تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۲ -۱۳(۱):۳۹ -۴۹

علمی پژوهشی

تأثیر کلرونترانیلی پرول، فلوبن دیامید و ایندوکساکارب روی شب‌پره مینوز گوجه فرنگی و بررسی اثرات جانبی کلرونترانیلی پرول روی زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae*

فاطمه شفقی*[۱]، مریم فروزان[۲]، وحید مهدوی و محمدرضا عطاران[٤]

۱- بخش حشره شناسی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، ۲- بخش گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران، ۳ بخش گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل(مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران، ۴- بخش کنترل بیولوژیک موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، ایستگاه تحقیقاتی آمل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آمل، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۱۰)

چکیده

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی یکی از آفات مهم گوجه‌فرنگی در ایران است. پژوهش حاضر به‌منظور معرفی و جایگزینی حشره‌کش‌های جدید و افزایش دامنه حشره‌کش‌های مؤثر در کنترل آفت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار در دو گلخانه گوجه‌فرنگی در استان‌های اردبیل و آذربایجان غربی به اجرا در آمد. تیمارها شامل دو دز از حشره‌کش کلرانترانیلی‌پرول (۰/۲ در هزار و ۰/۱۵ در هزار)، فلوبن دیامید (۰/۳ در هزار)، ایندوکساکارب (۰/۳ در هزار) و شاهد بودند. قبل و بعد از محلول‌پاشی نمونه‌برداری از لاروهای زنده انجام شد. ده روز بعد از آخرین نمونه‌برداری، از هر تکرار ۲۰ عدد میوه به صورت تصادفی انتخاب و درصد آلودگی میوه گوجه‌فرنگی به این آفت مشخص شد. همچنین، اثرات جانبی حشره‌کش کلرانترانیلی‌پرول روی زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. نتایج نشان داد که کلرونترانیلی پرول ۲/ ۰در هزار، چهارده روز پس از سمپاشی، در استان‌های آذربایجان غربی و اردبیل به ترتیب با ۸۴/۴۴ و ۸۸/۲۵ درصد کارایی، بیشترین کنترل را روی شب‌پره مینوز گوجه فرنگی داشت. کمترین درصد آلودگی میوه در دو استان آذر بایجان غربی و اردبیل در تیمار کلرو نترانیلی پرول با دز ۰/۲ در هزار به ترتیب با ۱/۶۶ و ۱۰/۰۰ درصد به دست آمد. کلرونترانیلی پرول با دز ۰/۲ و ۰/۱۵ در هزار به ترتیب باعث کاهش ۴۹/۸۷ و ۲۱/۲۷ درصدی ظهور بالغین زنبور پارازیتوئید تریکوگراما نسبت به شاهد شد. با توجه به نتایج به دست آمده، حشره‌کش کلرونترانیلی‌پرول با دز ۰/۱۵ در هزار برای استفاده در برنامه‌های مدیریتی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کارایی، شب‌پره مینوز، برنامه های مدیریتی، گوجه فرنگی

*نویسنده مسئول: azadehshafaghi@yahoo.com

مقدمه

یکی از آفات مهم گیاه گوجه‌فرنگی، شب‌پره مینوز *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechidae) است که برای نخستین بار در سال ۱۹۱۷ میلادی در کشور پرو توصیف و گزارش شد (EPPO, 2005). این آفت پس از راه‌یابی به اسپانیا در سال ۲۰۰۲ به سرعت در دیگر کشورهای اروپایی و شمال آفریقا و در نهایت، در کشورهای خاورمیانه از جمله ایران گسترش پیدا کرد (Zappala *et al.*, 2013). شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی تا سال ۱۳۸۹ به عنوان آفت قرنطینه‌ای ایران محسوب می‌شد، اما برای اولین بار در آبان همان سال از شهرستان ارومیه گزارش شد (Baniameri and Cheraghian, 2012). این حشره چندخوار بوده و در گلخانه و مزرعه بسیار زیان‌بار است (Desneux *et al.*, 2010). تاکنون میزبان‌هایی از خانواده‌های بادمجانیان، گندمیان، بقولات، کدوئیان، تاج خروسیان، کاسنیان، چلیپائیان، پیچکیان و فرفیون برای این آفت شناسایی شده‌اند (Smith *et al.*, 2018). قسمت‌های مختلف گیاه گوجه‌فرنگی توسط این آفت دچار آسیب می‌شود. این حشره، علاوه بر برگ از میوه‌های رسیده و نارس نیز تغذیه کرده و باعث بد شکلی میوه‌ها، توقف رویش جوانه‌های انتهایی و کاهش شدید سبزینه برگ می‌شود (Terzidis *et al.*, 2014).

کنترل شیمیایی یکی از روش‌های رایج در مدیریت آفات کشاورزی می‌باشد که اگر به درستی انجام نشود، باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی، طغیان آفات ثانویه، ظهور مقاومت، تهدید سلامت انسان و اثرات نامطلوب روی موجودات غیرهدف می‌شود (Tabebordbar *et al.*, 2020). کنترل شیمیایی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی رایج‌ترین روش کنترل این آفت در جهان بوده و در حال حاضر ۱۵ گروه حشره‌کش در جهان برای کنترل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی توصیه می‌شود که از گروه‌های قدیمی حشره‌کش‌ها می‌توان به مهارکننده‌های آنزیم کولین استراز و از گروه‌های جدید می‌توان به مختل‌کننده‌های گیرنده‌های ریانودین اشاره کرد (Troczka *et al.*, 2012). با توجه به تعداد نسل بالای این آفت و استفاده مداوم از انواع حشره‌کش‌های شیمیایی، مقاومت لاروها به آفت‌کش‌هایی از جمله فسفره‌های آلی، کاربامات‌ها، پایروتروئیدها، بنزوئیل اوره‌ها، آبامکتین، اورمکتین و ایندوکساکارب گزارش شده است (Siqueira *et al.*, 2000; Branco *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2011; Guedes *et al.*, 2019; Liang-Sheng *et al.*, 2022).

بنابراین، حشره‌کش‌های جدید با نحوه تاثیر متفاوت از یکدیگر می‌توانند تنوع حشره‌کش‌های توصیه شده را علیه شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در کشور افزایش داده و مدیریت آن را تسهیل نمایند. مطالعه تأثیر هشت حشره‌کش شامل کلرپایریفوس، متومیل، لامبداسای هالوترین، ایمیداکلوپراید، آبامکتین، کلرفناپیر، امامکتین بنزوات و کلرونترانیلی پرول روی شب‌پره مینوز گوجه فرنگی در شرایط مزرعه نشان داد که بیشترین تأثیر در کنترل این حشره با کاربرد آبامکتین، کلرفناپیر و کلرونترانیلی پرول به دست آمد (Sallam *et al.*, 2015). بررسی کارایی حشره‌کش جدید تترانیلی‌پرول روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در سه استان کرمانشاه، مرکزی و هرمزگان نشان داد که در روز چهاردهم پس از سمپاشی، این حشره‌کش در هر سه استان از کارایی بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود (Shafaghi *et al.*, 2022).

کلرانترانیلی‌پرول ترکیبی متعلق به گروه جدیدی از حشره‌کش‌های انتخابی (آنترانیلیک دی آمیدی) است که دارای نحوه اثر متفاوتی بوده و در گروه ۲۸ در طبقه‌بندی IRAC قرار دارد. این ترکیب، با فعال کردن گیرنده‌های ریانودین در حشرات باعث ترشح و تخلیه ذخایر کلسیم داخل سلولی از شبکه سارکوپلاسمی سلول‌های عضلانی شده و سبب اختلال در تنظیم فعالیت عضلات، فلج و در نهایت، مرگ گونه‌های حساس می‌شود (Cordova *et al.*, 2006). گونه‌های حساس با قرار گرفتن در معرض این حشره‌کش، به سرعت تغذیه را متوقف کرده و فلج شده و در نهایت می‌میرند. کلرانترانیلی پرول برای حشرات جونده از طریق تماسی و گوارشی عمل کرده و مرگ طی ۲۴ تا ۷۲ ساعت رخ می‌دهد. محافظت طولانی مدت از محصول، از ویژگی‌های

اصلی این حشره‌کش است (Bassi *et al.*, 2007). کلرانترانیلی‌پرول باید در مرحله حساس حشره مانند زمان تفریخ تخم و یا روی لاروهای سن اول استفاده شود (Dinter *et al.*, 2009). ایندوکساکارب حشره‌کشی تماسی گوارشی و از گروه اگزادیازین‌ها می‌باشد و با بستن کانال سدیم باعث قطع تغذیه، فلج و مرگ در حشرات می‌شود. این حشره‌کش روی آفات بال‌پولکدار در مزارع پنبه، سبزیجات و نیز درختان میوه به کار می‌رود (EPA, 2000). ایندوکساکارب در گروه A ۲۲ در طبقه‌بندی IRAC قرار گرفته است. فلوبن‌دیامید یک آفتکش جدید برای کنترل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی می‌باشد. این ترکیب از خانواده ترکیبات دی‌آمیدی بوده و باعث مهار گیرنده ریانودین r می‌شود (Das *et al.*, 2017). این ترکیب نیز در گروه ۲۸ در طبقه‌بندی IRAC قرار دارد.

به طور معمول دشمنان طبیعی مختلفی در کشت‌های گوجه فرنگی وجود دارند، از جمله پارازیتوییدهایی مانند زنبورهای خانواده‌های Trichogrammatidae، Eulophidae، Braconidae، Ichneumonidae و شکارگرانی مانند کفشدوزک‌ها، بالتوری‌ها، سن‌های شکارگر، سوسک‌های کارابیده، عنکبوت‌ها و غیره که این پارازیتوئیدها و شکارگران باعث می‌شوند تا بسیاری از حشرات آفت گیاه تبدیل به آفت اقتصادی نشوند. اهمیت این عوامل اغلب زمانی آشکار می‌شود که استفاده از یک حشره‌کش برای کنترل یک آفت باعث شیوع سایر آفات به دلیل از بین رفتن این دشمنان طبیعی شود (Nazarpour *et al.*, 2016). شود از طرف دیگر، دشمنان طبیعی که در گلخانه وجود دارند، از عوامل کلیدی در کنترل حشرات گیاه‌خوار و کنه‌های آفت گیاهی هستند. حشره‌کش‌ها می‌توانند باعث مختل شدن برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات در کشت‌های گوجه فرنگی شوند. استفاده از این ترکیبات به دلیل اثرات جانبی ممکن است باعث کاهش بیشتر جمعیت دشمنان طبیعی نسبت به آفات هدف شوند (Zappala *et al.*, 2012). از این‌رو، ارزیابی اثرات جانبی بالقوه آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی می‌تواند در پیشبرد مؤثر راهبردهای مدیریت تلفیقی آفات مفید باشد. همانطور که پیش‌تر ذکر شد با توجه به تعداد نسل بالای این آفت و استفاده مداوم از انواع حشره‌کش‌های شیمیایی، مقاومت در جمعیت‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی نسبت به چندین حشره‌کش از گروه‌های شیمیایی مختلف گزارش شده است. بر اساس پژوهش‌های انجام شده، استفاده از یک نوع حشره‌کش فقط برای یک فصل زراعی مؤثر است و در فصل‌های بعد اثر خود را از دست می‌دهد و فقط هزینه اضافی برای کشاورزان به همراه دارد (Haddi *et al.*, 2012). هدف از پژوهش حاضر تعیین کارایی حشره‌کشی جدید با نحوه تأثیر متفاوت است که بتواند تنوع حشره‌کش‌های توصیه شده در برابر بید گوجه‌فرنگی را در کشور افزایش دهد. زیرا توصیه حشره‌کش‌های جدید که به طور تناوبی با حشره‌کش‌های متداول استفاده شوند از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. از طرف دیگر، بررسی سمیت ناشی از اثرات حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی نیز می‌تواند در کاربرد هر چه مؤثرتر آفت‌کش‌ها در برنامه‌های مدیریت تلفیقی کمک نماید. بنابراین، بررسی حاضر جهت نیل به این هدف نیز انجام شد.

مواد و روش‌ها

بررسی تأثیر حشره‌کش‌ها روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در گلخانه‌های دو استان آذربایجان غربی (روستای نظرآباد شهرستان ارومیه) و اردبیل (پارس‌آباد مغان)، با ۵ تیمار (۴ تیمار حشره‌کش و یک تیمار شاهد) و در سه تکرار انجام شد. هر بلوک آزمایشی شامل ۵ ردیف کاشت (پشته) بود. هر ردیف کاشت به عنوان یک کرت در نظر گرفته شد. در مجموع، برای سه بلوک (تکرار) ۱۵ ردیف تیمار در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌ها در هر بلوک ۱۱۰ سانتی‌متر، فاصله بین بلوک‌ها حداقل ۵ متر و در یک ردیف فاصله بین بوته‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در یک پشته ۱۲۰ بوته وجود داشت. میزان محلول مصرفی برای هر بوته به‌طور تقریبی ۵۰ سی سی بود و در مجموع، برای یک پشته شش

لیتر محلول سمی استفاده شد. در استان آذربایجان غربی گوجه فرنگی رقم ازمیر و در استان اردبیل گوجه فرنگی رقم متین کشت شد. تمام عملیات کوددهی و کنترل علف‌های هرز طبق عرف منطقه انجام شد. تیمارها به شرح زیر بودند:

۱- کلرانترانیلی‌پرول (کلورول اکسترا ۳۵٪ WG) (رها اندیش کاوان) به میزان ۰/۲ در هزار، ۲-کلرانترانیلی‌پرول (کلورول اکسترا ۳۵٪ WG) (رها اندیش کاوان) به میزان ۰/۱۵ در هزار، ۳- فلوبن دیامید (تاکومی 20% WG) (بازرگان کالا) به میزان ۰/۳ در هزار، ۴- ایندوکساکارب (آوانت 15% SC) (کیمیا گوهر خاک) به میزان ۰/۳ در هزار و ۵-شاهد (آب‌پاشی).

لازم به ذکر است که غلظت ۰/۲ در هزار (۰/۲ گرم در ۱۰۰۰ سی‌سی) حشره‌کش کلرانترانیلی‌پرول، غلظت پیشنهادی شرکت وارد کننده حشره کش بود. علاوه بر غلظت درخواستی، غلظت ۰/۱۵ در هزار نیز بررسی شد که در صورت مؤثر بودن، با هدف آسیب کمتر به محیط زیست و موجودات غیر هدف، غلظت پایین‌تر توصیه شود.

بوته‌ها به صورت روزانه بررسی و به محض رسیدن تراکم جمعیت آفت به آستانه زیان اقتصادی، ۴ تا ۵ لارو روی گیاه (Ghaderi *et al.*, 2019)، محلول‌پاشی انجام شد. در گلخانه با توجه به مساعد بودن شرایط، این آفت بین ۹ تا ۱۲ نسل دارد. در گلخانه‌های مورد بررسی که انتقال نشا در مرداد ماه انجام شد، آلودگی به آفت از مهر ماه شروع و در آبان ماه با رسیدن جمعیت به حد بالاتر از آستانه زیان اقتصادی، با استفاده از سم‌پاش پشتی بیست لیتری با نازل مخروطی (مدل Smart farmer) سمپاشی انجام شد. از آنجا که میزان حشره‌کش مورد نیاز برای هر پشته شش لیتر بود و از هر تیمار سه تکرار وجود داشت، بنابراین، حشره کش مورد نیاز برای هر سه تکرار یک تیمار در سمپاش تهیه شده و به‌صورت همزمان سمپاشی هر سه تکرار انجام شد.

نمونه‌برداری‌ها یک روز قبل از سمپاشی و ۳، ۷ و ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی انجام شدند. بدین منظور از هر کرت تعداد ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و از هر بوته دو برگ از برگ‌های میانی گیاه برداشت شد که با ذکر نام تیمار و تکرار به کیسه‌های نایلونی جداگانه منتقل و در آزمایشگاه تعداد لاروهای زنده، بدون در نظر گرفتن سن لاروی، زیر بینوکولار شمارش شدند. ده روز بعد از آخرین نمونه‌برداری از هر تکرار تعداد ۲۰ میوه به صورت تصادفی انتخاب و تعداد میوه‌های سالم و آفت‌زده برای تعیین درصد آلودگی به صورت تعداد میوه آسیب دیده تقسیم بر تعداد کل میوه ضربدر ۱۰۰ شمارش شد. معیار آفت زدگی میوه‌ها وجود سوراخ به همراه فضولات لاروی در قسمت گلگاه و یا در بقیه قسمت‌های میوه در نظر گرفته شد. درصد تأثیر حشره-کش‌ها با استفاده از فرمول هندرسون-تیلتون به صورت زیر محاسبه شد که مولفه‌های آن عبارتند از: Tb = تعداد لارو زنده در کرت تیمار قبل از سمپاشی، Ta =تعداد لارو زنده در کرت تیمار بعد از سمپاشی، Ca = لارو زنده در کرت شاهد بعد از سمپاشی، Cb =تعداد لارو زنده در کرت شاهد قبل از سمپاشی. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی و با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.1 (SAS Institute, 2001) صورت گرفت.

$$\text{درصد تأثیر آفت‌کش} = \left[1 - \frac{\text{Ta}\times\text{Cb}}{\text{Tb}\times\text{Ca}}\right] \times 100$$

بررسی اثرات جانبی حشره‌کش کلرانترانیلی‌پرول روی زنبور پارازیتوئید

به منظور بررسی تأثیر باقیمانده حشره‌کش بر میزان مرگ و میر زنبور پارازیتوئید تریکوگراما، *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hym.: Trichogrammatidae)، برای هر تیمار بیست تکرار در نظر گرفته شد که هر تکرار شامل صد عدد ازتخم های بید غلات بود که توسط زنبور تریکوگراما پارازیته شده بودند. معیار پارازیته بودن تخم‌ها تغییر رنگشان در نظر گرفته شد (Rodriguez *et al.*, 1994). بدین ترتیب که تخم‌های پارازیته از روز سوم به رنگی مایل به قهوه ای تغییر رنگ می-دهند. تخم‌های پارازیته درون محلول حشره‌کش مورد نظر در غلظت‌های ۰/۱۵ و ۰/۲ در هزار به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه غوطه‌ور شده و پس از خشک شدن روی کاغذ صافی داخل لوله‌های آزمایش برای بررسی‌های بعدی قرار داده شدند. تخم‌های در نظر گرفته شده به عنوان شاهد نیز تنها با آب تیمار شدند. سپس، تخم‌ها تا زمان تفریخ در اتاقک رشد و در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۷۰٪ قرار داده

شدند. پس از ظهور حشرات بالغ، تعداد افراد ناهنجار نسل اول، میزان کاهش ظهور نسبت به شاهد و درصد زنده‌مانی زنبورهای بالغ مورد بررسی قرار گرفت. ناهنجاری در نظر گرفته شده در این پژوهش، عدم باز شدن بال زنبور بود. بدین ترتیب که زنبورهایی که بال‌هایشان به حالت گلوله شده کنار بدن باقی مانده و گسترده نشده بود، به عنوان افراد ناهنجار محاسبه شدند. تعیین گروه سمیت، R یا درصد کاهش در ظهور، با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$R(\%)= (1-\frac{f}{t})\times 100 \quad (۲)$$

f=میانگین میزان ظهور در تیمار حشره‌کش

t= میانگین میزان ظهور در تیمار شاهد (Ashtari *et al.*, 2019)

به منظور طبقه‌بندی میزان سمیت حشره‌کش از استاندارد سازمان بین‌المللی بیولوژیک (IOBC) در شرایط آزمایشگاهی استفاده شد. بر اساس این استاندارد حشره‌کش-ها بر اساس کاهش در ظهور حشره مورد نظر به چهارگروه طبقه‌بندی‌می‌شوند: زیر ۳۰ درصد بی‌ضرر، بین ۳۰ تا ۷۹ درصد اندکی مضر، ۸۰ تا ۹۹ درصد با ضرر متوسط و بیش از ۹۹ درصد مضر (Hassan, 1992; Sterk *et al.*, 1999; Costa *et al.*, 2014).

نتایج

کارایی آفت‌کش‌ها روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد کارایی آفتکش‌ها در استان آذربایجان غربی نشان داد که در این استان در سه (P=0.0002; F(3,6)= 43.58)، هفت (P=0.008; F(3,6)= 10.38) و چهارده روز (P=0.004; F(3,6)= 13.13) بعد از سم‌پاشی بین تیمارها در سطح یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت. مقایسه میانگین در سه روز بعد از سمپاشی نشان داد که بین تیمارهای مختلف، کلرونترانیلی پرول ۰/۲ در هزار از کارایی بیشتری (میانگین ۱/۳ ± ۷۷/۲۴ درصد) برخوردار بود. هر چند با غلظت ۰/۱۵ در هزار از نظر آماری اختلافی نداشت (جدول ۱). در روز هفتم پس از سمپاشی، تیمارهای کلرونترانیلی پرول ۰/۲ در هزار (با میانگین کارایی ۲/۶۰ ± ۸۵ درصد) و فلوبن دیامید (با میانگین کارایی ۱/۳۰ ± ۸۲/۱۷ درصد) با اختلاف آماری معنی‌داری در مقایسه با بقیه تیمارها، در گروه جداگانه‌ای قرار گرفتند. در چهاردهمین روز پس از سمپاشی، به غیر از تیمار ایندوکساکارب، سایر تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱).

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد کارایی، در استان اردبیل نشان داد که در روزهای سوم (P=0.0001; F(3,6)= 108.76)، هفتم (P=0.0001; F(3,6)= 180.91) و چهاردهم (P=0.0001; F(3,6)= 56.11) پس از سم‌پاشی بین تیمارها در سطح یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که در روز سوم پس از محلول‌پاشی، بین تیمارهای مختلف، کلرونترانیلی پرول در غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۱۵ در هزار به ترتیب با ۱/۵۸ ± ۵۲/۷ و ۱/۰۳ ± ۴۷/۰۷ درصد از کارایی بیشتری برخوردار بود و با اختلاف آماری معنی‌داری با بقیه تیمارها، در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت. تیمار کلرونترانیلی پرول ۰/۲ در هزار در هفتمین و چهاردهمین روز پس از سمپاشی به ترتیب با ۰/۶۶ ± ۸۹/۱۴ و ۱/۰±۸۸/۲۵ درصد کارایی نسبت به سایر تیمارها مؤثرتر بوده، هر چند در چهاردهمین روز با غلظت ۰/۱۵ در هزار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

بررسی تعداد میوه آلوده

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد میوه‌های آلوده بعد از سمپاشی، در استان آذربایجان غربی (P=0.0001; F(4,8)= 29.86) و اردبیل (P=0.0001; F(4,8)= 18.41) نشان داد که بین تیمارها در سطح یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار وجود دارد. در استان اردبیل تیمارهای کلرو نترانیلی پرول ۰/۲ در هزار، کلرو نترانیلی پرول ۰/۱۵ در هزار و فلوبن‌دیامید به ترتیب با ۲/۶۸ ± ۱۰/۰۰، ۲/۸۸ ± ۲۵/۰۰ و ۴/۰ ± ۲۶/۶۶ درصد آلودگی و در استان آذزبایجان غربی تیمار کلرو نترانیلی پرول ۰/۲ در هزار، با ۰/۶۶ ± ۱/۶۶ درصد کمترین درصد میوه آلوده را به خود اختصاص دادند و در گروهی جداگانه از سایر تیمارها قرار گرفتند (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین (±خطای معیار) درصد کارایی آفت‌کش‌های مختلف روی *Tuta absoluta* در روزهای پس از سمپاشی در استان‌های آذربایجان غربی و اردبیل

Table 1. Comparison of the mean (± SE) efficiency percentage of insecticides on *Tuta absoluta* in the days after spraying in west Azarbayjan and Ardebil provinces

Traetment	Concentration (gr or ml/lit)	(mean± SE) West Azarbayjan			Ardebil (mean± SE)		
		3	7	14	3	7	14
Chlorantraniliprole	0.2	77.24±1.3a	85.0±2.60a	84.4±6.7a	52.7±1.58a	89.14±0.6a	88.25±1.08a
Chlorantraniliprole	0.15	70.92±1.0ab	78.95±1.47b	78.10±1.7a	47.07±1.0a	82.63±1.1b	79.04±1.09ab
Flubendiade	0.3	62.94±1.9b	82.17±1.30a	78.33±2.5a	36.7±0.91b	76.05±.32c	76.15±2.24b
Indoxacarb	0.3	50.61±2.0c	70.30±1.52b	64.19±2.3b	19.30±1.5c	55.4±1.86d	54.92±3.29c

Means followed by the same letter in each column are not significantly difference (P<0.01).

جدول ۲- میانگین (±خطای معیار) درصد میوه‌های آلوده شده توسط *Tuta absoluta* در تیمارهای مختلف

Table 2. Mean (±SE) percentages of tomato fruit damaged by *Tuta absoluta* in different treatments

Traetment (gr or ml/lit)	mean (± SE) %	
	West Azarbayjan	Ardebil
Chlorantraniliprole 0.2	1.66±0.66 ^{c}	10.00±2.68 ^{b}
Chlorantraniliprole 0.15	6.66±3.33^{bc}	25.00±2.88 ^{b}
Flubendiamide	6.66±1.6 ^{bc}	26.66±4.00 ^{b}
Indoxacarb	15.00±0 ^{b}	45.00±3.85 ^{a}
Control	35±2.88 ^{a}	48.33±4.04 ^{a}

Means followed by the same letter in each column are not significantly difference (P<0.01)

بررسی تأثیر حشره‌کش کلرونترانیلی‌پرول روی زنبور پارازیتوئید

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر حشره‌کش کلرونترانیلی‌پرول روی برخی خصوصیات زیستی زنبور تریکوگراما نشان داد که تأثیر این حشره‌کش روی درصد زنده‌مانی افراد بالغ (P=0.0001; F(2,59)= 83.29) و کاهش درصد ظهور نسبت به شاهد (P=0.0001; F(2,59)= 23.55) معنی‌دار بود. در حالی‌که این آفت‌کش روی درصد افراد ناهنجار نسبت به کل افراد خارج شده (P=0.43; F(2,59)= 0.85) تأثیر معنی‌داری بر جای نگذاشت. مقایسه میانگین تأثیر حشره‌کش کلرونترانیلی‌پرول روی صفات بررسی شده زنبور تریکوگراما نشان داد که کمترین درصد زنده مانی در تیمار کلرو نترانیلی پرول ۰/۲ در هزار با ۳/۰۸ ± ۲۳/۵۰ درصد و بیشترین آن در تیمار شاهد با ۳/۰۴ ± ۸۷/۵ درصد مشاهده شد. درصد افراد ناهنجار ظاهر شده در سه تیمار مورد بررسی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. درصد ظهور زنبور در تیمار کلرو نترانیلی پرول ۰/۲ و ۰/۱۵ در هزار نسبت به شاهد به ترتیب ۴۹/۸ و ۲۱/۲ درصد کاهش داشته است (جدول ۳). بنابراین، نتایج تأثیر حشره‌کش کلرو نترانیلی پرول روی درصد ظهور زنبور تریکوگراما، بر اساس استاندارد سازمان بین‌المللی بیولوژیک (IOBC) غلظت ۰/۲ در هزار این حشره‌کش در گروه اندکی مضر (بین ۳۰ تا ۷۹ درصد) و غلظت ۰/۱۵ در هزار در گروه بی‌ضرر (زیر ۳۰ درصد) طبقه‌بندی شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر حشره‌کش کلرونترانیلی‌پرول روی برخی ویژگی‌های زیستی زنبور تریکوگراما

Table 3. Comparison of mean effect of Chlorantraniliprole insecticide on some biological characteristics of *Trichogramma* wasp

Traetment (gr/lit)	Survival percentage mean (± SE)	The percentage of abnormal Parasitoids compared to the total number of individuals	Decrease in the percentage of emergence compared to the control
Chlorantraniliprole 0.2	23.50±3.08 [c]	4.03±0.61 [a]	49.87±4.3 [a]
Chlorantraniliprole 0.15	38.50±4.64 [b]	2.54±0.47 [a]	21.27±2.4 [a]
Control	87.5±3.04 [a]	3.45±0.66 [a]	–

Means followed by the same letter in each column are not significantly difference (P<0.01).

بحث

نتایج نشان داد که تمام تیمارهای مورد بررسی برای کنترل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی مؤثر بودند، اما به طور کلی در هر دو استان و در بیشتر روزهای نمونه‌برداری، حشره‌کش کلروترانیلی‌پرول در هر دو دز بیشترین تأثیر را در کنترل این حشره داشته است. مطابق با نتایج به دست آمده از این پژوهش، زیست‌سنجی پنج حشره‌کش شامل اسپینوساد، تیوسیکلام، امامکتین بنزوات، کلرانترانیلی پرول+ آبامکتین و فلوبن دیامید روی لارو سن سوم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در آزمایشگاه و بررسی میزان کارایی حشره‌کش‌ها در شرایط گلخانه نشان داد که آبامکتین + کلرونترانیلی پرول (ولیوم تارگو) و تیوسیکلام به ترتیب با ۸۰ و ۶۵/۱۳ درصد کارایی بیشترین و کمترین تأثیر را روی این آفت داشتند. همچنین، ارزیابی تاثیر حشره‌کش‌ها در سطح گلخانه آلوده به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی نشان داد که هر پنج حشره‌کش مورد آزمایش در غلظت‌های مورد بررسی درصد کارایی قابل قبولی داشتند و تیمارهای آبامکتین + کلرونترانیلی پرول و فلوبن دیامید در ۱۰ و ۱۳ روز بعد از سم‌پاشی از بیشترین کارایی برخوردار بودند (Sheikhigarjan *et al.*, 2018). حساسیت تخم‌ها و لاروهای شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی به برخی حشره‌کش‌ها نشان داد که بیشترین میزان تلفات تخم/ لارو نئونات به‌ترتیب به تیمارهای کلرانترانیلی‌پرول، اسپینوساد، ایندوکساکارب، آبامکتین، سایپرمترین و شاهد تعلق داشت (Khani *et al.*, 2020). در بررسی حاضرکمترین کارایی حشره‌کش‌ها علیه مینوز گوجه‌فرنگی در هر دو استان در تیمار ایندوکساکارب مشاهده شد. علت این امر می‌تواند محلول‌پاشی‌های انجام شده درگذشته برای کنترل آفت مذکور با حشره‌کش ایندوکساکارب باشد. در بررسی اثر حشره‌کش‌های مختلف شامل آبامکتین، ایندوکساکارب، امامکتین بنزوات و استامی‌پراید روی مراحل مختلف تخم، سن اول لاروی، شفیره و حشره کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در شرایط آزمایشگاهی مشخص شد که از بین حشره‌کش‌های مورد آزمایش، آبامکتین بیشترین تأثیر و ایندوکساکارب کمترین کارایی را روی آفت داشتند که با نتایج حاصل از این پژوهش، مبنی بر پایین بودن کارایی ایندوکساکارب روی این آفت هماهنگی داشت (Sohrabi *et al.*, 2015).

طبق نتایج این پژوهش، درصد کارایی همه حشره‌کش‌های مورد بررسی در هر دو استان آذربایجان غربی و اردبیل در فاصله زمانی روز سوم تا هفتم پس از سمپاشی روند افزایشی داشته است. پایین‌تر بودن درصد کارایی حشره‌کش‌ها در روزهای ابتدایی بعد از سمپاشی می‌تواند به ویژگی رفتاری و تغذیه‌ای لارو شب پره مینوز گوجه فرنگی و نیز خصوصیت حشره‌کش، مربوط باشد. زیرا لاروها بیشتر تمایل دارند از بافت پارانشیمی برگ گوجه فرنگی تغذیه کنند (Bloem and Spaltenstein, 2011)، بنابراین، امکان تماس آنها با سطوح آلوده به حشره‌کش‌ها کاهش پیدا می‌کند. ضمن اینکه برای نفوذ مقدار مناسب حشره‌کش‌ها به داخل بافت برگ گذشت زمان الزامی است (Sheikhigarjan *et al.*, 2018). همچنین، حشره‌کش کلرانترانیلی پرول توانایی بالایی برای جذب شدن توسط ریشه را داراست و پس از جذب می‌تواند کنترل مؤثری برای

آفات بالپولکدار و سایر آفاتی که از شاخ و برگ تغذیه می-کنند را ایجاد نماید (Adams *et al.*, 2016).

در پژوهش حاضر بررسی تعداد میوه‌های آلوده در آخر فصل نشان داد که در هر دو استان، هر دو دز حشره‌کش کلرو نترانیلی پرول به همراه تیمار فلوبن دیامید نسبت به سایر تیمارها تعداد میوه آلوده کمتری داشتند. هرچند در این میان، کمترین تعداد میوه آلوده مربوط به تیمار حشره‌کش کلرونترانیلی‌پرول بود که به عملکرد مؤثر این حشره‌کش علیه شب پره مینوز گوجه فرنگی و در نتیجه، کاهش خسارت اشاره دارد.

در پژوهشی روی پارازیتویید *T. galloi* (Zucchi)، کلرانترانیلی‌پرول منجر به کاهش مرگ و میر کمتر از ۳۰ درصد شد و در دز ۳۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به عنوان حشره‌کش بی‌ضرر طبقه‌بندی شد (Oliveira *et al.*, 2013). نتایج آزمایش اثرات جانبی کلرانترانیلی¬پرول روی هفت گونه زنبورپارازیتوئید از جمله *T. pretiosum* (Riley) نشان داد که کاهش قابل توجهی در ظهور *T. pretiosum* پس از استفاده از کلرانترانیلی‌پرول روی تخم های پارازیته شده *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) وجود نداشت و این حشره کش برای گونه‌های زنبور پارازیتوئید آزمایش‌شده بر اساس معیارهای طبقه‌بندی IOBC (اثرات کمتر از ۳۰ درصد) بی‌ضرر شناخته شد. بر این اساس حشره‌کش مورد بررسی به دلیل اثر انتخابی آن در مورد موجودات غیر هدف، به ویژه پارازیتوئیدها، می‌تواند به طور قابل توجهی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات استفاده شود (Brugger *et al.*, 2010). طی پژوهشی، غلظت‌های توصیه شده کلرانترانیلی پرول، فوزالون و اسپینوساد روی مراحل بالغ و نابالغ پارازیتوئید تخم، *T. brassicae* مورد بررسی قرار گرفت. کلرانترانیلی‌پرول، فوزالون و اسپینوساد به ترتیب باعث ۲۴، ۸۷ و ۹۸ درصد مرگ و میر در مراحل قبل از بلوغ این حشره شدند. همچنین، اثر این ترکیبات روی صفات زیستی مختلف افراد بالغ مانند طول عمر، باروری، سرعت ظهور و سایر پارامترهای جدول زندگی مورد ارزیابی قرار گرفت. تمام ترکیبات اثرات مخربی بر تمام شاخص‌های جمعیتی برآورد شده داشتند. کلرانترانیلی‌پرول بر برخی پارامترها مثل نرخ خالص تولید مثل، میانگین زمان تولیدمثل و زمان دو برابر شدن جمعیت در مقایسه با شاهد تأثیر گذاشت، در حالی که فوزالون و اسپینوساد بر تمام پارامترهای ارزیابی شده تأثیر منفی گذاشتند (Parsaeyan *et al.*, 2020). طی یک بررسی اثرات جانبی کلرونترانیلی‌پرول روی زنبور پارازیتوئید *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastridae) مورد بررسی قرار گرفت. این حشره‌کش در دزهای ۱۵ و ۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، برای این زنبور، به خصوص مرحله بالغ کم‌خطر بود (Silva *et al.*,2018). طبق بررسی پژوهشگران احتمال دارد که بسیاری از زنبورهای پارازیتوئید در زمان جویدن کوریون تخم میزبان و خروج از آن مقداری از باقیمانده حشره‌کش مورد استفاده را دریافت کنند که باعث تأثیر آن روی میزان ظهور زنبورها شود (Parsaeyan *et al.*, 2018).

در مجموع، تمام حشره‌کش‌های مورد بررسی تأثیر به-نسبت مناسبی در کنترل شب‌پره مینوز گوجه فرنگی داشتند، اما بایستی این نکته را در نظر داشت که شب‌پره مینوز گوجه فرنگی به دلیل قدرت باروری بالا و دارا بودن چندین نسل در سال به سرعت نسبت به آفت‌کش‌ها مقاوم می‌شود، بنابراین برای کنترل شیمیایی این آفت بایستی به طور متناوب از چندین آفت‌کش متعلق به گروه‌های مختلف استفاده نمود. حشره‌کش کلرانترانیلی‌پرول با توجه به جدید بودن آن در سبد آفت‌کش‌های کشور می‌تواند در صورت مصرف کنار سایر آفت‌کش‌های ثبت شده کنترل خوبی برای این آفت ارائه کرده و در عین حال، در به تأخیر افتادن مقاومت آن مؤثر باشد. هر چند در بررسی حاضر تأثیر این حشره‌کش روی زنبور تریکوگراما در شرایط آزمایشگاهی نسبتاً بی‌ضرر به دست آمد، اما تأثیر دزهای توصیه شده کلرانترانیلی‌پرول روی دشمنان طبیعی هنوز نیاز به ارزیابی‌های بیشتری به ویژه در شرایط طبیعی دارد. در نهایت، پیشنهاد می‌شود با توجه به جدید بودن این حشره‌کش در کشور در بررسی‌های آینده میزان باقیمانده این ترکیب روی میوه گوجه‌فرنگی و تأثیر آن روی سایر دشمنان طبیعی موجود در مزارع و گلخانه‌های کشت گوجه فرنگی مورد توجه قرار گیرد.

References

Adams, A. J., Gore, A., Catchot, F., Musser, D., Cook, N., Krishnan, and Irby, T. 2016. Residual and systemic efficacy of chlorantraniliprole and flubendiamide against corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. **Journal of Economic Entomology** 109(6): 2411–2417.

Ashtari, S., Sabahi, Q. and Talebi Jahromi, KH. 2019. Comparison of the Insecticidal Effect of Several Compounds on Biological Parameters of *Trichogramma brassicae.* **Pesticides in Plant Protection Sciences** 8(1): 47-61. (In Farsi)

Baniameri, V. and Cheraghian, A. 2011. The current status of *Tuta absoluta* in Iran. International Symposium on Management of *Tuta absoluta* (tomato leafminer), 16-18 November Agadir, Morocco.

Bassi, A., Alber R., Wiles J.A., Rison J. L., Frost N. M., Marmor F. W. and Marcon, P. C. 2007. Chlorantraniliprole: a novel anthranilic diamide insecticide. **Proceedings of XVI International Plant Protection** 1: 52-59.

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.

Branco, M. C. F. H., França, M. A. and Leall, J. G. T. 2001. Use of insecticides for controlling the South American tomato pinworm and the diamondback moth: a case study. **Horticultura Brasileira** 19(1): 60- 66.

Brugger, K. E., Cole, P. G., Newman, I. C, Parker, N., Scholz, B., Suvagia, P., Walkerf, G. and Hammondg, T. G. 2010. Selectivity of chlorantraniliprole to parasitoid wasps. **Pest Management Science** 66(10): 1075-1081.

Cordova, D., Benner, E. A., Sacher, M. D., Raul, J. J., Sopa, J. S. and Lahm, G. P.2006. Anthranilic diamides : A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. **Pesticide Biochemistry and Physiology** 84: 196-214.

Costa, M. A., Muscardini, V. F., Gontijo, P. D. C., Carvalho, G. A., Oliveira, R. L. D. and Oliveira, H. N. D. 2014. Sub lethal and transgenerational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi*. **Ecotoxicology** 23(8). DOI: 10.1007/s10646-014-1282-y.

Das, S. K., Mukherjee, I. and Roy, A. 2017. Flubendiamide as new generation insecticide in plant toxicology: A policy paper. **Advances in Clinical Toxicology** 2: 100-122.

Desneux, N., Wajnberg, E., Wychhuys, A. G. and Burgio, G. 2010. Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control**. Journal of Pest Science** 83: 197-215.

Dinter, A., Brugger, K. E., Frost, N. M. and Woodward, M. D. 2009. Chlorantraniliprole (Rynaxypyr): A novel DuPont™ insecticide with low toxicity and low risk for honey bees (*Apis mellifera*) and bumble bees (*Bombus terrestris*) providing excellent tools for uses in integrated pest management. Hazards of pesticides to bees – 10th International Symposium of the ICP-Bee Protection Group. 8-10 October, Bucharest. pp. 84-96.

Environmental Protection and Toxic Substances Agency Pesticide Fact Sheet (EPA). 2000. Pesticide Fact Sheet: Name of Chemical: Indoxacarb. Retrieved October 30, 2000. From https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/f.

European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) 2005. Datasheet *Tuta absoluta* datasheet. **OEPP/EPPO Bulletin** 35: 434-435.

Ghaderi, S., Fathipour, Y., Asgari, S. H. And Reddy, G.V. P. 2019. Economic injury level and crop loss assessment for *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato cultivars. **Journal of Applied Entomology**: 143 (5): 1-15.

Guedes,R. N. C., Roditakis, E., Campos, M. R., Haddi, K., Bielza, P., Siqueira, H. A. A., Tsagkarakou, A., Vontas, J. and Nauen, R. 2019. Insecticide resistance in the tomato pinworm *Tuta absoluta*: patterns, spread, mechanisms, management and outlook. **Journal of Pest Science** 92: 1329-1342.

Haddi, K., Berger, M., Bielza, P., Cifuentes, D., Field, L. M., Gorman, K. and Bass, C. 2012. Identification of mutations associated with pyrethroid resistance in the voltage-gated sodium channel of the tomato leaf miner (*Tuta absoluta*). **Insect Biochemistry and Molecular Biology** 42: 506-513.

Hassan, S. A. 1992. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection production *trichograhma cacoeciae* In: Hassan, S. A. (Ed). Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. IOBC/WPRS Bulletin. pp. 18-40.

Khani, S. Hejazi, M. J. and Karimzadeh, R. 2020. Susceptibility of eggs and larvae of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) to some insecticides. J**ournal of Entomological Society of Iran** 39(4): 393-402. (In Farsi)

Lietti, M. M., Botto, E. and Alzogaray, R. A. 2005. Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** 34: 113-119.

Nazarpour, L., Yarahmadi, L., Saber, M. and Rajabpour, A. 2016. Short and long term effects of some bio-insecticides on *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) and its coexisting generalist predators in tomato fields. **Journal of Crop Protection** 5 (3): 331-342.

Oliveira, H. N., Antigo, M. R., Carvalho, G. A., Glaeser, D. F. and Pereira, F. F. 2013. Seletividade de inseticidas utilizados na cana-de-açúcar a adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal** 29(5): 1267-1274.

Parsaeyan, E., Safavi, S. A., Saber, M. and Poorjavad, N. 2018. Effects of emamectin benzoate and cypermetrin on the demography of *Trichogramma brassicae*. **Crop Protection** 110: 269-274.

Parsaeyan, E., Saber, M., Safavi, S. A., Poorjavad. N. and Biondi, A. 2020. Side effects of chlorantraniliprole, phosalone and spinosad on the egg parasitoid, *Trichogramma brassicae.* **Ecotoxicology** 29(7): 1052-1061.

Rodriguez, J. R., Pintureau, B. and Galan, M .1994. Determinants of the color of host eggs parasitized by *Trichogramma fuentesi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 70: 121–128.

Sallam, A., Soliman, M. M. and Khodary, M. A. 2015. Effectiveness of certain insecticides against the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Advances in Applied Agricultural Science** 3(2): 54-64.

Lian-Sheng, Z., Zunnu Raen, A., Asad I. A., Kaleem, T. and Mateus R. 2022. Flubendiamide Resistance and Its Mode of Inheritance in Tomato Pinworm Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae**). Insects** , 13(11): 1023 https://doi.org/10.3390/insects13111023.

Sohrabi, F., Modarresi, M. and Hosseini, S. J. 2015. Susceptibility of different developmental stages of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) to different insecticides under laboratory conditions**. Plant Protection** 38(3):1-12 (In Farsi)

Shafaghi, F., Ashtari, S., Tohidi, M. T. and Modarres Najafabadi, S. S. 2022. Effectiveness of New Insecticide, Tetraniliprole (Vayego SC200) against Tomato Leaf Miner. **Journal of Iranian Plant Protection Research** 36(1): 67-78 (In Farsi)

Sheikhigarjan, A., Rahmani, M., Imani, S. and Jvadzade, M. 2018. Toxicity of some new generation insecticides against tomato leaf miner moth, *Tuta absoluta* (Meyrick) under laboratory and greenhouse conditions. **Journal of Applied Research in Plant Protection** 7(1): 99-108. (In Farsi)

Silva, G., Bueno, F., Favetti, F. and Neves, P. 2018. Selectivity of chlorantraniliprole and lambda-cyhalothrin to the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastridae). **Semina: Ciências Agrárias, Londrina** 39(2): 549-564.

Silva, G. A., Marcelo, C. P., Leandro, B., Andre, 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.

Siqueira, H. A. A., Guedes, R. N. C. and Picanço, M. C. 2000. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology** 2(2): 147-153.

Smith, I. D., Dubosis, T., Mallogo, R., Njau, E. F., Tua, S. and Srinivansa, R. 2018. host range of the invasive tomato pest *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) on solanaceous crops and weeds in Tanzania. **Florida Entomologist** 101(4): 573-579.

Sterk, G., Hassan, S., Bakker, F. and Biuemel, S. 1999. Results of the seventh joint testing programme carried out by the IOBC/WPRS—Working Group Pesticides and Beneficial Organisms. **Biocontrol** 44: 99-117.

Terzidis, A. N., Wilcockson, S. and Leifert, C. 2014. The tomato leaf miner (*Tuta absoluta*): Conventional pest problem, organic management solutions?. **Organic Agriculture** 4(1): 43-61.

Zappala, L., Biondi, A., Alma, A., AL-Jboory, I. J., Arno, J., Bayram, L. and Chailleux, A. 2013. Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta* in Europe, North Africa and Middle East and their potential use in pest control strategies, **Journal of Pest Science** 86: 635-647.

Plant Pest Research
2023- 13 (1): 39-49

Open access
doi: 10.22124/iprj.2023.24283.1515

Research paper

Effect of chlorantraniliprole, Flubendiamide, and Indoxacarb against tomato leaf miner, and side effects of chlorantraniliprole on the parasitoid wasp, *Trichogramma brassicae*

F. Shafaghi[1*], M. Fourouzan[2], V. Mahdavi[3] and M. R. Attaran[4]

1. Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, 2. Agricultural and natural resources research center of West Azarbaijan, 3. Agricultural and natural resources research center of Ardebil (Moghan), 4. plant protection lab. (Amol) Iranian Research Institute of Rice, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran.

(Received: April 11, 2023- Accepted: May 31, 2023)

Abstract

Tomato leafminer is one of the most important pests of this crop in Iran. The objective of this study was to introduce and replace new insecticides and to increase the range of effective insecticides in pest control. The experiment was conducted as a randomized complete block design with five treatments in two tomato greenhouses in Ardabil and West Azarbaijan provinces. The experimental treatments included two doses of Chlorantraniliprole, (0.2 g/lit and 0.15g/lit) Flubendiamide (0.3/1000 g/lit), Indoxacarb (0.3/1000ml/lit) and Control. The live larvae were sampled before and after spraying. Ten days after the last sampling, 20 fruits were randomly selected from each replicate and the percentage of infected tomato fruit was determined. Additionally, the side effects of Chlorantraniliprole on the parasitoid wasp *Trichogramma brassicae* were investigated in laboratory conditions. The results showed that the treatment of Chlorantraniliprole 0.2/1000, fourteen days after spraying in West Azarbaijan province with 84.44% and in Ardabil province with 88.25% efficiency was most effective in controlling tomato leafminer. In the two provinces of West Azarbaijan and Ardabil, Chlorantraniliprole 0.2/1000 1, with 1.66 and 10.00 percent, respectively, had the lowest number of infected fruits among the treatments. Moreover, the application of Chlorantraniliprole at 0.2 /1000 and 0.15 /1000 reduced the emergence of adult *Trichogramma* parasitoids by 49.87 ± 4.3% and 21.27 ± 2.4%, respectively, compared with the control. According to the obtained results Chlorantraniliprole at 0.15 /1000 is recommended for use in the management programs of this pest.

Key words: Efficiency, leaf miner, management programs, tomato

*Corresponding author: azadehshafaghi@yahoo.com

CC BY