

## اثر برخی آفت کش ها بر روی مینوز گوجه فرنگی (*Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) و دو گونه زنبور پارازیتوئید (*Trichogramma brassicae* (Hym:Trichogrammatidae) و *T. evanescens*)

صدیقه اشتری<sup>۱</sup>، قدرت اله صباحی<sup>۲\*</sup> و خلیل طالبی جهرمی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه گیاهپزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران و بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران  
۲ و ۳. دانشیار و استاد، گروه گیاهپزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۲۰)

### چکیده

پروانه مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* یکی از آفت های مهم گوجه فرنگی است. در این پژوهش اثر حشره کش های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامپیرید و فلوبندیامید روی دو مرحله رشدی نابالغ حساس (لارو سن اول) و متحمل (شفیره) آفت و مرحله بالغ دو گونه پارازیتوئید تخم آفت *Trichogramma brassicae* و *T. evanescens* مورد بررسی قرار گرفت. مینوز گوجه فرنگی از گلخانه های شهرستان اراک جمع آوری شد و پس از سه نسل پرورش در آزمایشگاه از مراحل لاروی و شفیری برای انجام زیست سنجی به روش غوطه وری استفاده شد. برای دو گونه تریکوگراما تیمار به روش لوله آزمایش انجام گرفت. مقدار  $LC_{50}$  حشره کش های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامپیرید و فلوبندیامید روی لارو سن اول مینوز گوجه فرنگی به ترتیب ۰/۹۲، ۰/۱۳، ۰/۵۱ و ۰/۳۴ میکروگرم بر میلی لیتر و برای شفیره این آفت ۴/۹۹، ۲/۲۵، ۳/۲۲ و ۳/۴۸ میکروگرم بر میلی لیتر برآورد گردید. میزان  $LC_{50}$  آفت کش های یاد شده برای حشره های کامل *T. brassicae* به ترتیب ۰/۰۱۳، ۰/۰۲۹، ۰/۰۵۸ و ۰/۰۵۳ و برای حشره های کامل *T. evanescens* به ترتیب ۰/۰۱۴، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵۲ و ۰/۰۷۱ میکروگرم ماده تجاری بر میلی لیتر به دست آمد. بیشترین میزان پارازیتسم تخم بید غلات برای هر دو گونه در روز دوم پس از پیدایش مشاهده شد به طوری که در گونه *T. brassicae* پس از تیمار با فلوبندیامید، استامپیرید، امامکتین بنزوات و آبامکتین به ترتیب  $0.17 \pm 0.14$ ،  $0.20 \pm 0.14$ ،  $0.20 \pm 0.14$  و  $0.20 \pm 0.14$  درصد پارازیت شده و همگی تیمارها با شاهد ( $0.12 \pm 0.16$ ) دارای اختلاف معنی دار بود. برای گونه *T. evanescens* این اندازه ها به ترتیب  $0.21 \pm 0.13$ ،  $0.12 \pm 0.12$ ،  $0.18 \pm 0.11$  و  $0.16 \pm 0.11$  به دست آمد که همچنین با شاهد ( $0.19 \pm 0.14$ ) اختلاف معنی دار نشان داد. ارزیابی نسبت خطر، فلوبندیامید را در گروه ۲ سمیت (آفت کش های با سمیت کم تا میانه) و دیگر آفت کش ها مورد آزمایش را در گروه ۳ (آفت کش ها با سمیت بسیار) قرار داد. با توجه به سمیت کمتر فلوبندیامید روی دو گونه زنبور پارازیتوئید و تأثیر کمتر آن بر میزان پارازیتسم، به کارگیری این آفت کش در برنامه های مدیریت تلفیقی مینوز گوجه فرنگی امکان پذیر است.

واژه های کلیدی: آبامکتین، استامپیرید، امامکتین بنزوات، فلوبندیامید، مدیریت تلفیقی آفت ها.

## Effects of some insecticides against tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and egg parasitoids *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae)

Sedighe Ashtari<sup>1</sup>, Qodratollah Sabahi<sup>2\*</sup> and Khalil Talebi Jahromi<sup>3</sup>

1. Ph. D. Candidate, Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran and Plant Protection Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran  
2, 3. Associate Professor and Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran  
(Received: Dec. 16, 2017 - Accepted: Sep. 11, 2018)

### ABSTRACT

Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae), is one of the most important pests of tomato in the world. In the current study, effects of four insecticides, abamectin, emamectin benzoate, acetamiprid, and flubendiamide were tested against 1<sup>st</sup> larval instar and pupae of the tomato leaf miner. Also, their lethal effects were studied on the adult stage of two species of egg parasitoids, i.e., *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens*. The leaf miner collected from greenhouses near Arak (Markazi province, Iran) were reared for three generations under laboratory conditions and then treated by the leaf-dip method at larval or pupal stages. The parasitoids were tested by coated vial residue method. Insect mortality was recorded 24 h after initial exposure. The  $LC_{50}$  values of abamectin, emamectin benzoate, acetamiprid, and flubendiamide were 0.92, 0.13, 1.51, and 0.34  $\mu\text{g/ml}$ , respectively for the 1<sup>st</sup> larval instar and 4.99, 2.25, 3.22, and 3.48  $\mu\text{g/ml}$ , respectively for the pupae. Similarly, the  $LC_{50}$  values of the above-mentioned compounds were 0.0013, 0.0029, 0.0058, and 1.53  $\mu\text{g/ml}$ , respectively for *T. brassicae* and 0.0014, 0.0025, 0.0052, and 1.71  $\mu\text{g/ml}$ , respectively for *T. evanescens*. The maximum number of parasitized eggs was seen on the 2<sup>nd</sup> day after the emergence of both parasitoids. These amounts for *T. brassicae* after treatment by  $LC_{25}$  of flubendiamide, acetamiprid, emamectin, and abamectin, were  $14.70 \pm 0.17$ ,  $14.00 \pm 0.20$ ,  $13.1 \pm 0.20$ , and  $11.8 \pm 0.14$ , respectively which statistically differed with the control ( $16.00 \pm 0.12$ ). For *T. evanescens*, the related values were  $13.10 \pm 0.21$ ,  $12.37 \pm 0.12$ ,  $11.50 \pm 0.18$ , and  $11.23 \pm 0.16$ , respectively which differed meaningfully from the control ( $14.00 \pm 0.19$ ). Risk quotient categorized flubendiamide in class 2 (slightly harmful) and other compounds in class 3 (harmful). Based on our results, flubendiamide showed selectivity and it can be used as an effective tool for integrated pest management programs of tomato leaf miner.

**Keywords:** Abamectin, Acetamiprid, Emamectin benzoate, Flubendiamide, Integrated pest management.

\* Corresponding author E-mail: sabahi@ut.ac.ir

## مقدمه

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) (Meyrick) یک آفت مهم برای گیاهان تیره بادمجان به‌ویژه گوجه‌فرنگی است که منشأ آن آمریکای جنوبی بوده و نخستین بار از کشور پرو گزارش شده است (Barrientos *et al.*, 1998; Miranda *et al.*, 1998). این آفت پس از راه‌یابی به اسپانیا در سال ۲۰۰۶ به‌سرعت در دیگر کشورهای اروپایی و شمال آفریقا و در نهایت در کشورهای خاورمیانه از جمله ایران گسترش پیدا کرد (Zappala *et al.*, 2013). این حشره چندخوار محدود (الیگوفاز) بوده و در گلخانه و مزرعه بسیار زیان‌بار است (Desneux *et al.*, 2010). این گونه نخستین بار در ایران در تیرماه ۱۳۸۹ در یکی از مزرعه‌های گوجه‌فرنگی پیرامون ارومیه جمع‌آوری و شناسایی شد و طی ۱۳ ماه پس از نخستین گزارش توانست مزرعه‌های گوجه‌فرنگی را در ۲۴ استان کشور آلوده کند (Baniameri & Cheraghian, 2011).

در صورتی که هیچ روش مهاری در برابر این آفت انجام نشود سطح بالایی از زیان را از لحاظ کمی و کیفی به محصول وارد می‌سازد (Molla *et al.*, 2011). مرحله‌های گوناگون رشدی گیاه گوجه‌فرنگی به دست این آفت دچار زیان می‌شود و آفت افزون بر برگ از میوه‌های رسیده و نارس نیز تغذیه کرده و باعث بدشکلی میوه‌ها، بازیستادن رویش جوانه‌های انتهایی و کاهش شدید سطح سبز برگ می‌شود (Terzidis *et al.*, 2014).

در بیشتر نقاط جهان مهار مینوز گوجه‌فرنگی با به‌کارگیری حشره‌کش‌ها انجام می‌شود ولی به دلیل داشتن توان باروری بالا و شمار نسل بسیار در سال توانایی این آفت برای مقاوم شدن در برابر حشره‌کش‌ها بسیار است (Lietti *et al.*, 2005). در عمل نیز کاربرد پیاپی حشره‌کش‌ها منجر به پدایش و گسترش ژنوتیپ‌های مقاوم این آفت به گروه‌های گوناگون حشره‌کش‌ها در سرتاسر جهان شده است (Siqueira *et al.*, 2001). آلودگی محیط‌زیست، وجود پس‌مانده بیش‌ازحد مجاز آفت‌کش‌ها روی فرآورده تولیدی و بالا رفتن هزینه تولید، به دلیل نیاز بیشتر به

کاربرد آفت‌کش‌ها، از پیامدهای گسترش مقاومت آفت‌ها به آفت‌کش‌ها است که پژوهش‌گران را به به‌کارگیری آفت‌کش‌های سازگار با محیط‌زیست در کنار عوامل مهار زیستی در چارچوب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت‌ها وادار نموده است (Puza, 2015). دشمنان طبیعی فراوانی از جمله پارازیتوئیدها، شکارگرها و بیمارگرها روی مینوز گوجه‌فرنگی فعالیت دارند که از میان این عامل‌های مهار آفت، زنبورهای تریکوگراما از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند (Boualem *et al.*, 2012).

حشره‌کش‌ها همیشه ترازمنندی میان میزبان و دشمنان طبیعی را به هم می‌زنند. پژوهش‌های فراوانی نشان داده‌اند که حشره‌کش‌هایی که برای مهار آفت‌ها به کار می‌روند اثرات جانبی بی‌شماری روی عوامل کنترل‌کننده آفت‌ها از جمله پارازیتوئیدها دارند و می‌توانند دگرگونی‌هایی در رشد و نمو، درصد پیدایش، نسبت جنسی و میزان پارازیتیسیم ایجاد کنند که این اثرات ناپسند یا با برخورد مستقیم دشمن طبیعی با آفت‌کش و یا از راه آلودگی میزبان صورت می‌گیرد که در نهایت با ایجاد مسمومیت و کاهش توانایی کنترل‌کنندگی عامل، منجر به طغیان آفت‌ها می‌شود. به همین دلیل نیاز است تا اثر آفت‌کش‌های گوناگون افزون بر آفت‌ها بر دشمنان طبیعی آن‌ها نیز بررسی شود تا با شناسایی آفت‌کش‌های با اثرهای جانبی ناخواسته کاربرد آن‌ها محدودتر شود. در همین راستا این پژوهش به اثرهای کشنده حشره‌کش‌های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامپیرید و فلوپندامید روی مراحل بالغ دو گونه زنبور تریکوگراما پرداخته است.

آبامکتین آفت‌کشی از گروه آورمکتین‌ها و جزء آفت‌کش‌های زیست‌سازگار برشمرده می‌شود. این آفت‌کش در ایران برای مهار مینوزها در گوجه‌فرنگی پیشنهاد شده است (Noorbakhsh *et al.*, 2011). امامکتین بنزوات یک حشره‌کش نوین از خانواده آورمکتین‌ها است. این فرآورده برای مهار آفت‌های راسته بالپولک‌داران روی انواع فرآورده‌ها به کار رفته است. این حشره‌کش با تأثیر روی سلول‌های عصبی مانع از انقباض ماهیچه‌ای شده و از تغذیه لاروها

قفس‌های توری به ابعاد ۶۰×۶۰×۱۲۰ سانتی‌متر انجام شد. هر هفته گلدان‌های حاوی گوجه‌فرنگی به کلنی پرورش حشره‌ها اضافه می‌شدند تا همواره گیاه شاداب و سالم برای تخم‌ریزی شب‌پره‌های بالغ و تغذیه لاروها موجود باشد.

جمعیت نخستین گونه‌های زنبور *Trichogramma brassicae* و *T. evanescens* از بخش مهاد زیستی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور تهیه شد. پرورش زنبورها در اتاقک رشد در شرایط کنترل‌شده (دمای ۱۰±۶۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و چرخه نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) انجام شد. از تخم‌های بید غلات *Sitotroga cerealella* Oliv. برای تکثیر پارازیتوئیدها استفاده شد.

#### زیست‌سنجی

اثر حشره‌کش‌ها روی دو مرحله رشدی سن اول لاروی (حساس) و شفیره (بسیار متحمل) مینوز گوجه‌فرنگی ارزیابی شد. آزمایش‌های زیست‌سنجی در دو مرحله مقدماتی و اصلی انجام گرفت. بر پایه نتیجه‌های مقدماتی، غلظت‌های مناسب برای آزمایش‌های اصلی با فاصله لگاریتمی برآورد شدند. زیست‌سنجی با پنج غلظت (جدول ۱) در سه تکرار به همراه یک تیمار شاهد (آب مقطر) در آزمایش‌های اصلی انجام شد. برای به دست آوردن لاروهای سن اول مینوز پس از تخم‌گذاری آفت، گیاهان مورد آزمایش در شرایط کنترل‌شده بالا تا رسیدن تخم‌ها به مرحله سن اول لاروی (نزدیک به چهار روز) برای تیمار نگهداری و لاروهای تازه ظاهرشده برای آزمایش‌های گزینش شدند. با توجه به حساسیت زیاد لارو و نفوذی بودن حشره‌کش‌های مورد آزمایش، از روش غوطه‌ورسازی برگ<sup>۴</sup> برای زیست‌سنجی لارو سن اول درون دالان برگ استفاده شد (Dagli et al., 2012; Sohrabi et al., 2016). به این منظور هر برگ جداگانه برای زمانی برابر ۲۰ ثانیه درون محلول سمی فرو برده شد. برای هر غلظت شمار ۲۰ عدد لارو در هر تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. برگ‌های تیمار شده پس از یک

جلوگیری می‌کند (Liguori et al., 2008). استامپیرید از حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی است و با نابسامانی در کار گیرنده‌های عصبی استیل کولین باعث فلج شدن و مرگ حشره می‌شود (Ishaaya et al., 2007). فلوبندیامید یک حشره‌کش نوین برای مهاد شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی است این حشره‌کش از خانواده دی‌آمید بوده و باعث مهاد گیرنده ریانودین<sup>۱</sup> می‌شود. در این پژوهش افزون بر مطالعه تأثیر کنترل‌کنندگی این آفت‌کش‌ها در دو مرحله رشدی مینوز گوجه‌فرنگی شامل سن اول لاروی (مرحله حساس) و شفیره (مرحله متحمل) اثر آفت‌کش‌های یادشده بر دو گونه از زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* Bezdenko و *T. evanescens* Westwood بررسی شده و میزان حساسیت آفت و پارازیتوئید مورد هم‌سنجی قرار گرفته است. دستاوردهای این پژوهش می‌تواند در گزینش مناسب‌ترین آفت‌کش‌ها برای مهاد تلفیقی مینوز گوجه‌فرنگی در گلخانه کاربرد عملی داشته باشد.

#### مواد و روش‌ها

##### حشره‌کش‌ها

در این آزمایش از آپامکتین (Vertimec<sup>®</sup> EC 1.8%) ساخت شرکت گل سم گرگان، امامکتین بنزوات (ProclimFit<sup>®</sup> WG50 5%) ساخت شرکت سینجنتا<sup>۲</sup> کشور سوئیس، استامپیرید (Mospilan<sup>®</sup> SP20, 20%) ساخت شرکت گل سم گرگان و فلوبندیامید (WG20, 20%) (Takumi<sup>®</sup>) ساخت شرکت سینجنتا استفاده شد.

##### پرورش حشرات

در این پژوهش جمعیت اولیه مینوز گوجه‌فرنگی از گلخانه‌های آلوده شهر اراک واقع در استان مرکزی جمع‌آوری شد. پرورش انبوه این آفت با رهاسازی روی بوته‌های رشد یافته گوجه‌فرنگی رقم ریو گرند<sup>۳</sup> درون گلدان در محیط گلخانه با شرایط (دمای ۱۵±۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۵±۶۵ درصد) درون

1. Ryanodine receptor
2. Syngenta
3. Rio Grande

4. Leaf dipping

ماده مؤثره بر لیتر هستند. محاسبه‌ها بر پایه غلظت آفت‌کش تجاری صورت گرفت. در صورتی که RQ از ۵۰ کوچک‌تر باشد آفت‌کش غیر سمی، اگر بین ۵۰ تا ۲۵۰۰ باشد دارای سمیت کم تا میانه و اگر بیش از ۲۵۰۰ باشد دارای سمیت بسیار است (Wang et al., 2012).

#### ارزیابی میزان پارازیتیسیم

این آزمایش به روش Sidi et al. (2013) انجام شد. برای این منظور از غلظت کشنده ۲۵ درصد (LC<sub>25</sub>) هر حشره‌کش به روش لوله‌آزمایش برای تیمار دو گونه زنبور بالغ تریکوگراما استفاده شد. به این منظور ۵۰ میکرولیتر از آفت‌کش در لوله شیشه‌ای با اندازه ۱۰×۱/۵ سانتی‌متر ریخته شد و پس از تبخیر محلول سمی در تیمارها یا تبخیر آب مقطر در شاهد، شمار ۱۰ عدد زنبور تریکوگرامای ماده یک‌روزه به هر لوله آزمایش افزوده و درب آن‌ها با توری آغشته به آب‌قند ۵۰ درصد بسته شد و لوله‌های آزمایش در اتاقک رشد با شرایط کنترل‌شده<sup>۱</sup> یادشده قرار گرفت. مرگ‌ومیر پس از ۲۴ ساعت ثبت شد. آزمایش در چارچوب طرح کاملاً تصادفی دارای پنج تکرار انجام شد. جهت برآورد میزان پارازیتیسیم از زنبورهایی که ۲۴ ساعت در معرض آفت‌کش قرار داشته و زنده مانده بودند استفاده شد. به این منظور از هر تیمار ۳۰ عدد زنبور گزینش شد و به‌طور تکی به ترتیب در دومین، سومین، چهارمین و پنجمین روز پس از پیدایش، روزانه ۴۰ عدد تخم بید غلات برای زمانی برابر ۲۴ ساعت در اختیار آن‌ها قرار گرفت و میزان پارازیتیسیم برآورد شد. برای آشکار ساختن اختلاف معنی‌دار در میزان پارازیتیسیم از تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده شد. تجزیه آماری با نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. میانگین‌ها با آزمون LSD هم‌سنجی شدند.

#### نتایج

##### تعیین غلظت کشنده

##### مینوز گوجه‌فرنگی

با تجزیه پروبیت داده‌های برآمده از زیست‌سنجی لارو سن اول شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، میزان غلظت‌های کشنده ۵۰ درصد، محدوده اطمینان و شیب خط

ساعت نگهداری در محیط آزمایشگاه به ظرف‌های پلاستیکی تهویه‌دار با ابعاد ۶×۱۰×۱۰ سانتی‌متر منتقل و تا هنگام ارزیابی مرگ‌ومیر در شرایط یادشده نگهداری شدند. برای جلوگیری از پژمردگی برگ‌ها و حفظ رطوبت آن‌ها در مدت آزمایش، دم‌برگ‌ها در ظرف کوچک دربردارنده آب قرار داده شدند. با مشاهده پیدایش نخستین لاروهای سن دوم در برگ‌های شاهد (پس از ۴ روز)، مرگ‌ومیر لاروها تعیین شد.

برای به دست آوردن شفییره، برگ‌های حاوی لاروهای سنین بالای آفت جمع‌آوری و در ظروف پلاستیکی با درب توری گذاشته شدند و تا هنگام تشکیل شفییره در انکوباتور نگهداری شدند. شفییره‌های به‌دست‌آمده برای زمانی برابر ۲۰ ثانیه در محلول آفت‌کش و یا آب مقطر (شاهد) غوطه‌ور شدند. برای هر غلظت میان ۲۰-۱۵ عدد شفییره در هر تکرار در نظر گرفته شد. پس از خشک شدن شفییره‌ها به انکوباتور منتقل و تا خروج حشرات کامل نگهداری شدند.

برای تیمار دو گونه زنبور بالغ تریکوگراما از روش لوله‌آزمایش<sup>۱</sup> استفاده شد. به این منظور ۵۰ میکرولیتر از آفت‌کش با غلظت معین (جدول ۱) در لوله شیشه‌ای ریخته شد و پس از تبخیر حلال در تیمارها و تبخیر آب مقطر در شاهد شمار ۲۰ عدد زنبور تریکوگراما به هر لوله آزمایش منتقل کرده و در آن‌ها با توری آغشته به آب‌قند ۵۰ درصد بسته شد و لوله‌های آزمایش در اتاقک رشد با شرایط کنترل‌شده بالا قرار گرفتند. مرگ‌ومیر پس از ۲۴ ساعت ثبت شد. برای برآورد غلظت ۵۰ درصد کشنده (LC<sub>50</sub>) و دیگر آماره‌های مرتبط از نرم‌افزار Polo Plus استفاده شد (Leora Software, 2006).

#### محاسبه نسبت خطر<sup>۲</sup>

برای محاسبه نسبت خطر از معادله زیر استفاده شد:

$$RQ = RD/LC_{50}$$

که در این معادله RQ نسبت خطر و RD دز مزرعه‌ای توصیه‌شده (گرم ماده مؤثر در هکتار) و LC<sub>50</sub> میزان غلظت کشنده ۵۰ درصد بر پایه میلی‌گرم

1. Vial assay

2. Risk quotient

برای آفت‌کش‌های یادشده به ترتیب نسبت ۱۷۵، ۲۸۸۴۶، ۸۰۰۰۰ و ۷۹۳۶۵۰ به دست آمد که از نظر دسته‌بندی آفت‌کش‌ها تفاوتی با دیگر گونه‌های پارازیتوئید نداشت (جدول ۴).

#### میزان پارازیتیسیم

##### *T. brassicae*

نتیجه‌ها نشان دادند که میان میزان پارازیتیسیم گونه‌های *T. brassicae* پس از تیمار با آفت‌کش‌های گوناگون اختلاف معنی‌دار بوده است. در روز دوم پس از پیدایش میانگین شمار تخم‌های پارازیته در تیمار با فلوبندیامید  $14/70 \pm 0/17$  عدد برآورد شد که هرچند بیش از دیگر تیمارها بود ولی همچنان با شاهد ( $16/00 \pm 0/12$ ) دارای اختلاف معنی‌دار بود. میزان پارازیتیسیم در تیمار با استامپیرید، امامکتین بنزوات و آمامکتین به ترتیب کاهش نشان داد. کلیه تیمارها با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار بودند ( $F_{4, 145} = 39.86, P < 0.001$ ). در روز سوم نیز تیمار با فلوبندیامید، استامپیرید، امامکتین بنزوات و آمامکتین به ترتیب کاهش نشان داد که میان همگی با شاهد ( $11/00 \pm 0/15$ ) اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ( $F_{4, 139} = 28.39, P < 0.001$ ). در روز چهارم نیز ترتیب یادشده حفظ شد و همگی با شاهد ( $8/00 \pm 0/19$ ) اختلاف معنی‌دار داشتند ( $F_{4, 115} = 12.44, P < 0.001$ ) و سرانجام در روز پنجم ترتیب یادشده پابرجا ماند؛ ولی در این روز تنها اختلاف میان استامپیرید با شاهد ( $5/00 \pm 0/14$ ) معنی‌دار نشد هرچند میان دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار همچنان وجود داشت ( $F_{4, 82} = 9.33, P < 0.001$ ) (شکل ۱). میزان کل کاهش پارازیتیسیم این گونه در تیمار با دز  $LC_{25}$  فلوبندیامید، استامپیرید، امامکتین بنزوات و آمامکتین به ترتیب ۹/۲۲، ۱۲/۸۲، ۱۸/۹۲ و ۲۵/۸۷ درصد برآورد شد.

رگرسیون حشره‌کش‌های فلوبندیامید، استامپیرید، امامکتین بنزوات و آمامکتین برآورد شد (جدول ۲). نتیجه‌های به‌دست‌آمده از زیست‌سنجی نشان دادند که امامکتین بنزوات ( $LC_{50} = 0.13 \mu\text{g/ml}$ ) برای لارو سن اول سمیت بیشتری در سنجش با فلوبندیامید، آمامکتین و استامپیرید دارد. در مرحله شفیگی نیز امامکتین بنزوات ( $LC_{50} = 2.25 \mu\text{g/ml}$ ) در سنجش با استامپیرید، فلوبندیامید و آمامکتین سمیت بیشتری نشان داد (جدول ۲).

#### زنبورهای پارازیتوئید

نتیجه‌های به‌دست‌آمده از زیست‌سنجی گونه‌های *T. brassicae* (جدول ۳) نشان دادند که فلوبندیامید ( $LC_{50} = 1.53 \mu\text{g/ml}$ ) سمیت کمتری برای حشره کامل پارازیتوئید در سنجش با آمامکتین، امامکتین بنزوات و استامپیرید دارد (جدول ۲).

برای گونه *T. evanescens* نیز فلوبندیامید ( $LC_{50} = 1.71 \mu\text{g/ml}$ ) در سنجش با آمامکتین، امامکتین بنزوات و استامپیرید  $LC_{50}$  کمتری داشت (جدول ۳).

#### ارزیابی نسبت خطر

نتیجه‌های ارزیابی نسبت خطر که با بخش کردن دز توصیه‌شده هر آفت‌کش بر  $LC_{50}$  ماده مؤثره برای زنبور به دست آمدند در جدول ۴ آمده‌اند. در تیمار زنبور *T. brassicae* با فلوبندیامید، استامپیرید، امامکتین بنزوات و آمامکتین نسبت خطر به ترتیب ۱۹۶، ۲۵۸۶۲، ۶۸۹۶۵ و ۸۵۴۷۰۰ برآورد شد که بر این پایه تنها فلوبندیامید در دسته‌بندی ۲ با سمیت جزئی تا میانه قرار گرفت و دیگر آفت‌کش‌ها در دسته ۳ یعنی آفت‌کش‌ها خطرناک قرار گرفتند. درباره گونه *T. evanescens* نیز نتیجه همسان بود به‌طوری‌که

جدول ۱. دزهای فرمولاسیون تجاری (میکروگرم بر میلی‌لیتر) حشره‌کش‌های مورد استفاده در زیست‌سنجی جهت برگزیدن دز کشنده

حشره‌کش‌ها روی لارو سن اول و شفیره مینوز گوجه‌فرنگی و حشرات کامل زنبور *Trichogramma brassicae* و *T. evanescens*

Table 1. Concentrations of formulated insecticides used in bioassays tests on  $L_1$  and pupa of *Tuta absoluta* and adult of *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens*

Insecticide	<i>Tuta absoluta</i>		<i>T. brassicae</i> or <i>T. evanescens</i>
	$L_1$	Pupa	
Flubendiamide	0.16, 0.33, 0.69, 1.44, 3	1, 1.99, 3.98, 7.94, 16	0.31, 0.63, 1.26, 2.51, 5
Acetamiprid	0.37, 0.76, 1.58, 3.31, 7	0.93, 1.86, 3.63, 7.07, 14	0.0019, 0.0039, 0.0076, 0.015, 0.03
Emamectin benzoate	0.09, 0.16, 0.3, 0.55, 1	0.78, 1.55, 2.88, 5.37, 10	0.0006, 0.001, 0.002, 0.005, 0.01
Abamectin	0.4, 0.81, 1.58, 3.09, 6	1.56, 3.09, 6.16, 12.3, 25	0.0004, 0.0008, 0.0017, 0.0035, 0.007

جدول ۲. سمیت حشره‌کش‌ها روی لارو سن اول و شفیره شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

Table 2. Toxicity of the insecticides on L<sub>1</sub> and pupa of tomato leaf miner *Tuta absoluta*

Growth Stage	Insecticides	N	LC <sub>50</sub> (95% CL)	X <sup>2</sup>	df	Intercept (±SE)	Slope (±SE)
L <sub>1</sub>	Flubendiamide	360	0.34 (0.22-0.48)	1.86	13	0.54±0.09	1.19±0.19
	Acetamiprid	360	1.51 (1.04-2.12)	2.33	13	-0.18±0.08	1.04±0.17
	Emamectin benzoate	360	0.13 (0.07-0.19)	0.89	13	0.95±0.13	1.09±0.19
	Abamectin	360	0.92 (0.61-1.25)	2.13	13	0.042±0.08	1.19±0.19
Pupa	Flubendiamide	320	3.48 (2.37-8.4)	4.64	13	-0.64±0.15	1.19±0.21
	Acetamiprid	326	3.22 (2.25-4.42)	1.07	13	-0.60±0.14	1.19±0.20
	Emamectin benzoate	324	2.25 (1.65-2.93)	3.67	13	-0.54±0.14	1.53±0.23
	Abamectin	321	4.99 (3.39-6.96)	5.50	13	-0.81±0.18	1.16±0.20

جدول ۳. سمیت حشره‌کش‌ها روی حشرات کامل زنبورهای پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* و *T. evanescens*

Table 3. Toxicity of the insecticides on adults of *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens*

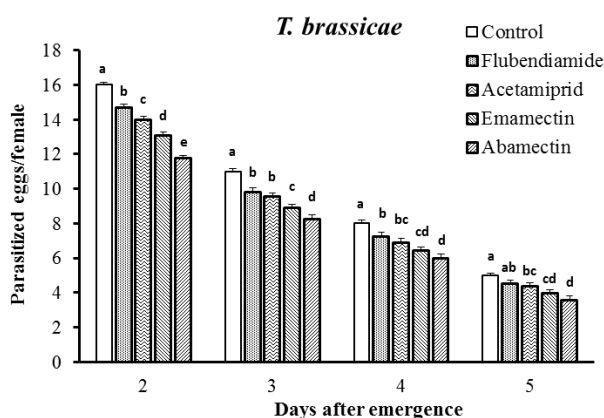
Parasitoid	Insecticides	N	LC <sub>25</sub>	LC <sub>50</sub>	X <sup>2</sup>	df	Intercept (±SE)	Slope (±SE)
			(µg a.i./ml) (95% CL)	(µg a.i./ml) (95% CL)				
<i>T. brassicae</i>	Flubendiamide	360	0.41 (0.19-0.62)	1.53 (1.10-2.17)	3.05	13	-0.21±0.087	1.17±0.20
	Acetamiprid	360	0.0015 (0.00062-0.0024)	0.0058 (0.0039-0.0080)	3.97	13	2.58±0.42	1.15±0.19
	Emamectin	360	0.00075 (0.00038-0.0011)	0.0029 (0.0021-0.0042)	3.90	13	2.87±0.49	1.13±0.18
	Abamectin	360	0.00031 (0.00012-0.00053)	0.0013 (0.00091-0.0019)	2.71	13	3.04±0.51	1.06±0.18
<i>T. evanescens</i>	Flubendiamide	360	0.44 (0.20-0.68)	1.71 (1.22-2.50)	2.22	13	-0.27±0.091	1.15±0.21
	Acetamiprid	360	0.0012 (0.00049-0.0021)	0.0052 (0.0034-0.0071)	2.24	13	2.53±0.41	1.11±0.18
	Emamectin benzoate	360	0.00066 (0.00033-0.0010)	0.0025 (0.0019-0.0034)	2.51	13	3.67±0.52	1.41±0.20
	Abamectin	360	0.00033 (0.00013-0.00056)	0.0014 (0.00096-0.0020)	2.24	13	3.04±0.52	1.07±0.18

جدول ۴. میزان نسبت خطر و دسته‌بندی حشره‌کش‌ها برای زنبورهای پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* و *T. evanescens*

Table 4. Risk quotient and categories of the insecticides used against *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens*

Parasitoid	Insecticide	Recommended dose (g a.i./ha)	LC <sub>50</sub> (µg a.i./ml)	Risk Quotient (RQ <sup>1</sup> )	Category
<i>T. brassicae</i>	Flubendiamide	60	0.306	196	2
	Acetamiprid	30	0.00116	25862	3
	Emamectin benzoate	10	0.000145	68965	3
	Abamectin	20	0.000234	854700	3
<i>T. evanescens</i>	Flubendiamide	60	1.71	175	2
	Acetamiprid	30	0.0052	28846	3
	Emamectin benzoate	10	0.0025	80000	3
	Abamectin	20	0.0014	793650	3

1. RQ =Recommended dose/LC<sub>50</sub>



شکل ۱. میانگین شمار تخم‌های پارازیت‌شده به‌وسیله زنبور *Trichogramma brassicae* در روزهای گوناگون پس از پیدایش زنبور در تیمار با LC<sub>25</sub> آفت‌کش‌های گوناگون. حرف‌های متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در P < 0.05 هستند.

Figure 1. The mean (±SE) number of eggs parasitized by *Trichogramma brassicae* at different days after emergence of wasps treated with the LC<sub>25</sub> of each insecticide. Treatments with different letters are significantly different at P < 0.05.

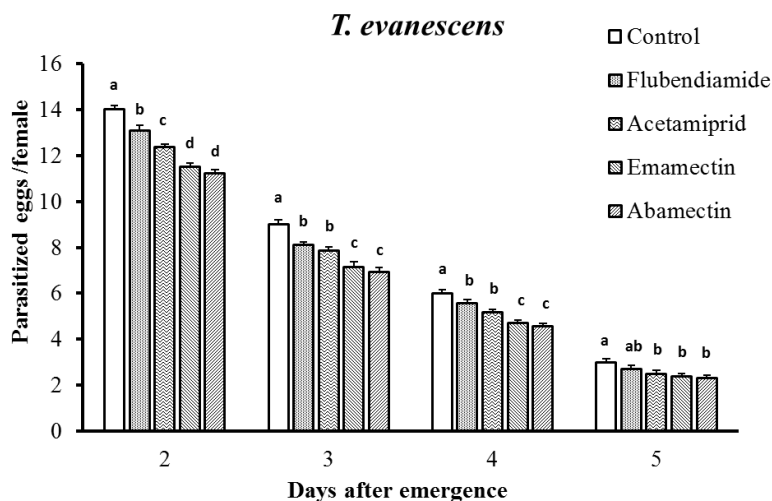
آبامکتین به ترتیب ۷/۹۴، ۱۲/۹۱، ۱۹/۶۲ و ۲۱/۸۷ درصد بود.

### بحث

در پژوهش حاضر فلوبندیامید در سنجش با دیگر آفت‌کش‌های مورد آزمایش سمیت کمتری برای دو گونه پارازیتوئید *T. evanescens* و *T. brassicae* نشان داد و به علاوه میزان تأثیر این آفت‌کش در کاهش پارازیتسیم نیز در سنجش با دیگر آفت‌کش‌ها برای این دو گونه کمتر بود. در عین حال این بررسی نشان داد که فلوبندیامید از توان کنترل‌کنندگی خوبی در هر دو مرحله لاروی و شفیرگی مینوز گوجه‌فرنگی برخوردار است؛ بنابراین امکان کاربرد فلوبندیامید به عنوان یک آفت‌کش‌گزینشی مؤثر در چارچوب یک برنامه مدیریت تلفیقی برای مینوز گوجه‌فرنگی وجود دارد گرچه سه آفت‌کش دیگر مورد آزمایش یعنی آبامکتین، امامکتین بنزوات و استامپیرید اثر گزینشی کمتری را نشان دادند. بررسی‌های انجام‌شده به دست دیگر محققین نیز نشان از سازگاری فلوبندیامید با دشمن‌های طبیعی آفت‌ها دارد. درباره تأثیر این آفت‌کش روی زنبورهای تریکوگراما منبع‌های چندانی در دست نیست گرچه در یک پژوهش آشکار شده که فلوبندیامید برای حشره کامل تریکوگراما سمیت کمی دارد (Singh et al., 2016).

### *T. evanescens*

نتیجه‌ها نشان دادند که میان میزان پارازیتسم گونه *T. evanescens* در تیمار با آفت‌کش‌های گوناگون اختلاف معنی‌دار وجود داشته است. در روز دوم پس از پیدایش میانگین شمار تخم‌های پارازیت‌دهنده در تیمار با فلوبندیامید  $13/10 \pm 0/21$  برآورد شد با شاهد  $(14/00 \pm 0/19)$  و نیز دیگر تیمارها از اختلاف معنی‌دار برخوردار بود. در این روز تیمار با استامپیرید، امامکتین بنزوات و آبامکتین به ترتیب میزان پارازیتسیم کاهش یافت و همه تیمارها با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار بودند  $(F_{4, 145}=44.12, P<0.001)$ . در روز سوم کاهش پارازیتسیم به ترتیب یادشده مشاهده شد و میان همگی با شاهد  $(9/00 \pm 0/20)$  اختلاف معنی‌دار بود  $(F_{4, 138} = 18.64, P<0.001)$ . در روز چهارم نیز همین ترتیب در کاهش پارازیتسیم به وقوع پیوست و همگی با شاهد  $(6/00 \pm 0/16)$  اختلاف معنی‌دار داشتند  $(F_{4, 117}=15.44, P<0.001)$  و سرانجام در روز پنجم پارازیتسیم زنبور در تیمارهای یادشده کاهش یافت ولی در این روز میان شاهد  $(3/00 \pm 0/15)$  با سه آفت‌کش پسین اختلاف معنی‌دار مشاهده شد  $(F_{4, 85}=3.84, P<0.01)$  (شکل ۲). میزان کل کاهش پارازیتسیم گونه یادشده در تیمار با دز  $LC_{25}$  فلوبندیامید، استامپیرید، امامکتین بنزوات و



شکل ۲. میانگین شمار تخم‌های پارازیت‌دهنده به وسیله زنبور *Trichogramma evanescens* در روزهای گوناگون پس از پیدایش زنبور در تیمار با  $LC_{25}$  آفت‌کش‌های گوناگون. حرف‌های متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در  $P<0/01$  هستند.

Figure 2. The mean (+SE) number of eggs parasitized by *Trichogramma evanescens* at different days after emergence of wasps with treated the  $LC_{25}$  of each insecticide. Treatments with different letters are significantly different at  $P<0.05$ .

کاهش پارازیتسیم برآمده از این آفت‌کش را در گروه‌های گوناگون تیماری میان ۲۰ تا ۷۰ درصد در سنجش با شاهد برآورد نمودند. دلیل ناهمسانی در رقم‌های این بررسی با پژوهش حاضر ناهمسانی در گونه‌ها و نیز شیوه تیمار زنبور بوده است. همچنین در پژوهشی دیگر که تأثیر استامپیرید در دز ۰/۰۵ گرم ماده مؤثره بر لیتر روی افراد بالغ *T. pretiosum* بررسی شده (Maura et al., 2006) میزان پارازیتسیم افراد بالغ در سنجش با شاهد ۹۸ درصد کاهش نشان داده است که نشان از غیر گزینشی بودن این آفت‌کش دارد.

در پژوهشی دیگر  $LC_{50}$  استامپیرید برای لاروهای سن سوم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی ۳/۱۱ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده (Radwan & Taha, 2012) که با اندازه محاسبه‌شده در بررسی حاضر برای لارو سن یک ناهمسانی چندانی ندارد. همچنین میزان  $LC_{50}$  استامپیرید روی حشره کامل *T. chilonis* ۰/۰۰۲۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر گزارش شده است (Gnanadhas et al., 2009) که آن نیز با دستاوردهای پژوهش حاضر روی دو گونه مورد بررسی همانند است. به‌طور کلی می‌توان بازگو کرد که هرچند استامپیرید در این بررسی اثر گزینشی نشان نداد ولی نسبت خطر آن در سنجش با دو آفت‌کش دیگر یعنی امامکتین بنزوات و آمامکتین کمتر بوده است با این وجود نیاز است در کاربرد آن در برنامه‌های تلفیقی مهار آفت‌ها دقت کافی به کار برده شود.

این پژوهش همچنین نشان داد که امامکتین بنزوات بدون اثر گزینشی برای پارازیتوئیدهای مورد آزمایش است. در پژوهشی دیگر تأثیر امامکتین بنزوات در دز ۳/۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر روی میزان پارازیتسیم افراد بالغ *Trichogramma chilonis* باعث ۸۲ درصد کاهش در پارازیتسیم شده است (Sattar et al., 2011) که نشانه‌ای از غیر گزینشی بودن این آفت‌کش است.

در یک بررسی که روی لارو سن دوم مینوز برگ گوجه‌فرنگی انجام گرفته میزان  $LC_{50}$  این حشره‌کش ۰/۰۳-۰/۱۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر برآورد شده است (Roditakis et al., 2013) که تا اندازه‌ای با دستاوردهای پژوهش حاضر همخوانی دارد. پژوهشی دیگر مقدار  $LC_{50}$  امامکتین بنزوات برای لارو سن

در یک پژوهش دیگر با بررسی تأثیر فلوبندیامید روی افراد بالغ سن شکارگر *Macrolophus pygmaeus* این حشره‌کش در گروه آفت‌کش‌ها بی‌زیان دسته‌بندی شده است (Andrea et al., 2016). همچنین در بررسی دیگری میزان دز میانه کشنده این آفت‌کش روی حشره کامل بال توری *Chrysoperla carnea* ۶۶۳/۶۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر برآورد شده است (Sabri et al., 2016) که نشان‌دهنده سمیت کم این آفت‌کش برای شکارگر یادشده است. نتیجه‌های بررسی تغذیه از شکار آلوده به چند حشره‌کش از جمله فلوبندیامید به‌وسیله سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* نشان دادند که این آفت‌کش برای افراد بالغ کم‌زیان است (Wanumen et al., 2016).

در یک پژوهش برای کاهش اثر پارازیتسیم برآمده از تیمار با فلوبندیامید در دز ۸۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر (Sattar et al., 2011)، میزان پارازیتسیم افراد بالغ *Trichogramma chilonis* باعث ۱۸ درصد کاهش در کل پارازیتسیم شده و در دسته‌بندی بی‌زیان قرار گرفته که با دستاوردهای این پژوهش همانند است.

از دید تأثیر بر آفت در یک بررسی که تأثیر فلوبندیامید روی لاروهای سن دوم مینوز گوجه‌فرنگی انجام شده (Amizadeh et al., 2015) میزان دز میانه کشنده این آفت‌کش ۰/۰۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر برآورد شده که با دستاوردها پژوهش اکنون اندکی اختلاف دارد که می‌تواند به دلیل متفاوت بودن سنین لاروی در آزمایش یادشده با پژوهش حاضر باشد. با این وجود در یک پژوهش (Roditakis et al., 2013) میزان  $LC_{50}$  این آفت‌کش روی لارو سن دوم ۰/۳۱-۱/۳۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر و در پژوهشی دیگر (Bassi et al., 2016) روی لارو سن اول ۰/۷۳-۰/۹۹۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر برآورد شده که با نتایج پژوهش حاضر هم‌سو است.

استامپیرید دیگر آفت‌کش مورد آزمایش اثر گزینشی فراوانی نشان نداد. Chen et al. (2013) در آزمایش خود روی زنبور *T. nubilale* به نتیجه همسانی دست یافته‌اند. آن‌ها میزان  $LC_{50}$  استامپیرید را برای این زنبور ۰/۶۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر و میزان



در این پژوهش غلظت کشنده ۵۰ درصد آبامکتین برای لارو سن اول مینوز گوجه‌فرنگی ۰/۹۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر برآورد شده است. این آفت‌کش به‌وسیله Sallam *et al.* (2015) نیز بررسی شده و مقدار LC<sub>50</sub> آن برای لارو سن چهارم شب‌پره ( مینوز ۴۸/۰۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر برآورد گردیده است که به دلیل ناهمسان بودن سن لاروی با دستاوردهای این پژوهش متفاوت است. در پژوهشی دیگر تأثیر آبامکتین در شرایط آزمایشگاهی روی لاروهای سن دوم مینوز گوجه‌فرنگی میزان LC<sub>50</sub> این آفت‌کش ۰/۳۰ mg/l میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده است ( Amizadeh *et al.*, 2015) که با دستاوردها پژوهش حاضر اندکی ناهمسانی دارد و می‌تواند مانند مورد پیشین به دلیل ناهمسانی در سن لاروهای تیمار شده و نیز ناهمگونی در حساسیت جمعیت‌ها باشد. باین‌وجود در یک پژوهش دیگر که تأثیر آبامکتین روی جمعیت‌های گوناگون لارو سن دوم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در شرایط آزمایشگاهی بررسی شده (Silva *et al.*, 2011) مقدار LC<sub>50</sub> این آفت‌کش ۰/۵۴-۳/۳۸ میکروگرم بر میلی‌لیتر برآورد شده که با دستاوردهای پژوهش حاضر همخوانی دارد. در پژوهشی دیگر این غلظت برای لارو سن اول جمعیت‌های گوناگون مینوز گوجه‌فرنگی در شرایط آزمایشگاهی در دامنه ۰/۴-۲/۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر برآورد شده ( Dagli *et al.*, 2012) که از همخوانی با دستاوردهای پژوهش حاضر برخوردار است. به‌طورکلی بررسی حاضر نیز نشان داد که باوجود تأثیر مناسب آبامکتین در مهار مینوز گوجه‌فرنگی، به دلیل سمیت بسیار برای هر دو گونه پارازیتوئید تخم، بدون اثر‌گزینشی است.

هم‌سنجی حساسیت میانه مراحل رشدی آفت با برآورد نسبت LC<sub>50</sub> نشان‌دهنده تحمل بسیار بیشتر شفیره در سنجش با لارو سن اول در برابر آفت‌کش‌های موردبررسی بوده است. این نسبت به‌ویژه درباره آبامکتین بنزوات و فلوپندیامید (با بیش از ۱۰ برابر ناهمسانی) چشمگیر بوده است. به‌عبارت‌دیگر اگر به‌جای تیمار در هنگام شفیرگی، تیمار در مرحله لارو سن اول صورت بگیرد میزان سم مصرفی ممکن است تا ۱۰ برابر کاهش یابد. همچنین در هم‌سنجی

چهارم جمعیت مزرع‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی را ۵۶/۳۱۴ میلی‌گرم بر لیتر برآورد کرده است ( Sallam *et al.*, 2015) که به‌دلیل تفاوت بسیار در سنین لاروی میان دو آزمایش یادشده سنجش پذیر نیست. در بررسی دیگر میزان LC<sub>50</sub> آبامکتین بنزوات برای لارو سن دوم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی ۰/۱۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر گزارش شده (Esmaeili *et al.*, 2016) که با دستاوردهای پژوهش حاضر همانند است. همچنین در یک پژوهش تأثیر حشره‌کش آبامکتین بنزوات روی زنبور پارازیتوئید *T. brassicae*، میزان LC<sub>50</sub> این آفت‌کش برای این زنبور پارازیتوئید ۰/۰۰۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر برآورد شده است (Jafari *et al.*, 2016) که با دستاوردهای پژوهش حاضر همانندی دارد. به‌طورکلی می‌توان چنین برآیند گرفت که آبامکتین بنزوات هرچند روی مرحله لارو سن اول و شفیره مینوز گوجه‌فرنگی مؤثر است ولی بدون اثر‌گزینشی بوده و سمیت شدیدی روی پارازیتوئیدها دارد.

درباره آبامکتین نیز دستاوردها این پژوهش در راستای دیگر پژوهش‌هایی است که آن را از جمله آفت‌کش‌ها خطرناک برای زنبورهای تریکوگراما دانسته است. در یک بررسی همسان، آبامکتین در دز ۰/۱۸ گرم ماده مؤثر بر لیتر روی افراد بالغ *T. pretiosum* میزان پارازیتیسیم افراد بالغ نسبت به شاهد را ۱۰۰ درصد کاهش داده است (Maura *et al.*, 2006). همچنین Zhao *et al.* (2012) میزان LC<sub>50</sub> آبامکتین را برای زنبور *Trichogramma nubilale* برابر ۰/۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر اندازه‌گیری کرده و آن را از دید ریسک خطر در درجه دوم (سمیت کم تا میانه) قرار داده‌اند که با دستاوردهای بررسی حاضر همخوانی ندارد. در پژوهش ما سمیت این آفت‌کش برای زنبور بسیار بیشتر بود به‌طوری‌که در درجه سوم (سمیت زیاد) قرار گرفت. گونه متفاوت زنبور و شیوه گوناگون زیست‌سنجی می‌تواند از چرایی‌ها پدیدار شدن این اختلاف باشد. در پژوهشی دیگر ( Bostanian & Akalack, 2006) آبامکتین با غلظت ۰/۰۰۸ گرم ماده مؤثره بر لیتر روی پوره‌های *Orius insidiosus* Say (Hem: Anthocoridae)، ۱۰۰ درصد مرگ‌ومیر ایجاد کردند.

خواهند دید. محدودسازی کاربرد آفت‌کش‌ها به مرحله‌های حساس زندگی آفت و به‌کارگیری آفت‌کش‌ها با اثر گزینشی افزون بر اینکه مایه کاهش میزان کاربرد آن‌ها و پیامدهای کمتر برای محیط‌زیست و نگهداری بیشتر از دشمنان طبیعی می‌شود، مصرف‌کننده فرآورده‌های کشاورزی را نیز از پیامدهای ناخواسته این آفت‌کش‌ها نگاه می‌دارد. این امر به‌ویژه درباره فرآورده‌هایی ارزش بیشتری می‌یابد که همانند گوجه‌فرنگی به‌صورت تازه مصرف می‌شوند. این کمترین وظیفه‌ای است که مدیران و تولیدکنندگان فرآورده‌های کشاورزی در راستای اهداف کشاورزی پایدار برای نگهداری از تندرستی مصرف‌کنندگان و پشتیبانی از دشمنان طبیعی بندپا بر دوش دارند.

حساسیت حشره‌های کامل هر دو گونه پارازیتوئید با لارو سن اول میزبان درباره آدامکتین این نسبت نزدیک به ۷۰۰ برابر بود. درحالی‌که درباره فلوبندیامید حساسیت حشره کامل پارازیتوئید نسبت به لارو نزدیک به ۰/۲ و برای شفیره نزدیک به دو برابر بوده است. این عددها به‌روشنی نشان‌دهنده وجود اثر گزینشی چشمگیر فلوبندیامید است.

با توجه به حساسیت بیشتر لارو سن اول آفت نسبت به شفیره و همچنین حساسیت بیشتر دو گونه زنبور پارازیتوئید نسبت به آفت در صورتی که سم‌پاشی با آفت‌کش‌های سازگار انجام شده و به مرحله‌های حساس زندگی آفت محدود شود، دز سم‌پاشی کاهش یافته و از سوی دیگر دشمنان طبیعی آسیب کمتری

## REFERENCES

1. Andrea, C. W. G., Carvalho, P. M. E. & Adan, V. A. (2016). Residual acute toxicity of some modern insecticides toward two mirid predators of tomato pests. *Journal of Economic Entomology*, 109(3), 1079-1085.
2. Amizadeh, M., Hejazi, M. J., Niknam, G. & Arzanlou, M. (2015). Compatibility and interaction between *Bacillus thuringiensis* and certain insecticides: perspective in management of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae), *Biocontrol Science and Technology*, 25(6), 671-684.
3. Baniameri, V. & Cheraghian, A. (2011). The current status of *Tuta absoluta* in Iran and initial control strategies. International, management of *Tuta absoluta* (tomato borer) Symposium Proceeding, 16-18 November, Agadir. Morocco.
4. Barrientos, Z. R., Apablaza, H. J., Norero, S. A. & Estay, P. P. (1998). Temperatura base y constant termica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae) *Ciencia e Investigacion Agraria*, 25, 133-137.
5. Bassi, A., Roditakis, E. & Flier, W. G. (2016). The first cases of diamide-resistant *Tuta absoluta* (Meyrick) and the alternation of the insecticidal modes of action as a key IPM practice of sustainable control. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 42(7), 506-513.
6. Bostanian, N. J. & Akalach, M. (2006). The effect of indoxacarb and five other insecticides on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and nymphs of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Management Science*, 62(4), 334-339.
7. Boualem, M., Allaoui, H., Hamadi, R. & Medjahed, M. (2012). Biologie et complexe des ennemis naturels de *Tuta absoluta* a Mostaganem (Algeria). *EPPO Bulletin*, 42(2), 268-274.
8. Chen, X., Song, M., Qi, S. & Wang, C. (2013). Safety evaluation of eleven insecticides to *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Economic Entomology* 106, 136-141.
9. Dagli, F., Ikten, C., Sert, E. & Bolucek, 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.
10. Desneux, N., Wajnberg, E., Wychhuys, A. G. & 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.
11. Esmaeili, M., Saber, M., Bagheri, M. & Gharekhani, Gh. H. (2016). Effect of emamectin benzoate and indoxacarb on *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae) in laboratory conditions, *Applied Researches in Plant Protection*, 4(2), 161-169.
12. Gnanadhas, P., Stanley, J., Kultalam, S. & Ramasamy, S. (2009). Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis* Assessing their safety in the rice ecosystem, *Phytoparasitica*, 37, 209-215.
13. Ishaaya, I., Barazani, A., Kontsedalov, S. & Horowitz, A. R. (2007). Insecticides with novel modes of action: mechanism, selectivity and cross resistance. *Entomological Research*, 37(3), 148-152.
14. Jafari, M., Saber, M., Bagheri, M. & Gharakhani, H. (2016). Sublethal Effects of emamectin benzoate and methoxyfenozide on *Trichogramma Brassicae* Bezdenko (Hym., Trichogrammatidae), *Agricultural Pest Management*, 2(1), 12-20.

15. LeOra Software. (2006). Poloplus 1.0 probit and logit analysis. LeOra Software Petaluma.
16. Lietti, M. M. M., Botto, E. & Alzogaray, R. A. (2005). Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, 34(1), 113-119.
17. Liguori, R., Cestari, P., Serrati, L. & Fusarini, L. (2008). Emamectina benzoate (AFFIRM®): innovative inseticida par la difesa control lepidopteri fitofagi. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 17, 23-28.
18. Moura, A. P., Carvalho, G. A., Pereira, A. E. & Rocha, L. C. D. (2006). Selectivity evaluation of insecticides used to control tomato pests to *Trichogramma pretiosum*. *Biocontrol*, 51, 769-778.
19. Miranda, M. M. M., Picano, M., Zanoncio, J. C. & Guedes, R. N. C. (1998). Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *Biocontrol Science Technology*, 8, 597-606.
20. Molla, O., Gonzalez-Cabrera, J. & Urbaneja, A. (2011). The combined use of *Bacillus thuringiensis* and *Nesidiocoris tenuis* against the tomato borer *Tuta absoluta*. *Biocontrol*, 56, 883-891.
21. Noorbakhsh, S., Soroush, M. J. & Fotuhi, A. (2011). *List of pests, diseases and weeds important for major agricultural products, pesticides and recommended methods for controlling them*. Ministry of Agriculture, Plant Protection Organization.
22. Puza, V. (2015). Control of insect pest by entomopathogenic nematodes. pp. 175-183. In: Lugtenberg, B. (ed.), principles of plant microbe interaction. Springer International Publishing, BERN.
23. Radwan, E. M. M. & Taha, H. S. (2012). Toxic and biochemical effects of different insecticides on the tomato leaf miner of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *Journal of Biological Science*, 4(1), 1-10.
24. Roditakis E., Skarmoutsou C., Staurakaki M., Mart'inez-Aguirre, M. R., Garc'ıa Vidal L. & Bielza, P. (2013). Determination of baseline susceptibility of European populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) to indoxacarb and chlorantraniliprole using a novel dip bioassay method. *Pest Management Science*, 69(2), 217-227.
25. Sabri, Z., Saboor, A. & Dilbar, H. (2016). In vitro study of comparative toxicity of different insecticide against *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(3), 697-702.
26. Sallam, A. A., Soliman, M. A. & Khodary, M. A. (2015). Effectiveness of certain insecticides against the *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *Advances in Applied Agricultural Science*, 30(20), 54-64.
27. Sattar, Sh., Saljoqi, A. R., Arif, M., Sattar, H. & Qazi, J. I. (2011). Toxicity of some new insecticides against *Trichogramma chilonis* under laboratory and extended laboratory condition. *Journal of Zoology*, 43(6), 1117-1125.
28. Sidi, M. B., Islam, Md. T., Ibrahim, Y. & Dzolkhifli, O. (2013). Effect of azadirachtin and rotenone on *Trichogramma papilionis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Food Agriculture and Environmental*, 2, 1509-1513.
29. Silva, G. A., Marcelo, C. P., Leandro, B., Andr'e, L. B. C., Jander, F. R. & 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.
30. Singh, V., Sharma, N. & Sharma, S. K. (2016). A review on effects of new chemistry insecticides on natural enemies of crop pests. *International Journal of Science*, 5(6), 4339-4361.
31. Siqueira, H. A. A., Guedes, R. N. C., Fragoso, D. B. & Magalhaes, L. C. (2001). Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *International Journal of Pest Management* 47, 247-251.
32. Sohrabi, F., Modarres, M. & Hoseini, S. J. (2016). Evaluation of susceptibility of different developmental stages of *Tuta absoluta* to different insecticides in laboratory conditions. *Journal of Plant Protection*, 38(3), 1-12. (in Farsi)
33. Terzidis, A. N., Wilcockson, S. & Leifert, C. (2014). The tomato leaf miner (*Tuta absoluta*): conventional pest problem, organic management solution. *Organic Agriculture*, 4, 43-61.
34. Wang, Y., Wu, C., Cang, T., Yang, L., Yu, W., Zhao, X., Wang, Q. & Cai, L. (2014). Toxicity risk of insecticides to the insect egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) *Pest Management Science*, 70, 398-404.
35. Wanumen, A. C., Sanchez-Ramos, I., Vinuela, E., Medina, P. & Adan, A. (2016). Impact of feeding on contaminated prey on the life parameters of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) adult. *Journal of Insect Science*, 16(1), 103-110.
36. Zappala, L., Biondi, A., Alma, A., AL-Jboory, I. J., Arno, J., Bayram, L. & 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.
37. Zhao, X., Wu, C., Wang, Y., Cang, T., Chen, L. & Yu, R. (2012). Wang Q. Assessment of toxicity risk of insecticides used in rice ecosystem on *Trichogramma japonicum*, an egg parasitoid of rice lepidopterans. *Journal of Economic Entomology*, 105, 92-101.