

ارزیابی تاثیر کاربرد ارقام مقاوم پنبه در کارایی حشره کش ایمیداکلوپراید (SC 35%) روی مراحل رشدی سفیدبالک پنبه، *Bemisia tabaci* Gennadius

سعیده سرباز^۱، غلامحسین مروج^{۱*}، محمد سیرجانی^۲، سعید هاتفی^۱ و آرزو حیدرزاده^۳

۱. گروه حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان، ایران. ۲. موسسه تحقیقات پنبه شرق کشور، کاشمر، خراسان رضوی، ایران. ۳. گروه حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، آذربایجان غربی، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۵

چکیده

کاربرد گیاهان مقاوم در مدیریت تلفیقی آفات (IPM) و سازگاری آن‌ها با کنترل شیمیایی در مطالعات زیادی بررسی شده است. برای بررسی نقش تلفیق کاربرد ارقام مقاوم و استفاده از حشره کش‌ها، تاثیر ایمیداکلوپراید (SC 35%) علیه مراحل مختلف سنی تخم، پوره و حشره کامل سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci* Gennadius روی دو رقم ترموس ۱۴ و اکرا برگ سبز پنبه (به ترتیب ارقام حساس و مقاوم پنبه نسبت به سفیدبالک پنبه) در شرایط گلخانه در سال ۱۳۹۲ بررسی شد. آزمایشات در شرایط دمایی $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $60 \pm 5\%$ و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) انجام شد. زیست‌سنجی به روش غوطه‌ور سازی برگ بود. نتایج این بررسی نشان داد که روی هر دو رقم حساس و مقاوم، مرگ و میر تمام مراحل سنی سفیدبالک پنبه با افزایش غلظت حشره کش افزایش یافت. تمام مراحل سنی سفیدبالک پنبه پرورش یافته روی رقم اکرا برگ سبز (رقم مقاوم) در مقایسه با حشرات پرورش یافته روی رقم ترموس ۱۴ (رقم حساس) حساسیت بیشتری نسبت به حشره کش ایمیداکلوپراید نشان دادند. شاخص LC_{50} ایمیداکلوپراید در تخم، پوره و حشره کامل روی رقم ترموس ۱۴ به ترتیب برابر ۱۵۱/۶۱، ۶۷/۶۶ و ۱۱۲/۶۵ پی‌پی‌ام و روی رقم اکرا برگ سبز به ترتیب برابر ۱۳۵/۷۸، ۵۹/۳۰ و ۹۷/۱۳ پی‌پی‌ام بود. نتایج بیانگر وجود نوعی برهم کنش مثبت بین کاربرد گیاهان مقاوم به سفیدبالک پنبه و کاربرد حشره کش ایمیداکلوپراید می‌باشد. لذا کاربرد توأم این‌ها موجب کاهش مقدار سم مصرفی برای ایجاد درصد معینی از مرگ و میر در حشرات می‌شود. این نتایج بیانگر پتانسیل بالای کاربرد ارقام مقاوم در تلفیق با حشره کش ایمیداکلوپراید جهت مدیریت انبوهی جمعیت سفیدبالک پنبه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارقام مقاوم، آفت کش، برهم کنش، حساسیت، سفیدبالک پنبه، گیاه میزبان.

* مسئول مکاتبات: غلامحسین مروج، moravej@ferdowsi.um.ac.ir

مقدمه

حشره کش‌ها می‌باشد به طوری که کاربرد توأم این‌ها موجب کاهش مقدار آفت کش مصرفی برای ایجاد درصد معین از مرگ‌ومیر در حشرات می‌شود (Vandenberg *et al.*, 1994; Verkerk and wright, 1996; Saljoqi and Emden, 2003). کاربرد توأم گیاه مقاوم و کنترل شیمیایی روی دو گونه‌ی بالپولک‌داران^۱ *Chilo partellus* (Swinhoe) و *Busseola fusca* (Fuller) در یک سیستم مدیریت تلفیقی در گیاه سورگوم در مطالعه‌ای بررسی شد (Vandenberg *et al.*, 1994). نتایج این مطالعه نشان داد جمعیت حشرات آفت به شدت تحت تأثیر رابطه‌ی مقاومت گیاه میزبان و حشره کش است. خسارت ناشی از آفات ذکر شده روی لاین‌های مقاوم سمپاشی نشده و لاین‌های حساس سمپاشی شده یکسان بود. در مطالعه‌ای دیگر رابطه مقاومت گیاه میزبان و حشره کش انتخابی تفلونزوران روی شب پره پشت الماسی (*Plutella xylostella* L.) در شرایط آزمایشگاه بررسی شد (Verkerk and Wright, 1996). در این آزمایش پنج رقم کلم *Brassica oleracea* L. مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد حشره کش‌ها روی رقم *B. oleracea* L. var. *capitata* که دارای مقاومت نسبی به پروانه‌ی *P. xylostella* L. بود، منجر به- کنترل بهینه‌ی این آفت گردید.

بررسی تأثیر سه حشره کش سومیسیدین (EC25%)، متاستوتوکس (EC25%) و تامارون (SL 600) در سه دز مختلف روی جمعیت شته‌هلوی *Myzus persica* Sulzer مستقر در ارقام هلوی نسبتاً مقاوم کاردینال^۲ و حساس دزیره^۳ در شرایط مزرعه نشان داد که سومیسیدین سی درصد نسبت به دیگر حشره کش‌ها بیشترین تأثیر را روی مرگ‌ومیر شته روی هر دو رقم داشت (Saljoqi and Emden, 2003). در شرایط یکسان، حشرات آفات مستقر

حشرات آفت همواره از طریق افزایش هزینه‌های تولید و کاهش عملکرد گیاهان موجب وارد آمدن خسارت زیاد به سیستم‌های کشاورزی می‌شوند. کنترل آفات در محصولات کشاورزی یکی از مهم‌ترین مباحث اقتصاد کشاورزی محسوب می‌شود (Jami-Alahmadi *et al.*, 2006). در کشاورزی نوین حفاظت از گیاهان به وسیله سموم شیمیایی یک عامل اساسی در افزایش تولید به شمار می‌آید. با این حال، محدودیت‌ها و خطراتی که در اثر استفاده‌ی بی‌رویه از این سموم در طبیعت ایجاد می‌شود، بر کسی پوشیده نیست (Seraj, 2011). گیاه پنبه از جمله گیاهانی است که مصرف حشره کش‌ها جهت کنترل آفات آن تا سطح غیر قابل قبول افزایش یافته است و در نتیجه فشار گزینشی شدید روی کلیه‌ی حشرات موجود خواه آفات اولیه یا ثانویه داشته است (Palumbo *et al.*, 2001). سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci* Gennadius از جمله آفات جدی پنبه با پراکنش جهانی است. بیش از ۲۴ بیوتیپ از این آفت در سرتاسر جهان شناسایی شده است (Avicor *et al.*, 2014; Erdogan *et al.*, 2008). بیوتیپ B، بیوتیپ غالب موجود در جمعیت ایرانی سفیدبالک پنبه است (Rajaei-Shoorcheh *et al.*, 2008). کاربرد حشره کش‌ها هنوز به عنوان راهبرد اصلی و بهترین روش در کنترل سفیدبالک پنبه محسوب می‌شود. براساس گزارش‌های موجود بسیاری از این حشره کش‌ها پس از مدت کوتاه به- دلیل مقاوم شدن سریع سفیدبالک‌ها به آن‌ها تأثیر و کارآیی خود را از دست داده‌اند (Bacci *et al.*, 2007; Qureshi *et al.*, 2009; Sohrabi *et al.*, 2011). کاربرد گیاهان مقاوم در مدیریت تلفیقی آفات و سازگاری آن‌ها با کنترل شیمیایی و بیولوژیک در منابع علمی مختلف مورد تأیید واقع شده است (Iqbal *et al.*, 2005; Liu and Trumble, 2004, 2005; Tanzubil *et al.*, 2008). تحقیقات و بررسی‌های متعددی بیانگر وجود نوعی برهم کنش مثبت بین کاربرد گیاهان مقاوم به حشرات مکنده و کاربرد

¹. Lepidoptera

². Cardinal

³. Desiree

پنبه) و اکرا برگ سبز (نسبتاً مقاوم به سفیدبالک پنبه) در پانزده گلدان (هر کدام حاوی دو تا سه گیاه) کشت گردید. گلدان‌ها توسط یک استوانه‌ی پلاستیکی شفاف پوشیده شد که در بالا و اطراف آن دریچه‌های توری به منظور تهویه نصب گردید. جهت تهیه‌ی جمعیت روی هر رقم یک جفت حشره نر و ماده به هر گلدان منتقل گردید. پس از افزایش جمعیت، حشرات کامل ظاهر شده روزانه جهت انجام زیست‌سنجی مورد استفاده قرار گرفتند.

زیست‌سنجی حشرات کامل

این آزمایش براساس روش Kontsedalov *et al.* (2009) صورت گرفت. به منظور یافتن غلظت‌های مناسب چندین آزمایش مقدماتی انجام گرفت. برای حشرات کامل سفید-بالک پنبه روی رقم ترموس ۱۴ غلظت‌های ۹۰، ۱۰۱، ۱۱۴، ۱۲۹ و ۱۴۵ پی‌پی‌ام و روی رقم اکرا برگ سبز غلظت‌های ۸۰، ۹۱، ۱۰۲، ۱۱۵ و ۱۳۱ پی‌پی‌ام از ایمیداکلوپراید (SC 35%) در حلال آب تعیین شد. در این روش برگ گیاه پنبه از قسمت دم‌برگ چیده شد و سپس اطراف دم‌برگ با پنبه پیچیده و در لوله‌های کوچک حاوی آب قرار داده شد. جهت انجام زیست‌سنجی برگ‌ها در ۱۰۰ سی‌سی از محلول‌های سمی با غلظت مشخص به مدت پنج ثانیه غوطه‌ور شد. در تیمار شاهد برگ‌ها فقط در آب مقطر غوطه‌ور شدند. پس از سی دقیقه از زمان غوطه‌ور سازی برگ‌ها، حشرات کامل به وسیله آسپیراتور از روی هر یک از رقم‌های ترموس ۱۴ و اکرا برگ سبز جمع‌آوری شد و در یک ظرف شفاف به قطر ده سانتی‌متر و ارتفاع بیست سانتی‌متر منتقل شده و در یخچال به مدت بیست دقیقه در دمای ۵- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. به این ترتیب به راحتی حشرات یخ‌زده را با ضربات ملایم که به ظرف زده می‌شد، روی کاغذ سیاه انتقال داده شدند و سپس بیست عدد

روی رقم مقاوم با دز کمتر از حشره‌کش نسبت به جمعیت مستقر روی رقم حساس کنترل شدند. علاوه بر این شته‌های *Metopolophium dirhodum* (Walker) پرورش یافته روی ژنوتیپ مقاوم گندم نسبت به شته‌های پرورش یافته روی ژنوتیپ حساس، در برابر حشره‌کش مالاتیون حساس‌تر بودند (Attah and Emden, 1993). مطالعات مشابه در دیگر سیستم‌های شته-گیاه دارای نتایج مشابهی بوده است. حشرات روی گونه‌های گیاهی مختلف حساسیت متفاوت به حشره‌کش‌ها از خود نشان می‌دهند و این تفاوت در حساسیت حشره نسبت به حشره‌کش‌ها عموماً به علت مقاومت برخی از ارقام گیاهی نسبت به حشره می‌باشد (Eigenbrode and Trumble, 1994; Van den Berg *et al.*, 1994; Liu and Trumble, 2004, 2005). بسیاری از این مطالعات اثبات می‌کند که کارایی حشره-کش‌ها در کنترل حشراتی که روی گونه‌ای مقاوم پرورش یافته‌اند، بسیار بیشتر از حشرات پرورش یافته روی گونه‌های حساس می‌باشد. به بیان دیگر با کاربرد گیاهان مقاوم می‌توان مقدار مصرف حشره‌کش‌ها را به پایین‌تر از دز توصیه شده کاهش داد. از این رو در مطالعه حاضر تاثیر حشره‌کش ایمیداکلوپراید (SC 35%) روی مراحل تخم، پوره و حشره کامل سفیدبالک پنبه روی دو رقم ترموس ۱۴ و اکرا برگ سبز پنبه (به ترتیب ارقام حساس و نسبتاً مقاوم پنبه نسبت به سفیدبالک پنبه) در شرایط آزمایشگاه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

بر اساس نتایج مطالعات قبلی انجام شده روی حساسیت ارقام مختلف پنبه (خرداد، ساحل، مهر، ورامین، اکرا برگ قرمز، اکرا برگ قرمز و ترموس ۱۴) نسبت به سفیدبالک پنبه، دو رقم ترموس ۱۴ و اکرا برگ سبز بترتیب به عنوان ارقام حساس و نسبتاً مقاوم انتخاب شدند (Sarbaz *et al.*, 2013). هر یک از ارقام ترموس ۱۴ (حساس به سفیدبالک

زیست‌سنجی تخم

برای انجام آزمایش، از روش Cuthbertson *et al.* (2009) با اندکی تغییرات استفاده شد. برای تخم روی رقم ترموس ۱۴ غلظت‌های ۱۳۱، ۱۴۱، ۱۵۳، ۱۶۶ و ۱۸۰ پی‌پی-ام و برای رقم اکرا برگ سبز غلظت‌های ۱۳۰، ۱۳۹، ۱۴۱، ۱۵۲ و ۱۶۵ پی‌پی‌ام از ایمیداکلوپراید (SC 35%) تعیین گردید. به‌منظور هم‌سن‌سازی سنین تخم تعداد ۳۰ عدد حشره‌ی کامل توسط آسپیراتور از روی هر یک از جمعیت‌ها جمع‌آوری شد و سپس این حشرات روی چندین تکرار دیگر از گلدان‌های هر رقم رهاسازی شده و بعد از ۲۴ ساعت برگ‌ها با آلودگی بیشتر انتخاب و جدا شدند. تعداد تخم‌ها زیر دستگاه استریومیکروسکوپ شمارش شده و روی هر برگ بیست تخم نگه‌داری شدند. در صورت کمتر بودن تخم‌ها روی یک برگ از چندین برگ برای یک تکرار استفاده شد. سپس برگ‌ها به مدت پنج ثانیه در ۱۰۰ سی‌سی محلول سمی غوطه‌ور گردید و سپس داخل پتری دیش‌ها کمی پنبه مرطوب قرار داده شد و برگ‌ها داخل پتری‌ها به‌صورتیکه پشت برگ روبه‌بالا باشد قرار گرفتند و اطراف دم‌برگ نیز با پنبه مرطوب پیچیده شد. در تیمار شاهد برگ‌ها در آب مقطر غوطه‌ور گردید. پتری دیش‌ها تحت شرایط دمایی 25 ± 2 درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره‌ی روشنایی: تاریکی ۱۶:۸ (L:D) قرار گرفتند. بعد از ۹۶ ساعت تعداد مرده‌ها زیر دستگاه استریومیکروسکوپ شمارش شد. تخم‌های تفریخ نشده و لاروهای خزنده که موقع جدا شدن از پوسته‌ی تخم مرده بودند، جزء تلفات محسوب شدند.

آنالیز داده‌ها

مقادیر LC_{50} و LC_{90} بعد از ۴۸ ساعت با استفاده از نرم افزار POLO-PC محاسبه گردید. مقایسه‌ی حساسیت حشره‌کش روی رقم ترموس ۱۴ و اکرا برگ سبز به روش Robertson and Preisler (1992) تعیین گردید.

حشره‌ی کامل سفید بالک پنبه در هر قفس برگی^۱ (به شعاع ۷/۵ میلی‌متر) قرار داده شده و قبل از به‌هوش آمدن حشرات، قفس‌ها به برگ‌های پنبه متصل گردیدند و حشرات در پشت برگ پنبه، تا زمان ارزیابی مرگ‌ومیر (پس از ۴۸ ساعت) در ژرمیناتور تحت شرایط دمایی 25 ± 2 درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره‌ی روشنایی: تاریکی ۱۶:۸ (L:D) نگاه‌داری شدند. آزمایش در پنج تکرار همراه با شاهد انجام شد.

زیست‌سنجی پوره‌ها

برای ارزیابی حساسیت مراحل پورگی از روش Cuthbertson *et al.* (2009) با اندکی تغییرات استفاده شد. برای مراحل مختلف پورگی روی رقم ترموس ۱۴ غلظت‌های ۳۹، ۴۶، ۵۵، ۶۷ و ۷۹ (پی‌پی‌ام) و روی رقم اکرا برگ سبز غلظت‌های ۵۰، ۵۹، ۶۹، ۸۱ و ۹۵ (پی‌پی‌ام) از ایمیداکلوپراید (SC 35%) استفاده شد. ابتدا تعدادی از برگ‌های پنبه جدا شده و تعداد پوره‌ها (بدون در نظر گرفتن مرحله‌ی پورگی) زیر دستگاه استریومیکروسکوپ شمارش شد و روی هر برگ از هر رقم بیست پوره نگاه‌داری شد. برگ‌ها برای مدت پنج ثانیه در ۱۰۰ سی‌سی محلول سمی غوطه‌ور گردید و سپس داخل ظروف پتری با کمی پنبه مرطوب قرار داده شدند. در تیمار شاهد برگ‌ها در آب مقطر غوطه‌ور گردید. برگ‌ها به‌صورتی که پشت برگ روبه‌بالا باشد قرار گرفتند و اطراف دم‌برگ نیز با پنبه مرطوب پیچیده شد. پتری دیش‌ها در تحت شرایط دمایی 25 ± 2 درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره‌ی روشنایی: تاریکی ۱۶:۸ (L:D) در داخل ژرمیناتور قرار گرفتند. بعد از گذشت ۴۸ ساعت تعداد پوره‌های مرده زیر دستگاه بینی‌کولار شمارش شد. پوره‌های مرده با گذشت زمان خشک و تاحد زیادی چسبیدگی آن‌ها به برگ کم و با کوچک‌ترین حرکت وارده از برگ جدا می‌شدند. آزمایش در پنج تکرار همراه با شاهد انجام شد.

^۱. Clip cage

نتایج

نتایج تجزیه واریانس کارایی حشره‌کش ایمیداکلوپراید روی حشرات پرورش یافته روی رقم مقاوم و حساس نشان داد که حساسیت هر یک از مراحل مختلف رشدی (تخم، پوره و حشره کامل) سفیدبالک پنبه نسبت به حشره‌کش با افزایش غلظت افزایش می‌یابد. جهت مقایسه حساسیت مراحل مختلف رشدی سفیدبالک پنبه نسبت به ایمیداکلوپراید، آنالیز پروبیت روی داده‌های مرگ و میر حاصل صورت گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده میزان LC_{50} حشره‌کش ایمیداکلوپراید روی تخم، پوره و حشرات کامل سفیدبالک پرورش یافته در رقم ترموس ۱۴ (حساس) به ترتیب برابر ۱۵۱/۶۱، ۶۷/۶۶ و ۱۱۲/۶۵ پی‌پی‌ام (ppm) و در رقم اکرا برگ سبز (نسبتا مقاوم) به ترتیب برابر ۱۳۵/۷۸، ۵۹/۳۰ و ۹۷/۱۳ پی‌پی‌ام (ppm) برآورد گردید. نتایج آنالیز پروبیت نشان داد که در همه‌ی موارد فاکتور g کمتر از ۰/۵ بود (جدول ۱). فاکتور g نوعی شاخص آماری است که جهت برآورد حدود اطمینان در سطوح مورد نظر توسط نرم افزار مورد استفاده قرار می‌گیرد و در واقع تاییدکننده مقدار غلظت-های کشنده محاسبه شده (LC_{50} و LC_{90}) می‌باشد. بزرگتر بودن فاکتور g از ۰/۵ بیانگر آن است که از لحاظ آماری امکان قرار گرفتن غلظت‌های کشنده برآورد شده (LC_{50} و LC_{90}) در خارج از حدود اطمینان وجود دارد. آزمون t برابر با حاصل تقسیم شیب خط بر خطای معیار

آن است و اگر این مقدار کمتر از ۱/۹۶ باشد بیانگر آن است که رگرسیون در سطح خطای ($\alpha = 0.05$) معنی‌دار نیست و لذا پروبیت مرگ و میر تابع خطی از لگاریتم دز یا غلظت نخواهد بود. در این بررسی مقدار آزمون t بیشتر از ۱/۹۶ بود (جدول ۱). همچنین نتایج پروبیت نشان داد که فاکتور هتروژنیته در همه موارد، کمتر از ۱ بود (جدول ۱). فاکتور هتروژنیته از حاصل تقسیم کای مربع (χ^2) بر درجه آزادی (df) حاصل می‌شود. نرم افزار Polo-PC از فاکتور هتروژنیته در هنگامی که مقدار χ^2 بدست آمده بیشتر از مقدار χ^2 جدولی باشد، به عنوان یک تصحیح‌کننده استفاده می‌کند.

مقایسه‌ی میزان حساسیت مراحل مختلف رشدی سفیدبالک پنبه روی هر رقم به حشره‌کش ایمیداکلوپراید با استفاده از نسبت LC_{50} و حدود اطمینان ۹۵ درصد آن نشان داد که در هر دو رقم حساس و مقاوم، مراحل پورگی و تخم به ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین مرحله سفیدبالک پنبه نسبت به سم ایمیداکلوپراید بود (جدول ۲). کمترین میزان کارایی ایمیداکلوپراید در مرحله تخم روی رقم ترموس ۱۴ (حساس) با LC_{50} معادل ۱۵۱/۶۱ پی‌پی‌ام و بیشترین میزان کارایی در مرحله پورگی روی رقم اکرا برگ سبز (نسبتا مقاوم) با LC_{50} معادل ۵۹/۳ پی‌پی‌ام مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- آنالیز پروبیت مرگ و میر- غلظت حشره کش ایمیداکلوپراید روی مراحل مختلف رشدی سفیدبالک پنبه (*B. tabaci*) پرورش یافته روی دو رقم ترموس ۱۴ (حساس) و اکرا برگ سبز (مقاوم) پس از ۴۸ (حشره‌ی کامل و پوره) و ۹۶ ساعت (تخم).

Table 1. Probit analysis of the effect of imidacloprid on different growth stages of *Bemisia tabaci* reared on Termus (susceptible) 14 and Okra cotton cultivars (resistant) after 48h (for eggs) and 96h (for adult and nymph).

Cultivar	Growth stage	n	Probit mortality-concentration		"r" ratio	Heterogeneity	χ^2 (df=3)	g (0.95) factor	Lethal concentrations (ppm) (95% Confidence limits)	
			Slope ($\pm SE$)	Intercept ($\pm SE$)					LC ₅₀	LC ₉₀
Termus14	Egg	600	16.17 \pm 1.39	-35.25 \pm 3.03	11.65	0.15	0.43	0.03	151.61 148.98-154.3	181.98 176.57-189.49
	Nymph	600	6.05 \pm 0.64	-11.08 \pm 1.17	9.48	0.19	0.57	0.04	67.66 64.59-70.76	110.18 100.64-125.81
	Adult	600	10.99 \pm 0.93	-22.57 \pm 1.92	11.81	0.68	0.21	0.03	112.65 109.72-115.61	147.32 140.98-156.22
Okra	Egg	600	16.40 \pm 1.43	-34.94 \pm 3.06	11.48	0.34	1.02	0.03	135.78 133.27-138.15	162.54 158.02-168.80
	Nymph	600	6.10 \pm 0.59	-10.81 \pm 1.03	10.38	0.13	0.39	0.04	59.30 56.68-62.25	96.21 87.57-109.94
	Adult	600	10.24 \pm 0.91	-20.35 \pm 1.83	11.234	0.07	2.02	0.03	97.13 94.3-99.84	129.57 123.76-137.84

n: Total number of test insects including control

مقایسه بین حساسیت حشرات پرورش یافته روی دو رقم حساس و مقاوم بر اساس شاخص LC₅₀ نشان داد که میزان LC₅₀ هر یک از مراحل مختلف رشدی روی رقم ترموس ۱۴ به طور معنی دار بیشتر از میزان این شاخص روی رقم اکرا برگ سبز بود (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه‌ی حساسیت هر یک از مراحل مختلف رشدی سفیدبالک پنبه *B. tabaci* پرورش یافته روی رقم ترموس ۱۴ و اکرا برگ سبز پنبه نسبت به ایمیداکلوپراید بر اساس نسبت‌های LC₅₀ و حدود اطمینان ۹۵ درصد آن‌ها

Table 2. Comparing the susceptibility of each growth stages of *B. tabaci* reared on Termus 14 and okra cotton cultivars to toxicity of Imidacloprid according to LC₅₀ ratios and their confidence limits calculated^a.

Variable	LC ₅₀ ratio	(95% confidence limit) ^a
Growth stages	LC ₅₀ (Termus14) /LC ₅₀ (Okra)	Comparing between 2 cotton cultivars
Egg	1.16	1.12-1.20*
Nymph	1.14	1.07-1.22*
Adult	1.12	1.09-1.15*

^a: Lower and upper 95% Confidence limits calculated as described by Robertson & Preisler (1992).

*: Significant difference at $P < 0.05$.

به عبارتی دیگر، در هر یک از مراحل مختلف رشدی مورد بررسی، سفیدبالک‌های پرورش یافته روی رقم نسبتاً مقاوم پنبه (اکرا) حساسیت بیشتری نسبت به حشره کش ایمیداکلوپراید در مقایسه با سفیدبالک‌های پرورش یافته روی رقم حساس پنبه (ترموس ۱۴) داشتند. همچنین مقایسه جفتی شاخص‌های LC₅₀ ایمیداکلوپراید روی دو رقم ترموس ۱۴ و اکرا برگ سبز نشان داد که LC₅₀ مرحله‌ی تخم، پوره و حشره‌ی کامل روی رقم ترموس ۱۴ به ترتیب

۱/۱۶، ۱/۱۴ و ۱/۱۲ برابر رقم اکرا برگ سبز بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه‌ی بین حساسیت مراحل رشدی سفیدبالک پنبه *B. tabaci* نسبت به ایمیداکلوپراید در هر رقم بر اساس نسبت‌های LC_{50} و حدود اطمینان ۹۵ درصد^a آن‌ها.

Table 3. Comparing the susceptibility of different growth stages of *B. tabaci* to toxicity of Imidacloprid in each cotton cultivar according to LC_{50} ratios and their confidence limits calculated^a.

Variable	LC_{50} ratio	(95% confidence limit) ^a
Cultivar	Egg (LC_{50}) / Nymph (LC_{50})	comparing between different growth stages
Termus 14	2.24	2.13-2.35*
Okra	2.29	2.18-2.41*
Cultivar	Egg (LC_{50}) / Adult (LC_{50})	comparing between different growth stages
Termus 14	1.35	1.30-1.40*
Okra	1.40	1.35-1.45*
Cultivar	Nymph-LC_{50} / Adult-LC_{50}	comparing between different growth stages
Termus 14	1.67	1.58-1.76*
Okra	1.64	1.55-1.73*

^a: Lower and upper 95% Confidence limits calculated as described by Robertson & Preisler (1992).

*: Significant difference at $P < 0.05$.

بحث

روی رقم ترموس ۱۴ تقریباً مشابه است (Pirmoradi-Amozegarfarad, 2010). در مطالعه‌ای دیگر مقدار LC_{50} ایمیداکلوپراید روی مراحل تخم، حشرات کامل نر و ماده سفیدبالک پنبه پرورش داده شده روی گیاه خیار به ترتیب معادل ۱۵۱/۰۲، ۱۱/۸۱ و ۷۱/۶۲ پی‌پی‌ام گزارش گردید که تقریباً مشابه نتایج تحقیق حاضر است (Sohrabi *et al.*, 2011).

مقایسه‌ی کارایی حشره کش با استفاده از نسبت LC_{50} و حدود اطمینان ۹۵ درصد آن نشان داد، برای هر یک از ارقام ترموس ۱۴ و اکرا برگ سبز میزان LC_{50} تخم به-ترتیب ۲/۲۴ و ۲/۲۹ برابر LC_{50} مرحله‌ی پورگی و ۱/۳۵ و ۱/۴۰ برابر مرحله‌ی حشره کامل می‌باشد (جدول ۲). بنابراین مرحله‌ی پورگی و تخم به ترتیب بیشترین و کمترین

نتایج زیست‌سنجی حشره کش ایمیداکلوپراید روی مراحل مختلف رشد سفیدبالک پنبه روی هر دو رقم حساس (ترموس ۱۴) و نسبتاً مقاوم (اکرا برگ سبز) نشان داد که میزان تلفات جمعیت آفت با افزایش غلظت سم افزایش یافت. وجود روابط مثبت بین میزان تلفات و غلظت حشره-کش به وسیله آنالیز پروبیت تأیید گردید (جدول ۱). کارایی حشره کش ایمیداکلوپراید روی سایر آفات مکنده، از جمله تریپس پنبه و سفیدبالک گلخانه در منابع علمی بررسی شده است (Bi *et al.*, 2002; Bacci *et al.*, 2007). در یک مطالعه میزان LC_{50} حشره کش ایمیداکلوپراید را بعد از ۴۸ ساعت روی مرحله‌ی حشره‌ی کامل و پورگی سفیدبالک گلخانه روی گیاه خیار به ترتیب ۱۱۴ و ۲۷/۳۹ پی‌پی‌ام گزارش کردند که با مقدار LC_{50} حشره‌ی کامل

روی ژنوتیپ حساس گیاه، نشان دادند (Attah and Emden, 1993).

بسیاری از این مطالعات اثبات می‌کند که کارایی حشره-کش‌ها در حشراتی که روی گونه‌ای مقاوم پرورش یافته-اند، بسیار بیشتر از حشرات پرورش یافته روی گونه‌های حساس می‌باشد (Liu and Saljoqi and Emden, 2003; Trumble, 2005). به بیان دیگر با کاربرد گیاهان مقاوم می‌توان مقدار مصرف حشره‌کش‌ها را به پایین‌تر از دز توصیه شده کاهش داد.

تحقیقات در ارتباط با مقاومت گیاه میزبان و کنترل شیمیایی، روی دو گونه‌ی *Chilo partellus* (Swinhoe) و *Busseola fusca* (Fuller) در یک سیستم مدیریت تلفیقی گیاه سورگوم نشان داد که زیان مزرعه‌ای در لاین‌های مقاوم اسپری نشده و لاین‌های حساس اسپری شده مشابه می‌باشد (Vandenberg et al., 1994). در مطالعه‌ای دیگر، تأثیر رابطه بین مقاومت ارقام مختلف کلم *Brassica oleracea* L. و حشره‌کش انتخابی تفلوبنزون روی پروانه *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) بررسی شد (Verkerk and Wright, 1996). براساس نتایج این محققان کارایی حشره‌کش روی پروانه‌های پرورش یافته در ارقام مقاوم بیشتر بود. همچنین افزایش سطح مقاومت در گیاه معمولاً موجب افزایش حساسیت جمعیت حشره‌ی خاص به یک حشره‌کش می‌شود. نتایج بررسی‌های سایر محققین نیز نشان داد که در شرایط یکسان شته‌های هلوپرورش یافته روی رقم مقاوم هلو (Cardinal) در مقایسه با شته‌های پرورش یافته روی رقم حساس (Desiree) با دز کمتری از حشره‌کش کنترل می‌شود (Saljoqi and Emden, 2003). افزایش کارایی حشره‌کش، به‌استرس وارده به حشره آفت و یا اختلال در نشوونمای لاروها هنگام تغذیه از لاین‌های گیاهان مقاوم نسبت داده شد. در برخی مطالعات حساسیت حشرات پرورش یافته روی گیاهان مقاوم نسبت به حشره‌کش به حضور متابولیت‌های ثانویه در گیاه مقاوم مثل وجود اسید

حساسیت را نسبت به ایمیداکلوپراید روی هر دو رقم ترموس ۱۴ و اکرا برگ سبز داشتند. علت مقاومت بیشتر تخم به سم شاید به دلیل لایه غیر قابل نفوذ پوسته‌ی تخم و ناقص بودن سیستم عصبی این مرحله که یکی از محل‌های هدف سم است، می‌باشد (Sohrabi et al., 2011; Prabhaker et al., 1989). در یک مطالعه میزان حساسیت مراحل مختلف زیستی سفیدبالک پنبه را در برابر سموم چریش شامل عصاره‌های هندی و آلمانی، فنپروپاترین (دانیتل) EC%10 و پرمفوس متیل (اکتیلیک) EC%50 ارزیابی شد، بر اساس نتایج بدست آمده تخم در برابر تمام حشره‌کش‌های مورد بررسی مقاوم‌ترین مرحله زیستی و مرحله پورگی حساس‌ترین مرحله زندگی آفت بود (Bagheri and Pourmirza, 2004). بررسی کارایی حشره‌کش ایمیداکلوپراید و بوپروفزین روی مراحل مختلف زیستی سفیدبالک پنبه روی گیاه خیار نشان داد که لارو سن یک سفیدبالک پنبه حساس‌ترین مرحله نسبت به هر دو حشره‌کش بود (Sohrabi et al., 2011). همچنین در مورد حشره‌کش ایمیداکلوپراید مرحله پورگی و در مورد بوپروفزین مرحله تخم و حشره کامل به عنوان مقاوم-ترین مرحله سفیدبالک پنبه نسبت به حشره‌کش‌های ذکر شده، معرفی شدند (Sohrabi et al., 2011).

مقایسه نسبت‌های LC₅₀ نشان داد که مراحل مختلف سنی سفیدبالک پنبه پرورش یافته روی رقم اکرا برگ سبز (رقم نسبتاً مقاوم) در مقایسه با رقم ترموس ۱۴ (حساس) به‌طور معنی‌دار نسبت به حشره‌کش ایمیداکلوپراید حساس‌تر بودند. حساسیت حشرات پرورش یافته روی ارقام مقاوم نسبت به آفت‌کش‌های شیمیایی در مقایسه با حشرات پرورش یافته روی ارقام حساس در تحقیقات مختلف نشان داده شده است (Eigenbrode and Trumble, 1994; Van den Berg et al., 1994; Saljoqi and Emden, 2003). شته‌های *Metopolophium dirhodum* (Walker) پرورش یافته روی ژنوتیپ مقاوم گیاه حساسیت بیشتری نسبت به حشره‌کش مالاتیون در مقایسه با شته‌های پرورش یافته

برنج نسبت به آفت کش های شیمیایی توسط (Henrichs *et al.* 1983) ارابه شده است. برخی از محققین معتقدند که تفاوت وزن بدن بین شته های پرورش یافته روی ارقام نسبتاً مقاوم و حساس تنها بخشی از علت تفاوت در حساسیت شته های پرورش یافته روی این ارقام نسبت به آفت کش ها می باشد. در حقیقت به نظر می رسد که احتمالاً عوامل دیگر در این پدیده سهم هستند (Mohamad and Emden, 1989; Emden, 1990; Attah and Emden 1993; Tanzubil *et al.*, 2008).

سپاسگزاری

پژوهش حاضر بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می باشد. از معاونت محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر پشتیبانی مالی صمیمانه تشکر می کنیم. همچنین از ایستگاه تحقیقات پنبه شرق کشور (کاشمر) به خاطر تهیه امکانات و محیط تحقیقاتی مناسب قدردانی می گردد.

هیدروکسامیک در ارقام مقاوم گندم نسبت داده می شود (Tanzubil *et al.*, 2008; Nicol *et al.*, 1993). البته برخی دیگر از پژوهشگران عوامل دیگر را در این موضوع دخیل می دانند. این عده معتقدند که کاهش مقاومت حشرات پرورش یافته روی گیاهان مقاوم در مقایسه با حشرات پرورش یافته روی گیاهان حساس نسبت به حشره کش ها به- دلیل کوچکی اندازه، کاهش انرژی کلی حشره، کم بودن تولیدمثل و تحمل کمتر این حشرات در برابر تنش می باشد (Eigenbrode and Trumble, 1994; Van den Berg *et al.*, 1994; Liu and Trumble, 2005; Tanzubil *et al.*, 2008). البته عواملی نظیر اندازه و وزن بدن بیشتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته اند. برخی محققین ادعا کردند که کاهش مقاومت شته های هلو پرورش یافته روی ارقام میخک مقاوم نسبت به آفت کش های شیمیایی احتمالاً به- دلیل وزن کمتر شته های پرورش یافته روی این ارقام در مقایسه با ارقام حساس می باشد (Selander *et al.*, 1972). نظریات مشابه نیز در مورد افزایش حساسیت سایر حشرات مکنده نظیر *Nilaparvata lugens* (Stal) و *Sogatella furcifera* (Horvatch) پرورش یافته روی ارقام نسبتاً مقاوم

References:

- Attah, P. K. and Emden, H. F. V. 1993.** The susceptibility to malathion of *Metopolophium dirhodum* two wheat species at two growth stages, and the effect of plant growth regulators on this susceptibility. *Insect Science and Its Application*. (14): 101-106.
- Avicor, S. W., Eziah, V. Y., Owusu, E. O. and Wajidi, M. F. F. 2014.** Insecticide Susceptibility of *Bemisia tabaci* to Karate® and Cydim Super® and its Associated Carboxyl esterase Activity. *Sains Malaysiana*. 43(1): 31–36.
- Bacci, L., Crespo, A. L., Galvan, T. L., Pereira, E. J., Picanco, M. C., Silva, G. A., and Chediak, M. 2007.** Toxicity of insecticides to the sweet potato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies. *Pest Management Science*. (63): 699-706.
- Bagheri, A. and Pourmirza, A. A. 2004.** A comparative study of Indian and German extract of Neem Seed Kernel, pirimiphos methyl and fenprothrin against *Bemisia tabaci* in greenhouse cotton. 16th Iranian Plant Protection Congress. 28 August-1 September, University of Tabriz. pp. 168.
- Bi, J. L., Toscano, N.C., Ballmer, G. R. 2002.** Greenhouse and field evaluation of six novel insecticides against the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on strawberries. *Crop Protection*. (21): 49-55.
- Cuthbertson, A. G. S., Blackburn, L. F., Northing, P., Luo, W., Cannon, R. J. C. and Walters, K.F.A. 2009.** Leaf dipping as an environmental screening measure to test chemical efficacy against *Bemisia tabaci* on poinsettia plants. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 6(3): 347-352.
- Eigenbrode, S. D. and Trumble, J. T. 1994.** Host plant resistance to arthropods in vegetables: potential in integrated pest management. *Journal of Agricultural Entomology*. (11): 201–224.
- Erdogan, C., Moores, G. D., OktayGurkan, M., Gorman, K. J. and Denholm, I. 2008.** Insecticide resistance and biotype status of populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Turkey. *Crop Protection*. (27): 600-605.
- Emden, H. F. V. 1990.** The interaction of host plant resistance to insects with other control measures. Brighton Crop Protection Conference: Pests and Diseases. 19-22 November, England. pp. 8.
- Heinrichs, E. A., Fabelar, L. T., Basilio, R. P., Wen, T. C. and Medrano, F. 1984.** Susceptibility of rice plant hoppers *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* (Homoptera: Delphacidae) to insecticides as influenced by level of resistance in the host plant. *Environmental Entomology*. (13): 455-458.
- Iqbal, I., Ashfaq, M. and Ali, A. 2005.** Integration of chemical control and host plant resistance against aphids on wheat. *Pakistan Entomologist*. 27 (2): 1-5.
- Jami-Alahmadi, M., Kamkar, B., and Mahdavi Damghani, A. 2006.** Agriculture, Fertilizer and Environment. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran 376 pp. [In Persian].
- Kontsedalov, S., Gottlieb, Y., Ishaaya, I., Nauen, R., Horowitz, R., and Ghanima, M. 2009.** Toxicity of spiromesifen to the developmental stages of *Bemisia tabaci* biotype B. Society of Chemical Industry. *Pest Management Science*. (65): 5–13.
- Liu, J. and Trumble, J. T. 2005.** Interactions of plant resistance and insecticides on the development and survival of *Bactericera cockerelli* [Sulc] (Homoptera: Psyllidae). *Crop Protection*. (24): 111–117.
- Liu, J. and Trumble, J. T. 2004.** Tomato psyllid behavioral responses to tomato plant lines and interactions of plant lines with insecticides. *Journal of Economic Entomology*. 97(3): 1078-1085.
- Mohamad, B. M. and Emden, H. F. V. 1989.** Host plant modification to insecticide susceptibility in *Myzus persicae* (Sulz.). *Insect Science and Its Application*. (10): 699-703.
- Nicol, D., Wratten, S. D., Eaton, N. and Copaja, S. V. 1993.** Effects of DIMBOA levels in wheat on the susceptibility of the grain aphid (*Sitobion avenae*) to deltamethrin. *Annals of Applied Biology*. (122): 427-433.
- Palumbo, J. C., Horowitz A. R. and Prabhaker, N. 2001.** Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*. (20): 739-765.
- Prabhaker, N., Toscano, N. C. and Coudriet, D. L. 1989.** Susceptibility of the immature and adult stage of the sweetpotato whitefly to selected insecticides. *Journal of Economic Entomology*. (82): 938-988.
- Pirmoradi-Amozegarfar, N., Sheikhi-Garjan, A., Baniameri, A. and Imani, S. 2010.** Evaluation of Susceptibility of the first instar nymph and adult stages of *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) to some new and conventional insecticide under

- laboratory condition. 19th Iranian Plant Protection Congress, Iranian Research Institute of Plant Protection, 31 July - 3 August, Tehran, Iran. pp. 293.
- Qureshi, M. S., Midmore, D. J., Syeda S. S. and Reid, D. J. 2009.** Pyriproxyfen controls silver leaf whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), biotype B (SLW) better than buprofezin in bitter melons *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae). Australian Journal of Entomology. (48): 60-64.
- Rajaei-Shoorcheh, H., Kazemi, B., Manzari, S., Brown J. K. and Sarafrazi, A. 2008.** Genetic variation and mtCOI phylogeny for *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) indicate that the 'B' biotype predominates in Iran. Journal of Pest Science. 81: 199-206.
- Robertson, J. L. and Preisler, H. K. 1992.** Pesticide Bioassay with Arthropods. CRC Press. Florida. 129 pp.
- Saljoqi, A. U. R. and Emden, H. F. V. 2003.** Differential susceptibilities of peach-potato aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) and its parasitoid *Aphidius matricariae* halliday (Hymenoptera: Aphidiidae) to foliar insecticides on partially resistance and susceptible potato cultivars. Pakistan Journal of Biological Science. 6(4): 386-393.
- Sarbaz, S., Moravvej, G., Sirjani, M. and Hatefi, S. 2013.** Comparison of Resistance of Seven Different Cotton Varieties to *Bemisia tabaci* in Kashmar. Iranian Journal of Plant Protection Science. 27 (1): 11-17. [In Persian with English Summary].
- Seraj, A. A. 2011.** Principles of Plant Pests Control (Insect Pest Management), Shahid Chamran University Press, Ahvaz. 543pp. [In Persian].
- Selander, J., Markkula, M. and Tiittanen, K. 1972.** Resistance of the aphids *Myzus persicae* (Sulz.), *Aulacorthum solani* (Kalt.) and *Aphis gossypii* (Glov.) to insecticides, and the influence of the host plant on this resistance. Annales Agriculturae Fenniae, (11): 141-145.
- Sohrabi F., Shishehbor, P., Saber M. and Mosaddegh, M. S. 2011.** Lethal and sublethal effects of buprofezin and imidacloprid on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). Crop Protection. (30): 1190-1195.
- Tanzubil, P. B., Zakariah, M. and Alem, A. 2008.** Integrating host plant resistance and chemical control in the management of Cowpea pests. Australian Journal of Crop Science. 2(3): 115-120.
- Vandenberg, J., Rensburg, G. D. J. V. and Westhuizen, M. C. V. 1994.** Host-plant resistance and chemical control of *Chilo partellus* (Swinhoe) and *Busseola fusca* (Fuller) in an integrated pest management system on grain sorghum. Crop Protection. (13): 308-310.
- Verkerk, R. H. J. and Wright, D. J. 1996.** Effects of interactions between host plants and selective insecticides on larvae of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera :Yponomeutidae) in the laboratory. Pesticide Science. (46): 171-181.

The Influence of Host-Plant Resistance on the Efficacy of imidacloprid (SC 35%) against Developmental Stages of *Bemisia tabaci* Gennadius

Sarbaz S.,^{1*} Moravej G. H.,² Hedarzde, A.,³ Sirjani, M.⁴ and Hatefi, S.⁵

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Science and Research Branch Ferdowsi University of Mashhad, Khorasan Province, Iran 2. Cotton Research Institute of East of Iran, Kashmar, Khorasan-Razavi Province, Iran. 3. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Science and Research Branch Urmia University, West Azerbaijan Province, Iran

Received: Jun, 15, 2015

Accepted: Feb, 17, 2016

Abstract

The use of resistant plants in integrated pest management and its compatibility with chemical control measures has been emphasized in various studies. The effect of resistant cultivars on the efficacy of imidacloprid (SC 35%) was studied against eggs, nymphs and adults of the silver leaf whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) reared on Termus 14 (susceptible) and Okra (partially resistant) cotton cultivars under greenhouse conditions in 2013. Bioassays were conducted at $24\pm 2^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ R.H and a photoperiod of 16: 8 (L: D) using leaf-dipping method. The results indicated that mortality of all stages of *B. tabaci* was increased as a consequence of increase in the concentration of the insecticide. Toxicity of imidacloprid for all developmental stages of *B. tabaci* reared on partially resistant cultivar (Okra) was greater than those reared on Termus 14. The LC_{50} values of imidacloprid for the eggs, nymphs and adults reared on Termus 14 were 151.61, 67.66 and 112.65 ppm, respectively. These values were determined for Okra as 135.78, 59.30 and 97.13 ppm, respectively. The results show a positive interaction between the use of partial resistant cotton cultivar to *B. tabaci* and imidacloprid. The results also show that the combined use of resistant plants and imidacloprid cause reduction of pesticide use to produce a given mortality rate. The results can be considered as the effective method for integrated management of *B. tabaci*.

Keywords: Resistant cultivars, Interaction, Pesticide, *Bemisia tabaci*, Host-plant, Sensitivity.

* Corresponding author: Gholam Hossein Moravej, Email: moravej@ferdowsi.um.ac.ir