

اثر حشره‌کش‌های نسل جدید روی بید گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae)

(Meyrick) در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای

عزیز شیخی گرجان^{۱*}، مرضیه رحمانی^۲، سهراب ایمانی^۳ و مهران جوادزاده^۴

۱- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی گرمسار، سمنان، ایران.

۳- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

۴- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

* مسئول مکاتبه asheikhi48@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۳

چکیده

بیدگوجه‌فرنگی یکی از آفات جدید و مهم گوجه‌فرنگی در ایران است. کنترل شیمیایی از جمله اجزای اصلی مدیریت این آفت در شرایط طغیانی است. در این تحقیق، تاثیر پنج حشره‌کش جدید علیه این آفت مورد آزمایش قرار گرفت. زیست-سنجی حشره‌کش‌ها روی لارو سن سوم بید گوجه‌فرنگی در آزمایشگاه انجام گرفت. آزمایش‌ها در شرایط گلخانه نیز با شش تیمار و سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای گلخانه‌ای شامل اسپینوساد با غلظت ۰/۲۵ در هزار، تیوسیکلوم یک در هزار، امامکتین بنزوات ۰/۳ در هزار، مخلوط کلرانترانیلی پرول + آمامکتین، ۰/۵ در هزار و فلوبن دیامید ۰/۲ در هزار، از فرمولاسیون تجارتي حشره‌کش‌ها، و شاهد (آب‌پاشی) بود. نتایج زیست‌سنجی نشان داد که حشره‌کش‌های آمامکتین+کلرانترانیلی پرول ($LC_{50}=0.01$ mg ai/L) و تیوسیکلوم ($LC_{50}=29.9$ mg ai/L) به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را روی لارو سن سوم بید گوجه‌فرنگی دارند. همچنین، ارزیابی تاثیر حشره‌کش‌ها در سطح گلخانه آلوده به بید گوجه‌فرنگی نشان داد همه حشره‌کش‌های مورد آزمایش در غلظت‌های فوق‌الذکر درصد کارایی قابل قبولی دارند و تیمارهای ولیوم تارگو و فلوبن دیامید در ۱۰ و ۱۳ روز بعد از سمپاشی از بیشترین کارایی برخوردار هستند. نتایج همچنین حاکی از آنند که حشره‌کش‌های مورد آزمایش دارای توانایی بالایی برای کنترل بیدگوجه‌فرنگی هستند.

واژه‌های کلیدی: اسپینوساد، امامکتین بنزوات، تیوسیکلوم، فلوبن دیامید، ولیوم تارگو®.

مقدمه

که ۴/۷٪ از کل تولید جهانی را شامل می‌شود (بی‌نام، ۱۳۹۱).

عوامل محیطی و آفات مختلف سبب کاهش عملکرد محصول گوجه‌فرنگی می‌باشند که از این میان بید گوجه‌فرنگی یکی از خطرناک‌ترین آنها محسوب می‌شود. بید گوجه‌فرنگی با نام علمی *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) (Meyrick) از جمله آفات غیر بومی گوجه‌فرنگی است که برای اولین بار توسط جواد امام زاده در تیرماه ۱۳۸۹ در یکی از مزارع گوجه‌فرنگی در اطراف ارومیه و سپس از شهرستان برازجان استان

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Lycopersicon esculentum* Mill. از تیره‌ی بادمجانیان (Solanaceae)، از گیاهان بومی آمریکای جنوبی و مرکزی است. از میوه‌ی این گیاه علاوه بر مصرف به صورت تازه‌خوری در تهیه‌ی انواع سالاد، آب گوجه‌فرنگی، سس‌های متنوع و رب گوجه‌فرنگی استفاده می‌شود و بدین لحاظ یکی از سبزیجات میوه‌ای پر مصرف می‌باشد. ایران با تولید سالانه ۵/۸ میلیون تن گوجه‌فرنگی و میانگین عملکرد ۳۸ تن در هکتار، رتبه‌ی هفتم تولید این محصول را در دنیا داراست

مدیریت بید گوجه فرنگی در گلخانه و مزرعه را تسهیل نماید. حشره‌کش تیوسی‌کل‌ام از جمله حشره‌کش‌های تماسی و نفوذی جدید با منشاء بیولوژیک است که روی مگس‌های مینوز جالیز کارایی قابل قبولی دارد (شیخی گرجان و همکاران ۱۳۹۴)، همچنین حشره‌کش نفوذی-تماسی فلوبن دیامید که روی آفات سبزیجات بویژه راسته بالپولکداران موثر است (تمراک ۲۰۱۱) و آبامکتین و امامکتین بنزوات از گروه اورمکتین که از تخمیر یک نوع اکتینومیسست خاکزی بدست می‌آید و روی اغلب حشرات برگ‌خوار موثر است. اسپینوساد از جمله حشره‌کش‌های با منشا طبیعی بیورشنال است (قاسمی و گونائو ۲۰۱۲) و در ایران روی سوسک برگ‌خوار سیب زمینی، کرم میوه‌خوار گوجه فرنگی و آفات انباری به ثبت رسیده است (شیخی و همکاران ۱۳۹۴).

هدف از این تحقیق بررسی اثر لاروکشی برخی حشره‌کش‌های جدید روی لارو بید گوجه فرنگی در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای و تعیین موثرترین حشره‌کش علیه لارو بید گوجه فرنگی بود. در این بررسی همچنین سمیت این حشره‌کش‌ها و کارایی و طول دوره‌ی تاثیر آنها در گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش بید گوجه فرنگی

به منظور ایجاد جمعیت اولیه در اتاق پرورش، بوته‌های آلوده به بید گوجه فرنگی از گلخانه‌های ورامین جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. همچنین افراد بالغ بید از روی بوته‌ها توسط آسپیراتور جمع‌آوری و روی گلدان‌های حاوی گوجه فرنگی در اتاق پرورش رهاسازی شدند. شرایط محیطی اتاق پرورش دمای 25 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی $65 \pm 5\%$ و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی بود.

حشره‌کش‌ها

حشره‌کش‌های مورد آزمایش عبارت بودند از ۱- اوکسالات هیدروژن تیوسی‌کل‌ام^۱ (اویسکت® SP 50%)

بوشهر گزارش شد (بنی عامری و چراغیان، ۲۰۱۱). این آفت دیابوز اجباری نداشته و می‌تواند در شرایط مساعد در طول سال چندین نسل ایجاد کند. لارو این آفت از برگ، میوه و ساقه‌های انتهایی گوجه فرنگی تغذیه کرده و سبب کاهش کمی و کیفی محصول می‌شود، به طوری که در شرایط طغیانی می‌تواند ۸۰ تا ۱۰۰٪ خسارت وارد کند (دسنوکس و همکاران ۲۰۱۰). ضمن اینکه تغذیه‌ی لاروهای بید گوجه فرنگی از بافت میوه احتمال آلودگی به عوامل ساپروفیتی را نیز افزایش می‌دهد.

کنترل شیمیایی علیه بید گوجه فرنگی رایج‌ترین روش کنترل در جهان می‌باشد و در حال حاضر ۱۵ گروه حشره‌کش در جهان برای کنترل بید گوجه فرنگی توصیه می‌شود که از گروه‌های قدیمی حشره‌کش‌ها می‌توان به مهارکننده‌های آنزیم کولین استراز مانند کلرپایریفوس و از گروه‌های جدید می‌توان به مختل کننده‌های گیرنده‌های ریانوردين مانند فلوبن دیامید اشاره کرد (تروژکا و همکاران ۲۰۱۲). بدلیل فعالیت لاروها در داخل بافت‌های برگ و میوه و عدم استفاده از تکنولوژی‌های مدرن در سمپاشی، روش کنترل شیمیایی اغلب از کارایی لازم برخوردار نیست (EPPO ۲۰۰۵؛ بلوم و اسپالنتستین ۲۰۱۱). همچنین بالا بودن توانایی تولید مثل در بید گوجه فرنگی موجب شده است که این آفت به تعدادی از حشره‌کش‌های پایریترویید، فسفره آلی و آبامکتین مقاوم شود (سیکویرا و همکاران ۲۰۰۰ و برانکو و همکاران ۲۰۰۱). برای مدیریت مقاومت آفت مذکور و ثبت و توصیه‌ی حشره‌کش‌های موثر، ضروری است آفت‌کش‌هایی از گروه‌های جدید با نحوه‌ی تاثیر متفاوت علیه این آفت بررسی و ثبت شود تا به صورت متناوب با سایر گروه‌های حشره‌کش استفاده شود (IRAC ۲۰۰۹). تلفیق انواع روش‌های کنترل زراعی، زیستی و شیمیایی می‌تواند در ایجاد تعادل اکولوژیکی و پایین نگه‌داشتن تراکم بید گوجه فرنگی (کمتر از آستانه زیان اقتصادی در مزارع و گلخانه‌ها) در طولانی مدت موثر باشد.

ثبت حشره‌کش‌های جدید با نحوه‌ی تاثیر متفاوت می‌تواند تنوع حشره‌کش‌های توصیه شده را علیه بید گوجه فرنگی در کشور افزایش دهد که این امر می‌تواند

¹Thiocyclam hydrogen oxalate

حشره‌کش‌ها، از ماده‌ی توپین^۵ با غلظت ۰.۲٪ و در تیمار شاهد از آب مقطر همراه با توپین استفاده شد.

آزمایش گلخانه‌ای

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در منطقه‌ی اصفهان و در گلخانه‌ای به مساحت ۱۳۰۰ مترمربع انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل هشت ردیف کشت به طول ۱۰ متر بود. نام حشره‌کش‌های مورد آزمایش و غلظت مصرفی آنها در جدول ۱ آمده است. در زمان آزمایش، درصد آلودگی بوته‌ها در حدود ۵۰٪ برآورد شد. از یک دستگاه سمپاش هیدرولیک با مخزن ۱۰۰ لیتری لانس‌دار با نازل مخروطی (ساخت طوس فدک، ایران)، برای محلول پاشی شاخ و برگ استفاده شد. برای جلوگیری از انتقال آلودگی بیدگوجه فرنگی از کرت‌های شاهد به سایر کرت‌های آزمایشی به این ترتیب عمل شد که همه کرت‌های شاهد از همه کرت‌های سمپاشی شده به طور کامل به فاصله هشت متر جدا شدند و در دو قسمت کناری گلخانه قرار گرفتند. همچنین فاصله‌ی بین کرت‌های شاهد و تیمارها با حشره‌کش کلرپیریفوس ۴۰.۸٪ EC با غلظت یک در هزار سمپاشی گردید.

نمونه‌برداری‌ها یک روز قبل از سمپاشی و ۲، ۷، ۱۰ و ۱۳ روز بعد از سمپاشی انجام گرفت. بدین منظور از هر کرت ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب شده و از هر بوته دو برگچه از برگ‌های نیمه انتهایی گیاه برداشت گردید که با ذکر نام تیمار و تکرار به کیسه‌های نایلونی جداگانه منتقل و در آزمایشگاه تعداد لاروهای زنده و دالان‌های فعال شمارش شد.

تجزیه داده‌ها

برای تعیین کارایی تیمارها از فرمول هندرسون-تیلتون استفاده شد (آبوت ۱۹۲۵، شیخی و همکاران ۱۳۸۸). در آزمایش زیست‌سنجی حشره‌کش‌ها روی لاروهای بید گوجه‌فرنگی از برنامه رگرسیون پروبیت، نرم افزار SAS استفاده گردید و برای تجزیه واریانس

ساخت شرکت آریستا لایف، فرانسه) از گروه نریستوکسین ۲- فلوبین دیامید^۱ (تاکومی[®] WG 20% ساخت شرکت نیهون نومی یاکو، ژاپن) از گروه دیامیدها ۳- کلرانترانیلی پروپول (از گروه دیامیدها) + آبامکتین^۲ (از گروه اورمکتین) (ولیوم تارگو[®] SC 6.3% ساخت شرکت سینجنتا، سویس) ۴- امامکتین بنزوات^۳ (پروکلیم[®] SG 50% ساخت شرکت سینجنتا، سویس) از گروه اورمکتین ۵- اسپینوساد^۴ (تریسر[®] SC 24% ساخت شرکت داو آگرو ساینس، امریکا) از گروه اسپینوزین که برای انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی و گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفت.

آزمایش‌های زیست‌سنجی حشره‌کش‌ها روی لارو سن سوم بید گوجه فرنگی

برای انجام آزمایش زیست‌سنجی از روش آغشته کردن برگ‌ها به محلول‌های مختلف حشره‌کش استفاده شد. در این روش چندین غلظت مقدماتی تهیه و در نهایت غلظتهایی که بین ۲۰ درصد تا ۸۰ درصد در جمعیت حشره تلفات ایجاد می‌کنند، تعیین گردید. سپس طبق روش رابرتسون و همکاران (۲۰۰۷) هشت غلظت در آن محدوده انتخاب و آزمایش زیست‌سنجی حداقل سه بار در طول زمان تکرار شد. طبق این روش، برگ‌های ۳۰ سانتی‌متری انتهای ساقه را بریده و به مدت ۳۰ ثانیه در غلظت‌های مختلف هر حشره‌کش غوطه‌ور نموده و سپس در شرایط آزمایشگاه به مدت سه ساعت نگهداری شدند تا سطح برگ‌ها خشک شوند. همچنین به منظور حفظ شادابی برگچه‌ها، یک قطعه پنبه‌ی مرطوب به قسمت دم‌برگ پیچانده و داخل ظروف پتری قرار داده شد. در داخل هر ظرف پتری ۳-۴ برگچه قرار داده شد، سپس تعداد پنج لارو سن سه (هم سن دو روزه) در داخل هر پتری دیش رهاسازی گردید. به طور کلی در هر نوبت برای هر غلظت ۳۰ لارو استفاده می‌شد. برای کاهش کشش سطحی آب و افزایش قدرت خیس‌کنندگی محلول

¹Flubendiamide

²Chlorantraniliprole+Abamectin

³Emamectin benzoate

⁴Spinosad

⁵Tween

داده‌های مربوط به آزمایش‌های گلخانه‌ای از برنامه ANOVA نرم افزار SAS استفاده گردید (آنونیموس ۲۰۰۸). میانگین درصد کارایی تیمارها در بررسی‌های گلخانه‌ای بر اساس آزمون توکی رتبه-بندی شدند.

جدول ۱- حشره‌کش‌های مورد آزمایش و غلظت‌های مصرف شده آنها در بررسی‌های گلخانه‌ای.

حشره‌کش	نام تجاری	نوع فرمولاسیون (% ماده موثره)	مقدار غلظت مصرفی (گرم و یا میلی‌لیتر در لیتر)
اسپینوساد	تریسر®	SC (24)	۰/۲۵
فلوبن دیامید	تاکومی®	WG(20)	۰/۲
کلرانترانیلی پرول + آبامکتین	ولیوم تارگو®	SC(6.3)	۰/۸
تیوسیکلام	اویسکت®	SP(50)	۱
امامکتین بنزوات	پروکلیم®	SG (5)	۰/۳
شاهد			

نتایج

نتایج حاصل از آزمایش‌های زیست‌سنجی روی لاروهای سن سوم در فاصله‌ی زمانی ۴۸ ساعت بعد از تماس با برگ‌های تیمار شده با سموم مختلف نشان داد که میتوان آنها را براساس مقادیر LC_{50} به چهار گروه تقسیم بندی کرد. حشره‌کش ولیوم تارگو با کمترین مقدار LC_{50} (۰/۱ میلی گرم ماده‌ی موثره بر لیتر) و نداشتن همپوشانی با سایر حشره‌کش مورد آزمایش در گروه سمی ترین حشره‌کش (اول) قرار گرفت. حشره-کش‌های امامکتین بنزوات ($LC_{50}=0/5$ میلی گرم ماده‌ی موثره بر لیتر) و اسپینوساد (۷/۰۶ میلی گرم ماده‌ی موثره بر لیتر) به ترتیب در گروه دوم و سوم از لحاظ خاصیت سمی طبقه‌بندی شدند و حشره‌کش‌های فلوبن دیامید (۱۸/۲۵ میلی گرم ماده‌ی موثره بر لیتر) تیوسیکلام (LC_{50} ۲۹/۹ میلی گرم ماده‌ی موثره بر لیتر) به دلیل نداشتن همپوشانی با هم در گروه چهارم جای گرفتند. دو حشره‌کش اخیر در مقایسه با سایر ترکیبات مورد آزمایش اثر لاروکشی کمتری روی لارو بید گوجه فرنگی داشتند.

حالیکه در حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات و ولیوم تارگو شیب کمتر است (<۱). با توجه به پایین بودن میانگین غلظت ۵۰٪ تلفات، می‌توان گفت تمامی سموم مورد آزمایش سمیت بالایی برای لاروها دارند. مقادیر LC_{50} به همراه حدود اطمینان ۹۵٪ و دیگر آماره‌های زیست‌سنجی در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج آزمایش گلخانه‌ای

ارزیابی کارایی حشره‌کش‌ها در گلخانه‌ی آلوده به بید گوجه فرنگی نشان داد که حشره‌کش آبامکتین+ کلرانترانیلی پرول (ولیوم تارگو) در تمام مراحل نمونه برداری بیشترین تاثیر را درمقایسه با سایر تیمارها دارد، بطوریکه در ۱۳ روز بعد از سمپاشی حشره‌کش مذکور با ۸۰٪ کاهش در جمعیت لاروهای آفت، بیشترین کارایی را در میان حشره‌کش‌های مورد آزمایش داشت (جدول ۳).

بررسی کارایی تیمارها در روزهای مختلف بعد از سمپاشی نشان داد که همه‌ی تیمارها در دو روز بعد از سمپاشی کارایی کمتر از ۵۰٪ دارند و در هفت روز بعد از سمپاشی تمام حشره‌کش‌های مورد آزمایش کارایی بین ۷۰-۸۰٪ دارند و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

همچنین مقایسه شیب خطوط زیست‌سنجی حشره‌کش‌ها نشان می‌دهد که شیب خط در حشره‌کش‌های اسپینوساد، فلوبن دیامید و تیوسیکلام تندتر از حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات و ولیوم تارگو است، بطوریکه مقدار شیب در اسپینوساد بزرگتر از بقیه است (>۲)، در

جدول ۲- آماره‌های غلظت- تلفات حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی لاروهای سن سوم بید گوجه فرنگی در ۴۸ ساعت بعد از تیمار.

میزان احتمال انطباق (P)	χ^2	LC ₅₀ (حدود اطمینان ۹۵٪) میلی گرم ماده‌ی موثره بر لیتر	شیب خط (±SE)	دامنه‌ی غلظت-			حشره‌کش
				تعداد غلظت	تعداد حشره	ها (میلی گرم ماده‌ی موثره بر لیتر)	
۰/۹۹	۰/۱۱	۲۹/۹ (۱۴/۹-۴۶/۳۴)	۱/۲±۰/۲۶	۲/۵-۱۷۵	۲۴۰	۶	تیوسیکلام هیدروژن اکسالات
۰/۸۸	۰/۶۵	۱۸/۲۵ (۱۲-۲۴/۹)	۱/۴۴±۰/۲۵	۰/۵-۵۰	۲۶۰	۸	فلوبن دیامید
۰/۵۳	۲/۱۶	۰/۰۱ (۰/۰۰۵-۰/۰۲)	۰/۵۵±۰/۰۸	۰/۰۰۰۶-۰/۳	۲۷۰	۶	آبامکتین+کلرانترانیلی پرول
۰/۹۹	۱/۵	۰/۵ (۰/۲-۰/۹)	۰/۶۵±۰/۰۸	۰/۰۰۵-۲/۵	۲۵۰	۸	امامکتین بنزوات
۰/۹۸	۰/۶۵	۷/۰۶ (۵/۱۸-۱۰/۶۶)	۲/۱±۰/۳۶	۰/۳۶-۲۲۰	۲۲۰	۶	اسپینوساد

جدول ۳- میانگین درصد کارایی حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی بید گوجه فرنگی در روزهای مختلف بعد از سمپاشی در گلخانه‌ی گوجه فرنگی.

درصد کارایی در روزهای مختلف بعد از سمپاشی				حشره‌کش‌ها (غلظت بر حسب میلی گرم بر لیتر)
۱۳روز	۱۰روز	۷روز	۲روز	
۶۸/۴۱ bc	۷۷/۸bc	۷۰/۹ a	۳۸/۶۶a*	تریسر [®] (۰/۲۵ در هزار)
۷۲/۹ b	۸۲ a	۷۲/۳۶a	۳۳/۱۷ a	تاکومی [®] (۰/۲۵ در هزار)
۸۰ a	۸۴/۰۴ a	۸۰/۹a	۴۶/۱۹a	ولیوم تارگو [®] (۰/۸ در هزار)
۶۵/۱۳c	۶۸/۶c	۷۰/۳a	۳۷/۸۹a	اویسکت [®] (۱ در هزار)
۶۵/۴c	۷۳/۰۳ bc	۷۰/۶ a	۳۳/۲۱a	پروکلیم [®] (۰/۳ در هزار)
۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	۴۰/۱۰	Df
۳۲/۳	۳۱/۲	۲/۱۸	۶/۴۲	F
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۳	۰/۱	۰/۱۶	P
۲/۲۴	۲/۱۴	۶/۳۱	۱۵/۴	CV

*حروف مشابه در یک ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ است.

مورد بررسی در فواصل زمانی ۲، ۷ و ۱۰ روز بعد از سمپاشی یک روند افزایشی دارند ولی بعد از ۱۳ روز، روند کاهش پیدا می‌کنند (جدول ۳).

بحث

حشره‌کش‌های مورد آزمایش علیه بید گوجه فرنگی در طبقه‌بندی IRAC در چهار گروه مختلف قرار می‌گیرند به جزء حشره‌کش تیوسیکلام، سابقه‌ی مصرف جهانی سایر حشره‌کش‌های مورد آزمایش کمتر از ۱۵ سال بوده و اغلب شامل گروه‌های جدید می‌باشند (IRAC

اما در نمونه‌برداری ۱۰ و ۱۳ روز بعد از سمپاشی بین حشره‌کش‌ها اختلاف معنی‌داری دیده می‌شود، به طوری که در ۱۰ روز بعد از سمپاشی حشره‌کش‌های ولیوم تارگو[®] و فلوبن دیامید به ترتیب ۸۴/۰۴ و ۸۲٪ بیشترین کارایی را داشته و در گروه‌بندی میانگین‌ها در گروه اول و بدنبال آن حشره‌کش اسپینوساد با ۷۷/۸٪ کارایی در گروه دوم قرار می‌گیرد و حشره‌کش‌های تیوسیکلام (۶۸/۶٪) و امامکتین بنزوات (۷۳/۳۰٪)، کمترین کارایی را داشته و در گروه سوم قرار می‌گیرند. طبق نتایج آزمایش گلخانه‌ای، درصد کارایی همه حشره‌کش‌های

سمپاشی یک روند صعودی داشته و بعد از آن درصد کارایی همه حشره‌کش‌ها کاهش تدریجی نشان می‌دهند. بیشترین کارایی در چهار نوبت نمونه‌برداری مربوط به ۱۰ روز بعد از سمپاشی می‌باشد و کمترین کارایی مربوط به دو روز بعد از سمپاشی است. در توجیه پایین بودن درصد کارایی در روزهای ابتدایی بعد از سمپاشی می‌توان به نتایج آزمایش دیگر محققین روی کرم برگ‌خوار *Spodoptera exogua* اشاره نمود. طبق این گزارش حشره‌کش فلوبن دیامید روی گیرنده‌ی ماهیچه (ریانوداین) تاثیر گذاشته و موجب انقباض شدید ماهیچه‌ای و فلج شدن و در نهایت مرگ حشره می‌گردد که علائم مسمومیت آن با علائم مسمومیت سموم رایج عصبی متفاوت است (تونیشی و همکاران ۲۰۰۵). همچنین نتایج آزمایش مزرعه‌ای (براهام و حاجی ۲۰۰۹) روی بید گوجه‌فرنگی، پایین بودن درصد کارایی حشره‌کش‌های غیر عصبی مانند فلوبن دیامید را در روزهای ابتدایی بعد از سمپاشی تایید می‌کند. در نتایج بررسی‌های ما نیز حشره‌کش فلوبن دیامید در فاصله دو روز پس از محلول‌پاشی با ۲۳٪ کارایی کمترین کارایی را داشته است. پایین بودن درصد کارایی حشره‌کش امامکتین بنزوات در فاصله دو روز پس از محلول‌پاشی ناشی از محل و نحوه‌ی تاثیر آن در سیستم عصبی است. این حشره‌کش از طریق جلوگیری از انقباض ماهیچه‌ای موجب فلج شدن حشره مسموم شده و در نهایت سبب مرگ آن می‌شود. علاوه بر نحوه تاثیر حشره‌کش‌ها، ویژگی‌های رفتاری و تغذیه‌ای لارو بید گوجه فرنگی نیز می‌تواند پایین بودن کارایی حشره‌کش‌ها را در روزهای ابتدایی بعد از سمپاشی توجیه کند، زیرا بیشتر لاروها تمایل دارند از بافت پاراننشیمی برگ گوجه فرنگی تغذیه کنند (بلوم و اسپالتنستین ۲۰۱۱) بنابراین امکان تماس آنها با سطوح الوده به حشره‌کش‌ها کاهش پیدا میکند ضمن اینکه برای نفوذ مقدار مناسب حشره‌کش‌ها به داخل بافت برگ مدت زمان لازم است و این زمان بسته به نوع فرمولاسیون و نوع ماده‌ی موثره میتواند متفاوت باشد. به عبارت دیگر، جذب و نفوذ حشره‌کش از برگ مدل ساده‌ای نیست بلکه به عوامل مختلف از نوع رقم گیاه تا خصوصیات فیزیکی

(۲۰۱۵). مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌ها روی لاروهای آفت نشان داد که همه‌ی حشره‌کش‌های مورد بررسی برای بید گوجه‌فرنگی اثر کشندگی قابل قبولی دارند. همچنین ارزیابی آنها در سطح گلخانه در ۱۳ روز بعد از سمپاشی نشان داد که حشره‌کش‌های ولیوم تارگو با ۸۰٪ و فلوبن دیامید با ۷۲/۹٪ کاهش در جمعیت لاروها بیشترین کارایی را داشتند و حشره‌کش‌های تیوسیکلوم (۶۵/۱۳٪) و امامکتین بنزوات (۶۵٪) کمترین کارایی را نشان دادند. در ضمن، بررسی روند کارایی حشره‌کش‌ها در روزهای مختلف بعد از سمپاشی نیز ثابت کرد که حداکثر کارایی حشره‌کش‌ها یک هفته تا ۱۰ روز بعد از سمپاشی دیده می‌شود. در عین حال، اغلب حشره‌کش‌ها در روزهای اولیه بعد از سمپاشی درصد کارایی کمتر از ۵۰٪ داشتند (جدول ۳).

مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات، ولیوم تارگو، فلوبن دیامید و اسپینوساد براساس ماده‌ی موثره کمتر از ۲۰ mg/L است که نتایج با مقادیر محاسبه شده در مطالعات سایر محققین برای کلرانترانیلی پرول ($\mu\text{g/L}$) ۲۹/۶۴-۳/۱۷، فلوبن دیامید ($\mu\text{g/L}$) ۲۳۰-۹۴ مطابقت دارد و مشخص می‌کند که در بین سموم مورد مطالعه حشره‌کش کلرانترانیلی پرول سمی‌ترین حشره‌کش برای لاروها می‌باشد (کامپوز و همکاران ۲۰۱۵). در یک بررسی دیگر مقدار LC_{50} حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات و کلرانترانیلی پرول برای جمعیت‌های بید گوجه-فرنگی کمتر از ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر تعیین گردید (عامی-زاده و همکاران ۲۰۱۵). در حشره‌کش‌های نسل جدید مانند ولیوم تارگو، فلوبن دیامید و امامکتین بنزوات، مقدار LC_{50} تخمین زده شده ۱۰۰-۱۰ برابر بیشتر از مقادیر مربوطه در حشره‌کش‌های فسفره و کاربامات رایج می‌باشد (تونیشی و همکاران ۲۰۰۵). بطورکلی می‌توان اظهار داشت که بر اساس مقدار غلظت تلفات ۵۰٪ حشره‌کش‌ها روی لاروها، سمی‌ترین ترکیب حشره‌کش ولیوم تارگو بود و ترکیبات امامکتین بنزوات، اسپینوساد، فلومن دیامید و تیوسیکلوم در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

نتایج حاصل از آزمایش‌های گلخانه‌ای نشان داد که درصد کارایی همه حشره‌کش‌ها تا ۱۰ روز بعد از

ترانسفر از و افزایش فعالیت سیستم اکسیداز در حشره مسموم می‌شود (راوان و طاه‌ها ۲۰۱۲) تیوسی‌کلام در میان حشره‌کش‌های مورد آزمایش کمترین کارایی را داشت. حشره‌کش‌های اسپینوساد و تیوسی‌کلام از حشره‌کش‌های مجاز در ایران هستند که به خاطر داشتن توانایی بالای سمیت و تلفات روی لارو بید گوجه فرنگی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. همچنین دو حشره‌کش اخیر و امامکتین بنزوات به خاطر داشتن منشاء بیولوژیک می‌توانند در تولید گوجه فرنگی ارگانیک کاربرد داشته باشد.

در تحقیق حاضر در صد کارایی تیمارهایی مانند اسپینوساد، تیوسی‌کلام و امامکتین بنزوات در دو هفته بعد از تیمار کمتر از ۷۰ درصد بود با توجه به اینکه این حشره‌کش‌ها جدید بوده و LC₅₀ محاسبه شده آنها کمتر از سموم رایج است و سابقه مصرف طولانی در کشور ندارند احتمال وجود مقاومت به حشره‌کش‌های فوق خیلی ضعیف است. همچنین وجود مستندات کافی مبنی بر اینکه میانگین درصد کارایی کنترل شیمیایی آفات ایران در مقایسه با کشورهای پیشرفته پایین‌تر است (شیخی و همکاران ۱۳۸۸). شاید یکی از نقاط ضعف آشکار در سیستم کنترل شیمیایی کشور، استفاده از دستگاه سمپاش هیدرولیک لانس‌دار علیه آفات مختلف با قدمت ۵۰ ساله است. در این نوع سمپاش میزان حجم محلول مصرفی نسبتاً بالا بوده و میزان هدرروی محلول بیش از ۹۰٪ است. همچنین با توجه به حرکت زیگزاگی لانس در سمپاش‌های هیدرولیک لانس‌دار توسط فرد کاربر، عملاً سمپاشی یکنواختی صورت نمی‌گیرد. موارد فوق‌الذکر می‌توانند سبب کاهش ۱۰ تا ۴۰ درصدی در کارایی کنترل شیمیایی شوند در حالیکه مناسب‌ترین دستگاه سمپاش برای محلول پاشی گلخانه مه پاش‌های سرد و یا گرم است (ماتیوس ۲۰۰۰) که می‌تواند علاوه بر افزایش کارایی حشره‌کش‌ها، امکان کاربرد آنها را در غلظت‌های کمتر از غلظت توصیه شده افزایش دهد.

نتایج حاصل نشان داد که حشره‌کش‌های ولیوم تارگو، امامکتین بنزوات، اسپینوساد، فلوبن دیامید و تیوسی‌کلام می‌توانند در کنترل بیدگوجه فرنگی موثر

و شیمیایی ماده‌ی موثره و نوع فرمولاسیون بستگی دارد (وانگ و لیو ۲۰۰۷).

نتایج زیست‌سنجی آزمایشگاهی و ارزیابی تیمارها در آزمایش گلخانه‌ای نشان داد که کلرانترانیلی پرول+آبامکتین (ولیوم تارگو) و تیوسی‌کلام به ترتیب موثرترین و ضعیف‌ترین حشره‌کش برای لارو بید گوجه فرنگی در میان حشره‌کش‌های مورد آزمایش می‌باشند. ولیوم تارگو فرمولاسیونی از مخلوط حشره‌کش کلرانترانیلی پرول (۴۵ گرم) و آبامکتین (۱۸ گرم) که به گروه‌های دیامید (۲۸) و اورمکتین (۶) از طبقه بندی حشره‌کش‌ها در ایراک تعلق دارد. این حشره‌کش برای لارو بال پولکداران به ویژه بید گوجه فرنگی توصیه شده است (بیرگوجو و همکاران ۲۰۱۴). در یک بررسی مشابه، حشره‌کش کلرانترانیلی پرول^۱ (کوراژین ۲۰٪) به عنوان موثرترین حشره‌کش در میان حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، امامکتین بنزوات و لامبدا سای هالوترین معرفی شد و ترکیب ایندوکساکارب ضعیف‌ترین حشره‌کش برای لارو بید گوجه فرنگی گزارش شد (برکت و همکاران ۲۰۱۵). بررسی‌های میدانی نشان داده است که باقیمانده کلرانترانیلی پرول و امامکتین بنزوات در میوه گوجه فرنگی به ترتیب ۱۱/۴ و ۹/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. البته شستشو می‌تواند میزان باقیمانده را تا ۵۰٪ کاهش دهد. همچنین برای برداشت محصول سالم ضروری است دوره کارنس سه هفته‌ای در کاربرد با این حشره‌کش‌ها رعایت شود. بنابراین، در کاربرد حشره‌کش‌های جدید باید طول دوره‌ی کارنس مورد توجه قرار گیرد (الزاهر و همکاران ۲۰۱۱).

حشره‌کش تیوسی‌کلام از دهه ۱۹۸۰ به عنوان حشره‌کش جایگزین حشره‌کش‌های فسفره آلی و پایرتروبییدی در کنترل شیمیایی بید گوجه فرنگی شد. این حشره‌کش به خاطر تاثیر روی مرحله‌ی بالغ و لارو بیدگوجه فرنگی بیشتر مورد توجه قرار گرفت و کارایی قابل قبولی از خود نشان داد (پولاک ۱۹۹۹). این حشره‌کش علاوه بر تاثیر روی سیستم عصبی حشرات، سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های کلتین استراز و گلوکاتایون اس

¹Chlorantraniliprole

سیاسگزاری

نویسندگان، از مسئولین موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور به خاطر تهیه امکانات لازم برای تحقیق و از سرکار خانم مهندس صفراهی به خاطر همکاری در تدوین این مقاله نهایت تشکر و قدردانی را دارند.

باشند و اثر سمی خودشان را برای مدت ۱۰ روز حفظ کنند، ولی با توجه به جدید بودن این حشره‌کش‌ها در ایران، ضروری است باقیمانده این حشره‌کش‌ها روی میوه در شرایط گلخانه و مزرعه گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نظر به پایین بودن میزان دز مصرفی این نوع حشره‌کش‌ها لازم است که در تکنولوژی سمپاشی نیز اصلاحاتی در جهت افزایش کارایی کنترل شیمیایی صورت گیرد.

منابع

- بی نام، ۱۳۹۱. آمار نامه کشاورزی ایران. اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی.
- شیخی گرجان ع، نجفی ج، عباسی س، صابرفر ف، رشید م و مرادی م، ۱۳۹۴. راهنمای آفت‌کش‌های شیمیایی و ارگانیک ایران ۱۳۹۴. انتشارات کتاب پایتخت. تهران.
- شیخی گرجان ع، کیهانیان ع، و معین س، ۱۳۸۸. کارایی سمپاش مجهز به نازل های میکرو نر (CDA) در کنترل شیمیایی پوره های سن گندم نشریه آفات و بیماریهای گیاهی، جلد هفتاد و هفت، ویژه نامه، صفحه های ۱۹ تا ۳۱.
- Abbott WS, 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Amizadeh M, Hejazi MJ, Niknam G and Arzanlou M, 2015. Compatibility and interaction between *Bacillus thuringiensis* and certain insecticides: perspective in management of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biocontrol Science and Technology* 25(6):671-684.
- Anonymous, 2008. SAS/STAT user's version. Cary, NC: SAS Institute.
- Baniameri V and Cheraghian A, 2011. First report of *Tuta absoluta* in Iran and initial control strategies. EPPO / IOBC / FAO / NEPPPO Joint International Symposium on Management of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Collaboration with the IRAC and IBMA, 20 pp.
- Barakat AST, Kordy AM, Rahman TAA, Gouda RM and Ibrahiem MAM, 2015. Biological activity of some natural plant extracts and bio-pesticides against tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and their residues on tomato fruits. *Tomato Fruit. Current Science International* 4(1):10-18.
- Birgücü AK, Bayindir A, Celikpence Y and Karaca I, 2014. Growth inhibitory effects of bio-and synthetic insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)(Lepidoptera: Gelechiidae). *Turkish Journal of Entomology* 38(4): 389-400.
- Bloem S and Spaltenstein E, 2011. New pest response guidelines tomato leafminer (*Tuta absoluta*). United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service pp.176
- Braham M and Hajji L, 2009. Management of *Tuta absoluta*(Lepidoptera: Gelechiidae) with insecticides on tomatoes. *Insecticides - Pest Engineering* 333-355. Retrived March 10, 2013, From:[http:// www.intechopen.com/books/insecticides-pestengineering/management-of-Tuta absoluta lepidoptera gelechiidae-with-insecticides-on-tomatoes](http://www.intechopen.com/books/insecticides-pestengineering/management-of-Tuta_absoluta_lepidoptera_gelechiidae-with-insecticides-on-tomatoes).
- Branco MCFH, França MA, Medeiros and Leall JGT, 2001. Use of insecticides for controlling the South American tomato pinworm and the diamondback moth: a case study. *Horticultura Brasileira* 19(1): 60-66.

- Campos MR, Silva TB, Silva WM, Silva JE and Siqueira HA, 2015. Susceptibility of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) Brazilian populations to ryanodine receptor modulators. *Pest Management Science*, 71(4): 537-544.
- Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys KAG, Burgio G, Arpaia S, Narváez-Vasquez C A, González-Cabrera J, Catalán Ruescas D, Tabone E, Frandon J, Pizzol J, Poncet C, Cabello T and Urbaneja A, 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, history of invasion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197-215.
- El-Zaher TRA, Nasr IN and Mahmoud HA, 2011. Behavior of some pesticide residues in and on tomato and kidney beans fruits grown in open field. *American-Eurasian Journal of Toxicological Sciences* 3(3): 213-218.
- EPPO. 2005. EPPO datasheets on quarantine pests: *Tuta absoluta*. EPPO Bulletin 35:434-435. http://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Tuta_absoluta/DS_Tuta_absoluta.pdf. [Accessed on 2 July 2016].
- Gacemi A and Guenaoui Y, 2012. Efficacy of emamectin benzoate on *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) infesting a protected tomato crop in Algeria. *Academic Journal of Entomology* 5(1): 37-40.
- IRAC, 2009. *Tuta absoluta* on the move. IRAC (Insecticide Resistance Action Committee). eConnection (20a): 4p. http://www.irc-online.org/content/uploads/eConnection_issue20a.pdf. [Accessed on 2 July 2017].
- IRAC, 2015. Mode of action classification brochure. 4th Edition (4.1) The Insecticide Resistance Action Committee.
- Matthews G, 2000. *Pesticide Application Methods*. 3rd Edition, Blackwell, Oxford, UK.
- Polack LA, 1999. Ensayos de eficacia de plaguicidas empleados contra la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Buenos Aires, Centro Agrícola El Pato, INTA, 2 p.
- Radwan EM and Taha H S, 2012. Toxic and biochemical effects of different insecticides on the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences* 4(1):1-10.
- Robertson JL, Savin NE, Preisler HK and Russell RM, 2007. *Bioassays with Arthropods*. CRC press.
- Siqueira HAA, Guedes RNC and Picanço MC, 2000. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology* 2(2): 147-153.
- Temerak SA, 2011. The status of *Tuta absoluta* in Egypt. EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on Management of *Tuta absoluta* (Tomato Borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA, pp. 1-110.
- Tohnishi M, Nakao H, Furuya T, Seo A, Kodama H, Tsubata K, Fujioka S, Kodama H, Hirooka T and Nishimatsu T, 2005. Flubendiamide, a novel insecticide highly active against lepidopterous insect pests. *Journal of Pesticide Science* 30: 354-360.
- Trocza B, Zimmer CT, Elias J, Schorn C, Bass C, Davies TE and Nauen R 2012. Resistance to diamide insecticides in diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) is associated with a mutation in the membrane-spanning domain of the ryanodine receptor. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 42(11): 873-880.
- Wang CJ and Liu ZQ, 2007. Foliar uptake of pesticides-present status and future challenge. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 87(1): 1-8.

Toxicity of Some New Generation Insecticides Against Tomato Leafminer Moth, *Tuta absoluta* (Meyrick) Under Laboratory and Greenhouse Conditions

A Sheikharjan^{1*}, M Rahmani², S Imani³ and M Jvazadeh⁴

¹Research Associate Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

²MSc Student, Islamic Azad University, Garmsar Branch, Semnan, Iran.

³Associate Professor, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

⁴Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

*Corresponding author: asheikhi48@gmail.com

Received: 30 May 2015

Accepted: 14 March 2018

Abstract

Tomato leafminer moth (TLM), *Tuta absoluta* (Meyrick), is a serious new pest in field and greenhouse grown tomatoes in Iran. Chemical control is an important component of this insect pest management in outbreak conditions. This study investigates the effectiveness of five new insecticides against TLM. Bioassays were conducted on 3rd instar larvae of TLM in laboratory conditions. Also, efficacy of insecticides was evaluated in a Completely Randomized Design (CRD) with six treatments and three replications in the greenhouse. The treatments included thiocyclam (Evisect[®] SP 50%) with concentration of 1g l⁻¹, flubendiamide (Takumi[®] WG 20%, 0.2 g l⁻¹), chlorantraniliprole + abamectin (Voliam Targo[®] SC 6.3%, 0.8 g l⁻¹), emamectin benzoate (Proclaim[®] SG 5% 0.3 g l⁻¹), Spinosad (Tracer[®] SC 24%, 0.25 g l⁻¹) and control (water spray). The bioassay results showed that chlorantraniliprole + abamectin (LC50=0.01 mg ai l⁻¹) and thiocyclam (LC50=29.9 mg ai l⁻¹) had the highest and the lowest toxicity on the TLM larvae, respectively. Also, the greenhouse results showed that all of the insecticides had acceptable efficacy at the tested concentrations on the TLM larvae. Voliam Targo[®] and Takumi[®] had the best efficacies against TLM on 10 and 13 days after treatment and followed by the rest insecticides. All tested insecticides had a high potential toxicity against TLM.

Keywords: Emamectin benzoate, Flubendiamide, Thiocyclam[®], Spinosad, Voliam Targo.