

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. & Tai, G. C. C. 2001. Genotypic variability and mode of action of Colorado potato beetle (Col. Chrysomelidae) resistance in seven Solanum species. *Journal of Economic Entomology,* 94: 572–578.

Pelletier, Y., Clark, C. & 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.

SAS Institute. 2003. *SAS/Stat User's Guide, Version* 8. SAS Institute Inc.

Scurrah, M. & Raman, K. V. 1984. Breeding and screening for resistance to major potato pests in International Potato Centere (CIP). *Report of the XXVII planning confernce on Integrated Pest Management,* June 4-8, 1984, Lima, Peru. pp. 103-114.

Smith, C. M. 1989. *Plant Resistance to Insects – A Fundamental Approach.* John Wiley, New York.

Smith, C. M. 2005. *Plant Resistance to Arthropods*. Springer Publishers, Netherlands.

Snelling, R. O. 1941. Resistance of plants to insect attacks. *Biological Reviews,* 7: 543–586.

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.

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 Managemant.* 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*. APS, St. Paul, Minnesota

Van der Plank, J. E. 1968. *Disease Resistance in Plants*. Academic Press, London.

Whalon, M. E. & Wierenga, J. M. 1994. *Bacillus thuringiensis* resistant Colorado potato beetle and transgenic plants: some operational and ecological implication for deployment. *Biocontrol Science and Technology,* 4: 555–561.

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 (4): 589–596.