نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۲۳۷-۲۳۱

Journal of Plant Protection
Vol. 27, No. 2, Summer 2013, P. 231-237

ترجیح میزبانی و بیولوژی بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep.: Gelechiidae)، روی برگ‌های ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی تحت شرایط گلخانه‌ای

سید مظفر منصوری[۱]- سید علی اصغر فتحی[۲*]- قدیر نوری قنبلانی[۳]- جبراییل رزمجو[۴]- بهرام ناصری[۵]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۷/۲
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۲/۴

چکیده

بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller)، یکی از آفات مهم سیب‌زمینی در مزرعه و انبار است. در این تحقیق، ترجیح میزبانی، بیولوژی و پارامترهای رشد جمعیت این آفت روی برگ‌های ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی شامل هفت رقم تجاری (آگریا، آئوزونیا، اسپریت، ساتینا، ساوالان،کندور، مورن) و پنج کلون ایرانی (PI۳۹۶۱۵۶-۵، PI۳۹۷۰۴۵-۱۵، PI۳۹۷۰۹۷-۲، PI۳۹۷۰۸۲-۲، PI۳۹۶۱۲۴) در گلخانه‌ای در دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری تاریکی: روشنایی (۱۴:۱۰) مطالعه شد. برای آزمایش‌های با حق انتخاب، قفس‌هایی با ابعاد ۱×۱×۱/۵ متر انتخاب و داخل آن یک گلدان حاوی یک بوته از هر کدام از ۱۲ ژرم‌پلاسم مورد مطالعه در یک ردیف دایره‌ای چیده شدند و ۱۲ جفت حشره کامل یکروزه داخل قفس رهاسازی گردید. پس از گذشت یک هفته، تعداد دالان‌های ایجاد شده و تعداد لارو زنده روی یک بوته شمارش شد. نتایج نشان داد که در بین ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه کمترین درصد برگچه‌های آسیب‌دیده و کمترین تعداد لارو زنده (۵/۱ و۴/۸ عدد) روی ۲-PI۳۹۷۰۹۷ مشاهده گردید. در آزمایش‌های بدون حق انتخاب، طول دوره‌ی نشوونمای لاروی و شفیرگی، درصد بقای لاروی و شفیرگی، وزن شفیره‌ها و پارامترهای رشد جمعیت آفت با پرورش روی برگ‌های هر یک از ۱۲ ژرم‌پلاسم مورد مطالعه سیب‌زمینی تعیین گردید. طول دوره نشوونمای لاروی، شفیرگی و مدت زمان یک نسل آفت روی ۲-PI۳۹۷۰۹۷ در مقایسه با سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه به طور معنی‌داری بیشتر بود. کمترین وزن شفیرگی، کمترین درصد بقای لاروی و نیز کمترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (۰/۰۷۶) و نرخ متناهی جمعیت (۱/۰۷۹) روی ۲-PI۳۹۷۰۹۷ مشاهده شد. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کلون ۲-PI۳۹۷۰۹۷ در بین ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه سیب‌زمینی کمترین مطلوبیت غذایی را نسبت به بید سیب‌زمینی دارد.

واژه‌های کلیدی: ترجیح میزبانی، بیولوژی، پارامترهای رشد جمعیت، *Phthorimaea operculella*، ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی

مقدمه

سیب‌زمینی، *Solanumtuberosum* L.، بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی در استان اردبیل است و در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ سطح زیر کشت سیب‌زمینی در این استان حدود ۲۵ هزار هکتار می‌باشد (۱). بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep.: Gelechiidae)، یکی از آفات مهم سیب‌زمینی در انبار و مزرعه می‌باشد (۲، ۷ و ۱۵). بید سیب‌زمینی در طول فصل زراعی به شاخ و برگ‌ها و در انبار به غده‌های سیب‌زمینی خسارت می‌زند (۷، ۱۴ و ۱۵). آلودگی در مزارع سیب‌زمینی با تخمریزی حشرات کامل این آفت روی برگ‌ها آغاز می‌شود. در فصل بهار و تابستان لاروهای این آفت دالان‌های تغذیه‌ای روی برگ‌ها، دمبرگ‌ها و ساقه سیب‌زمینی ایجاد کرده و سبب کاهش سطح فتوسنتز کننده گیاه می‌شوند (۱۵). لاروهای بید سیب‌زمینی برگ‌ها را نسبت به سایر قسمت‌های گیاه سیب‌زمینی ترجیح می‌دهند و به طور معمول با حفر دالان‌هایی در برگ خسارت می‌زنند. لاروهای رشد یافته با ایجاد دالان‌های تغذیه‌ای از برگ‌ها به ساقه گیاه نیز وارد می‌شوند. این آفت در مناطق گرمسیری خسارت شدیدی را روی شاخ و برگ گیاهان سیب‌زمینی وارد می‌سازد. خسارت بید سیب‌زمینی از مزرعه شروع شده و در انبار با ایجاد دالان‌های تغذیه‌ای لاروی داخل غده‌های سیب‌زمینی شدید می‌شود (۲ و ۱۴).

برای کنترل خسارت وارده توسط لاروهای بید سیب‌زمینی در مزرعه و انبار از حشره‌کش‌های مختلف استفاده می‌شود (۱۵). کاربرد

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵- به ترتیب دانشجوی دکتری حشره‌شناسی، دانشیار، استاد، دانشیار و استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*- نویسنده مسئول: Email: fathi@uma.ac.ir)

بی‌رویه‌ی حشره‌کش‌ها در کنترل این آفت سبب بر جای ماندن بقایای حشره‌کش‌ها روی غده‌های انبار شده و نیز بروز مقاومت نسبت به آفت‌کش‌ها می‌شود (۱۵). از این‌رو، استفاده از روش‌های جایگزین و سالم در کنترل این آفت نظیر کاربرد رقم‌های مقاوم در مزرعه و انبار می‌تواند در کاهش مصرف حشره‌کش‌ها مفید باشد. در دنیا تحقیقات زیادی در زمینه تعیین میزان مقاومت شاخ و برگ و نیز غده‌های ژنوتیپ‌های مختلف سیب‌زمینی نسبت به بید سیب‌زمینی انجام شده است (۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۴ و۱۶). ولی در ایران تاکنون مطالعه‌ای در زمینه بررسی میزان مقاومت کلون‌های سیب‌زمینی تولید شده در کشور نسبت به بید سیب‌زمینی انجام نشده است. لذا، این پژوهش با هدف مطالعه رجحان بید سیب‌زمینی نسبت به ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی و بررسی بیولوژی بید سیب‌زمینی با تغذیه از برگ‌های ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی انجام شد. نتایج حاصل می‌تواند در طراحی برنامه‌های مدیریت تلفیقی بید سیب‌زمینی در مزارع سیب‌زمینی استفاده شود.

مواد و روش‌ها

تهیه و کاشت ژرم‌پلاسم‌های سیب‌زمینی

در این تحقیق، غده‌های هفت رقم تجاری سیب‌زمینی به نام‌های آگریا، اسپدیت، آئوزونیا، مورن، ساتینی، کندور و ساوالان و پنج کلون ایرانی با کدهای PI۳۹۶۱۵۶-۵، PI۳۹۷۰۴۵-۱۵، PI۳۹۷۰۹۷-۲، PI۳۹۷۰۸۲-۲، PI۳۹۶۱۲۴ از موسسه تهیه و اصلاح نهال و بذر کشور در کرج تهیه شدند. غده‌های رقم‌های مورد مطالعه در گلدان‌های با قطر دهانه ۱۵ سانتیمتر در خاک طبیعی در شرایط دمایی ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری تاریکی:روشنایی (۱۴:۱۰) کشت شدند. پس از رشد رویشی گیاهان و رسیدن آنها به مرحله به ساقه رفتن با شش برگ کامل، گیاهان داخل گلدان برای انجام آزمایش‌ها استفاده شدند.

تهیه کلنی حشره

برای تهیه کلنی بید سیب‌زمینی در آزمایشگاه، ابتدا برگ‌های آلوده به لاروهای سن آخر بید سیب‌زمینی از روی بوته‌های سیب‌زمینی در مزارع دشت اردبیل جمع‌آوری شدند. برگ‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و تحت شرایط دمایی ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و تاریکی:روشنایی (۱۴:۱۰) درون ظروف پلاستیکی (به شکل مکعب و با ابعاد ۲۰×۱۰×۱۰ سانتیمتر و دارای سوراخ پوشیده با تور ابریشمی جهت تهویه) تا زمان ظهور حشرات کامل بید سیب‌زمینی نگهداری شدند. بید سیب‌زمینی در آزمایشگاه به مدت دو نسل روی غده‌های رقم کایزر پرورش داده شدند و حشرات کامل تازه ظاهر شده برای انجام آزمایش‌های استفاده شدند.

آزمایش ترجیح میزبانی به صورت انتخاب آزاد

آزمایش ترجیح میزبانی بید سیب‌زمینی تحت شرایط دمایی ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری تاریکی:روشنایی (۱۴:۱۰) در یک گلخانه درون چهار قفس توری (به شکل مکعب و با ابعاد ۱۰۰×۱۰۰×۱۵۰ سانتیمتر) انجام شدند. ۱۲ گلدان پلاستیکی که هر کدام شامل یک بوته از ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی مورد آزمایش (و در مرحله رشدی به ساقه رفتن با شش برگ) بود، به طور تصادفی و به صورت دایره‌ای با فاصله ۱۰ سانتیمتر از یکدیگر درون قفس چیده شدند. در مرکز هر قفس ۱۲ جفت حشره کامل یکروزه بید سیب‌زمینی رهاسازی گردید. پس از گذشت ۲۴ ساعت حشرات کامل از درون قفس حذف شدند و گلدان‌ها داخل قفس به مدت یک هفته نگهداری شدند. پس از گذشت این مدت، تعداد دالان ایجاد شده (به رنگ سفید) به ازای یک بوته از هر یک از ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه شمارش گردید. همچنین، درصد برگچه‌های آسیب دیده طبق روش توکر و همکاران (۱۸) با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید:

۱۰۰ × (کل برگچه‌های موجود در برگ/تعداد برگچه‌های آسیب‌دیده در یک برگ)=درصد برگچه‌های آسیب‌دیده

سپس دالان‌ها با استفاده از سوزن تشریح شدند و تعداد لاروهای سنین اولیه زنده به ازای یک بوته به کمک ذره‌بین دستی ۲۰X شمارش و ثبت شد. این آزمایش‌ها سه مرتبه تکرار شدند.

تعیین ویژگی‌های زیستی بید سیب‌زمینی روی ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی

برای تعیین طول دوره لاروی و شفیرگی و درصد زنده‌مانی از تخم تا حشره کامل ابتدا یک کاغذ آغشته به عصاره غده سیب‌زمینی درون یک ظرف پلاستکی (به ارتفاع ۱۰ و قطر دهانه ۵ سانتی‌متر و با درپوش توری) قرار داده شد. سپس تعداد یک جفت حشره کامل یکروزه بید سیب‌زمینی درون هر ظرف رهاسازی گردید. کاغذها به طور روزانه از داخل ظروف خارج شدند و درون ظروف پتری تا زمان ظهور لارو سن اول تحت شرایط دمایی ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری تاریکی:روشنایی (۱۴:۱۰) نگهداری شدند. پس از ظهور لاروهای سن اول، یک عدد لارو یکروزه با استفاده از قلم موی ظریف روی یک برگچه از برگ چهارم بوته هر یک از ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی مورد مطالعه منتقل شدند. هر برگ متصل به بوته و حاوی لارو سن اول یکروزه شب‌پره داخل یک قفس لیوانی شفاف (از جنس پلاستیک با ارتفاع ۱۵ سانتیمتر و قطر دهانه ۱۰ سانتیمتر و دارای درپوش توری به منظور تهویه) محصور شدند. در کف هر قفس مقداری خاک اره به منظور تامین زیر نهشت مناسب برای تشکیل شفیره ریخته شد. لاروها با تغذیه باعث

ایجاد دالان‌های تغذیه‌ای سفید رنگ در برگ‌ها می‌شوند. این قفس‌ها روزانه بررسی شدند و زمان تشکیل شفیره درون هر قفس و نیز زمان ظهور حشره کامل درون هر قفس ثبت گردید. همچنین، زنده‌مانی لارو و شفیره درون هر قفس نیز ثبت گردید. از داده‌های حاصله در تعیین طول دوره لاروی و شفیرگی و نیز درصد بقای لاروی و شفیرگی استفاده گردید. این آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با ۳۰ تکرار انجام شدند. شفیره‌های تشکیل شده درون قفس‌های کار گذاشته شده روی هر یک از ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه با استفاده از ترازوی حساس ۰/۰۰۱ (مدل AND BS-3003، ژاپن) وزن شدند. همچنین، تعداد حشرات کامل نر و ماده ظاهر شده درون قفس‌های کار گذاشته شده روی هر یک از ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه به منظور تعیین نسبت جنسی شمارش شدند.

برای تعیین تعداد تخم گذاشته شده به ازای یک ماده بید سیب‌زمینی پرورش یافته روی هر یک از ۱۲ ژرم‌پلاسم مورد مطالعه از ظروف تخمگذاری (به ارتفاع ۱۰ و قطر دهانه ۵ سانتی‌متر و دارای درپوش توری) استفاده شد. درون هر ظرف یک برگچه تازه جدا شده از یکی از ۱۲ ژرم‌پلاسم مورد مطالعه قرار داده شد و سپس یک جفت حشره کامل یکروزه بید سیب‌زمینی پرورش یافته روی همان ژرم‌پلاسم داخل ظرف رهاسازی گردید. برگچه‌ها به طور روزانه از داخل ظروف تخمگذاری خارج شدند و تعداد تخم‌های گذاشته شده روی برگچه‌ها و داخل دیواره داخلی ظروف به کمک یک ذره‌بین دستی ۲۰X شمارش شدند. سپس همان جفت حشره کامل به ظرف تخمگذاری جدید منتقل شد و یک برگچه تازه از همان ژرم‌پلاسم در اختیار آن‌ها قرار داده شد. این کار تا مرگ حشره کامل ماده درون هر ظرف ادامه یافت. از داده‌های حاصله در تعیین تعداد تخم گذاشته شده به ازای یک ماده و نیز پارامترهای رشد جمعیت بید سیب‌زمینی روی هر یک از ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه استفاده گردید. این آزمایش‌ها در ۳۰ تکرار و در قالب طرح کامل تصادفی انجام شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از این پژوهش در قالب طرح پایه‌ی کامل تصادفی با آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) و به کمک نرم‌افزار SPSS (۱۷) تجزیه شدند و میانگین‌ها با روش توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. پارامترهای رشد جمعیت بر اساس معادلات بیرچ (۳) و کری (۴ و ۵) محاسبه شدند. برای تعیین واریانس پارامترهای رشد جمعیت از روش جک نایف و از نرم افزار آماری SAS 9.1 استفاده شد (۱۰). برای مقایسه‌ی میانگین پارامترهای زیستی و رشد جمعیت از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج

ترجیح میزبانی

در این آزمایش‌ها تعداد دالان‌های لاروی به ازای یک بوته ($F_{۱۱و۱۳۲}$= ۲۵/۳۴, P <۰/۰۱)، درصد برگچه‌های آسیب‌دیده ($F_{۱۱و۱۳۲}$= ۴۲/۵۷, P <۰/۰۱) و تعداد لاروهای سنین اولیه زنده داخل دالان‌های ایجاد شده به ازای یک بوته ($F_{۱۱و۱۳۲}$= ۲۳/۵۱, P <۰/۰۱) بین ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۱). کمترین و بیشترین تعداد دالان لاروی به ازای یک بوته به ترتیب روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ (۱/۶۷±۰/۱۷ دالان لاروی/ بوته) و رقم ساوالان (۱۰/۸۳±۰/۲۸ دالان لاروی/ بوته) مشاهده شد (جدول ۱). همچنین، کمترین درصد برگچه‌های آسیب‌دیده روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ مشاهده گردید. درصد برگچه‌های آسیب‌دیده از ۱/۰± ۵/۱ روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ تا ۳۶/۸±۳/۹ درصد روی ساوالان متغیر بود (جدول ۱). علاوه بر آن، کمترین تعداد لاروهای سنین اولیه زنده نیز به طور معنی‌داری روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ (۴/۸±۱/۹) مشاهده گردید، در صورتی‌که بیشترین تعداد لارو زنده به طور معنی‌داری روی رقم ساوالان (۱۷/۰±۲/۰) عدد به ازای یک بوته) مشاهده شد (جدول ۱).

ویژگی‌های زیستی بید سیب‌زمینی روی ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی

ژرم‌پلاسم‌های سیب‌زمینی مورد مطالعه اثر معنی‌داری روی طول دوره‌ی لاروی ($F_{۱۱و۳۴۸}$= ۳۳/۳۱, P <۰/۰۱) و شفیرگی ($F_{۱۱و۲۲۸}$= ۲۰/۲۷, P <۰/۰۱) داشتند (جدول ۲). طوری‌که طول دوره لاروی و شفیرگی بید سیب‌زمینی با پرورش روی برگ‌های کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ (به ترتیب با ۱۴/۲±۰/۱ و ۸/۳±۰/۱ روز) و آگریا (به ترتیب با ۱۴/۱±۰/۱ و ۸/۴±۰/۱ روز) در مقایسه با سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه به طور معنی‌داری بیشتر بودند (جدول ۲). کوتاه‌ترین طول دوره‌ی لاروی و شفیرگی روی رقم‌های ساوالان و کندور مشاهده گردید (جدول ۲).

تغذیه لاروهای آفت روی برگ ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی تاثیر معنی‌داری روی درصد بقای لاروی ($F_{۱۱و۳۴۸}$ = ۲۶/۱۱, P <۰/۰۱) و درصد بقای شفیرگی ($F_{۱۱و۲۲۸}$= ۱۹/۸۱, P <۰/۰۱) بید سیب‌زمینی داشت (جدول ۲). کمترین درصد بقای لاروی و شفیرگی به طور معنی‌داری روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ مشاهده گردید. درصد بقای لاروی از ۲/۱±۵۳/۵ درصد روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ تا ۲/۱±۷۵/۹ درصد روی رقم ساوالان متغیر بود. همچنین، درصد بقای شفیرگی از ۱/۱±۶۱/۶ درصد روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ تا ۱/۵±۸۲/۶ درصد روی رقم ساوالان متغیر بود (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین (±SE) اثر ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی روی تعداد دالان لاروی بید سیب‌زمینی به ازای یک بوته، درصد برگچه‌های آسیب دیده و تعداد لاروهای سنین اولیه زنده بید سیب‌زمینی به ازای یک بوته در آزمایش انتخاب آزاد

ژرم‌پلاسم	تعداد دالان لاروی بید سیب‌زمینی به ازای یک بوته	درصد برگچه‌های آسیب دیده به ازای یک بوته	تعداد لاروهای سنین اولیه زنده به ازای یک بوته
آگریا	۳/۴۷±۰/۳۳ d	۱۰/۱±۱/۹ c	۷/۵±۱/۲ c
آئوزونیا	۴/۴۰±۰/۲۰ cd	۱۲/۵±۱/۵ c	۸/۰±۱/۲ c
اسپریت	۵/۰۶±۰/۴۹ c	۲۰/۴±۲/۸ b	۱۱/۰±۱/۵ b
ساتینا	۳/۶۷±۰/۷۶ d	۱۱/۹±۲/۱ c	۸/۰±۲/۱ c
ساوالان	۷/۸۳±۰/۸۴ a	۳۶/۸±۳/۹ a	۱۷/۰±۲/۰ a
کندور	۶/۰۳±۰/۴۹ bc	۲۵/۵±۲/۶ b	۱۲/۰±۱/۷ b
مورن	۳/۴۰±۰/۲۲ d	۹/۲±۱/۲ c	۶/۵±۱/۱ cd
PI۳۹۶۱۵۶-۵	۶/۴۷±۰/۷۶ b	۳۰/۴±۳/۰ ab	۱۳/۰±۱/۸ b
PI۳۹۷۰۴۵-۱۵	۵/۸۷±۰/۲۲ bc	۲۸/۲±۲/۲ b	۱۱/۰±۱/۵ c
PI۳۹۷۰۹۷-۲	۱/۶۷±۰/۱۷ f	۵/۱±۱/۰ d	۴/۸±۱/۹ d
PI۳۹۷۰۸۲-۲	۳/۱۷±۰/۲۲ d	۱۳/۶±۲/۱ c	۷/۰±۱/۰ c
PI۳۹۶۱۲۴	۲/۸±۰/۱۷ e	۹/۸±۱/۸ c	۸/۰±۱/۴ c

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشند (آزمون توکی، P<۰/۰۵).

تعداد تخم گذاشته شده به ازای یک ماده بید سیب‌زمینی تحت تاثیر تغذیه دوره لاروی از ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی مورد مطالعه بود ($F_{11,228}$= ۲۰/۸۹, P <۰/۰۱). تعداد تخم گذاشته شده به ازای یک ماده بید سیب‌زمینی با پرورش روی برگ‌های کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ در مقایسه با سایر ژرم‌پلاسم‌های سیب‌زمینی به طور معنی‌داری کمتر بود. باروری بید سیب‌زمینی از ۳۰/۵±۲/۳ تخم به ازای یک ماده روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ تا ۷۵/۳±۳/۹ روی رقم ساوالان متغیر بود (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین (±SE) اثر ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی روی برخی از پارامترهای زیستی بید سیب‌زمینی

ژرم‌پلاسم	طول دوره‌ی نشوونمای لاروی (روز)	طول دوره‌ی نشوونمای شفیرگی (روز)	درصد بقای لاروی	درصد بقای شفیرگی	وزن شفیره (میلی‌گرم)	تعداد تخم گذاشته شده به ازای یک ماده
آگریا	۱۴/۱±۰/۱ a	۸/۴±۰/۲ a	۵۸/۶±۲/۲ c	۶۷/۴±۲/۱ d	۱۳/۳±۰/۱ f	۴۷/۲±۲/۸ cd
آئوزونیا	۱۳/۵±۰/۲ cd	۸/۰±۰/۱ b	۶۳/۹±۲/۱ c	۷۰/۲±۲/۲ cd	۱۴/۴±۰/۱ d	۴۲/۱±۱/۷ d
اسپریت	۱۳/۷±۰/۲ c	۷/۹±۰/۱bc	۷۰/۹±۳/۴ ab	۷۸/۷±۱/۸ b	۱۴/۳±۰/۱ d	۴۸/۲±۳/۰ cd
ساتینا	۱۳/۹±۰/۱ bc	۷/۹±۰/۲ bc	۶۰/۸±۲/۵ c	۷۰/۶±۲/۱ cd	۱۳/۸±۰/۱ e	۴۷/۵±۳/۳ cd
ساوالان	۱۳/۱±۰/۱ e	۷/۴±۰/۱ d	۷۵/۹±۲/۱ a	۸۲/۶±۱/۵ a	۱۵/۸±۰/۱ a	۷۵/۳±۳/۹ a
کندور	۱۳/۲±۰/۱ e	۷/۳±۰/۲ d	۷۴/۹±۲/۲ ab	۸۱/۰±۲/۲ab	۱۵/۵±۰/۱ b	۷۰/۱±۳/۲ a
مورن	۱۳/۸±۰/۱ bc	۸/۰±۰/۱ bc	۵۹/۳±۳/۱ c	۶۶/۸±۳/۱ d	۱۲/۰±۰/۱ h	۴۸/۱±۴/۵ cd
PI۳۹۶۱۵۶-۵	۱۳/۴±۰/۱ d	۷/۷±۰/۱ c	۷۳/۸±۳/۱ ab	۷۷/۹±۲/۱ b	۱۵/۱±۰/۱ c	۵۱/۸±۴/۴ c
PI۳۹۷۰۴۵-۱۵	۱۳/۴±۰/۱ d	۷/۹±۰/۱ bc	۶۸/۹±۴/۲ bc	۷۳/۴±۳/۱ c	۱۵/۰±۰/۱ c	۵۹/۳±۳/۴ b
PI۳۹۷۰۹۷-۲	۱۴/۲±۰/۱ a	۸/۳±۰/۱ a	۵۳/۵±۲/۱ d	۶۱/۶±۱/۱ e	۱۱/۸±۰/۱ i	۳۰/۵±۲/۳ f
PI۳۹۷۰۸۲-۲	۱۳/۹±۰/۱ bc	۸/۰±۰/۱ b	۶۲/۹±۳/۱ c	۶۵/۲±۱/۴ d	۱۲/۷±۰/۱ g	۳۵/۵±۱/۷ e
PI۳۹۶۱۲۴	۱۳/۸±۰/۱ bc	۷/۹±۰/۱ bc	۶۷/۷±۲/۱ bc	۶۸/۶±۳/۲ d	۱۲/۸±۰/۱ g	۴۴/۷±۳/۹ cd

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشند (آزمون توکی، P<۰/۰۵).

جدول ۳- پارامترهای رشد جمعیت بید سیب‌زمینی پرورش‌یافته روی برگ‌های ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی

ژرم‌پلاسم	r_m	R_0	T	DT	λ
آگریا	۰/۰۹۸±۰/۰۰۲ e	۱۵/۳±۱/۴ d	۲۷/۸±۰/۴ c	۷/۱±۰/۲ c	۱/۱۰۳±۰/۰۰۳ cd
آئوزونیا	۰/۱۰۴±۰/۰۰۴ d	۱۹/۸±۱/۷ c	۲۸/۷±۰/۲ c	۶/۷±۰/۱ d	۱/۱۰۹±۰/۰۰۴ c
اسپریت	۰/۰۹۵±۰/۰۰۳ e	۱۶/۳±۱/۵ d	۲۹/۴±۰/۱ b	۷/۳±۰/۱ c	۱/۰۹۹±۰/۰۰۴ d
ساتینا	۰/۱۰۹±۰/۰۰۴ d	۲۳/۴±۲/۱ bc	۲۸/۹±۰/۲ c	۶/۴±۰/۲ e	۱/۱۱۵±۰/۰۰۵ c
ساوالان	۰/۱۳۵±۰/۰۰۴ a	۳۴/۸±۱/۹ a	۲۶/۳±۰/۱ c	۵/۱±۰/۲ g	۱/۱۴۴±۰/۰۰۴ a
کندور	۰/۱۲۴±۰/۰۰۴ b	۲۸/۸±۲/۳ b	۲۷/۲±۰/۵ c	۵/۶±۰/۱ f	۱/۱۳۱±۰/۰۰۵ b
مورن	۰/۰۹۶±۰/۰۰۳ e	۱۴/۶±۱/۶ d	۲۷/۹±۰/۱ c	۷/۲±۰/۲ c	۱/۱۰۰±۰/۰۰۳ d
PI۳۹۶۱۵۶-۵	۰/۱۱۴±۰/۰۰۳ c	۲۶/۷±۲/۲ b	۲۸/۷±۰/۴ c	۶/۱±۰/۰ e	۱/۱۲۱±۰/۰۰۳ c
PI۳۹۷۰۴۵-۱۵	۰/۱۱۰±۰/۰۰۴ cd	۲۴/۶±۱/۸ b	۲۹/۲±۰/۱ b	۶/۳±۰/۲ e	۱/۱۱۶±۰/۰۰۴ c
PI۳۹۷۰۹۷-۲	۰/۰۷۶±۰/۰۰۲ g	۱۰/۰±۱/۱ e	۳۰/۳±۰/۱ a	۹/۱±۰/۱ a	۱/۰۷۹±۰/۰۰۳ e
PI۳۹۷۰۸۲-۲	۰/۰۸۹±۰/۰۰۳ f	۱۱/۰±۱/۴ e	۲۷/۰±۰/۴ c	۷/۸±۰/۲ b	۱/۰۹۲±۰/۰۰۴ d
PI۳۹۶۱۲۴	۰/۰۹۱±۰/۰۰۳ ef	۱۳/۳±۲/۲ de	۲۸/۴±۰/۲ c	۷/۶±۰/۱ b	۱/۰۹۵±۰/۰۰۴ d

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشند (آزمون توکی، P<۰/۰۵).

پارامترهای رشد جمعیت بید سیب‌زمینی پرورش‌یافته روی برگ‌های ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی

نتایج حاصل از محاسبه‌ی پارامترهای رشد جمعیت بید سیب-زمینی روی ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی در جدول ۳ ارایه شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) این آفت در بین ژرم‌پلاسم‌های مختلف سیب‌زمینی اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P <۰/۰۱ ,$F_{۱۱و۲۲۸}$ =۵۵/۴۱). نرخ ذاتی افزایش جمعیت بید سیب‌زمینی روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ (۰/۰۰۲±۰/۰۷۶ ماده/ماده/روز) به طور معنی-داری کمتر از سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه بود. میانگین نرخ خالص تولید مثل (R_0) نیز بین ژرم‌پلاسم‌های مختلف اختلاف معنی-داری نشان داد (P <۰/۰۱ ,$F_{۱۱و۲۲۸}$=۵۷/۳۲)، طوریکه مقدار آن از ۱۰/۰±۱/۱ ماده/ماده/نسل روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ تا ۳۴/۸±۱/۹ ماده/ماده/نسل روی رقم ساوالان متغیر بود. متوسط مدت زمان یک نسل (T) بید سیب‌زمینی روی ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P <۰/۰۱ ,۱۵/۲۵ =$F_{۱۱و۲۲۸}$) و طولانی‌ترین مدت زمان یک نسل روی کلون ۲-PI۳۹۷۰۹۷ (۳۰/۳±۰/۱ روز) مشاهده شد. از نظر مدت زمان دو برابر شدن جمعیت بید سیب‌زمینی روی برگ‌های ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P <۰/۰۱ ,۴۲/۵۸ =$F_{۱۱و۲۲۸}$). طوریکه، بیشترین مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت بید سیب‌زمینی روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ (۹/۱±۰/۱روز) و کمترین مقدار آن روی رقم ساوالان (۵/۱±۰/۲ روز) مشاهده شد. همچنین اختلاف معنی‌داری بین مقادیر نرخ متناهی افزایش جمعیت بید سیب‌زمینی (λ) روی ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی مشاهده شد (P <۰/۰۱ ,۵/۱۸ =$F_{۱۱و۲۲۸}$). بیشترین مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت بید سیب‌زمینی به ترتیب روی رقم ساوالان (۱/۱۴۴) و کمترین آن روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ (۱/۰۷۹) به دست آمد (جدول ۳).

بحث

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که ترجیح میزبانی بید سیب‌زمینی روی ۱۲ ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی مورد مطالعه متفاوت بود. طوریکه، بوته‌های سیب‌زمینی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ جلب کنندگی کمتری نسبت به ماده‌های بید سیب‌زمینی داشت. چراکه، تعداد دالان، درصد برگچه‌های آسیب دیده و تعداد لاروهای سنین اولیه زنده به ازای یک بوته روی کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ به طور معنی‌داری نسبت به سایر ژرم‌پلاسم‌ها کمتر بود. این نتیجه به احتمال می‌تواند با ویژگی-های ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه در ارتباط باشد (۸ و ۱۱). بنابراین، لازم است برای روشن شدن موضوع تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه سیب‌زمینی مطلوبیت متفاوتی نسبت به بید سیب‌زمینی داشتند. چراکه، نشوونمای لاروی و شفیرگی، مدت زمان یک نسل و نیز مدت زمان دوبرابر شدن یک نسل بید سیب‌زمینی روی بوته‌های کلون ۲-PI۳۹۷۰۹۷ در مقایسه با سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه کندتر بود. علاوه بر آن، کمترین درصد بقای لاروی و شفیرگی و نیز کمترین وزن شفیره‌ها با پرورش روی بوته‌های این کلون مشاهده گردید. همچنین، باروری، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ خالص تولید مثل و نرخ متناهی افزایش جمعیت این شب‌پره روی بوته‌های کلون ۲-PI۳۹۷۰۹۷ در مقایسه با سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه به طور معنی‌داری کمتر بود. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که رشد جمعیت بید سیب‌زمینی روی بوته‌های کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ (به دلیل

طولانی بودن نشوونمای مراحل نابالغ، درصد بقای کمتر و باروری کمتر) کندتر خواهد بود. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان پیش-بینی کرد که جمعیت بید در نسل‌های متوالی روی بوته‌های این کلون در مقایسه با سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه رشد کمتری داشته و در نتیجه در مزرعه آلودگی این کلون به بید سیب‌زمینی کمتر خواهد شد. علاوه بر آن، طولانی شدن نشوونمای مراحل لاروی و شفیرگی روی بوته‌های کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ سبب خواهد شد تا مراحل لاروی و شفیرگی این آفت بیشتر در معرض حمله دشمنان طبیعی قرار گیرند. عوامل شیمیایی و تغذیه‌ای موجود در رقم‌های مختلف سیب‌زمینی نقش تعیین کننده‌ای در میزان تغذیه، نشوونما، درصد بقا و باروری بید سیب‌زمینی دارند (۷، ۸ و ۱۱). برای مثال، دوگراماسی و تینجی (۶) و نیز مالاکر و تینجی (۱۱) گزارش کردند که ترجیح میزبانی، درصد بقا و باروی بیدسیب‌زمینی روی ژرم‌پلاسم Q174-2 (حاصل تلفیق *S. tuberosum* L. و *S. berthaultii* Hawkes) در مقایسه با سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه کمتر بود. آنها گزارش کردند که لاروها نشوونمای کندتری روی ژرم‌پلاسم Q174-2 داشتند و شفیره‌های حاصل از این لاروها وزن کمتری در مقایسه با سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه داشتند. این محققین دلیل احتمالی این نتایج را به فراوانی بالای برخی از تریکوم‌های خاص روی برگ این ژرم‌پلاسم نسبت دادند که باعث ایجاد اختلال در نفوذ لاروهای سن اول به داخل برگ شدند. سیمونز و همکاران (۱۶) نیز گزارش کردند که تریکوم‌ها نقش مهمی در افزایش درصد تلفات لاروهای بید سیب-زمینی دارند.

نتایج این تحقیق نشان داد که بوته‌های کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ ترجیح میزبانی و مطلوبیت کمتری نسبت به بید سیب‌زمینی دارند. به عبارت دیگر ترجیح و کارایی بید سیب‌زمینی روی بوته‌های این کلون پایین می‌باشد. این نتیجه با فرضیه همبستگی ترجیح-توانایی زیستی[1] حشره روی گیاهان میزبان مطابقت دارد. این فرضیه بیانگر این موضوع است که گیاه میزبانی که جلب کنندگی کمتری برای حشره برای تخمگذاری دارد به همان نسبت نیز مطلوبیت کمتری برای نشوونمای حشره دارد و حشرات پرورش یافته روی این گیاه میزبان درصد بقای کمتر و باروی کمتری خواهند داشت (۱۳).

بر اساس نتایج تحقیق حاضر در مجموع کلون PI۳۹۷۰۹۷-۲ در مقایسه با سایر ژرم‌پلاسم‌های مورد مطالعه برای بید سیب‌زمینی از مطلوبیت کمتری برخوردار بوده و پیشنهاد می‌شود برای تکمیل نمودن نتایج این تحقیق آزمایش‌های ترجیح میزبانی و درصد خسارت بید سیب‌زمینی در شرایط مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

از آقای دکتر حسن‌پناه ریاست محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل و آقای دکتر اسماعیل‌پور مدیر محترم گروه باغبانی به خاطر همکاری‌های ارزنده‌ای که در اجرای این طرح به عمل آوردند سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱- بی‌نام. ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی، جلد اول، محصولات زراعی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

۲- حبیبی ج. و حسان ع. ۱۳۷۰. بررسی بیولوژی و تغییرات جمعیت بید سیب‌زمینی در کرج. آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد ۵۹. صفحات ۹۹ تا ۱۰۷.

3- Birch L. C. 1948. The intrinsic rate of increase on insect population. Journal of Animal Ecology. 17: 15-26.

4- Carey J. R. 1993. Applied demography for biologists. Oxford University Press, U. K. 206 pp.

5- Carey J. R. 2001. Insect biodemography. Annual Review of Entomology. 46: 79-110.

6- Doğramaci M. and Tingey W. M. 2010. Performance of a North American field population and a laboratory colony of the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella*, on foliage of resistant and susceptible potato clones, Journal of Insect Science, 10: 1-11.

7- Fenemore P. G. 1988. Host-plant location and selection by adult potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae): a review, Journal of Insect Physiology, 34: 175–177.

8- Horgana G. F., Quiringa D. T., Aziz L. and Pelletier Y. 2009. Effects of altitude of origin on trichome-mediated anti-herbivore resistance in wild Andean potatoes, Flora, 204: 49–62.

9- Horgan F. G, Quiring D. T., Lagnaoui A., Salas A. R. and Pelletier Y. 2010. Variations in resistance against *Phthorimaea operculella* in wild potato tubers, Entomologia Experimentalis et Applicata, 137: 269-279.

1- preference-performance linkage hypothesis

10- Maia A. H. N., Luiz, A. J. B. and Campanhola C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects, Journal of Economic Entomology, 93: 511-518.
11- Malakar R. and Tingey W. M. 1999. Resistance of *Solanum berthaultii* foliags to potato tuber worm (Lepidoptera: Gelechiidae), Journal of Economic Entomology, 92: 497-502.
12- Musmeci S. R., Ciccoli R., Gioia V. Di., Sonnino A. and Arnone S. 1997. Leaf effect of wild species of *Solanum* and interspecific hybrids on growth and behavior of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller, Potato Research, 40: 417-430.
13- Price P. W. 1997. Insect Ecology (Third edition). John Willey and Sons, Inc. New York.
14- Rondon S. I., Hane D., Brown C.R., Vales M.I., and Dŏgramaci M. 2009. Resistance of potato germplasm to the potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae), Journal of Economic Entomology, 102: 1649–1653.
15- Rondon S. I. 2010. The potato tuberworm: A literature review of its biology, ecology, and control, American Journal of Potato Research, 87:149–166.
16- Simmons A. T., Nicole H. I. and Gurr G. M. 2006. Resistance of wild *Lycopersicon* species to the potato moth, *Phthorimaea operculella*, Australian Journal of Entomology, 45: 81-86.
17- SPSS. 2004. SPSS Base 16.0 User's Guide. SPSS Incorporation, Chicago, IL.
18- Toker C., Erler F., Ceylan F. Ö. and Çanci H. 2010. Severity of leaf miner *Liriomyza cicerina* (Rondani) (Diptera: Agromyzidae) damage in relation to leaf type in chickpea,Türkiye Entomoloji Dergisi, 34: 211-225.