

ارزیابی حساسیت مراحل مختلف رشدی شب پره مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) به حشره‌کش‌های مختلف در شرایط آزمایشگاهی

فریبا سهرابی^{۱*}، محمد مدرسی^۲ و سید جواد حسینی^۳

* نویسنده مسوول: استادیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر (f.sohrabi1361@gmail.com)

۲- استادیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر

۳- استادیار پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس بوشهر

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۰۱

چکیده

شب پره مینوز گوجه فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick)) یکی از مخرب‌ترین آفات گوجه‌فرنگی در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران است. در این تحقیق اثر حشره‌کش‌های آباکتین، ایندوکساکارب، اماکتین بنزوات و استامی‌پراید روی مراحل مختلف تخم، سن اول لاروی، شفیره و حشره کامل *T. absoluta* در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. مراحل نابالغ به روش غوطه‌وری برگ و در مورد حشرات کامل از سمیت تماسی حشره‌کش‌ها استفاده شد. تیمارها شامل دو غلظت از هر حشره‌کش و شاهد بود و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس با طرح فاکتوریل نشان داد که اثر دو فاکتور مرحله رشدی آفت و نوع حشره‌کش هر کدام به تنهایی و نیز اثر متقابل این دو فاکتور روی درصد مرگ و میر *T. absoluta* معنی‌دار بود. مقایسه حساسیت مراحل مختلف رشدی شب پره مینوز گوجه فرنگی به حشره‌کش‌ها نشان داد که مرحله لاروی بیشترین و مرحله تخم کمترین حساسیت را در برابر حشره‌کش‌ها دارا می‌باشند. از بین حشره‌کش‌های مورد آزمایش، آباکتین بیشترین تاثیر و ایندوکساکارب کمترین کارایی را روی آفت داشتند. نتایج آنالیز اثرات متقابل دو فاکتور مرحله رشدی آفت و نوع حشره‌کش نیز نشان داد که کاربرد استامی‌پراید در مرحله حشره کامل و حشره‌کش‌های مورد آزمایش دیگر در مرحله لاروی باعث بیشترین درصد تلفات آفت شد. این حشره‌کش‌ها در شرایط آزمایشگاهی و در غلظت‌های توصیه شده این آفت را به خوبی کنترل کردند. بنابراین در صورت بررسی کارایی آن‌ها در شرایط گلخانه و مزرعه و همچنین بررسی اثرات جانبی روی دشمنان طبیعی، ممکن است بتوانند در برنامه مدیریت تلفیقی این آفت مورد استفاده قرار گیرند.

کلید واژه: *Tuta absoluta*، آباکتین، ایندوکساکارب، اماکتین بنزوات، استامی‌پراید

مقدمه

(Lep. : Gelechiidae) یکی از مهم‌ترین آنها است. این آفت یک حشره الیگوفاز است که از گیاهان سولاناسه بویژه گوجه فرنگی تغذیه می‌کند (پیکنکو و همکاران^۱، ۱۹۹۸). منشأ این آفت آمریکای جنوبی می‌باشد (تروپیاگاززا و همکاران^۲، ۲۰۱۲). این آفت اولین بار در سال ۱۳۸۹ در استان آذربایجان غربی

گوجه فرنگی یکی از محصولات ارزشمند سبزی و صیفی در خاورمیانه به شمار می‌آید. سطح زیر کشت و میزان تولید این محصول در کشور به ترتیب ۱۴۶۹۸۵ هکتار و ۵۶۹۶۱۱۱ تن می‌باشد که در سیستم‌های مزرعه و گلخانه‌ها کشت می‌شود (بی‌نام، ۱۳۹۰). گوجه فرنگی توسط آفات متعددی مورد حمله قرار می‌گیرد که مینوز

برگ گوجه فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick))

1- Picanço et al.

2- Tropea Garzia et al.

مدت موجب به هم خوردن تعادل طبیعی از جمله مقاوم شدن حشرات نسبت به آفت‌کش‌ها و یا ظهور آفات درجه دوم می‌شود.

مطالعات متعددی در زمینه بررسی اثرات کشندگی حشره‌کش‌ها روی شب پره مینوز گوجه‌فرنگی در سطح جهان صورت گرفته است. از جمله سیلوا و همکاران^۵ (۲۰۱۱) مقاومت در جمعیت‌های مینوز گوجه‌فرنگی نسبت به چندین حشره‌کش از گروه‌های شیمیایی مختلف را گزارش نمودند. دگلی و همکاران^۶ (۲۰۱۲) کارایی ۷ حشره‌کش مختلف علیه *T. absoluta* را در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمودند و نشان دادند که حشره‌کش‌های اسپینوزاد، کلراترنیلی پرول+آبامکتین و ایندوکساکارب منجر به ۱۰۰٪ مرگ و میر در همه جمعیت‌های مورد آزمایش شدند. دیلیوا و هرینزوا^۷ (۲۰۱۴) کارایی ۱۱ حشره‌کش با مکانیسم عمل متفاوت را با استفاده از دو روش مختلف روی لاروهای *T. absoluta* بررسی نمودند. در هر دو روش کارایی بیولوژیکی آزادپراختین، امامکتین بنزوات، اسپینوزاد، متافلومیزون و کلراترنیلی پرول ۱۰۰٪ گزارش شد.

تاکنون مطالعات محدودی در زمینه ارزیابی حساسیت شب پره مینوز گوجه‌فرنگی نسبت به حشره-کش‌های مختلف در ایران صورت گرفته است. عامی-زاده و حجازی (۱۳۹۲) میزان حساسیت *T. absoluta* به حشره‌کش‌هایی از گروه‌های مختلف شیمیایی را مورد بررسی قرار دادند. حشره‌کش‌های آزادپراختین، آبامکتین، اسپینوسد، ایندوکساکارب، متافلومیزون و کلراترنیلی پرول کارایی خوبی در کنترل آفت داشتند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۲) اثر حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و امامکتین بنزوات را بر روی لاروهای سن دوم شب پره مینوز بررسی نمودند و نشان دادند که امامکتین بنزوات کارایی بسیار بالایی در کنترل این آفت

گزارش شد و هم اکنون بخش اعظمی از استان‌های غربی و جنوب غربی کشور از جمله استان بوشهر را آلوده کرده است و به عنوان یک مشکل اصلی برای تولید گوجه‌فرنگی در این مناطق در نظر گرفته می‌شود (بنی عامری و چراغیان^۱، ۲۰۱۱). مینوز گوجه‌فرنگی به تمام مراحل رشدی گیاه میزبان حمله نموده و به میزان ۱۰۰-۵۰٪ ایجاد خسارت می‌نماید (چراغیان، ۱۳۸۸؛ اپو^۲، ۲۰۰۵). لاروها با نفوذ در برگ، جوانه، میوه‌های نارس و رسیده گوجه‌فرنگی موجب تشکیل دالان‌های مشخص می‌شوند. دالان‌های ایجاد شده در میوه ممکن است مورد حمله میکروارگانسیم‌های ثانویه قرار گیرد که منجر به پوسیدگی و فساد میوه می‌شوند (قادری و رضایی، ۱۳۸۹). این آفت پتانسیل تولید مثلی بالایی دارد و در سال ۱۲-۱۰ نسل تولید می‌کند (اپو، ۲۰۰۵).

استراتژی‌های مختلفی شامل استفاده از حشره‌کش‌ها و کنترل بیولوژیکی یا ترکیبی از این دو می‌توانند در قالب یک برنامه مدیریت تلفیقی آفت (IPM) برای کنترل *T. absoluta* به کار روند. مطالعاتی نیز در زمینه کاربرد فرمون‌های جنسی مصنوعی در ردیابی سطوح جمعیت آفت انجام شده است (میچریف فیلهو و همکاران^۳، ۲۰۰۰). در حال حاضر استفاده از حشره-کش‌ها روش اصلی کنترل مینوز برگ گوجه‌فرنگی می‌باشد، اگرچه کارایی آنها به دلیل نوع رفتار تغذیه‌ای حشره (دالان زنی)، فقدان یک آستانه عمل و توانایی آنها در ایجاد نژادهای مقاوم به حشره‌کش، محدود است (لیتی و همکاران^۴، ۲۰۰۵). به طور معمول چندین سم پاشی در هر فصل کشت برای کنترل آفت مورد نیاز است و اغلب به دلیل عدم آشنایی کافی مصرف کنندگان به اصول صحیح مبارزه شیمیایی، این کار به طور غیر موثر انجام می‌گیرد. در نتیجه، علاوه بر عدم دستیابی به نتیجه مطلوب، در دراز

5- Silva et al.

6- Dagli et al

7- Deleva & Harizanova

1- Baniameri & Cheraghian

2- Eppo

3- Michereff Filho et al.

4- Lietti et al.

تاریکی بود. هر هفته گلدان‌های حاوی گیاهان گوجه فرنگی به کلنی پرورش حشرات اضافه می‌شدند تا گیاه شاداب و سالم برای تخم‌ریزی شب پره‌های بالغ و تغذیه لاروها همواره در کلنی موجود باشد.

حشره‌کش‌ها و غلظت‌های مورد استفاده

۱- امامکتین بنزوات (پروکلیم) SG 5%، ساخت شرکت Syngenta سوئیس در دو غلظت ۵۰۰ و

۱۰۰۰ پی پی ام

۲- استامی‌پراید (کراون) SC 24%، ساخت شرکت AL-Burj Agrivet اردن در دو غلظت ۲۵۰ و

۵۰۰ پی پی ام

۳- ایندوکساکارب (آوانت) SC 15%، ساخت شرکت آریا شیمی ایران در دو غلظت ۵۰۰ و ۶۲۵

پی پی ام

۴- آتامکتین (ورتی‌مک) EC 1.8%، ساخت شرکت آریا شیمی ایران در دو غلظت ۱۵۰۰ و ۲۵۰۰ پی پی ام

ارزیابی اثر حشره‌کش‌ها روی مراحل نابالغ آفت

اثر حشره‌کش‌ها روی مرحله تخم، سن اول لاروی و شفیره آفت ارزیابی شد. غلظت‌های هر یک از حشره‌کش‌ها بر اساس غلظت‌های توصیه شده توسط شرکت‌های مربوطه (مندرج در پاراگراف قبل) جهت انجام آزمایش تهیه شد. برای زیست‌سنجی مرحله تخم، گلدان‌های گوجه فرنگی جهت آلوده‌سازی به مدت ۲۴ ساعت در داخل قفس‌های حاوی شب پره مینوز نگهداری شدند. سپس تعداد تخم‌های روی هر برگ در زیر استریومیکروسکوپ شمارش و ثبت گردید. در مورد مرحله سن اول لاروی، پس از تخم‌ریزی، گیاهان مورد آزمایش در انکوباتور با شرایط دمایی 1 ± 25 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 5 ± 70 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی به روشنایی) تا زمان رسیدن تخم‌ها به مرحله سن اول لاروی برای تیمار نگهداری شدند. پس از ۴ روز از زمان آلوده‌سازی، تعداد لاروهای سن اول روی هر برگ در زیر

داشت. شیخی گرجان (۱۳۹۲) کارایی ۶ حشره‌کش را علیه مینوز گوجه‌فرنگی در سطح مزرعه مورد بررسی قرار داد. نتایج او نشان داد دو حشره‌کش ایندوکساکارب و اسپینوساد بیشترین کارایی را در کنترل آفت داشتند.

با توجه به اهمیت تجاری زیاد گوجه فرنگی و اهمیت این آفت در ایران، نیاز به معرفی و بررسی کارایی حشره‌کش‌های جدید (امامکتین بنزوات، استامی‌پراید)، تعیین حساس‌ترین مرحله رشدی شب پره مینوز به این حشره‌کش‌ها، مقایسه میزان حساسیت آفت به حشره‌کش‌های متداول (ایندوکساکارب و آتامکتین) در مقایسه با حشره‌کش‌های جدید و همچنین تعیین امکان کاهش غلظت مصرفی برای هر یک از حشره‌کش‌ها، ضروری به نظر می‌رسد. لذا در این راستا کارایی حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات، استامی‌پراید، ایندوکساکارب و آتامکتین در کنترل مراحل مختلف رشدی شب پره مینوز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

T. absoluta پرورش

حشرات بالغ *T. absoluta* در اسفند ماه ۱۳۹۲ توسط تور حشره‌گیری از مزارع گوجه فرنگی آلوده به آفت در شهرستان دشتستان واقع در استان بوشهر جمع‌آوری شدند. شب پره‌های مینوز در داخل قفس‌های آلومینیومی با ابعاد $60 \times 60 \times 120$ سانتی‌متر روی بوته‌های رشد یافته گوجه‌فرنگی (رقم سانسید) درون گلدان پرورش یافتند. دیواره این قفس‌ها به وسیله توری پوشیده شده بود و سقف آنها شیشه‌ای بود تا عبور نور به راحتی صورت گیرد. این قفس‌ها در یک اتاق با شرایط دمایی $25-16$ درجه سانتی‌گراد و رطوبت $40-50$ درصد نگهداری شدند. طول دوره روشنایی و تاریکی در این قفس‌ها به صورت ۱۴ ساعت روشنایی به ۱۰ ساعت

منتقل و تا خروج حشرات کامل و شمارش آنها درون انکوباتور با شرایط ذکر شده در بالا نگهداری شدند.

ارزیابی اثر حشره‌کش‌ها روی حشرات کامل

برای زیست سنجی مرحله بالغ، از قفس‌های در معرض قراردعی استفاده شد. این قفس‌ها شامل یک چارچوب چوبی با چهار سوراخ (به قطر ۱ سانتی متر) در هر طرف برای تهویه بود. در یک طرف قاب (چارچوب چوبی) یک سوراخ بدون پوشش توری جهت ورود شب پره‌ها در نظر گرفته شد که بعد از ورود حشرات، با پنبه آغشته به محلول آب قند (۲٪) مسدود شد. دو صفحه شیشه‌ای (۱۴×۱۴ سانتی متر) به عنوان کف و سقف قاب استفاده شد. پس از تهیه محلول سم، از سمپاش دستی (کینگ جت^۲ ۲ لیتری ساخت شرکت آوان مشرق زمین) جهت پخش محلول سمی روی سطح‌های شیشه‌ای تا حد چکه کردن استفاده گردید و با ثابت نگاه داشتن فاصله (۵۰ سانتی متر) و زاویه نوک نازل سمپاش با سطح شیشه‌ای سعی شد تیمار به نحوی انجام شود که محلول بطور یکنواخت در تمام سطح شیشه پخش شده باشد. در تیمار شاهد صفحات شیشه‌ای با آب مقطر محلول‌پاشی شدند. قبل از بستن قفس حدود ۳۰ دقیقه اجازه داده شد تا صفحات شیشه‌ای تیمار شده خشک شوند. هر تیمار شامل ۳ تکرار (قفس) و در هر تکرار ۲۰-۱۵ عدد حشره بالغ مورد آزمایش قرار گرفت. قفس‌های در معرض قراردعی درون انکوباتور با شرایط دمایی 1 ± 25 درجه سانتی‌گراد، رطوبت 5 ± 70 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. تعداد حشرات زنده و مرده پس از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت شمارش شد.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های مربوط به درصد مرگ و میر در مراحل مختلف رشدی آفت در تیمارهای مختلف بر مبنای

استرئومیکروسکوپ شمارش و ثبت گردید. برای زیست‌سنجی روی مراحل تخم و لارو سن اول آفت از روش غوطه‌وری برگ^۱ استفاده شد (دگلی و همکاران، ۲۰۱۲). هر برگ جداگانه به مدت ۲۰ ثانیه در محلول سمی مورد نظر غوطه‌ور شد. برگ‌های شاهد در آب مقطر غوطه‌ور شدند. برگ‌های تیمار شده پس از ۱ ساعت خشک شدن در محیط آزمایشگاه، به ظروف پلاستیکی با درپوش تهویه‌دار به ابعاد ۳×۶×۱۰ سانتی‌متر منتقل و تا زمان ارزیابی مرگ و میر درون انکوباتور با شرایط ذکر شده در بالا نگهداری شدند. برای جلوگیری از پژمردگی برگ‌ها و حفظ رطوبت آنها در مدت آزمایش، دمبرگ‌ها در پنبه مرطوب قرار داده شده و با کیسه فریزر اطراف پنبه پوشیده شد تا از تبخیر آب جلوگیری شود. برای هر غلظت سمی و شاهد ۳ تکرار (برگ) و در هر تکرار حداقل ۲۰ تخم یا لارو آفت در نظر گرفته شد. تفریح تخم ۷ روز پس از تیمار تعیین شد. عدم تفریح در این مرحله به عنوان مرگ و میر در نظر گرفته شد. در مورد مرحله سن اول لاروی، پس از مشاهده خروج اولین لاروهای سن ۳ در برگ-های شاهد، مرگ و میر لاروها در برگ‌های مورد تیمار در زیر استرئومیکروسکوپ تعیین شد.

برای به‌دست آوردن شفییره‌های آفت مورد استفاده در این آزمایش، مقدار زیادی از برگ‌های حاوی لاروهای سنین بالای آفت جمع‌آوری و در ظروف پلاستیکی گذاشته شده و برای جلوگیری از فرار لاروها درب ظروف با توری پوشیده شدند. هر ۲-۳ روز یک‌بار شفییره‌های بدست آمده در ته ظرف جمع‌آوری شدند. سپس این شفییره‌ها به مدت ۲۰ ثانیه در محلول سم و یا آب مقطر (شاهد) غوطه‌ور شدند. برای هر غلظت سمی و شاهد ۳ تکرار و در هر تکرار ۲۰-۱۵ شفییره در نظر گرفته شد. شفییره‌ها پس از خشک شدن در شرایط آزمایشگاه به مدت ۱ ساعت، داخل ظروف آزمایش

معنی دار بود ($F = ۱۱/۴۵$; $df = ۹, ۸۰$; $P < ۰/۰۰۰۱$) و بر اساس گروه بندی آزمون LSD، هر چهار حشره-کش امامکتین بنزوات، استامی پراید، آتامکتین و ایندوکساکارب در مرحله لاروی و حشره کش استامی-پراید در مرحله حشره بالغ، بیشترین تلفات را روی آفت داشتند.

میانگین درصد مرگ و میر شب پره مینوز قرار گرفته در معرض حشره کش ها طی مراحل تخم، لاروی و شفیرگی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمایش های انجام شده روی تخم شب پره مینوز نشان داد که حشره کش های مورد آزمایش از نظر کارایی متفاوت هستند. بر اساس نتایج، حشره کش آتامکتین در غلظت های ۱۵۰۰ و ۲۵۰۰ پی پی ام بیشترین تاثیر را روی تخم شب پره مینوز داشت در حالی که حشره کش ایندوکساکارب فاقد اثر کشندگی روی مرحله تخم آفت بود (جدول ۱). در مرحله لاروی همه حشره کش های مورد آزمایش دارای کارایی بالا بوده و تفاوت معنی داری از نظر اثر کشندگی بین آنها مشاهده نشد (جدول ۱). حشره کش های استامی پراید، امامکتین بنزوات (در هر دو غلظت مورد آزمایش) و آتامکتین در غلظت ۲۵۰۰ پی پی ام بیشترین و حشره کش ایندوکساکارب کمترین تاثیر را روی شفیره شب پره مینوز داشتند (جدول ۱).

در مورد مرحله بالغ، نتایج حاصل از تجزیه واریانس با طرح فاکتوریل نشان داد که اثر دو فاکتور مدت زمان در معرض قراردادی ($F = ۹۲/۵۵$; $df = ۳, ۸۰$; $P < ۰/۰۰۰۱$) و نوع سم ($F = ۱۲۴/۰۰$; $df = ۳, ۸۰$; $P < ۰/۰۰۰۱$) و هر کدام به تنهایی ($F = ۷۳/۴۸$) هر کدام به تنهایی روی درصد مرگ و میر حشرات کامل معنی دار بود. همچنین اثر متقابل دو عامل مدت زمان در معرض قراردادی و نوع سم نیز روی درصد مرگ و میر آفت معنی دار بود ($P < ۰/۰۰۰۱$); و بر اساس گروه بندی آزمون LSD حشره کش استامی پراید در مدت زمان

تلفات شاهد با استفاده از فرمول آبت (آبت^۱، ۱۹۲۵) تصحیح شدند. به علت نرمال بودن پراکنش داده ها هیچ گونه تبدیلی روی آنها صورت نگرفت. در ابتدا یک تجزیه واریانس فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی برای بررسی تاثیر دو فاکتور مرحله رشدی آفت (۴ سطح: مراحل تخم، لاروی، شفیرگی و حشره کامل) و نوع سم (۴ سطح: امامکتین بنزوات، استامی پراید، آتامکتین و ایندوکساکارب) روی درصد مرگ و میر حشره کامل با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹.۱ انجام شد. همچنین در مورد مرحله بالغ، یک تجزیه واریانس فاکتوریل برای بررسی تاثیر دو فاکتور نوع سم (۴ سطح) و مدت زمان در معرض قراردادی (۴ سطح: ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) روی درصد مرگ و میر آفت انجام شد. سپس در مورد هر مرحله رشدی آفت نیز یک تجزیه واریانس جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی برای تعیین اختلاف بین میانگین های مرگ و میر در تیمارهای حشره کش و شاهد انجام شد و میانگین ها بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد گروه بندی شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس با طرح فاکتوریل نشان داد که اثر دو فاکتور مرحله رشدی آفت ($P < ۰/۰۰۰۱$); و نوع سم ($F = ۹۲/۵۵$; $df = ۳, ۸۰$; $P < ۰/۰۰۰۱$) هر کدام به تنهایی ($F = ۴۰/۱۵$; $df = ۳, ۸۰$; $P < ۰/۰۰۰۱$) معنی دار بود. بر اساس گروه بندی آزمون LSD، در بیشتر تیمارها، مرحله لاروی بیشترین و مرحله تخم کمترین حساسیت را در برابر حشره کش ها دارا بودند. از بین حشره کش-های مورد آزمایش نیز آتامکتین بیشترین و ایندوکساکارب کمترین تاثیر را بر روی تمام مراحل آفت داشتند (جدول ۱). اثر متقابل دو فاکتور مرحله رشدی و نوع سم نیز روی درصد مرگ و میر آفت

جدول ۱- میانگین درصد مرگ و میر *T. absoluta* قرار گرفته در معرض حشره کش‌ها طی مراحل تخم، لاروی و شفیرگی^a

شفره	مرحله مورد تیمار			حشره کش
	لارو	تخم	غلظت (پی پی ام)	
۵۹ ± ۸/۶۶ Bbc (۴۵)	۱۰۰ ± ۰ Aa (۶۰)	۷۳/۷۶ ± ۱۰/۷۲ ABab (۶۵) ^b	۱۵۰۰	آبامکتین
۸۶/۳۳ ± ۱۳/۶۷ Aab (۴۵)	۱۰۰ ± ۰ Aa (۶۰)	۷۸ ± ۵/۷۰ Aa (۶۰)	۲۵۰۰	آبامکتین
۷۲/۸۳ ± ۱۷ ABab (۴۵)	۱۰۰ ± ۰ Aa (۷۰)	۴۱/۳۳ ± ۱۱/۴۴ Bcd (۶۰)	۵۰۰	امامکتین بنزوات
۷۹/۵۸ ± ۴/۱۲ Bab (۴۵)	۱۰۰ ± ۰ Aa (۶۰)	۵۰/۳۳ ± ۲/۴۰ Cbc (۶۰)	۱۰۰۰	امامکتین بنزوات
۹۵/۵ ± ۴/۴۳ Aa (۴۵)	۱۰۰ ± ۰ Aa (۶۰)	۲۷ ± ۷/۶۰ Bcd (۸۷)	۲۵۰	استامی پراید
۹۳/۲ ± ۳/۴۰ Aa (۴۵)	۱۰۰ ± ۰ Aa (۶۶)	۲۳ ± ۱۰/۶۲ Cde (۶۰)	۵۰۰	استامی پراید
۳۴ ± ۱۱/۰۱ Bc (۶۰)	۱۰۰ ± ۰ Aa (۶۰)	۰ ± ۰ Ce (۶۰)	۵۰۰	ایندوکساکارب
۳۵ ± ۳/۰۰ Bc (۵۵)	۹۸ ± ۲/۰۲ Aa (۹۱)	۰ ± ۰ Ce (۶۶)	۶۲۵	ایندوکساکارب

^a حروف لاتین بزرگ متفاوت در هر ردیف نشانگر تفاوت معنی دار بین مراحل مختلف رشدی در تیمار مربوطه و حروف لاتین کوچک متفاوت در هر ستون نشانگر تفاوت معنی دار بین تیمارهای حشره کش می باشد ($P < ۰/۰۵$)
^b تعداد حشرات مورد استفاده در آزمایش

پس از کاربرد نشان داد که کارایی آنها روی حشرات کامل مینوز بسیار پایین بود به طوری که در مورد همه حشره کش‌ها میانگین درصد تاثیر کمتر از ۱۵ درصد بود ولی با افزایش زمان، درصد مرگ و میر حشرات کامل به طور معنی دار افزایش یافت (جدول ۲). بر اساس نتایج بدست آمده، حشره کش‌های استامی پراید و آبامکتین در هر دو غلظت مورد آزمایش و امامکتین بنزوات در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام بیشترین و حشره کش ایندوکساکارب کمترین تاثیر را روی حشرات کامل شب پره مینوز در مدت زمان ۹۶ ساعت پس از کاربرد داشتند (جدول ۲).

۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از در معرض قراردادی، بیشترین تلفات را روی حشره کامل داشت (جدول ۲). میانگین درصد مرگ و میر حشرات کامل شب پره مینوز در زمان‌های مختلف پس از تیمار در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، بین تیمارهای مختلف حشره کشی از نظر درصد تلفات حشرات بالغ در مدت زمان ۲۴ ساعت ($P = ۰/۰۲۷۴$)؛ $F = ۳/۱۴$ ؛ $df = ۷, ۱۶$ ؛ $P < ۰/۰۰۰۱$) ساعت ۴۸، $F = ۲۱/۸۸$ ؛ $df = ۷, ۱۶$ ؛ $P < ۰/۰۰۰۱$) ساعت ۷۲، $F = ۲۴/۲۳$ ؛ $df = ۷, ۱۶$ ؛ $P = ۰/۰۰۵۷$) و ۹۶ ساعت ($F = ۴/۵۶$ ؛ $df = ۷, ۱۶$) پس از کاربرد تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۲). بررسی درصد مرگ و میر حشره کش‌ها روی مرحله بالغ آفت در ۲۴ ساعت

جدول ۲ - میانگین درصد مرگ و میر حشرات بالغ *T. absoluta* قرار گرفته در معرض تیمارهای حشره کش در زمان های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بعد از کاربرد^a

۹۶	۷۲	۴۸	۲۴	تعداد	غلظت	حشره کش
میانگین ± SE				(پی پی ام)		
۷۵/۳۳ ± ۱۰/۷۳ Aabc	۵۱/۶۷ ± ۱۲/۵۰ Abc	۲۱ ± ۷/۰۰ Bbc	۰ ± ۳/۰۳ Bb	۶۰	۱۵۰۰	آبامکتین
۸۴ ± ۵/۷۰ Aab	۸۴ ± ۷/۱۴ Aa	۴۱/۳۳ ± ۱۵/۳۰ Bb	۱۰/۳۳ ± ۵/۷۰ Ba	۵۲	۲۵۰۰	آبامکتین
۶۱/۳۳ ± ۱۰/۲۸ Abc	۳۶ ± ۱۰/۶۰ ABcd	۱۶ ± ۶/۸۰ Bc	۸/۷۷ ± ۵/۴۳ Bab	۴۵	۵۰۰	امامکتین بنزوات
۷۷ ± ۷/۷۰ Aab	۵۷/۶۷ ± ۷/۷۰ Ab	۱۰ ± ۴/۳۴ Bc	۱۱ ± ۶/۰۰ Ba	۶۰	۱۰۰۰	امامکتین بنزوات
۱۰۰ ± ۰ Aa	۱۰۰ ± ۰ Aa	۸۹/۳۳ ± ۰/۸۰ Ba	۰ ± ۰ Cb	۶۰	۲۵۰	استامی پراید
۱۰۰ ± ۰ Aa	۱۰۰ ± ۰ Aa	۹۳/۳۳ ± ۳/۰۲ Ba	۰ ± ۰ Cb	۴۵	۵۰۰	استامی پراید
۴۷ ± ۹/۴۵ Ac	۶/۳۳ ± ۲/۹۰ Be	۷/۵ ± ۰/۱۰ Bc	۰ ± ۰ Bb	۴۵	۵۰۰	ایندوکساکارب
۴۶/۳۳ ± ۱۳/۸۲ Ac	۲۱/۳۳ ± ۳/۵۷ ABde	۱۲/۶۷ ± ۵/۸۷ Bc	۰ ± ۰ Bb	۴۸	۶۲۵	ایندوکساکارب

^a حروف لاتین بزرگ متفاوت در هر ردیف نشانگر تفاوت معنی دار بین زمانهای در معرض قراردادی در تیمار مربوطه و حروف لاتین کوچک متفاوت در هر ستون نشانگر تفاوت معنی دار بین تیمارهای حشره کش می باشد (P < ۰/۰۵)

دست می آید (ردی^۱، ۲۰۱۳). در ایران عامی زاده و حجازی (۱۳۹۲) در یک مطالعه آزمایشگاهی، توانایی آبامکتین در کنترل لاروهای سن دوم مینوز گوجه فرنگی را گزارش نمودند. در یک مطالعه مزرعه ای انجام شده توسط شیخی گرجان (۱۳۹۲)، دامنه کارایی حشره کش آبامکتین علیه مینوز گوجه فرنگی ۴۸-۳۴٪ گزارش شد. در سایر کشورها نیز کارایی بالای این حشره کش در کنترل مینوز گوجه فرنگی گزارش شده است (گودز و همکاران^۲، ۱۹۹۵؛ کستلو برانکو و فرانکا^۳، ۱۹۹۶؛ پیکنکو و همکاران، ۱۹۹۸؛ نانینی و همکاران^۴، ۲۰۱۰؛ براهام و حاجی^۵، ۲۰۱۲؛ دگلی و همکاران ۲۰۱۲). با این حال مقاومت به این ترکیب در بعضی از

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، از بین حشره کش های مورد آزمایش، حشره کش آبامکتین فرموله شده در ایران قادر به کنترل این آفت است و علاوه بر مرحله لاروی، در کنترل مراحل تخم، شفیرگی و حشرات کامل مینوز گوجه فرنگی نیز بسیار موثر است. بنابراین در گلخانه ها و مزارع که آفت تداخل نسل داشته و همزمان چندین مرحله رشدی از آفت وجود دارد، آبامکتین امکان کنترل همه مراحل رشدی آفت را فراهم می سازد. همچنین با توجه به اینکه در مورد مراحل مختلف رشدی آفت، بین میانگین درصد مرگ و میر در دو غلظت مورد آزمایش آبامکتین تفاوت معنی داری وجود نداشت، لذا ممکن است بتوان از این حشره کش در غلظت پایین تر (۱۵۰۰ پی پی ام) نیز استفاده کرد (جدول ۱ و ۲). آبامکتین حشره کش-کنه کش تماسی با مکانیسم اثر عصبی و منشا طبیعی از گروه گلیکوزیدها بوده و از باکتری *Streptomyces avermitilis* به

- 1- Reddy
- 2- Guedes et al.
- 3- Castelo Branco & Ficanca
- 4- Nannini
- 5- Braham & Hajji

استامی‌پراید که از سموم نئونیکوتینوئیدی است با اختلال در عمل گیرنده‌های عصبی استیل کولین باعث فلج شدن و مرگ حشره می‌شود (ایشایا و همکاران^۷، ۲۰۰۷). در تحقیق حاضر حشره‌کش استامی‌پراید به غیر از مرحله تخم، کارایی بالایی در کنترل مراحل لاروی، شفیرگی و حشرات بالغ مینوز گوجه‌فرنگی داشت. بنابراین استفاده از آن در شرایط وقوع همزمان مراحل رشدی مختلف آفت می‌تواند مؤثر واقع شود (جدول ۱ و ۲). مغایر با نتایج این مطالعه، عامی‌زاده و حجازی (۱۳۹۲) با انجام یک مطالعه آزمایشگاهی گزارش نمودند که این حشره‌کش اثر قابل توجهی روی لاروهای سن دوم مینوز گوجه‌فرنگی نداشت. براهام و حاجی (۲۰۱۲) در یک مطالعه آزمایشگاهی، کارایی متوسط استامی‌پراید را در کنترل لاروهای مینوز گوجه‌فرنگی گزارش دادند. این اختلاف در نتایج می‌تواند به دلیل تفاوت در فرمولاسیون و یا نحوه کاربرد حشره‌کش روی لاروها باشد. همچنین با توجه به این‌که در مورد مراحل مختلف رشدی آفت، بین میانگین درصد مرگ و میر در دو غلظت مورد آزمایش استامی‌پراید تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، لذا شاید بتوان از این حشره‌کش در غلظت پایین‌تر (۲۵۰ پی پی ام) نیز استفاده کرد (جدول ۱ و ۲).

حشره‌کش امامکتین بنزوات یک حشره‌کش جدید از خانواده اورمکتین‌ها است. این فرآورده برای کنترل بالپولکداران روی انواع محصولات گیاهی سرتاسر جهان و به ویژه *T. absoluta* تکوین یافته است (لیگوری و همکاران^۸، ۲۰۰۸؛ جنسون و همکاران، ۱۹۹۶). این حشره‌کش با عمل روی سلول‌های عصبی مانع از انقباض ماهیچه‌ای شده و بنابراین از تغذیه لاروها جلوگیری می‌کند (گوویندان و همکاران^۹، ۲۰۱۰). نتایج تحقیق فعلی کارایی بالای این حشره‌کش در کنترل مراحل لاروی، شفیرگی و بالغ *T. absoluta* و کارایی متوسط آن روی مرحله تخم این آفت در هر دو غلظت مورد آزمایش را نشان داد (جدول ۱ و ۲). لوپز و همکاران^{۱۰} (۲۰۱۰) و گسیمی

جمعیت‌های آفت در آمریکای جنوبی به علت استفاده مکرر از آن نیز توسط کشاورزان گزارش شده است (سیکورا و همکاران^۱، ۲۰۰۰؛ لیتی و همکاران، ۲۰۰۵).

حشره‌کش ایندوکساکارب اثر سمی خوبی علیه بالپولکداران از طریق مسدود کردن کانال‌های سدیم در سیستم عصبی دارد (میر و همکاران^۲، ۱۹۹۲). این حشره‌کش باعث می‌شود که لاروهای بالپولکداران قادر به تغذیه نبوده و همچنین باعث ایجاد تشنج برگشت ناپذیر و فلج شدید می‌شود (وینگ و همکاران^۳، ۱۹۹۸؛ دینتر و ویلز^۴، ۲۰۰۰). نتایج مطالعه حاضر نیز فعالیت لاروکشی خوب این حشره‌کش را نشان داد که با نتایج دیگر محققین مطابقت دارد (عامی‌زاده و حجازی، ۱۳۹۲؛ نانینی و همکاران، ۲۰۱۰؛ دگلی و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج به دست آمده از این تحقیق همچنین نشان داد که ایندوکساکارب روی مرحله شفیرگی و حشرات بالغ *T. absoluta* تاثیر کمی دارد و روی مرحله تخم آفت نیز اثر کشندگی ندارد، ولی با توجه به تاثیر خوب این حشره‌کش روی مرحله لاروی که مرحله مخرب این حشره است، می‌توان عملکرد این حشره‌کش را برای کنترل شب پره مینوز گوجه‌فرنگی خوب ارزیابی کرد. مطالعات انجام شده توسط شیخی گرجان (۱۳۹۲)، سانتوس و همکاران^۵ (۲۰۱۱) و براهام و حاجی (۲۰۱۲) نیز کارایی خوب ایندوکساکارب در کنترل مینوز گوجه‌فرنگی را در سطح مزرعه‌ای نشان داد. در انگلستان، ایندوکساکارب یکی از حشره‌کش‌های ثبت شده برای کنترل *T. absoluta* در محصول گوجه‌فرنگی، فلفل و بادمجان می‌باشد (فرا^۶، ۲۰۰۹). همچنین بر اساس نتایج این بررسی، بین میانگین درصد مرگ و میر لاروها در دو غلظت مورد آزمایش این حشره‌کش تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. لذا شاید بتوان از آن در غلظت پایین‌تر (۵۰۰ پی پی ام) نیز استفاده کرد (جدول ۱).

- 1- Siqueira *et al.*
- 2- Meier *et al.*
- 3- Wing *et al.*
- 4- Dinter and Wiles
- 5- Santos *et al.*
- 6- Fera

- 7- Ishaaya *et al.*
- 8- Liguori *et al.*
- 9- Govindan *et al.*
- 10- Lopez *et al.*

کاربرد مداوم یک نوع حشره کش در غلظت‌های بالاتر از غلظت توصیه شده خودداری گردد و در کنترل شیمیایی آفت از حشره کش‌هایی با نحوه تاثیر متفاوت به طور متناوب استفاده گردد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از پژوهشکده خلیج فارس دانشگاه خلیج فارس بوشهر به خاطر همکاری در انجام این پژوهش و تامین اعتبار لازم قدردانی می‌شود.

وگوناوی^۱ (۲۰۱۲) متوسط درصد مرگ و میر لاروهای *T. absoluta* حاصل از کاربرد امامکتین بنزوات روی گوجه فرنگی را به ترتیب ۹۰ و ۸۷٪ گزارش نمودند. کارایی بالای این حشره کش در کنترل مینوز گوجه فرنگی توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۲؛ براهام و حاجی، ۲۰۱۲).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، همه حشره‌کش‌های مورد آزمایش کارایی بالایی در کنترل مرحله لاروی مینوز گوجه فرنگی به عنوان مرحله رشدی مخرب آفت داشتند. بعضی از آنها تاثیر خوبی در کنترل سایر مراحل رشدی آفت نشان دادند. همچنین بیشتر حشره‌کش‌های مورد آزمایش در غلظت پایین نیز کارایی خوبی در کنترل آفت داشتند. بررسی کارایی این حشره‌کش‌ها در غلظت‌های پایین‌تر ممکن است به کاهش میزان حشره-کش مورد استفاده کمک کرده و در نتیجه مشکلات باقیمانده سموم در سبزیجات و محصولات مختلف را کاهش دهد. البته لازم است نتایج این تحقیق در سطح گلخانه و نیز مزرعه بررسی شود. به علاوه لازم است اثر این حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی موجود در طبیعت به دقت بررسی گردد؛ سپس، با توجه به شرایط گلخانه یا مزرعه و همچنین مرحله رشدی غالب آفت نسبت به انتخاب نوع حشره‌کش تصمیم گرفته شود. همچنین باید در نظر داشت که شب پره مینوز گوجه‌فرنگی به دلیل داشتن چندین نسل در سال (بیش از ۵ نسل)، باروری نسبتاً بالا (متوسط ۴۰ تا ۵۵ تخم به ازای هر ماده)، و امکان زنده‌مانی به صورت شفیره در خاک، توانایی بالایی در ایجاد مقاومت نسبت به حشره‌کش‌ها دارد. بنابراین، با استفاده از روش‌های متنوع مانند کنترل زراعی و حفاظت از دشمنان طبیعی از طریق کاربرد حشره‌کش‌های انتخابی می‌توان از مصرف حشره‌کش‌ها و در نتیجه گسترش مقاومت کاست. همچنین ضروری است از

منابع

۱. اسماعیلی، م.، صابر، م.، باقری، م. و قره خانی، غ. ۱۳۹۲. بررسی حساسیت مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) نسبت به امامکتین بنزوات و ایندوگزاکارب. سومین همایش ملی مدیریت کنترل آفات. کرمان، ایران، ص ۵۹۵.
۲. بی‌نام. ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸. دفتر آمار و فناوری اطلاعات، معاونت برنامه ریزی اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷ ص.
۳. چراغیان، ا. ۱۳۸۸. دستورالعمل پیش آگاهی وردیابی آفت مهم و خطرناک پروانه مینوز گوجه فرنگی. سازمان حفظ نباتات کشور، وزارت جهاد کشاورزی. ۴ ص.
۴. شیخی گرجان، ع. ۱۳۹۲. بررسی کارایی حشره کش اسپینوساد (اپتیما WG20) در کنترل شب پره مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick). نشریه خبری پژوهشی- فن آوری موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور. سال سوم، شماره هشتم، آبان ماه ۱۳۹۲. ص ۲۲.
۵. عامی زاده، م. و حجازی، م. ج. ۱۳۹۲. بررسی حساسیت شب پرهی مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* به حشره کش‌هایی از گروه‌های مختلف آفت کش. سومین همایش ملی مدیریت کنترل آفات. کرمان، ایران، ص ۶۰۳.
۶. قادری، ر. و رضایی، ر. ۱۳۸۹. راهنمای جامع و مصور کشت و پرورش گوجه فرنگی. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۳۷۹ ص.
7. Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
8. Baniameri, V., and Cheraghian, A. 2011. The current status of *Tuta absoluta* in Iran. *International Symposium on Management of Tuta absoluta (tomato leafminer)*. Agadir, Morocco, November 16-18, 2011.
9. Braham, M., and Hajji, L. 2012. Management of *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) with insecticides on tomatoes. In Perveen, F. (ed), *Insecticides, Pest Engineering*. InTech Open Access Publisher. Farzana Perveen. pp.: 333-354.
10. Castelo Branco, M., and França, F.H. 1996. Interferência da luz solar e da precipitação pluviométrica na eficiência de abamectina e cartap no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Anais Da Sociedade Entomológica Do Brasil*, 25: 489-494 (abstract).
11. Dağlı, F., İkten, C., Sert, E., and Bölücek, E. 2012. Susceptibility of tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) populations from Turkey to 7 different insecticides in laboratory bioassay. *EPPO Bulletin*, 42(2): 305-311.

12. Deleva, E.A., and Harizanova, V.B. 2014. Efficacy evaluation of insecticides on larvae of the tomato borer *Tuta absoluta*, Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory. Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food, 2: 158-164. Available on: <http://www.scientific-publications.net>
13. Dinter, A., and Wiles, J.A. 2000. Safety of the new DuPont insecticide indoxacarb to beneficial arthropods: an overview. IOBC/WPRS Bulletin, 23: 149-156.
14. EPPO, 2005. Data sheets on quarantine pests, *Tuta absoluta*. OEPP/EPPO Bulletin 35: 434-435.
15. FERA, 2009. The food and environment Research Agency. Plant Pest notice. South American tomato moth *Tuta absoluta*. 56: 1-4.
16. 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.
17. Govindan, K., Gunasekaran, K., Kuttalam, S., and Aiswariya, K.K. 2010. Bio efficacy of new formulation of emamectin benzoate 5 SG against bollworm complex in cotton. Indian Journal of Plant Protection, 38(2): 159 - 165.
18. Guedes, R.N.C., Picanço, M.C., Guedes, N.M.P., and Madeira, N.R. 1995. Sinergismo do óleo mineral sobre a toxicidade de inseticidas para *Scrobipalpaloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Pesquisa Agropecuária Brasileira, 30: 313-318 (abstract).
19. Ishaaya, I., Barazani, A., Kontsedalov, S., and Horowitz, A.R. 2007. Insecticides with novel modes of action: mechanism, selectivity and cross resistance. Entomological Research, 37 (3): 148-152.
20. Jansson, R.K., R.F. Peterson, Halliday, W.R., Mookerjee, P.K., and Dybas, R.A. 1996. Efficacy of solid formulations of Emamectin-benzoate controlling lepidopterous pests. Florida Entomologist, 79: 434-449 (abstract).
21. Liguori, R., Cestari, P., Serrati, L., and Fusarini, L. 2008. Emamectina benzoato (AFFIRM®): innovative insetticida par la difesa contro I lepidopteri fitofagi. Atti Giornate Fitopatologiche 2008, 23-28 (abstract).
22. Lietti, M.M.M., Botto, E., and Alzogaray, R.A. 2005. Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology, 34(1): 113-119.
23. López, J.M., Artín, L.M., López, A., Correia, F., González, E., Sanz, Gallardo, M., and Cantus, J.M. 2010. Affirm® (Emamectin), a new weapon against *Tuta absoluta* and other lepidopteran. Phytoma-Spain, 217: 5.
24. Meier, G.A., Silverman, R., Ray, P.S., Cullen, T.G., Ali, S.F., Mared, F.L., and Webster, C.A. 1992. Insecticidal dihydropyrazoles with reduced lipophilicity. In Baker, D.R., Fenyves, J.G. and Steffens, J.J. (eds.) Synthesis and chemistry of agrochemicals. American Chemical Society, Washington DC, USA. pp: 313-326.

25. Michereff Filho, M., Vilela, E.F., Attygalle, A.B., Meinwald, J., Svatos, A., and Jham, G.N. 2000. Field trapping of tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromone traps. *Journal of Chemical Ecology*, 26: 875-881.
26. Nannini, M., Foddi, F., Murgia, G., Pesci, R., and Sanna, F. 2010. "Insecticide efficacy trials for management of the Tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), a new tomato pest in Sardinia (Italy)." In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on Plant 917, pp. 47-53.
27. Picanço, M., Leite, G.L.D., Guedes, R.N.C., and Silva, E.A. 1998. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. *Crop Protection*, 17: 447- 452.
28. Reddy, P.P. 2013. "Avermectins" Recent advances in crop protection. Springer, India.
29. Santos, A.C., Freitas Bueno, R.C.O., Vieira, S.S., and Freitas Bueno, A. 2011. Efficacy of insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick) and other pests in pole tomato. *BioAssay*, 6: 4.
30. SAS Institute, 2003. The SAS system for Windows, Release 9.0. SAS, Institute, Cary, NC.
31. Silva, G.A., Marcelo, C.P., Leandro, B., Andr'e, L.B.C., Jander, F.R., and Raul, N.C.G. 2011. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. *Pest Management Science*, 67: 913–920.
32. Siqueira, H.A., Guedes, R.N., and Picanço, M.C. 2000. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera:Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*, 2: 147-153.
33. Siqueira, H.A., Guedes, R.N., Fragoso, D.B., and Magalhães, L.C. 2001. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *International Journal of Pest Management*, 47: 247-251.
34. Tropea Garzia, G., Siscaro, G., Biondi, A., and Zappalà, L. 2012. *Tuta absoluta*, a South American pest of tomato now in the EPPO region: biology, distribution and damage. *EPPO Bulletin*, 42(2): 205-210.
35. Wing, K.D., Schnee, M.E., Sacher, M., and Connair, M. 1998. A novel oxadiazine insecticide is bioactivated in lepidopteran larvae. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 37:91-103.