نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ص. ۶۳-۵۵

Journal of Plant Protection
Vol. 27, No. 1, Spring 2013, P. 55-63

زیست‌شناسی بید سیب‌زمینی(Lepidoptera: Gelechiidae) *Phthorimaea operculella* روی برگ ده رقم سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاهی

نادر اسماعیلی[۱]- علی گلی‌زاده[۲*]- هوشنگ رفیعی دستجردی[۳]- جبرائیل رزمجو[۴]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۹/۲۰
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۸/۲۲

چکیده

بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) یکی از مهم‌ترین آفات سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در انبارها و مزارع در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری می‌باشد. پارامترهای زیستی این آفت داخل اتاقک رشد با شرایط دمای ۱ ± ۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی روی برگ ۱۰ رقم سیب‌زمینی شامل آگریا، آگاتا، آلمیرا، آریندا، بانبا، فیانا، مارفونا، راموس، ساتینا و ولوکس مورد بررسی قرار گرفت. میانگین طول دوره‌ی رشد (از تخم تا حشره‌ی کامل) بید سیب‌زمینی بین ارقام مختلف سیب‌زمینی به طور معنی‌داری متفاوت بود. بیشترین طول دوره رشد این آفت روی برگ‌های رقم مارفونا (۰/۲۰±۲۹/۴۷ روز) مشاهده شد. کوتاه‌ترین طول عمر و دوره‌ی زندگی بید سیب‌زمینی به ترتیب روی برگ‌های ارقام فیانا و ولوکس بدست آمد. بین طول دوره‌های قبل از تخم‌ریزی، طول دوره تخم‌ریزی و میزان باروری روزانه‌ی بید سیب‌زمینی روی برگ ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری وجود نداشت در حالی‌که طول دوره‌ی پس از تخم‌ریزی و مقدار باروری کل بید سیب‌زمینی روی ارقام مختلف سیب‌زمینی به طور معنی‌داری متفاوت بودند. کوتاه‌ترین دوره‌ی تخم‌ریزی این آفت، ۰/۳۵±۲/۵۷ روز روی برگ‌های رقم مارفونا به دست آمد. کم‌ترین میزان باروری کل حشرات ماده روی برگ‌های رقم مارفونا (۴/۲۱± ۴۴/۶۱ تخم) بود. بر اساس این نتایج بید سیب‌زمینی عملکرد نسبتاً پایینی روی برگ رقم مارفونا داشته و در نتیجه این رقم در مقایسه با سایر ارقام مورد آزمایش نسبت به این آفت مقاوم‌تر بوده و می‌توان از این رقم در قالب یک برنامه‌ی مدیریت تلفیقی استفاده کرد.

واژه های کلیدی: ارقام سیب‌زمینی، بید سیب‌زمینی، زیست‌شناسی، ارقام مقاوم

مقدمه

بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)، از آفات الیگوفاژ محصولات خانواده‌ی Solanaceae شامل سیب‌زمینی، تنباکو، بادمجان و گوجه‌فرنگی بوده و به طور وسیعی در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری پراکنده شده است (۹). این آفت حشره‌ای شب‌پرواز بوده که جفت‌گیری و دیگر فعالیت‌های آن در تاریکی انجام می‌گیرد. تخم‌ها به صورت انفرادی یا دسته‌ای در سطوح ناهموار، در کنار و زیر پهنک برگ، روی جوانه و محل اتصال جوانه چشم در روی غده‌ها گذاشته شده و دوره جنینی تخم در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، سه الی چهار روز طول می‌کشد. لاروهای این آفت در برگ، ساقه، دمبرگ و غده‌های سیب‌زمینی دالان‌هایی حفر می‌کنند و خسارت اصلی آن مربوط به حفر دالان در غده‌های سیب‌زمینی است. ولی در نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری در مزرعه و روی برگ‌های گیاه میزبان نیز خسارت قابل توجهی ایجاد می‌کند. در انبارها، پس از تکمیل دوره لاروی، لارو سن آخر از غده بیرون آمده و در روی غده‌ها، کیسه‌ها و یا قفسه‌های داخل انبار تبدیل به شفیره می‌گردند (۱).

اگرچه خسارت مزرعه‌ای حاصل از آسیب برگ‌های محصول سیب‌زمینی توسط این آفت در مقایسه با آلودگی غده‌های سیب‌زمینی نسبتا کمتر می‌باشد (۱۱) اما در نواحی نسبتا گرمسیری لاروهای بید سیب‌زمینی معمولاً با حفر کانال‌هایی در برگ‌ها، اپیدرم بالایی و پایینی برگ را دست نخورده باقی می‌گذارند که در نهایت منجر به کاهش سطح فتوسنتزی و کوچک ماندن اندازه غده‌ها می‌گردد (۲۶). در انبارها آلوده شدن غده‌ها ممکن است بازارپسندی محصول را کاهش داده و آسیب غده‌ها در انبار، مخصوصاً در انبارهای فاقد سیستم خنک کننده می‌تواند بسیار شدید باشد (۳). این آفت باعث

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران گروه گیاهپزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*- نویسنده مسئول: Email: golizadeh@uma.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

کاهش کیفیت محصول شده و خطر آلودگی به عوامل بیماری‌زای قارچی و باکتریایی را افزایش می‌دهد. هم‌چنین حمله آفت به اندام-های هوایی و غده‌ها می‌تواند عملکرد سیب‌زمینی را به طور قابل ملاحظه‌ای پایین بیاورد (۶).

در گونه‌های جنس *Solanum* طیف وسیعی از انواع مکانیسم-های دفاعی علیه حشرات آفت مشاهده شده است. دو نوع از مکانیسم‌های مقاومت گیاهان میزبان که در جنس *Solanum* وجود دارد، سطوح بالای گلیکوآلکالوئیدها و تریکوم‌های غده‌ای می‌باشد. از مدت‌ها قبل معلوم شده است که سیب‌زمینی‌های محتوی گلیکوآلکالوئیدها خواص ضدمیکروبی و ضد حشره‌کشی دارند. هم چنین گلیکوآلکالوئیدهای موجود در برگ‌ها می‌توانند به عنوان ترکیبات حشره‌کش عمل کنند. دو نوع از آلکالوئیدهای خیلی معمول و شناخته شده در سیب‌زمینی α-chaconine و α-solanine بوده که با هم حدود ۹۵ درصد آلکالوئیدهای موجود در سیب‌زمینی را تشکیل می‌دهند (۱۶). کیفیت و کمیت عناصر غذایی تغذیه شده توسط یک حشره می‌تواند به طور مستقیم نرخ زنده‌مانی و تولید مثل حشره را تحت تأثیر قرار دهد. توانایی حشرات در تکمیل هر چه سریع‌تر مراحل حساس قبل از بلوغ و رسیدن به مرحله‌ی تولید نتاج وابستگی زیادی به عناصر غذایی موجود در گیاهان میزبان دارد. بنابراین، ارقام دارای مقاومت نسبی بالا ممکن است اثر بخشی سایر روش‌های مهار آفت از جمله استفاده از دشمنان طبیعی و حشره کش-ها را از طریق کند کردن مراحل قبل از بلوغ و طولانی‌تر کردن زمان رسیدن به مرحله‌ی تولید نتاج افزایش دهند (۳۴). بنابراین، استفاده از ارقام مقاوم گیاهی می‌تواند به عنوان مکمل کنترل بیولوژیک و شیمیایی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات مفید واقع شود (۲، ۸ و ۲۵).

میزان نمو، زنده‌مانی و تولید مثل یک حشره به وسیله‌ی گیاهان میزبان تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۵، ۱۸، ۲۸ و ۳۳). دارا بودن دوره نموی کوتاه‌تر و تولیدمثل بیشتر روی یک گیاه می‌تواند نشانگر مناسب بودن آن به عنوان یک گیاه میزبان باشد (۲۹). تلاش‌های متعددی جهت تعیین میزان مقاومت به بید سیب‌زمینی و معرفی ارقام نسبتا مقاوم با هدف تدوین برنامه مدیریت تلفیقی آن انجام شده است. در یک پژوهش انجام شده در مرکز بین‌المللی سیب‌زمینی در پرو، ۴۵۲ ژرم‌پلاسم از گونه‌های وحشی و اهلی سیب‌زمینی نسبت به خسارت بید سیب‌زمینی مورد مطالعه قرار گرفت که براساس نتایج ۲۲ ژرم‌پلاسم اهلی و ۲۱ ژرم‌پلاسم وحشی سیب‌زمینی نسبت به این آفت مقاومت نسبی داشتند (۲۴). گور و همکاران (۱۲) مکانیسم‌های مقاومت آنتی‌بیوز و آنتی‌زنوز را در چهار رقم تجاری سیب‌زمینی در استرالیا را مطالعه کردند و تفاوت‌های معنی‌داری از نظر تعداد سوراخ-های لاروی روی غده‌ها و نیز تعداد حشرات کامل ظاهر شده از داخل غده‌های ارقام مورد بررسی به دست آوردند. بر اساس تحقیق انجام شده توسط داس و همکاران (۷) کیفیت غذایی غده‌ها به عنوان یک فاکتور مهم در مقاومت ارقام در برابر بید سیب‌زمینی بوده و با توجه به این که لاروها از بخش‌های واقع در زیر پوست غده تغذیه می‌کنند پوست غده‌ها اثر خیلی جزئی در مقاومت در برابر *P. operculella* خواهد داشت. در یک تحقیق دیگر نشان داده شد که برگ سیب-زمینی وحشی *S. berthaultii* و هیبرید آن با سیب‌زمینی زراعی، در برابر تخم‌ریزی *P. operculella* مقاوم بوده و لاروهای پرورش یافته روی چنین برگ‌هایی سطوح فزاینده‌ای از مرگ و میر و میزان تغذیه‌ی کندتری را نسبت به لاروهای پرورش یافته روی برگ‌های سیب‌زمینی زراعی نشان دادند (۲۰). همچنین در یک مطالعه‌ی انجام شده توسط گلی‌زاده و رزمجو (۱۰) نشان داده شد که طول دوره‌های رشدی، قدرت زنده‌مانی و نیز باروری بید سیب‌زمینی در تغذیه از غده-های ارقام مختلف سیب‌زمینی به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار می-گیرد.

با توجه به اهمیت اقتصادی، انتشار گسترده و فعالیت زیاد بید سیب‌زمینی در مزارع و به ویژه در انبارهای سیب‌زمینی، کسب اطلاعات و دانش کافی در مورد زیست‌شناسی آن روی ارقام مختلف سیب‌زمینی، کمک موثری در تصمیم‌گیری‌های مدیریت آفت خواهد داشت. هدف این پژوهش تعیین و مقایسه بیولوژی *P. operculella* روی غده‌های ده رقم سیب‌زمینی و تعیین رقم نسبتاً مقاوم یا غیر حساس در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

کشت ارقام سیب زمینی

غده‌های ارقام مختلف سیب‌زمینی شامل آگریا، آگاتا، آلمیرا، آریندا، بانبا، فیانا، مارفونا، راموس، ساتینا و ولوکس از مراکز تحقیقات همدان، اردبیل و شهرستان الیگودرز تهیه شده و در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی کاشته شدند.

پرورش و تهیه کلنی بید سیب‌زمینی

جمعیت اولیه بید سیب‌زمینی جهت تشکیل کلنی اصلی از غده-های آلوده‌ی کلنی موجود در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه شد. کلنی اصلی بید سیب-زمینی در داخل قفس استوانه‌ای شکل فلزی با ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر و قطر ۴۰ سانتی‌متر که دارای دو طبقه بود روی غده‌ی رقم آگریا تشکیل شد. قفس با توری ظریف پوشانده شد و دارای دو ورودی زیپ‌دار، یکی در بالا و دیگری در قسمت جانبی قفسه بود. غده‌ها در صورت مصرف شدن و یا از بین رفتن توسط لاروهای آفت با غده-های تازه جایگزین شد. شب‌پره‌های کلنی هر ۲-۳ روز یک بار با محلول آب عسل ۱۰درصد تغذیه می‌شدند. برای تکثیر و تهیه‌ی کلنی

Archive of SID

www.SID.ir

بید سیب‌زمینی روی هر رقم تعداد ۲۰-۱۵ جفت حشره کامل بید سیب‌زمینی ۱-۳ روزه از کلنی اصلی برداشته شده و به ظرف‌های استوانه‌ای به قطر ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر انتقال داده شد. جهت اطمینان از ۱-۳ روزه بودن شب‌پره‌های کلنی اصلی برای تهیه‌ی کلنی روی هر رقم، در ابتدا کلیه‌ی حشرات کامل را از داخل کلنی خارج کرده و سپس از حشرات کامل تازه ظاهر شده تا روز سوم استفاده شد. به منظور ایجاد تهویه‌ی کافی در قسمت درپوش ظروف یک سوراخ با قطر سه سانتی‌متر در قسمت مرکزی درپوش و سه سوراخ به قطر تقریبی یک سانتی‌متر در اطراف آن ایجاد شد. قبل از انجام آزمایشات، این آفت به مدت یک نسل روی برگ هر یک از رقم‌ها پرورش داده شد.

نحوه‌ی انجام آزمایشات

کلیه آزمایشات در داخل اتاقک رشد با دمای ۱ ± ۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد. افراد بالغ شب‌پره‌ها که مراحل نابالغ خود را روی برگ ارقام مربوطه سپری کرده بودند، در آزمایشات مربوط به هر رقم مورد استفاده قرار گرفتند. بدین ترتیب که جهت به دست آوردن تخم‌های هم سن (cohort) آفت روی هر یک از ارقام سیب‌زمینی تعداد ۲۵-۱۵ جفت شب‌پره‌ی تازه ظاهر شده از هر دو جنس نر و ماده، که روی برگ همان رقم پرورش یافته بودند به داخل ظروف پلاستیکی استوانه‌ای (ظروف تخم‌گیری) به قطر دهانه‌ی ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر انتقال داده شد. به منظور تامین تهویه‌ی کافی، در قسمت درپوش ظروف تخم‌گیری دریچه‌ای به قطر ۷ سانتی‌متر ایجاد و با پارچه‌ی توری ظریف که شب‌پره‌ها قادر به عبور از آن نبودند پوشانده شد. پس از انتقال حشرات کامل به این ظروف، یک عدد کاغذ صافی به قطر ۹ سانتی‌متر روی توری ظروف تخم‌گیری قرار داده شد. به منظور تحریک تخم‌ریزی شب‌پره‌ها و جلب آن‌ها به روی کاغذ صافی، روی کاغذ صافی نیز یک قطعه‌ی بریده شده از غده‌ی سیب‌زمینی قرار داده شد. بعد از گذشت ۱۲-۱۰ ساعت، کاغذ صافی را از روی ظروف تخم‌گیری برداشته و از تخم‌های گذاشته شده روی آن به عنوان افراد هم سن برای انجام آزمایش استفاده شد.

بررسی دوره‌ی نمو و میزان زنده‌مانی مراحل قبل از بلوغ

جهت تعیین دوره‌ی نمو و میزان تلفات مرحله‌ی تخم روی هر یک از ارقام سیب‌زمینی، ۲۰۰ عدد تخم همسن در چهار پتری‌دیش پلاستیکی شفاف (۱۰ سانتی‌متر قطر و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر) قرار داده شد. به این صورت که در هر یک از پتری‌ها قطعاتی از کاغذ صافی که دارای ۵۰-۳۰ عدد تخم همسن بود قرار داده شد. به منظور تأمین تهویه مناسب در هر یک از پتری‌دیش‌ها در قسمت میانی درپوش دریچه‌ای به قطر ۳/۵ سانتی‌متر ایجاد و با پارچه‌ی توری ظریف پوشانده شد. پتری‌ها به‌صورت روزانه در زیر استریومیکروسکوپ بررسی شده و تعداد پوسته‌ی تخم‌های به جا مانده که بیانگر تعداد تخم‌های تفریخ شده بود شمارش و ثبت شده و با استفاده از قلم مو از سطح کاغذ صافی حذف شد. بررسی روزانه تخم‌ها به طور منظم تا تفریخ همه تخم‌ها و یا چروکیده شدن آنها ادامه یافت.

جهت بررسی دوره‌ی نمو و میزان زنده‌مانی مرحله‌ی لاروی از لاروهای نئونات تازه ظاهر شده روی برگ هر یک از ارقام، تعداد ۵۰ عدد لارو انتخاب و بررسی شدند. داخل هر پتری دیش پلاستیکی شفاف (با همان مشخصاتی که در بررسی دوره‌ی جنینی مورد استفاده قرار گرفته بود) که محتوی برگ‌های تازه‌ی رقم مورد نظر بود یک عدد لارو نئونات هم‌سن با استفاده از قلم‌موی ظریف انتقال داده شد. جهت حفظ طراوت و شادابی برگ، دمبرگ برگ‌های جدا شده از گیاه داخل پنبه اشباع از آب قرار داده شد و روزانه با اضافه کردن آب با استفاده از سرنگ رطوبت آنها تأمین می‌شد. در صورت کاهش شادابی و تازگی برگ‌ها، لاروهای داخل برگ با یک قلم موی ظریف به روی برگ‌های تازه منتقل می‌شدند. جهت انجام این کارها ابتدا با یک پنس ظریف اپیدرم فوقانی برگ را برداشته و سپس لارو موجود در بین دو اپیدرم (تغذیه به صورت مینوز) توسط یک قلم موی ظریف به روی برگ جدید منتقل می‌شد.

لاروهای بید سیب‌زمینی پس از تکمیل دوره‌ی لاروی و قبل از وارد شدن به مرحله‌ی پیش‌شفیرگی و شفیرگی به طور طبیعی برگ سیب‌زمینی را ترک کردند. مقداری ماسه بادی به داخل هر پتری‌دیش قبل از ظاهر شدن لاروهای سن پنج یا خارج شدن لاروها از برگ جهت ایجاد محیطی مناسب برای شفیره شدن اضافه شد. مشاهدات به طور روزانه برای بررسی میزان مرگ و میر و زنده‌مانی لاروها و شفیره‌ها، تا زمان ظهور افراد بالغ و یا مرگ آنها به دقت ثبت شد.

بررسی طول دوره‌ی تولیدمثلی، میزان باروری و طول عمر حشرات کامل

پس از طی دوران پیش از بلوغ و ظهور افراد بالغ، به منظور مطالعه‌ی جفتگیری و تخمریزی آن‌ها، تعداد ۲۶-۱۳ جفت شب‌پره‌ی نر و ماده روی هر رقم مورد بررسی قرار گرفت. به این صورت که هر جفت نر و ماده از شب‌پره‌ها به داخل ظروف پلاستیکی فنجان مانند شفاف (به قطر ۱۰ سانتیمتر و ارتفاع ۵ سانتیمتر که در قسمت میانی درپوش آن دریچه‌ای به قطر ۷ سانتیمتر ایجاد و با توری پوشانده شده بود) انتقال داده شد. جهت ایجاد بستر مناسب تخم‌ریزی، روی توری درپوش هر ظرف تخم‌ریزی یک عدد از برگ‌های مربوط به هر رقم

Archive of SID

www.SID.ir

سیب‌زمینی قرار داده شد. جهت تماس بیشتر و چسبیدن برگ به توری روی برگ قطعه‌ای پلاستیکی به قطر حدود ۲/۵ تا ۳/۵ سانتیمتر قرار داده شد. بوی برگ سیب‌زمینی احتمالاً سبب تحریک تخم‌ریزی شب‌پره‌های ماده و جلب آنها می‌شود. روزانه تخم‌های روی برگ‌ها شمارش شده و برگ‌ها نیز تعویض شدند. تخم‌های گذاشته شده پس از شمارش با یک قلم مو از جداره ظرف حذف می‌شدند. برای این کار به صورت روزانه هر یک جفت شب‌پره‌های نر و ماده داخل هر ظرف به داخل ظروف تخم‌ریزی دیگری منتقل شده و سپس تعداد تخم‌های گذاشته شده روی جداره‌ی ظروف تخمریزی در زیر استریومیکروسکوپ در آزمایشگاه شمارش و ثبت می‌شد. این شب‌پره‌ها در طول آزمایشات تغذیه نشدند.

شمارش روزانه‌ی تخم‌ها تا مرگ آخرین فرد ماده ادامه پیدا کرد. طول دوره‌های قبل از تخمریزی (فاصله‌ی زمانی بین ظهور حشرات کامل ماده تا اولین تخم‌ریزی)، تخمریزی (فاصله‌ی زمانی بین شروع و پایان تخمریزی)، پس از تخمریزی (فاصله‌ی زمانی بین آخرین تخم‌ریزی تا مرگ حشرات کامل ماده)، میزان باروری روزانه (متوسط تعداد تخم‌های گذاشته شده در هر روز)، باروری کل (متوسط تعداد کل تخم‌های گذاشته شده به ازاء هر فرد ماده در طول زندگی) و طول عمر حشرات کامل نر و ماده روی برگ هر رقم سیب زمینی ثبت شد. جهت به دست آوردن نسبت جنسی حشرات کامل بید سیب‌زمینی روی برگ و غده‌ی هر رقم، تعداد ۲۰۰ عدد لارو نئونات حاصل از تفریخ تخم‌هایی که والدین آنها روی رقم مورد نظر رشد و نمو و تغذیه داشتند روی رقم مورد نظر قرار داده شد و تا کامل شدن رشد و نمو و ظهور حشرات کامل در شرایط آزمایش نگه داشته شدند و پس از ظهور حشرات کامل، تعداد آنها به تفکیک جنس شمارش و ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمون نرمال بودن داده‌های مربوط به پارامترهای زیست‌شناسی قبل از تجزیه واریانس با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov در نرم‌افزار SPSS۱۶ انجام شد و در صورت نرمال نبودن داده‌ها، از روش تبدیل مناسب استفاده شد. برای تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار پارامترهای زیستی (طول دوره‌های رشدی تخم، لارو، شفیره، طول عمر و دوره‌ی زندگی حشرات بالغ، طول دوره‌ی تولیدمثلی و میزان باروری) در بین ارقام مورد آزمایش، این پارامترها با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه (one way ANOVA) و در نرم افزار آماری SPSS ۱۶ مورد مقایسه قرار گرفته و در صورت معنی‌دار شدن اختلافات، میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای Student-Newman-Keuls (SNK) مقایسه شدند. جهت گروه بندی ارقام مختلف سیب‌زمینی در قالب گروه‌های مقاوم، نیمه مقاوم، نیمه حساس و حساس، از روش تجزیه کلاستر سلسله مرتبه‌ای (Hierarchical Cluster Analysis) به شکل دندروگرام در نرم افزار SPSS۱۶ و از روش Ward استفاده شد.

نتایج

طول دوره‌های رشدی قبل و بعد از بلوغ

نتایج حاصل از بررسی تأثیر ارقام مختلف سیب‌زمینی بر روی طول دوره‌های رشد و نمو قبل از بلوغ و نیز طول عمر و دوره‌ی زندگی حشرات بالغ *P. operculella* روی برگ ۱۰ رقم مورد آزمایش سیب‌زمینی در جدول ۱ آورده شده است. طول دوره‌ی جنینی روی ارقام مختلف سیب‌زمینی تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P>0/05$) که نشان دهنده‌ی عدم تأثیر رقم گیاهی بر این پارامتر می‌باشد. طول دوره‌ی لاروی ثبت شده روی ارقام مورد مطالعه به طور معنی‌داری متفاوت بود ($P < 0/01$). طول دوره‌ی شفیرگی بید سیب‌زمینی بین ارقام مختلف سیب‌زمینی تفاوت معنی‌داری نشان داد ($P < 0/05$). کل دوره‌ی رشد و نمو (مجموع طول دوره‌ی رشد قبل از بلوغ) بید سیب‌زمینی نیز روی برگ ارقام مختلف سیب‌زمینی اختلاف معنی داری نشان داد ($P < 0/01$). طولانی‌ترین دوره‌ی رشدی قبل از بلوغ روی رقم مارفونا (۲۹/۴۷ روز) و کوتاه‌ترین دوره رشد روی رقم بانبا (۲۶/۵۵ روز) مشاهده شد. تغذیه از برگ ارقام مختلف سیب‌زمینی اثر معنی‌داری روی طول عمر و دوره‌ی زندگی حشرات کامل نر و ماده‌ی *P. operculella* داشت ($P < 0/01$). برای هر دو جنس نر و ماده کمترین طول دوره‌ی زندگی روی رقم ولوکس و همچنین بیشترین طول دوره زندگی روی رقم آگریا بدست آمد (جدول ۱).

نسبت جنسی، طول دوره‌های تولیدمثلی و میزان باروری

نتایج مربوط به نسبت جنسی، طول دوره‌ی قبل از تخمریزی، تخمریزی، پس از تخمریزی و میزان باروری روزانه و میزان باروری کل شب‌پره‌ی *P. operculella*، روی برگ ارقام مختلف سیب-زمینی در جدول ۲ آمده است. همان‌گونه که از جدول ۲ معلوم است تفاوت چندانی بین نسبت جنسی روی ارقام مختلف مشاهده نمی‌شود. بیشترین و کمترین نسبت حشرات ماده (۱۰۰ × کل جمعیت / نسبت حشرات ماده) بید سیب‌زمینی به ترتیب روی برگ رقم آگریا و آلمیرا ثبت شد. طول دوره‌های قبل از تخم ریزی ، تخم ریزی و میزان باروری روزانه‌ی بید سیب‌زمینی روی برگ ارقام مختلف سیب‌زمینی تفاوت معنی‌داری نداشته ($P > 0/05$) ولی طول دوره‌ی پس از تخم ریزی و میزان باروری کل *P. operculella* به طور معنی‌داری روی برگ ارقام مختلف متفاوت بود ($P < 0/01$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- طول مراحل مختلف رشدی قبل از بلوغ، طول عمر و دوره‌ی زندگی حشرات بالغ (SE ± میانگین) (روز) *Phthorimaea operculella* روی برگ ده رقم سیب‌زمینی

Cultivar	Immature stage				Longevity		Life cycle	
	egg	larva	Pupa	total	female	male	female	male
Agria	4.35±0.10^{a}	14.42±0.18^{cd}	9.07±0.17^{ab}	27.52±0.27^{c}	8.38±0.55^{abcd}	7.70±0.06^{a}	36.88±0.58^{a}	38.00±0.33^{a}
Agata	4.18±0.07^{a}	15.39±0.17^{b}	9.10±0.18^{ab}	28.48±0.17^{b}	7.25±0.42^{bcd}	6.13±0.22^{bc}	34.44±0.58^{b}	35.53±0.45^{b}
Almera	4.35±0.10^{a}	14.16±0.13^{de}	9.15±0.17^{ab}	27.27±0.20^{c}	8.46±0.62^{abcd}	7.31±0.35^{ab}	35.46±0.81^{ab}	34.94±0.42^{b}
Arinda	4.13±0.06^{a}	14.57±0.16^{cd}	8.86±0.16^{b}	27.47±0.20^{c}	8.89±0.51^{ab}	8.38±0.29^{a}	36.22±0.56^{ab}	36.25±0.55^{b}
Baneba	4.15±0.07^{a}	13.85±0.13^{e}	8.71±0.16^{b}	26.55±0.19^{d}	8.68±0.50^{abc}	8.00±0.42^{a}	35.11±0.52^{ab}	35.36±0.58^{b}
Fiana	4.22±0.07^{a}	15.47±0.08^{b}	9.05±0.12^{ab}	28.58±0.12^{b}	6.67±0.36^{d}	5.17±0.26^{c}	34.78±0.33^{ab}	34.62±0.30^{b}
Marfona	4.39±0.08^{a}	16.15±0.23^{a}	9.55±0.10^{a}	29.47±0.20^{a}	6.87±0.50^{cd}	6.07±0.37^{bc}	35.67±0.46^{ab}	35.69±0.45^{b}
Ramus	4.29±0.09^{a}	14.79±0.17^{c}	8.88±0.15^{b}	27.66±0.20^{c}	9.47±0.52^{a}	7.36±0.39^{ab}	36.73±0.58^{a}	35.82±0.33^{b}
Satina	4.31±0.08^{a}	14.29±0.14^{cde}	8.88±0.16^{b}	27.18±0.19^{c}	9.38±0.45^{a}	7.38±0.39^{ab}	35.21±0.37^{ab}	34.73±0.36^{b}
Volvox	4.31±0.08^{a}	15.38±0.09^{b}	9.05±0.13^{ab}	28.43±0.15^{b}	6.67±0.21^{d}	5.80±0.33^{c}	34.32±0.30^{b}	34.44±0.35^{b}

The values followed by different letters within each columns are significantly different ($P < 0.05$; SNK after one-way ANOVA).

جدول۲- طول دوره‌های تولیدمثلی، میزان باروری (SE ± میانگین) و نسبت جنسی *Phthorimaea operculella* روی برگ ده رقم سیب‌زمینی

Cultivar	Reproduction Periods			Fecundity		Sex ratio (%)
	Pre-oviposition	Oviposition	Post-oviposition	Daily	Total	
Agria	0.69±0.24^{a}	3.25±0.42^{a}	3.44±0.51^{ab}	10.16±1.23^{a}	72.19±7.40^{a}	53.5
Agata	0.50±0.16^{a}	3.06±0.27^{a}	2.69±0.41^{b}	11.99±1.29^{a}	68.31±3.97^{ab}	51.0
Almera	0.31±0.13^{a}	2.62±0.42^{a}	2.62±0.51^{b}	7.99±1.57^{a}	55.69±9.55^{ab}	49.0
Arinda	0.95±0.16^{a}	3.26±0.31^{a}	3.68±0.58^{ab}	10.87±1.37^{a}	78.32±7.84^{a}	50.5
Baneba	1.05±0.25^{a}	2.95±0.47^{a}	3.63±0.43^{ab}	9.33±1.33^{a}	62.37±5.56^{ab}	52.0
Fiana	0.44±0.12^{a}	2.72±0.28^{a}	2.50±0.32^{b}	12.37±1.13^{a}	66.17±4.80^{ab}	50.0
Marfona	0.91±0.17^{a}	2.57±0.26^{a}	2.22±0.35^{b}	7.85±0.83^{a}	44.61±4.21^{b}	52.5
Ramus	0.88±0.21^{a}	2.71±0.32^{a}	4.76±0.45^{a}	9.04±1.02^{a}	70.41±5.92^{a}	51.5
Satina	1.06±0.30^{a}	3.44±0.32^{a}	3.75±0.25^{ab}	8.68±0.91^{a}	67.69±5.02^{ab}	50.0
Volvox	0.57±0.13^{a}	2.81±0.20^{a}	2.29±0.27^{b}	10.67±0.88^{a}	58.90±4.03^{ab}	51.0

The values followed by different letters within each columns are significantly different ($P < 0.05$; SNK after one-way ANOVA).

همه حشرات کامل پس از ظاهر شدن در همان روز اول یا دوم زندگی خود جفت گیری و تولید مثل کرده و طول دوره‌ی قبل از تخمریزی روی برگ هفت رقم مورد آزمایش کوتاه و کمتر از یک روز بود و روی سه رقم آرینداء بانبا و ساتینا تقریبا برابر یک روز ثبت شد. کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین طول دوره‌ی تخمریزی بید سیب‌زمینی به ترتیب ۲/۵۷ روز روی رقم مارفونا و ۳/۴۴ روز روی رقم ساتینا بدست آمد. باروری روزانه‌ی بید سیب‌زمینی روی برگ رقم مارفونا (۷/۸۵ تخم) و برگ رقم فیانا (۱۲/۳۷ تخم) به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را نشان داد. کمترین و بیشترین میزان باروری کل بید سیب-زمینی به ترتیب روی رقم مارفونا (۴۴/۶۱ تخم) و رقم آرینداً (۷۸/۳۲ تخم) مشاهده شد.

تجزیه کلاستر پارامترهای زیست شناسی *P. operculella*

دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ارقام مختلف سیب‌زمینی بر اساس پارامترهای زیست‌شناسی (طول مراحل مختلف رشدی قبل از بلوغ، طول عمر و دوره‌ی زندگی حشرات بالغ، طول دوره‌های تولید-مثلی و میزان باروری روزانه و کل) *P. operculella* روی برگ ارقام مختلف سیب‌زمینی در شکل ۱ آمده است. ارقام مختلف سیب-زمینی در هر گروه براساس شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود در زیست-شناسی این آفت روی ارقام مورد آزمایش گروه‌بندی شدند به طوری که ارقام دارای ویژگیهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متفاوت نسبت به ارقام دارای ویژگیهای فیزیولوژیکی مشابه در گروه‌هایی مجزا گروه‌بندی شده‌اند.

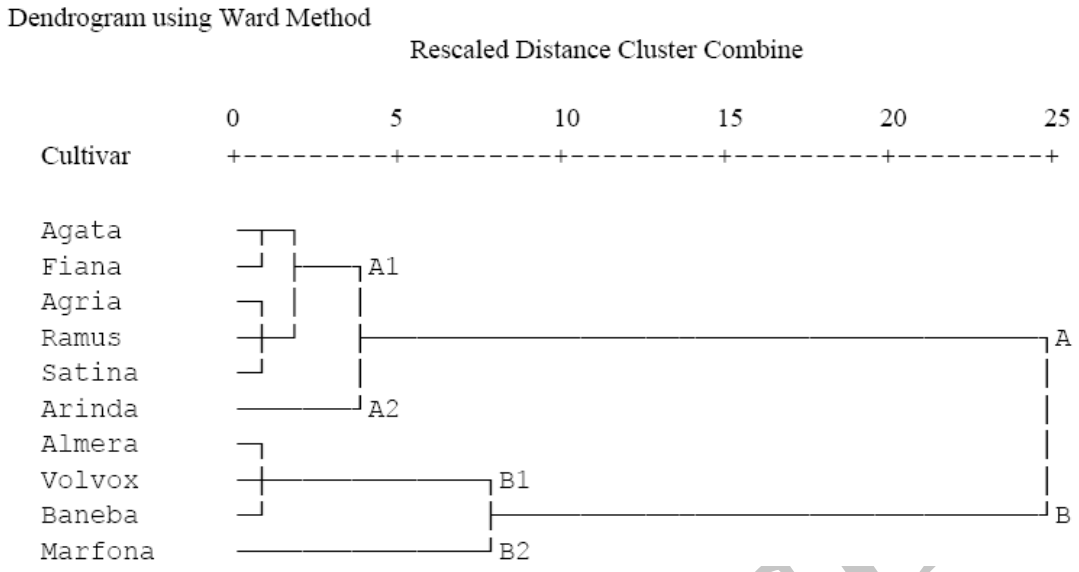
نتایج بدست آمده از تجزیه کلاستر برگ ارقام مختلف سیب‌زمینی براساس پارامترهای زیست شناسی روی برگ این ارقام نشان دهنده‌ی وجود دو گروه A و B بود (شکل ۱). گروه A شامل دو زیر گروه A1 (نیمه‌حساس) و A2 (حساس) بود. زیر گروه A1 شامل ارقام آگاتا، فیانا، آگریا، راموس و ساتینا و زیر گروه A2 شامل رقم آرینداً بود. گروه B، دو زیر گروه B1 (نیمه‌مقاوم) و B2 (مقاوم) را در بر داشت که زیر گروه زیر گروه B1 شامل ارقام آلمیرا، ولوکس و بانبا و زیر گروه B2 شامل رقم مارفونا بود.

بحث

تاکنون مطالعات اندکی در زمینه‌ی بیولوژی و اکولوژی بید سیب-زمینی روی ارقام مختلف سیب‌زمینی جهت بررسی مقاومت ارقام صورت گرفته است (۲۰).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- دندروگرام ارقام مختلف سیب‌زمینی بر اساس پارامترهای زیست‌شناسی*Phthorimaea operculella* روی برگ این ارقام

بنابراین نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند بطور مؤثری در انتخاب ارقام مقاوم به این آفت جهت استفاده در یک برنامه IPM به کار گرفته شوند.

در شرایط مورد مطالعه، این آفت فاقد دیاپوز حقیقی بود و بدون هیچگونه توقفی در رشد به فعالیت خود ادامه داد، که مؤید نتایج بدست آمده توسط کبیر (۱۴) در شرایط مطلوب انبار و مزرعه می‌باشد. نتایج حاصل از مطالعه‌ی انجام شده توسط گلی‌زاده و رزمجو (۱۰) مانند بررسی حاضر نشان دهنده‌ی عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین دوره‌ی جنینی این آفت روی ارقام مورد آزمایش (آگریا، مارفونا، سانته، پیکاسو و ساوالان) توسط آنها بود. متوسط دوره‌ی جنینی بید سیب‌زمینی در شرایط دمایی ۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد ۵/۵ روز روی غده‌ی سیب‌زمینی رقم پروآنیتا گزارش شده بود (۲۷). همچنین این محققین متوسط طول دوره‌ی لاروی بید سیب‌زمینی را در شرایط دمایی ذکر شده، روی غده‌ی رقم پروآنیتا برابر با ۱۷/۶ روز گزارش کردند. تفاوت موجود بین نتایج این محققین با نتایج بررسی حاضر ممکن است ناشی از تفاوت در اندام گیاهی مورد استفاده (برگ و غده) و یا تفاوت ارقام مختلف میزبان از نظر کیفیت غذایی، خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و همچنین متفاوت بودن جمعیت‌های جغرافیایی بید سیب‌زمینی مورد استفاده در آزمایش‌ها باشد. در این بررسی طول دوره‌ی شفیرگی روی برگ ارقام مختلف سیب‌زمینی همانند مطالعه‌ی انجام گرفته توسط گلی‌زاده و رزمجو (۱۰) تفاوت معنی‌داری بین ارقام مختلف نشان داد.

گلی‌زاده و رزمجو (۱۰) نشان دادند که بیشترین طول دوره‌ی لاروی، شفیرگی، دوره قبل از بلوغ و درصد زنده‌مانی دوره‌ی نابالغی این آفت به ترتیب برابر ۱۵/۲۹، ۸/۲۹، ۲۷/۳۳ روز و ۷۸/۴۴ درصد روی رقم آگریا می‌باشد و میزان باروری کل بید سیب‌زمینی روی رقم آگریا برابر ۱۰۷/۸۷ تخم بود که نسبت به رقم مارفونا (۱۱۳/۲۷ تخم) کمتر بود که این یافته‌ها با نتایج تحقیق حاضر اندکی متفاوت است. اختلاف موجود می‌تواند مربوط به تفاوت اندام گیاهی، جمعیت‌های مورد بررسی بید سیب‌زمینی و یا تفاوت در شرایط انجام آزمایش در دو تحقیق باشد. پرتیسولی و همکاران (۲۳) طول دوره‌ی زندگی شب‌پره‌های ماده و نر بید سیب‌زمینی را در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد به ترتیب برابر ۳۱/۴ و ۳۳/۴ روز گزارش کردند. تفاوت موجود بین این دو آزمایش می‌تواند به شرایط متفاوت دمایی در دو آزمایش و همچنین عدم تغذیه‌ی حشرات کامل در آزمایش حاضر نسبت به مطالعه‌ی ذکر شده نسبت داده شود.

شب‌پره‌های بالغ بید سیب‌زمینی به منبع غذایی غنی از کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی، تحرک و داشتن طول عمر طولانی نیاز دارند و این نکته در مورد همه‌ی گیاه‌خواران از جمله بالپولکداران کاملاً صدق می‌کند (۳۲). تفاوت مشاهده شده در طول دوره‌ی قبل و بعد از بلوغ بید سیب‌زمینی روی برگ ارقام مختلف سیب‌زمینی با مقادیر همین پارامترها روی غده‌ی ارقام مختلف سیب‌زمینی احتمالا مربوط به کیفیت غذایی بافت مورد استفاده‌ی گیاه میزبان می‌باشد. بر اساس بررسی انجام شده توسط داس و همکاران (۷) کیفیت غذایی گیاه میزبان، عامل اصلی مقاومت سیب‌زمینی در برابر این آفت می‌باشد به‌طوری که مقادیر بالای کربوهیدرات قابل هضم و مقادیر پایین پروتئین محلول به عنوان یک عامل محدود کننده‌ی رشد و نمو لاروها عمل می‌کند. مطلوبیت گونه‌های مختلف گیاهی برای حشرات،

Archive of SID

www.SID.ir

با اندازه‌گیری ویژگی‌هایی از حشره مانند نرخ زنده‌مانی، رشد و نمو مراحل قبل از بلوغ و نرخ تولید مثل حشره کامل قابل بررسی است.

سن حشرات نر نقش مهمی در میزان توانایی آنها برای جفتگیری ایفا می‌کند (۱۹) به همین خاطر در این مطالعه تا جای ممکن سعی شد از حشرات نری که کمتر از ۱۲ ساعت از ظاهر شدنشان گذشته بود استفاده شود. بر اساس نتایج بدست آمده نسبت جنسی حشرات کامل بید سیب‌زمینی روی برگ ارقام سیب‌زمینی تقریباً ۱ به ۱ بود. آوماک و لیدر (۴) بیان کردند که کیفیت گیاه میزبان ممکن است نسبت جنسی برخی از راسته‌های حشرات را تحت تأثیر قرار دهد. در بررسی حاضر مشاهده شد که طول دوره‌ی قبل از تخمریزی، به زمان جفت‌گیری افراد ماده وابسته است. بدین صورت که اگر افراد ماده در مدت کوتاهی پس از ظاهر شدن موفق به جفت‌گیری شوند، فاقد دوره‌ی پیش از تخمریزی خواهند بود. دوره‌ی پس از تخمریزی بید سیب‌زمینی از نظر ایجاد خسارت اهمیتی ندارد؛ زیرا حشرات کامل این آفت در انبار تغذیه نداشته و در مزرعه نیز از شهد گیاهان تغذیه می‌کند.

تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط یک حشره روی گیاه میزبان می‌تواند به طور مستقیم تحت تأثیر گیاهان پایین گیاهان از نظر ارزش غذایی قرار گرفته و باروری آفت کاهش یابد (۴، ۱۳ و ۳۰). نتایج آزمایشات روی برگ ارقام مورد بررسی در این تحقیق در توافق با یافته‌های این محققین بود. بیشترین میزان تخمریزی حشرات بالغ روی برگ همه‌ی ارقام مورد آزمایش در همان روزهای اول پس از ظاهر شدن رخ داده است. علت چنین وضعیتی ممکن است به میزان مواد غذایی ذخیره شده (در دوره‌ی نابالغی) در بدن شب‌پره‌های ماده و همچنین حفظ بقاء نسل‌های بعد (به دلیل احتمال زادآوری بالاتر تخم‌های گذارده شده در روزهای ابتدایی عمر حشرات بالغ) مربوط باشد. در آزمایشات روی ۱۰ رقم سیب‌زمینی مشاهده شد که کمترین مقدار تخم‌ریزی حشرات کامل بید سیب‌زمینی روی برگ رقم مارفونا است. این نتایج می‌تواند نشان‌دهنده‌ی ارزش غذایی پایین‌تر برگ رقم مارفونا نسبت به سایر ارقام مورد بررسی سیب‌زمینی باشد.

بر اساس مطالعه‌ی داس و همکاران (۷) کیفیت غذایی غده‌ها به عنوان یک فاکتور مهم در مقاومت ارقام سیب‌زمینی در برابر بید سیب‌زمینی عمل می‌کند. اگر کیفیت گیاه میزبان خیلی پایین باشد و بقاء حشرات بالغ را تأمین نکند، حشرات ماده ممکن است تخم‌ها یا جنین تخم‌ها را بازجذب کنند و از مواد مغذی آنها برای افزایش طول عمر خود و افزایش توانایی پیدا کردن گیاهان میزبان با کیفیت بهتر جهت زاد و ولدشان استفاده کنند (۵ و ۳۱). یک حشره‌ی ماده هنگام مواجه شدن با یک گیاه میزبان با کیفیت پایین، ممکن است رفتار تخم‌ریزی‌اش را با کاهش تعداد تخم‌هایی که روی هر گیاه می‌گذارد اصلاح کند یا اندازه یا محتویات غذایی تخم‌ها را تنظیم کند (۱۷). در مطالعات مقدماتی نشان داده شده است که تریکوم‌های غده‌ای موجود روی برگ *S. berthaultii* اثر بازدارنده‌ای روی رشد و نمو و تغذیه‌ی لارو و تخم‌ریزی حشرات کامل بید سیب‌زمینی دارد (۲۰، ۲۱ و ۲۲).

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان گفت که برگ رقم مارفونا به دلایلی چون طول دوره‌ی رشدی نسبتاً طولانی قبل از بلوغ، میزان باروری پایین حشرات بالغ و نرخ زنده‌مانی کم بید سیب‌زمینی روی آن نسبت به سایر ارقام، این رقم برای نشو و نمای بید سیب‌زمینی نامناسب بوده و به عنوان رقم نسبتاً مقاوم به این آفت محسوب می‌شود. بر همین اساس، ارقام آگریا و ولوکس نیز به عنوان ارقام نیمه مقاوم یا با مقاومت متوسط و ارقام آگاتا، ساتینا و فیانا به عنوان ارقام نیمه حساس و ارقام آریندا، آلمیرا، بانبا و راموس به عنوان ارقام حساس شناخته شدند. علت مقاومت رقم مارفونا نسبت به سایر ارقام می‌تواند به کیفیت غذایی، ترکیبات شیمیایی ثانویه، موانع فیزیکی موجود بر روی برگ (کرک‌ها) و سخت بودن بافت برگ این رقم مربوط باشد که نیاز به مطالعات بیشتر و تکمیلی در این زمینه می‌باشد. آگاهی از واریته های حساس یا مقاوم و زیست‌شناسی یک آفت می‌تواند از اجزای اصلی یک برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفت برای همه محصولات باشد. بنابراین با توجه به نتایج بررسی حاضر می‌توان رقم مافونا را به علت مقاومت نسبی بالاتر نسبت به سایر ارقام، به عنوان یک رقم نسبتاً مناسب جهت کاشت و استفاده در مدیریت تلفیقی بید سیب‌زمینی به کار برد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از خانم‌ها دکتر ندا اسماعیلی، مهندس مژگان مردانی طلایی و از آقایان مهندس رحیم قادری، مهندس سید علی همتی، مهندس سید مظفر منصوری، مهندس گرانمایه و مهندس سامان کیانی جهت کمک‌های ارزنده‌شان قدردانی می‌شود.

منابع

۱- خانجانی م. ۱۳۸۵. آفات گیاهان زراعی ایران. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان.

2- Adebayo A. and Omoloyo S.V. 2007. Abundance of methylenecholesterol in traditional African rice as an indicator of resistance to the African rice gall midge, *Orseolia oryzivora* Harris & Gagne. Entomological Science, 10: 249-257.

Archive of SID

www.SID.ir

3- Arnone S., Musmeci S., Bacchetta L., Cordischi N., Pucci E., Cristofaro M. and Sonino A. 1998. Research in *Solanum* spp. As sources of resistance to the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). Potato Research, 41: 39-49.
4- Awmack C.S. and Leather S.R. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. Annual Review of Entomology, 47: 817-44.
5- Brough C.N. and Dixon A.F.G. 1990. The effects of starvation on development and reproductive potential of apterous virginoparae of vetch aphid *Megoura viciae*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 55: 41-45.
6- Capinera J.L. 2001. Handbook of vegetable pests. Academic Press, New York, USA.
7- Das G.P., Magallona E.D., Raman K.V. and Adalla C.B. 1993. Growth and development of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), on resistant and susceptible potato genotypes in storage. Philippine Entomologist, 9: 15-27.
8- Du L.G.F., Zhu S. and Parajulee M.N. 2004. Effect of cotton cultivar on development and reproduction of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) and its predator *Propylaea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae). Journal of Economic Entomology, 97: 1278-1283.
9- 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.
10- Golizadeh A. and Razmjou J. 2010. Life table parameters of *Phthorimaea operculella* Zeller. (Lepidoptera: Gelechiidae), feeding on tubers of six potato cultivars. Journal of Economic Entomology, 103: 966-972.
11- Graft J.E. 1917. The potato tuber moth. Technical Bulletin. USDA 427, 58.
12- Gurr G.M. and Symington C.A. 1988. Resistance to the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. Australian Journal of Entomology, 37: 49-51.
13- Hamilton A.J., Endersby N.M., Ridland P.M., Zhang J. and Neal M. 2005. Effects of Cultivar on oviposition preference, larval feeding and development time of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on some *Brassica oleracea* Vegetables in Victoria. Australian Journal of Entomology, 44: 284-287.
14- Kabir A. 1994. Laboratory studies on the oviposition and generation production of the potato tube moth, *Phthorimaea opeculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Bangladesh Journal of Zoology, 22: 25-28.
15- Kim D.S. and Lee J.H. 2002. Egg and larval survivorship of *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae) in apple and peach and their effects on adult population dynamics in Orchards. Environmental Entomology, 31: 686-692.
16- Lachman J., Hamouz K., Orsak M. and Pivec V. 2001. Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition-Review. Rostlinna Vyroba, 47: 181-191.
17- Leather S.R. and Burnand A.C. 1987. Factors affecting life-history parameters of the pine beauty moth, *Panolis flammea* (D&S): the hidden costs of reproduction. Functional Ecology, 1: 331-38.
18- Liu Z., Li D., Gong P. and Wu K. 2004. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. Environmental Entomology, 33: 1570-1576.
19- Makee H. and Saour G. 1999. Nonrecovery of fertility in partially sterile male *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Journal of Economic Entomology, 92: 516-520.
20- 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.
21- Malakar R. and Tingey W.M. 2000. Glandular trichomes of *Solanum berthaultii* and its hybrids with potato deter oviposition and impair growth of potato tuber moth. Entomologia Experimentalis et Applicata, 87: 249-257.
22- Musmeci S.R., Ciccoli R., Gioia V.D., 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.
23- Pratissoli D., Parra J.R.P., Oliveira H.N.de. and Pereira F.F. 2003. Biologic aspects of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Ciencia Rural, 33: 1153-1155.
24- Raman K.V. and Palacios M. 1982. Screening potato for resistance to potato tuberworm. Journal of Economic Entomology, 75: 47-49.
25- Razmjou J., Moharramipour S., Fathipour Y. and Mirhoseini S.Z. 2006. Effect of cotton cultivar on

Archive of SID

www.SID.ir

performance of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) in Iran. Journal of Economic Entomology, 99: 1820-1825.
26- Rondon S.I. 2010. The potato tuberworm: A literature review of its biology, ecology, and control. American Journal of Potato Research, 87: 149-166.
27- Sporleder M., Kroschel J., Quispe M.R.G. and Lagnaoui A. 2004. A temperature-based simulation model for the potato tuber worm, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera; Gelechiidae). Environmental Entomology, 33: 477-486.
28- Tsai J.H. and Wang J.J. 2001. Effects of host plants on biology and life table parameters of *aphid spiraecola* (Homoptera: Aphididae). Environmental Entomology, 30: 45-50.
29- Van Lanteren J.C. and Noldus L.P.J.J. 1990. Whitefly plant relationships, behavioural and ecological aspects. p. 47-89. In D. Gerling (ed.) White Flies: Their Bionomics, Pest Status and Management Intercept. Andover, Hamshire, UK.
30- Verkerk R.H.J. and Wright D.J. 1996. Multitrophic Interactions and Management of the Diamondback Moth: a Review. Bulletin of Entomological Research, 86: 205-216.
31- Ward S.A. and Dixon A.F.G. 1982. Selective resorption of aphid embryos and habitat changes relative to life span. Journal of Animal Ecology, 51: 859-64.
32- Winkler K., Ckers F.L.W., Stingli A. and Van Lanteren J. 2005. *Plutella xylostella* (diamondback moth) and its parasitoid *Diadegma semiclausum* show different gustatory and longevity responses to a range of nectar and honeydew sugars. Entomologia Experimentalis et Applicata, 115: 187-192.
33- Yasar B. and Gungor M.A. 2005. Determination of life table and biology of colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae), feeding on five different potato varieties in Turkey. Applied Entomology and Zoology, 40: 589-596.
34- Zalucki M.P. and Malcolm S.B. 2002. Ecology and behavior of first instar larval lepidoptera. Annual Review of Entomology, 47: 361-393.

Archive of SID

www.SID.ir