

## اثر چهار ترکیب حشره کش روی مراحل نابالغ

*Trichogramma evanescens* (Westwood) (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) مینوز گوجه‌فرنگی

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

۱- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.

۲- دانشیار و استاد، گروه گیاهپزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

\*مسئول مکاتبه: aroya95@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۸/۷/۳

### چکیده

اثرات دوز توصیه شده‌ی مزرعه‌ای و نصف دوز توصیه شده‌ی مزرعه‌ای چهار حشره کش آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی پرید و فلوبندیامید روی مراحل نابالغ زنبور *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae) پارازیتوئید مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) مطالعه شد. تخم‌های پارازیت شده بید غلات *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) در مراحل لاروی، پیش‌شفیرگی و شفیرگی پارازیتوئید به روش غوطه‌وری تیمار شدند. کارت‌های حاوی ۱۴۰ عدد تخم پارازیت شده‌ی بید غلات به مدت ۱۰ ثانیه در محلول‌های حشره‌کش‌ها که با غلظت توصیه شده‌ی مزرعه‌ای و نصف آن تهیه شده بودند، غوطه‌ور شدند. زیست‌سنجی فقط برای مراحل نابالغ نسل F<sub>0</sub> انجام شد. میزان ظهور، پارازیت‌سیسم و طول عمر در نسل F<sub>0</sub> و نیز کاهش در میزان ظهور و نسبت جنسی در نسل F<sub>1</sub> در تیمارهای مختلف تعیین شد. استامی پرید در مرحله‌ی شفیرگی در گروه بی‌زیان قرار گرفت. در میزان ظهور نسل F<sub>1</sub> آبامکتین، امامکتین و استامی پرید کم‌زیان و فلوبندیامید بی‌زیان دسته‌بندی شد. از نظر نسبت جنسی فلوبندیامید تنها حشره‌کشی بود که با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. در مورد میزان پارازیت‌سیسم و ظهور در نسل F<sub>0</sub> آبامکتین و امامکتین بنزوات در همه‌ی مراحل رشدی و دو غلظت به کاررفته در گروه کم‌زیان دسته‌بندی شدند. فلوبندیامید در همه‌ی مراحل و هر دو غلظت در گروه بی‌زیان گروه‌بندی شد. به طور کلی آبامکتین و فلوبندیامید در هر دو نسل به ترتیب در گروه کم‌زیان و بی‌زیان قرار گرفتند.

**واژه‌های کلیدی:** اثرات غیرکشنده، پارازیت‌سیسم، طول عمر، نسبت جنسی.

### مقدمه

مسئله از طریق ایجاد ژنوتیپ‌های مقاوم آفت در برابر حشره‌کش‌ها، آلودگی محیط و باقیمانده‌ی بیش از حد حشره‌کش‌ها در محصول شده است (Siqueira et al., 2001). راه چاره استفاده از آفت‌کش‌های زیست‌سازگار در کنار عوامل کنترل زیستی است. این آفت دشمنان طبیعی زیادی دارد از جمله گونه‌هایی از زنبورهای تریکوگراما که پارازیتوئید تخم آفت بوده و فراوان‌ترین پارازیتوئیدها در دنیا هستند (Knutson, 2005). بر اساس نظر (Pratissoli and Parra, 2001) خانواده‌ی زنبورهای تریکوگراماتیده در کاهش جمعیت آفات پروانه‌ای و در نتیجه

شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) یکی از مهمترین آفات گوجه‌فرنگی است که در سال‌های اخیر به کشور وارد شده است. توانایی این حشره برای افزایش جمعیت به ویژه در گلخانه‌ها چشمگیر است به طوری که هر فرد ماده در طول زندگی خود بین ۳۰۰-۲۵۰ عدد تخم می‌گذارد و در سال می‌تواند تا ۱۲ نسل ایجاد کند و (Barrientos et al., 1998). از همین رو تولیدکنندگان برای کنترل آفت مجبور به کاربرد مکرر حشره‌کش‌ها شده‌اند که به نوبه‌ی خود باعث تشدید

مینوز گوجه‌فرنگی پرداخته‌ایم تا از نظر قابلیت تلفیق با کاربرد زنبورهای تریکوگراما با یکدیگر مقایسه شوند. آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی پرید و فلوبندیامید در این مطالعه بررسی شدند. آبامکتین آفت‌کشی از گروه اورمکتین‌ها و منشا آن یک باکتری خاکزی به نام (Burg) *Streptomyces avermitilis* است و جزء آفت‌کش‌های بیولوژیک محسوب می‌شود آبامکتین کانال‌های کلر را که به وسیله گلوتامات تنظیم می‌شود، تحریک کرده و باعث مرگ می‌شود (Fisher and Mrozik, 1989). امامکتین- بنزوات تاثیر قوی روی آفات بالپولکدار دارد. مشابه آبامکتین، این حشره‌کش نیز مربوط به گروه اورمکتین‌ها می‌باشد. نمک بنزوات امامکتین به طور گسترده به عنوان یک حشره‌کش استفاده می‌گردد این حشره‌کش با تاثیر روی سلول‌های عصبی مانع از انقباض ماهیچه ای شده و بنابراین از تغذیه لاروها جلوگیری می‌کند (Mistretta and Patrick, 2010). استامیپرید از سموم نئونیکوتینوئیدی بوده و شبیه نیکوتین می‌باشد با ایجاد اختلال در عمل گیرنده‌های عصبی استیل کولین باعث تحریک عصبی شدید، فلج شدن و مرگ حشره می‌شود. این حشره‌کش به طور گسترده برای کنترل آفات بالپولکدار استفاده می‌شود و همچنین برای کنترل آفات سبزیجات نیز قابل استفاده است (Yamada et al., 1999). فلوبندیامید یک حشره‌کش تماسی گوارشی و متعلق به گروه دی آمید فتالیک اسید است و تعادل یون کلسیم را با مهار گیرنده‌ی ریانودین<sup>۱</sup> باعث می‌شود. این حشره‌کش یک ترکیب موثر جهت کنترل آفات بالپولکدار محسوب می‌شود (Das et al., 2017). در مطالعه‌ی حاضر اثرات حشره‌کش‌های مذکور پس از تیمار روی مراحل نابالغ زنبور گونه *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae) بررسی و تأثیرات زیرکشنده حاصله روی نسل‌های بعدی زنبور مطالعه شده‌است.

#### مواد و روش‌ها

#### حشره‌کش‌ها

در این مطالعه از غلظت‌های توصیه شده و نصف غلظت توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های آبامکتین (۱۵۰۰

کم کردن تعداد دفعات کاربرد حشره‌کش‌ها روی محصول گوجه‌فرنگی موفق عمل کرده‌است. با این وجود، حشره‌کش‌های غیر انتخابی توانایی کنترل این عوامل زیستی را کاهش می‌دهند (Desneux et al., 2007; Vianna et al., 2009; Croft, 1990 and Bartlett, 1964) و اثرات زیان‌بار ترکیبات شیمیایی ناسازگار تا مدت‌ها پس از مصرف باقی می‌ماند (Zappala et al., 2012). مطالعه اثرات جانبی آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی به منظور به حداقل رساندن اثر این ترکیبات ضروری به نظر می‌رسد. حشره‌کش‌ها هر دوی اثرات کشنده و زیر کشنده را روی بندپایان ایجاد می‌کنند یعنی علاوه بر ایجاد مرگ و میر، می‌توانند اثرات زیان‌باری روی پارامترهای زیستی مثل میزان ظهور، نسبت جنسی و میزان پارازیسیسم ایجاد کنند (Poorjavad et al., 2014). اثر کشنده با سمیت حاد مرتبط است و زمانی اتفاق می‌افتد که موجود زنده برای مدتی کوتاه در معرض ماده سمی قرار گیرد که در نتیجه مرگ موجود زنده حادث می‌شود (Stark and Banks, 2003). اثرات زیر کشنده شامل اثرات فیزیولوژیکی یا رفتاری است که در موجودات زنده بعد از در معرض قرار گرفتن به آفت‌کش‌ها پدید می‌آید و در بخشی از جمعیت مشاهد می‌شود که از سمیت حاد جان به در برده‌اند (Desneux et al., 2007). بررسی اثرات کشنده و زیر کشنده حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی ضروری است زیرا درک بهتری از اثرات متقابل ترکیبات شیمیایی و عوامل کنترل زیستی ایجاد می‌کند (Stark and Banks, 2003). تلفیق عوامل کنترل زیستی با آفت‌کش‌ها در صورتی میسر است که از اثرات مستقیم و غیر مستقیم عوامل شیمیایی روی عوامل طبیعی کنترل‌کننده‌ی آفات حتی الامکان اجتناب شود (Ruberson et al., 1998). یک راه حل، استفاده از حشره‌کش‌های کم‌دوام است که چون مدت زمان کوتاهی در روی گیاه حضور دارند با عوامل کنترل زیستی کمتر در تماس هستند. تاکنون اثرات حشره‌کش‌ها روی گونه‌های مختلف تریکوگراما توسط محققین بررسی شده‌است (Hassan, 1998; Hewa-Kapuge et al., 2003; Sheng et al., 2009). در این بررسی به اثرات چندترکیب رایج در کنترل

<sup>1</sup> Ryanodine receptor

اتاقک رشد با شرایط کنترل شده (دمای  $25 \pm 1$  درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 10$  درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. در این آزمایش میزان ظهور نسل F0 تعیین شد.

جهت ارزیابی اثرات جانبی حشرکش‌ها روی افراد زنده مانده، ۳۰ عدد از ماده‌های بالغ یک روزه و جفت گیری کرده که از تخمهای تیمار شده بید غلات در تیمارهای سه، شش و نه روز پس از پارازیتیسیم خارج شدند، به طور تصادفی از هر تیمار انتخاب و جداگانه و به صورت انفرادی در ظروف حاوی ۱۰۰ عدد تخم بید غلات پارازیتیزه نشده در شرایط اتاقک رشد با شرایط کنترل شده به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند. پس از این مدت زنبورهای انفرادی از تخمها جدا شدند و تا مرگ آخرین زنبور نگه داشته شدند و در نهایت طول عمر نسل F0 محاسبه گردید. میزان پارازیتیسیم تخمها نیز تعیین گردید و این تخمها تا ظهور افراد بالغ نسل F1 در اتاقک رشد قرار گرفتند. پس از خروج زنبورها میزان ظهور F1 و نسبت جنسی (ماده به کل) F1 تعیین شدند. جهت تعیین کلاس سمیت، R یا میزان کاهش در ظهور استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

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

f = میزان ظهور در هر تیمار حشره کش،  
t = میزان ظهور در تیمار شاهد.

گروه‌بندی حشره‌کش‌ها برای درصد ظهور از نظر سمیت، طبق دستورالعمل IOBC انجام شد. بر این اساس اگر میزان کاهش در ظهور کمتر از ۳۰ درصد بود بی‌زیان، بین ۳۰ تا ۷۰ درصد، کم‌زیان بین ۸۰ تا ۹۹ درصد، زیان متوسط و بیشتر از ۹۹ درصد زیان آور ارزیابی شد (Costa et al., 2014; Sterk et al., 1999).

### تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار انجام شد. جهت نرمال‌سازی داده‌های درصدی، از ریشه دوم آرک سینوس استفاده شد. سپس داده‌ها به وسیله نرم

و ۷۵۰ میلی گرم بر لیتر)، (Vertimec®EC 1.8%) و استامپیرید (۵۰۰ و ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر)، (SP20, Mospilan®20%) (هر دو ترکیب ساخت شرکت گل‌سم گرگان) و امامکتین‌بنزوات (۱۰۰۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر)، (ProclimFit®WG50, 5%) و فلوپندیامید (۵۰۰ و ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر)، (Takumi®WG20, 20%) (هر دو حشره‌کش ساخت شرکت سینجنتا کشور سوئیس)، استفاده شد.

### پرورش حشرات

این بررسی در بخش تحقیقات گیاهپزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی واقع در شهر اراک انجام شد. نمونه‌ی اولیه گونه‌های زنبور *T. evanescens* از بخش مبارزه‌ی بیولوژیک موسسه‌ی تحقیقات گیاهپزشکی کشور تهیه شد. پرورش زنبورها در اتاقک رشد در شرایط کنترل شده (دمای  $25 \pm 1$  درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 10$  درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) صورت گرفت. از تخم-های بید غلات *Sitotroga cerealella* Oliv برای تکثیر پارازیتوئیدها استفاده شد.

### تیمار با آفت کش‌ها

برای تعیین اثر حشره‌کش‌ها، تیمار در مراحل نابالغ زنبور *T. evanescens* انجام شد. تخم‌های پارازیتیزه شده بید غلات طبق استاندارد IOBC<sup>2</sup> در فواصل زمانی معین با محلول‌های هر یک از حشره‌کش‌ها به روش غوطه وری تیمار شد (Costa et al., 2014; Sterk et al., 1999). از آب مقطر نیز در شاهد استفاده شد. برای این منظور در روزهای سوم، ششم و نهم بعد از پارازیتیسیم، کارت‌های حاوی حدود ۱۴۰ عدد تخم پارازیتیزه شده به مدت ۱۰ ثانیه در محلول‌های هر یک از حشره‌کش‌ها با غلظت‌های توصیه شده مزرع‌ای و نصف آن فرو برده شد. زمان‌های مذکور به ترتیب مصادف با مرحله لاروی، پیش‌شفیرگی و شفیرگی پارازیتوئید بودند. بعد از خشک شدن، دستجات تخم تیمار شده به لوله‌های آزمایش منتقل و تا زمان ظهور زنبور در

<sup>2</sup> International Organization Biological Control

<sup>1</sup> Syngenta

در میزان ظهور افراد بالغ از مرحله‌ی شفیرگی تیمار شده با دوز توصیه شده‌ی مزرعه‌ای ( $P=0/0001$ ,  $F=4/29$ ),  $F=82/73$ df و نصف دوز مزرعه‌ای ( $P=0/0001$ ,  $F=4/29$ ),  $F=156/57$ df آفت‌کش‌ها اختلاف معنی‌داری بین همه تیمارها مشاهده شد. کمترین میزان خروج در تیمار آبامکتین به ترتیب در دوز توصیه شده و نصف آن با درصد کاهش ۵۳/۷۸ و ۵۱/۵۵ و بیشترین آن در تیمار با فلوبندیامید به ترتیب در دوز توصیه شده و نصف آن با درصد کاهش ۱۲/۸۹ و ۸/۸۸ مشاهده شد (جدول ۱).

#### ارزیابی زیان آور بودن

بر اساس استاندارد IOBC (در مواد و روش‌ها به آن اشاره شده است) آبامکتین و امامکتین بنزوات در همه‌ی مراحل و در هر دو دوز کم‌زیان ارزیابی گردیدند. استامپیرید در مرحله‌ی لاروی در هر دو دوز و در مرحله‌ی پیش شفیرگی در دوز مزرعه‌ای کم‌زیان و در بقیه‌ی موارد بی‌زیان ارزیابی شد. فلوبندیامید در همه‌ی مراحل و در هر دو دوز مذکور بی‌زیان ارزیابی گردید.

#### ۲- تاثیر آفت کش‌ها روی درصد ظهور نسل F1

##### تیمار در مرحله‌ی لاروی

میزان ظهور حشرات کامل از مرحله‌ی لاروی تیمار شده با دوز توصیه شده‌ی مزرعه‌ای ( $P=0/0001$ ,  $F=4/14$ ),  $F=39/73$ df و نصف دور توصیه شده‌ی مزرعه‌ای ( $P=0/0001$ ,  $F=17/62$ ,  $df=4/14$ ) بین تیمارها اختلاف معنی دار بود هر چند بین آبامکتین و امامکتین بنزوات در هر دو دوز و بین امامکتین بنزوات و استامپیرید در نصف دوز توصیه شده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین میزان کاهش ظهور در تیمار با آبامکتین به ترتیب در دوز مزرعه‌ای و نصف دوز با درصد کاهش ۴۷/۶۲ و ۴۳/۸۰ نسبت به شاهد و کمترین آن در تیمار با فلوبندیامید در دو دوز مذکور به ترتیب با درصد کاهش ۱۹/۸۴ و ۱۳/۰۲ مشاهده شد (جدول ۱).

##### تیمار در مرحله‌ی پیش شفیرگی

افزار SPSS (SPSS Inc. 2007) و به روش آنوای یک طرفه تجزیه و تحلیل شد. جهت تصحیح مرگ و میر از فرمول آبوت استفاده شد (Abbott, 1925). میانگین‌ها با استفاده از LSD<sup>1</sup> در سطح معنا داری ۵ درصد گروه‌بندی شدند.

#### نتایج

##### ۱- تاثیر آفت کش‌ها روی درصد ظهور نسل F0

##### تیمار در مرحله‌ی لاروی

در میزان ظهور افراد بالغ از مرحله‌ی لاروی تیمار شده با آفت‌کش‌ها در دوز توصیه شده‌ی مزرعه‌ای ( $P=0/0001$ ,  $F=113/93$ ,  $df=4/29$ ) و نصف دوز مزرعه‌ای ( $P=0/0001$ ,  $F=63/51$ ,  $df=4/29$ ) بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. کمترین میزان ظهور در تیمار آبامکتین در دوز توصیه شده و نصف آن به ترتیب با کاهش ۵۰/۶۸ و ۴۳/۸۳ درصد نسبت به شاهد و بیشترین آن در تیمار با فلوبندیامید به ترتیب در دوز توصیه شده و نصف آن به ترتیب با کاهش ۲۰/۰۹ و ۱۶/۴۳ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول ۱).

##### تیمار در مرحله‌ی پیش شفیرگی

در میزان ظهور افراد بالغ از مرحله‌ی پیش شفیرگی تیمار شده با دوز توصیه شده‌ی مزرعه‌ای ( $P=0/0001$ ,  $F=4/29$ ),  $F=101/95$ df و نصف دوز مزرعه‌ای ( $P=0/0001$ ,  $F=4/29$ ),  $F=81/10$ df آفت‌کش‌ها بین کلیه‌ی تیمارها اختلاف معنی دار بود. میزان خروج زنبورها در تیمار آبامکتین و امامکتین بنزوات با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند. کمترین میزان خروج در هر دو دوز مذکور از تیمار آبامکتین به ترتیب در دوز توصیه شده و نصف آن به ترتیب با درصد کاهش ۴۵/۴۹ و ۴۰/۹۹ و بیشترین آن در تیمار با فلوبندیامید به ترتیب در دوز توصیه شده و نصف آن با درصد کاهش ۱۰/۳۶ و ۴/۹۵ مشاهده شد (جدول ۱).

##### تیمار در مرحله‌ی شفیرگی

<sup>1</sup> Least Significance Difference test

و امامکتین بنزوات و نیز بین استامپیرید و امامکتین بنزوات اختلاف معنی داری مشاهده نشد. بیشترین میزان کاهش در خروج به ترتیب از تیمار آبامکتین در دو دوز مذکور با درصد کاهش ۵۶/۵۵ و ۴۱/۳۴ و کمترین آن در تیمار با فلوبندیامید با درصد کاهش ۸/۱۸ و ۵/۱۷ در دوزهای یاد شده مشاهده شد (جدول ۱).

در میزان ظهور حشرات کامل از مرحله‌ی پیش‌شفیرگی تیمار شده با دوز توصیه شده‌ی آفت‌کش‌ها ( $F=35/93$ ,  $df=4,14$ ,  $P=0/0001$ ) و نصف دوز مزرعه‌ای ( $F=20/94$ ,  $df=4,14$ ,  $P=0/0001$ ) بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد هر چند در نصف دوز بین آبامکتین

جدول ۱- میزان ظهور و کاهش ظهور (%) حشرات کامل نسل  $F_0$  و نسل  $F_1$  زنبور *T. evanescens* از مراحل نابالغ (لارو، پیش‌شفیره و شفیره) تیمار شده با غلظت‌های توصیه شده‌ی مزرعه‌ای و یا نصف غلظت توصیه شده‌ی مزرعه‌ای حشره‌کش‌های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامپیرید و فلوبندیامید.

Table 1. Emergence, reduction in emergence rate (%) of adult *T. evanescens*  $F_0$  and  $F_1$  after treatment of immature stages (larva, prepupae and pupae) with RD or HRD of abamectin, emamectin benzoate, acetamiprid and flubendiamide.

Treatment تیمار	Generation نسل	Larva RD مرحله لاروی با غلظت توصیه شده	Larva HRD مرحله لاروی نصف غلظت توصیه شده	Prepupae RD مرحله پیش‌شفیره غلظت توصیه شده	Prepupae HRD مرحله پیش‌شفیره نصف غلظت توصیه شده	Pupae RD مرحله شفیره غلظت توصیه شده	Pupae HRD مرحله شفیره نصف غلظت توصیه شده
Abamectin (آبامکتین)	F0 نسل صفر	45.00±1.06 <sup>a</sup>	51.25±2.56 <sup>a</sup>	50.42±2.16 <sup>a</sup>	54.58±1.42 <sup>a</sup>	43.33±1.07 <sup>a</sup>	45.42±2.32 <sup>a</sup>
		50.68 2	43.83 2	45.49 2	40.99 2	53.78 2	51.55 2
Emamectin benzoate (امامکتین بنزوات)		52.08±1.67 <sup>b</sup>	57.5±1.44 <sup>b</sup>	51.25±1.38 <sup>a</sup>	55.42±3.49 <sup>a</sup>	58.33±2.33 <sup>b</sup>	64.17±1.31 <sup>b</sup>
		42.93 2	36.99 2	44.59 2	40.09 2	37.78 2	31.55 2
Acetamiprid (استامپیرید)		60.00±1.97 <sup>c</sup>	63.33±2.80 <sup>c</sup>	63.75±2.08 <sup>b</sup>	67.92±1.40 <sup>b</sup>	67.5±3.16 <sup>c</sup>	72.08±1.15 <sup>c</sup>
		34.24 2	30.59 2	31.08 2	26.57 1	28 1	23.11 1
Flubendiamid (فلوبندیامید)		72.92±2.17 <sup>d</sup>	76.25±1.18 <sup>d</sup>	82.92±2.29 <sup>c</sup>	87.92±1.40 <sup>c</sup>	81.67±2.31 <sup>d</sup>	85.42±1.22 <sup>d</sup>
		20.09 1	16.43 1	10.36 1	4.95 1	12.89 1	8.88 1
Control (شاهد)		91.25±1.48 <sup>e</sup>	91.25±1.48 <sup>e</sup>	92.5±1.18 <sup>d</sup>	92.5±1.18 <sup>d</sup>	93.75±1.19 <sup>e</sup>	93.75±1.19 <sup>e</sup>
Abamectin (آبامکتین)	F1 نسل یک	47.88±3.51 <sup>a</sup>	51.37±3.96 <sup>a</sup>	41.04±3.26 <sup>a</sup>	55.40±4.05 <sup>a</sup>	53.71±7.06 <sup>a</sup>	56.96±7.02 <sup>a</sup>
		47.62 2	43.80 2	56.55 2	41.34 2	41.93 2	38.42 2
Emamectin benzoate (امامکتین بنزوات)		50.34±2.37 <sup>a</sup>	55.91±5.60 <sup>ab</sup>	54.70±3.38 <sup>b</sup>	60.55±3.24 <sup>ab</sup>	66.91±5.02 <sup>ab</sup>	70.86±9.02 <sup>ab</sup>
		44.93 2	38.84 2	42.08 2	35.89 2	27.66 1	23.39 1
Acetamiprid (استامپیرید)		61.51±3.18 <sup>b</sup>	65.42±3.16 <sup>b</sup>	69.81±4.57 <sup>c</sup>	72.12±2.83 <sup>b</sup>	73.88±5.97 <sup>b</sup>	78.60±3.9 <sup>bc</sup>
		32.71 2	28.43 1	26.09 1	23.64 1	20.13 1	15.03 1
Flubendiamid (فلوبندیامید)		73.27±1.41 <sup>c</sup>	79.51±3.33 <sup>c</sup>	86.72±3.26 <sup>d</sup>	89.57±4.68 <sup>c</sup>	79.18±2.69 <sup>bc</sup>	81.23±2.88 <sup>bc</sup>
		19.84 1	13.02 1	8.18 1	5.17 1	14.4 1	12.18 1
Control (شاهد)		91.41±3.22 <sup>d</sup>	91.41±3.22 <sup>c</sup>	94.45±3.77 <sup>d</sup>	94.45±3.77 <sup>c</sup>	92.50±3.33 <sup>c</sup>	92.50±3.33 <sup>c</sup>

\*عدد به دست آمده برای هر ستون برابر با میانگین تکرار  $\pm$  خطای استاندارد می باشد. میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص گردیده‌اند در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌دار دارند.

\* The number obtained for each column is equal mean±SE. means in a columns followed by different letters are significantly different.

### تیمار در مرحله‌ی شفیرگی

بین میزان ظهور حشرات کامل در تیمار مرحله‌ی شفیرگی با دوز توصیه شده اختلاف معنی دار بود ( $F=8/02$ ,  $df=4,14$ ,  $P=0/004$ ). هرچند بین تیمارهای آبامکتین و امامکتین بنزوات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تیمارهای استامپیرید و فلوبندیامید نیز اختلاف معنی‌داری نداشتند. در تیمار با نصف دوز مزرعه‌ای نیز اختلاف معنی دار بین تیمارها وجود داشت ( $F=4/14$ ,  $P=0/015$ ),  $df=5/26$ ). با این وجود بین تیمارهای آبامکتین و امامکتین بنزوات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین میزان کاهش در خروج به ترتیب از تیمار آبامکتین در دو دوز مذکور با درصد کاهش ۴۱/۹۳ و ۳۸/۴۲ و کمترین آن در تیمار با فلوبندیامید با درصد کاهش ۴۰/۴۰ و ۱۴/۱۸ در دوزهای یاد شده مشاهده شد (جدول ۱).

### ارزیابی زیان آور بودن

آبامکتین در هر سه مرحله‌ی لارو، پیش‌شفیره و شفیره و هر دو دوز به کار رفته با توجه به میزان کاهش در ظهور، کم‌زیان ارزیابی شد. امامکتین بنزوات نیز در همه‌ی مراحل و در هر دو دوز مذکور کم‌زیان بود. با این وجود این ترکیب در مرحله‌ی شفیرگی بی‌زیان ارزیابی گردید. استامپیرید و فلوبندیامید نیز فقط در دوز توصیه شده و در مرحله‌ی لاروی کم‌زیان و در بقیه‌ی مراحل بی‌زیان ارزیابی گردید.

### ۳- تاثیر آفت کش‌ها روی میزان پارازیت‌سیسم نسل F0

#### تیمار در مرحله‌ی لاروی

در تعداد تخم پارازیت‌دهنده توسط افراد بالغ ظاهر شده از تیمار در مرحله‌ی لاروی با دوز مزرعه‌ای ( $F=126/43$ ,  $df=4,14$ ,  $P=0/0001$ ) و نصف دوز مزرعه‌ای ( $F=56/47$ ,  $df=4,14$ ,  $P=0/0001$ ) در بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. کمترین تعداد تخم پارازیت‌دهنده در تیمار با آبامکتین مشاهده شد که به ترتیب در دوز مزرعه‌ای و نیم دوز مزرعه‌ای ۱۱/۳۷ و ۱۳/۷۳ عدد تخم پارازیت‌دهنده شد. تعداد تخم پارازیت‌دهنده در تیمار با فلوبندیامید به ترتیب در دو دوز مذکور ۳۲/۵۷ و ۳۳/۱۳ عدد بود که بیشترین تعداد تخم

پارازیت‌دهنده در بین تیمارهای حشره کش محسوب می‌شد و در نیم دوز مزرعه‌ای با شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲).

### تیمار در مرحله‌ی پیش شفیرگی

در تعداد تخم پارازیت‌دهنده افراد بالغ ظاهر شده از مرحله‌ی پیش‌شفیرگی تیمار شده با دوز مزرعه‌ای ( $F=57/24$ ,  $df=4,14$ ,  $P=0/0001$ ) و نصف دوز مزرعه‌ای ( $F=49/70$ ,  $df=4,14$ ,  $P=0/0001$ ) اختلاف بین تیمارها معنی‌دار بود. کمترین تعداد تخم پارازیت‌دهنده در تیمار آبامکتین مشاهده شد که در دوزهای مزرعه‌ای و نصف آن به ترتیب ۱۲/۱۷ و ۱۴ تخم میزبان پارازیت‌دهنده شد. بیشترین تعداد تخم نیز در تیمار با فلوبندیامید بود که در دو دوز مذکور به ترتیب ۳۰/۲۳ و ۲۰/۸۰ عدد تخم پارازیت‌دهنده شد (جدول ۲).

### تیمار در مرحله‌ی شفیرگی

در تعداد تخم پارازیت‌دهنده حاصل از تیمار مرحله‌ی شفیرگی با دوز مزرعه‌ای ( $F=56/06$ ,  $df=4,14$ ,  $P=0/0001$ ) و نصف دوز مزرعه‌ای ( $F=44/93$ ,  $df=4,14$ ,  $P=0/0001$ ) اختلاف بین حشره‌کش‌ها معنی‌دار بود. در این مرحله نیز آبامکتین به ترتیب با ۱۰/۱ و ۱۱/۱۳ تخم کمترین میزان تخم پارازیت‌دهنده و در فلوبندیامید به ترتیب با ۲۷/۴۳ و ۲۹/۲۷ تخم بیشترین تخم پارازیت‌دهنده در بین تیمارهای مختلف را به خود اختصاص داد (جدول ۲).

### ۴- تاثیر آفت کش‌ها روی طول عمر نسل F0

#### تیمار در مرحله‌ی لاروی

در میزان طول عمر افراد بالغ حاصل از مرحله‌ی لاروی تیمار شده با دوز توصیه شده ( $F=4,14$ ,  $P=0/0001$ ),  $df=100/74$  و نصف دوز مزرعه‌ای ( $F=67/23$ ,  $df=67/23$ ) آفت‌کش‌ها بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. تیمار آبامکتین در دو دوز مذکور به ترتیب به میانگین طول عمر ۲/۱۳ و ۲/۵۷ روز منجر شد که کمترین میزان در بین تیمارها بود. بیشترین طول عمر نیز در تیمار فلوبندیامید به ترتیب ۳/۷۳ و ۴/۰۳ روز در دوز یاد

جدول ۲- میانگین تعداد تخم‌های پارازیت شده به ازای هر فرد ماده نسل F<sub>0</sub> زنبور *T. evanescens* از مراحل نابالغ (لارو، پیش شفیره و شفیره) تیمار شده با غلظت‌های توصیه شده‌ی مزرعه‌ای و یا نصف غلظت مزرعه‌ای حشره‌کش‌های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی پرید و فلوبندیامید.

Table 2. Mean number of parasitized eggs per female of *T. evanescens* F<sub>0</sub> from immature stages (larva, prepupae and pupae) treated with RD or HRD of abamectin, emamectin benzoate, acetamiprid and flubendiamide

Treatment (تیمار)	Larva RD (مرحله لاروی غلظت توصیه شده)	Larva HRD (مرحله لاروی نصف غلظت توصیه شده)	Prepupae RD (مرحله پیش‌شفیره غلظت توصیه شده)	Prepupae HRD (مرحله پیش‌شفیره نصف غلظت توصیه شده)	Pupae RD (مرحله شفیره غلظت توصیه شده)	Pupae HRD (مرحله شفیره نصف غلظت توصیه شده)
Abamectin (آبامکتین)	11.37±0.64 <sup>a</sup>	13.73±1.54 <sup>a</sup>	12.17±1.07 <sup>a</sup>	14.00±1.15 <sup>a</sup>	10.1±1.13 <sup>a</sup>	11.13±1.48 <sup>a</sup>
Emamectin benzoate (امامکتین بنزوات)	14.47±1.07 <sup>b</sup>	15.60±1.1 <sup>a</sup>	16.10±1.13 <sup>ab</sup>	17.73±1.12 <sup>a</sup>	13.00±1.07 <sup>a</sup>	14.87±1.49 <sup>a</sup>
Acetamiprid (استامیپرید)	24.10±0.91 <sup>c</sup>	25.07±1.07 <sup>b</sup>	25.5±1.50 <sup>b</sup>	27.80±0.95 <sup>b</sup>	23.10±1.67 <sup>b</sup>	24.73±1.39 <sup>b</sup>
Flubendiamide	32.57±0.98 <sup>d</sup>	33.13±1.67 <sup>c</sup>	30.23±1.30 <sup>c</sup>	30.80±1.67 <sup>b</sup>	27.43±1.07 <sup>b</sup>	29.27±1.27 <sup>b</sup>
Control (شاهد)	35.67±1.1 <sup>e</sup>	35.67±1.1 <sup>c</sup>	34.93±1.26 <sup>d</sup>	34.93±1.26 <sup>c</sup>	36.10±1.93 <sup>c</sup>	36.10±1.93 <sup>c</sup>

\* عدد به دست آمده برای هر ستون برابر با میانگین تکرار ± خطای استاندارد می باشد. میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص گردیده‌اند در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌دار دارند.

\* The number obtained for each column is equal mean±SE. means in a columns followed by different letters are significantly different.

در میزان طول عمر افراد بالغ حاصل از مرحله‌ی شفیرگی تیمار شده با دوز توصیه شده (P=۰/۰۰۰۱, F=۴,۱۴, =۴,۱۴, P=۰/۰۰۰۱) و نصف دوز مزرعه‌ای (F=۹۲/۹۲df, =۴,۱۴, P=۰/۰۰۰۱) و شاهد اختلاف معنی‌داری (F=۶۷/۴۵df) بین همه‌ی تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بین میزان طول عمر در دو دوز مذکور در دو تیمار آبامکتین و امامکتین بنزوات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین میزان طول عمر در تیمار آبامکتین به ترتیب با ۲/۰۳ و ۲/۲۳ روز و بیشترین آن در تیمار با فلوبندیامید به ترتیب با ۳/۹۳ و ۴/۲۳ روز مشاهده شد (جدول ۳).

۵- تاثیر آفت‌کش‌ها روی نسبت جنسی نسل F<sub>1</sub> تیمار در مرحله‌ی لاروی

در میزان نسبت جنسی افراد بالغ حاصل از مرحله‌ی لاروی تیمار شده با دوز توصیه شده (P=۰/۰۰۷, =۴,۱۴, =۰/۰۱) و نصف دوز توصیه شده مزرعه‌ای (F=۶/۶۵df, =۰/۰۱)

شده مشاهده شد که با شاهد اختلاف معنی‌دار داشت. بین تیمارهای امامکتین بنزوات و استامیپرید از این نظر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۳).

تیمار در مرحله‌ی پیش شفیرگی

در میزان طول عمر افراد بالغ حاصل از مرحله‌ی پیش شفیرگی تیمار شده با دوز توصیه شده (P=۰/۰۰۰۱, =۴,۱۴, =۴,۱۴, P=۰/۰۰۰۱) و نصف دوز مزرعه‌ای (F=۸۶/۸۴df, =۴,۱۴, P=۰/۰۰۰۱) و شاهد اختلاف معنی‌داری (F=۹۲/۰۵df) بین همه‌ی تیمارها و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. میزان طول عمر در تیمارهای آبامکتین و امامکتین بنزوات اختلافی نداشتند. کمترین میزان طول عمر در تیمار با آبامکتین به ترتیب در دوزهای مذکور ۲/۱ و ۲/۲۳ روز و بیشترین آن در تیمار با فلوبندیامید به ترتیب ۴/۰ و ۴/۳ روز مشاهده شد (جدول ۳).

تیمار در مرحله‌ی شفیرگی

۰/۵۳ و ۰/۵۴ مشاهده شد. بین تیمارهای آبامکتین و امامکتین بنزوات اختلاف معنی دار نبود (جدول ۴).

۰/۳۹ و ۰/۴۱ و بیشترین آن در تیمار با فلونبندامید به ترتیب

جدول ۳- میانگین طول عمر (روز) حشرات کامل ماده نسل F<sub>0</sub> زنبور *T. evanescens* از مراحل نابالغ (لارو، پیش شفیره و شفیره) تیمار شده با غلظت‌های توصیه شده‌ی مزرعه‌ای و یا نصف غلظت مزرعه‌ای حشره‌کش‌های آامکتین، امامکتین بنزوات، استامی پرید و فلونبندامید.

Table 3. Mean longevity (day) of female *T. evanescens* in F<sub>0</sub> after treatment at immature stages (larva, prepupae and pupae) with RD or HRD of abamectin, emamectin benzoate, acetamiprid and flubendiamide.

Treatment (تیمار)	Larva RD (مرحله لاروی غلظت توصیه شده)	Larva HRD (مرحله لاروی نصف غلظت توصیه شده)	Prepupae RD (مرحله پیش- شفیره غلظت توصیه شده)	Prepupae HRD (مرحله پیش‌شفیره نصف غلظت توصیه شده)	Pupae RD (مرحله شفیره غلظت توصیه شده)	Pupae HRD (مرحله شفیره نصف غلظت توصیه شده)
Abamectin آبامکتین	2.13±0.12 <sup>a</sup>	2.57±0.18 <sup>a</sup>	2.1±0.17 <sup>a</sup>	2.33±0.14 <sup>a</sup>	2.03±0.14 <sup>a</sup>	2.23±0.15 <sup>a</sup>
Emamectin benzoate امامکتین بنزوات	2.63±0.18 <sup>ab</sup>	2.77±0.14 <sup>ab</sup>	2.4±0.15 <sup>a</sup>	2.6±0.11 <sup>a</sup>	2.17±0.12 <sup>a</sup>	2.37±0.20 <sup>a</sup>
Acetamiprid استامیپرید	3.00±0.11 <sup>b</sup>	3.3±0.21 <sup>b</sup>	3.2±0.11 <sup>b</sup>	3.4±0.17 <sup>b</sup>	3.13±0.18 <sup>b</sup>	3.37±0.18 <sup>b</sup>
Flubendiamide فلونبندامید	3.73±0.18 <sup>c</sup>	4.03±0.18 <sup>c</sup>	4.00±0.17 <sup>c</sup>	4.3±0.11 <sup>c</sup>	3.93±0.14 <sup>c</sup>	4.23±0.17 <sup>c</sup>
Control شاهد	6.30±0.21 <sup>d</sup>	6.30±0.21 <sup>d</sup>	5.8±0.17 <sup>d</sup>	5.8±0.17 <sup>d</sup>	6.00±0.23 <sup>d</sup>	6.00±0.23 <sup>d</sup>

\* عدد به دست آمده برای هر ستون برابر با میانگین تکرار ± خطای استاندارد می باشد. میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص گردیده‌اند در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی دار دارند.

\* The number obtained for each column is equal mean±SE. means in a columns followed by different letters are significantly different.

#### تیمار در مرحله‌ی شفیرگی

در میزان نسبت جنسی افراد بالغ حاصل از مرحله‌ی شفیرگی تیمار شده با دوز توصیه شده (P=۰/۰۰۱, F=۴,۱۴, =۳/۸۱, df=۴,۱۴, P=۰/۰۳) و نصف دوز (F=۱۱/۹۴, df=۳/۸۱, P=۰/۰۳) اختلاف معنی دار مشاهده شد. کمترین میزان نسبت جنسی در تیمار آبامکتین به ترتیب با ۰/۴۲ و ۰/۴۶ و بیشترین آن در تیمار با فلونبندامید به ترتیب با ۰/۵۳ و ۰/۵۵ مشاهده شد. تیمارهای آبامکتین و امامکتین بنزوات اختلاف معنی داری نداشتند. بین تیمارهای استامیپرید و فلونبندامید نیز اختلافی مشاهده نشد (جدول ۴).

#### تیمار در مرحله‌ی پیش شفیرگی

در میزان نسبت جنسی افراد بالغ حاصل از مرحله‌ی پیش‌شفیرگی تیمار شده با دوز توصیه شده (P=۰/۰۰۱, F=۱۲/۴۰, df=۴,۱۴, P=۰/۰۰۱) و نصف دوز مزرعه‌ای (P=۰/۰۰۱, F=۱۰/۳۶, df=۴,۱۴, P=۰/۰۰۱) اختلاف معنی دار بود. کمترین میزان نسبت جنسی در تیمار با آبامکتین به ترتیب با ۰/۳۷ و ۰/۴ روز و بیشترین آن در تیمار با فلونبندامید به ترتیب ۰/۵۴ و ۰/۵۵ روز در دوزهای مذکور مشاهده شد. آبامکتین با امامکتین بنزوات اختلاف معنی داری نداشت. استامیپرید و فلونبندامید نیز اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۴).



جدول ۴- میانگین نسبت جنسی ( $\pm$  SE) افراد بالغ نسل F<sub>1</sub> زنبور *T. evanescens* از مراحل نابالغ (لارو، پیش شفیره و شفیره) تیمار شده با غلظت‌های توصیه شده مزرعه‌ای و نصف غلظت توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی پرید و فلوبندیامید.

Table 4. Mean  $\pm$  SE of sex ratio of adult *T. evanescens* F<sub>1</sub> from immature stages (larva, prepupae and pupae) treated to RD and HRD of abamectin, emamectin benzoate, acetamiprid and flubendiamide.

Treatment (تیمار)	Larva RD (مرحله لاروی غلظت توصیه شده)	Larva HRD (مرحله لاروی نصف غلظت توصیه شده)	Prepupae RD (مرحله پیش- شفیره غلظت توصیه شده)	Prepupae HRD (مرحله پیش‌شفیره نصف غلظت توصیه شده)	Pupae RD (مرحله شفیره غلظت توصیه شده)	Pupae HRD (مرحله شفیره نصف غلظت توصیه شده)
Abamectin (آبامکتین)	0.39 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.41 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	0.37 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.40 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.42 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	0.46 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>
Emamectin benzoate (امامکتین بنزوات)	0.40 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup>	0.43 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	0.39 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.42 $\pm$ 0.01 <sup>ab</sup>	0.43 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.48 $\pm$ 0.01 <sup>ab</sup>
Acetamiprid (استامیپرید)	0.49 $\pm$ 0.03 <sup>bc</sup>	0.51 $\pm$ 0.01 <sup>ab</sup>	0.48 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	0.49 $\pm$ 0.04 <sup>bc</sup>	0.50 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.52 $\pm$ 0.03 <sup>abc</sup>
Flubendiamide (فلوبندیامید)	0.53 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>	0.54 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	0.54 $\pm$ 0.02 <sup>bc</sup>	0.55 $\pm$ 0.02 <sup>cd</sup>	0.53 $\pm$ 0.02 <sup>bc</sup>	0.55 $\pm$ 0.04 <sup>bc</sup>
Control (شاهد)	0.57 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	0.57 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.59 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	0.59 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>	0.58 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	0.58 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>

\* عدد به دست آمده برای هر ستون برابر با میانگین تکرار  $\pm$  خطای استاندارد می باشد. میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص گردیده‌اند در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌دار دارند.

\* The number obtained for each column is equal mean $\pm$ SE. means in a columns followed by different letters are significantly different.

## بحث

نسبت به مرحله‌ی بالغ این پارازیتوئیدها در برابر آفت‌کش‌ها دارند. با این وجود پوسته‌ی تخم میزبان نیز برای بعضی از آفت‌کش‌ها حفاظت کافی ایجاد نمی‌کند و اثرات زیان بار آنها ظاهر می‌گردد. حساسیت مراحل نابالغ (لارو، پیش شفیره و شفیره) نیز در بین گونه‌ها و جمعیت‌های مختلف نسبت به آفت‌کش‌های مختلف و حتی غلظت‌های به کار رفته متغیر می‌باشد (Ksentini et al., 2010).

اختلافات بین تاثیر آفت‌کش‌ها ممکن است به دلیل اختلافات در ویژگی‌های فیزیوشیمیایی آنها مثل وزن مولکولی (آبامکتین (۱۷۳۲/۱۵ g/mol)، امامکتین بنزوات (۸۸۸/۱۳ g/mol)، استامی پرید (۲۲۲/۷ g/mol) و فلوبندیامید (۶۸۲/۳۹ g/mol)) و همچنین خاصیت چربی دوستی یا log kow (آبامکتین، امامکتین بنزوات، فلوبندیامید و استامی پرید به ترتیب ۴/۴، ۵، ۴/۲ و ۰/۸) آن‌ها باشد. حتی نحوه‌ی فرمولاسیون آفت‌کش‌ها (مثلا وجود

مطالعه‌ی حاضر به روشنی نشان داد که آبامکتین و امامکتین بنزوات در دو دوز توصیه شده‌ی مزرعه‌ای و نصف دوز آن در بعضی از مراحل رشدی پارازیتوئید *Trichogramma evanescens* دارای اثرات زیان بار بوده و میزان ظهور، نسبت جنسی، پارازیتیسم و طول عمر را در نسل‌های بعدی پارازیتوئید تحت تاثیر قرار می‌دهند. دو آفت‌کش استامیپرید و فلوبندیامید اثرات زیان بار کمتری روی پارازیتوئید داشتند.

مطالعات متعدد نشان داده که حشرات کامل زنبورهای تریکوگراما حساس‌ترین مرحله‌ی زندگی آنها در برابر آفت‌کش‌ها محسوب می‌شود (Sidi et al., 2013). ولی از آنجا که مراحل نابالغ تریکوگراما درون تخم‌های میزبان سپری می‌شوند پوسته‌ی تخم میزبان برای آنها به عنوان محافظ عمل کرده و از این رو مراحل نابالغ مقاومت بیشتری

بنزوات و استامی پرید در مرحله‌ی پیش شفیرگی زنبور مشاهده شد.

یافته‌های تحقیقاتی دیگر محققین (Carvalho et al., 2003; Sheng et al., 2009; Khan and Ruberson, 2017; Sheng et al., 2014) درباره تاثیر منفی آبامکتین روی میزان ظهور، پارازیتسم، طول عمر و نسبت جنسی افراد بالغ حاصل از تیمار مراحل نابالغ گونه‌های تریکوگراما *T. pretiosum* و *T. evanescens* با غلظت‌های توصیه شده مزرع‌ای، با نتایج تحقیق حاضر تشابه دارد. انجام مطالعه روی مراحل نابالغ گونه‌های مختلف *T. chilonis* و *T. brassicae* با دوز توصیه شده‌ی مزرع‌ای آبامکتین بنزوات توسط محققان دیگر نیز نشان داده که این آفت کش تاثیر زیان‌آوری بر میزان خروج، بقا و زادآوری افراد بالغ حاصل دارد (Sattar et al., 2011; Hussain et al., 2012; Parsaeyan et al., 2017; Ghazzagh, 2016) این نتایج با نتایج ما همسو می‌باشند.

نتایج مطالعات آزمایشگاهی دیگر محققان نیز نشان داده که دوز توصیه شده‌ی مزرع‌ای استامی پرید روی مراحل نابالغ *T. evanescens* سمیت کمی برای همه‌ی مراحل رشدی زنبور پارازیتوئید دارد و طول عمر و میزان ظهور حشرات کامل را به میزان کمتری تحت تاثیر قرار می‌دهد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Sheng et al., 2014).

همچنین نتایج پژوهش‌های محققان مختلف روی گونه‌های مختلف تریکوگراما *T. brassicae*، *T. pretiosum* و *T. chilonis* نشان داده که تیمار با فلوبندیامید نسبت به سایر آفت کش‌ها تاثیر کمتری روی میزان ظهور، طول عمر، نسبت جنسی و پارازیتسم دارد که با نتایج این تحقیق تشابه دارد (Paiva et al., 2018; Ghazzagh, 2016; Sattar et al., 2011; Hussain et al., 2012; Carvalho et al., 2005; Rezende et al., 2005; Madhusudhanan et al., 2014).

این مطالعه نشان داد که فلوبندیامید و در درجه دوم استامی پرید از نظر میزان کاهش پارازیتسم و تغییر نسبت جنسی و کاهش طول عمر در مقایسه با دیگر آفت کش‌های مورد آزمایش اثر زیان بار کمتری بر زنبور داشته اند از این

لوفنورون در امامکتین بنزوات) و همچنین نحوه‌ی تاثیرشان (آبامکتین و امامکتین بنزوات تشدید کننده تاثیر گابا-استامی پرید، اختلال در عمل گیرنده‌های استیل کولین-فلوبندیامید، تاثیر روی کانال کلسیم)، خصوصیات تخم میزبان و حتی دوام آفت کش‌های مورد بررسی نیز در این زمینه موثرند (Costa et al., 2014) کاهش بیشتر ظهور هنگامی که مرحله‌ی شفیرگی زنبور با آبامکتین تیمار شده را می‌توان به فاصله کوتاه مرحله‌ی شفیرگی تا زمان ظهور حشره کامل و میزان بیشتر نهشت آفت‌کش روی پوسته تخم میزبان در هنگام خروج زنبور تریکوگراما ارتباط داد به نحوی که زنبور بالغ در زمان خروج با مقدار بیشتری از نهشت آفت‌کش در سطح تخم میزبان مواجه شده و تحت تاثیر آن قرار می‌گیرد (Ksentini et al., 2010). بیشترین کاهش ظهور حشرات کامل نسل F<sub>1</sub> در تیمار مرحله‌ی لاروی با اغلب ترکیبات حشره‌کش مورد آزمایش مشاهده شد هرچند در مورد آبامکتین بیشترین کاهش در تیمار مرحله‌ی پیش شفیرگی اتفاق افتاد. بیشترین تغییرات در نسبت جنسی افراد بالغ نسل یک در تیمار حشره‌کش‌های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی پرید در مرحله پیش‌شفیرگی صورت گرفت. اما در مورد فلوبندیامید تیمار در مراحل لاروی و شفیرگی چنین اثری را نشان داد. کلیه‌ی حشره-کش‌ها نسبت جنسی ماده‌های زنده مانده در جمعیت را به نرها کاهش دادند که این موضوع نشان دهنده‌ی حساسیت بیشتر ماده‌هاست و یا حتی با تاثیر روی گامت‌های ماده از ماده زایی زنبورها جلوگیری می‌کنند (Desneux et al., 2007). این اثر منفی عملکرد ماده‌ها را به عنوان عامل کنترل زیستی کاهش می‌دهد زیرا کنترل آفت مربوط به ماده‌هاست. در میزان پارازیتسم افراد بالغ نسل یک بیشترین کاهش در تیمار امامکتین بنزوات در مرحله لاروی مشاهده شد. در مورد آبامکتین، استامی پرید و فلوبندیامید به ترتیب شفیره، لارو و شفیره مراحل نابالغ حساسی بودند که تیمار آن‌ها به کاهش شدیدتر پارازیتسم انجامید. بیشترین کاهش در طول عمر افراد بالغ نسل یک در تیمار آبامکتین، امامکتین

تشکر و سپاسگزاری  
امکانات این تحقیق از طریق معاونت پژوهشی  
دانشگاه تهران و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و  
منابع طبیعی استان مرکزی فراهم شده که بدینوسیله  
سپاسگزاری می شود.

رو می توان با رعایت نکات فنی در مورد رعایت غلظت  
توصیه شده و همچنین فاصله‌ی زمانی مناسب بین سمپاشی  
تا رهاسازی، که در مورد فلوبندیامید و استامی پرید حدودا  
پنج روز تعیین شده (Ashtari et al., 2018) اقدام به  
رهاسازی زنبورهای تریکوگراما نمود.

#### منابع

- Abbott, WS, 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Ashtari, S, Sabahi Q and Talebi jahromi KH, 2018. Evaluation of toxicity of some biocompatible insecticides on *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens* under laboratory and semi-field conditions. *Journal of Crop Protection*, 7 (4): 459-469.
- Bartlett BR, 1964. Integration of Chemical and Biological Control. In: DeBach P. (ed.) *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Chapman and Hall, New York, NY; p489-511.
- Barrientos, ZR, Apablaza HJ, Norero SA, Estay PP, 1998. Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). *Cienc Investig Agrar*. 25:133-7.
- Carvalho GA, Rezende DT, Moura AP, Moscardini VF, Lasmar O and Souza JR, 2005. Selectivity of flubendiamide, a new insecticide used to control tomato pests in Brazil to *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae). *Egg Parasit. News, IOBC*. 17.
- Carvalho, GA, Reis PR, Rocha LCD, Moraes JC, Fuini LC and Ecole CC, 2003. Side-effects of insecticides used in tomato fields on *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Acta Sci*. 25: 275-279.
- Costa MA, Muscardini VF, Gontijo PDC, Carvalho GA, Oliveira RLD and Oliveira HND, 2014. Sub lethal and transgenerational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi*. *Ecotoxicology*, Springer.
- Croft BA, 1990. *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. John Wiley & Sons, New York, NY.
- Das, SK., Mukherjee, I., Roy, A. 2017. Flubendiamide as New Generation Insecticide in Plant Toxicology: A Policy Paper. *Advances in Clinical Toxicology*. 2:100-122.
- Desneux N, Decourtype A, Delpuech JM, 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52: 81-106.
- Fisher, M, Mrozk H, 1989. Chemistry. In: champbell, W.C.(ed). *Ivermectin and abamectin*. Springer, NY, USA. p.1-23. Ghazzagh, M. 2016. Effects of two insecticides proclimfit and flubendiamid on biological parameters of *Trichogramma brassicae* in laboratory conditions, Msc thesis, agricultural entomology, Gorgan University, 89 pp.

- Ghazzagh M, 2016. Effects of two insecticides of proclimfit and flubendiamide on biological parameter of *Trichogramma brassicae* in laboratory conditions, Thesis MSc, University of Gorgan, 89 pp.
- Hassan SA, 1998. The initiative of The IOBC/WPRS working group on pesticides and beneficial organisms *In: Ecotoxicology, Pesticides and beneficial organisms.*(Eds: Haskell, P.T. and McEwen,P.) Kluwer Academic Publishing, pp22-56.
- Hussain D, Ali A, Mushtaq-Ul-Hassan, M, Ali S, Saleem, M and Nadeem S, 2012. Evaluation of toxicity of some new insecticides against egg parasitoid *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pakistan Journal Zoology*, 44: 1123-1127.
- Hewa-Kapuge S, Dougall SM, and Hoffmann A, 2003. Effects of methoxyfenozide, indoxacarb, and other insecticides on the beneficial egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and field conditions. *Journal of Economic Entomology*, 96(4): 1083-1090
- Khan MA and Ruberson JR, 2017. Lethal effects of selected novel pesticides on immature stages of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pest Management Science*, 73: 2465-2472.
- Knutson A, 2005. The *Trichogramma* manual, The Texas A& M University System. <http://insects.tamu.edu/extension/bulletins/b-6071.html>.
- Ksentini I, Jardak T and Zeghal N, 2010. *Bacillus thuringiensis*, deltamethrin and spinosad side-effects on three *Trichogramma* species, *Bulletin of Insectology*, 63(1):31-37.
- Madhusudhanan E., Krishnamoorthy SV, and Kuttalam S, 2014. Toxicity of Flubendiamide 20 Wg against Egg Parasitoid, *Trichogramma chilonis* (Ishii). (*Hymenoptera: Trichogrammatidae*) under Laboratory Conditions, *Journal of Biological Control*. 28(3):409-411.
- Mistretta P, and Patrick R D, 2010. Emamectin benzoate Human Health and Ecological Risk Assessment FINAL REPORT." SESA, USDA Forest Services.
- SPSS Inc. 2007. SPSS for Windows, Version 16.0. Chicago, SPSS Inc.
- Paiva ACR, Beloti VH and Yamamoto PT, 2018. Sublethal effects of insecticides used in soybean on the parasitoid *Trichogramma pretiosum*. *Ecotoxicology*. 28(4): 448-456. DOI: 10.1007/S10646-018-1909-5.
- Parsaeyan E, Safavi SA, Saber M, and Poorjavad N, 2017. Effects of emamectin benzoate and cypermethrin on the demography of *Trichogramma brassicae*. *Crop Protection*, 1-6.
- Poorjavad N, Goldansaz SH, Dadpour H, and Khajeali J, 2014. Effect of essential oil on some biological and behavioral traits of *Trichogramma embryophagum* and *T. evanescens*, *Biocontrol*, 59:403-413.
- Prattisoli D and Parra RP, 2001. Selection of strains of *Trichogramma pretiosum* to control the *Tuta absoluta*, *Neotropical Entomology*, 30(2): 277-282.
- Rezende DT, Carvalho GA, Moura AP, Moscardini, VF, Souza JR and Lasmar O, 2005. Side effects of some pesticides used in maize crops in Brazil to the egg parasitoid *Trichogramma atopovirilia* (Oatman & Platner) (Hym., Trichogrammatidae). *Egg Parasitoid News, IOBC*. 17.

- Ruberson JR, Nemoto H, and Hirose, Y. 1998. Pesticides and Conservation of Natural Enemies in Pest Management. In: Barbosa P. (ed.) Conservation Biological Control. Academic Press, San Diego, CA, p 207-220.
- Sattar Sh, Saljoqi AR, Arif M, Sattar H and Qazi JI, 2011. Toxicity of some new insecticides against *Trichogramma chilonis* under laboratory and extended laboratory condition, Pakistan Journal Zoology, vol,43(6),1117-1125.
- Sheng Z.J, Li LM, Jing W and Shu Q, 2014. Toxicity and safety evaluation of five insecticides on egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* westwood. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 17(4):715-720.
- Sheng ZJ, Li LM, Jing W, and Shu Q, 2009. Toxicity of abamectin on different developmental stages of *Trichogramma evanescens* Westwood and effects on its population dynamics. Acta Ecologica Sinica, 29(9):4738-4744.
- Sidi MB, Islam MdT, Ibrahim Y and Dzolkhifli O, 2013. Effect of azadirachtin and rotenone on *Trichogramma papilionis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Journal of Food Agriculture and Environmental 2:1509-1513.
- Siqueira HAA, Guedes RNC, Fragoso DB, and Magalhaes LC, 2001. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). International Journal of Pest Management. 47:247-251.
- Stark JD and Banks J E, 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. Annual Review of Entomology, 48, 505-519.
- Sterk G, Hassan S A, Baillod M, Bakker F, Bigler F, Blümel S and Calis JNM, 1999. Results of the seventh joint pesticide testing program carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. BioControl, 44(1), 99-117.
- Vianna UR, Pratisoli D, Zanuncio JC, Lima ER, Brunner J, Pereira FF, and Serrao JE, 2009. Insecticide toxicity to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) females and effect on descendant generation. Ecotoxicology, 18: 180–186.
- Yamada T, Takashi H, and Hatano R, 1999. A novel insecticide, Acetamiprid, in Nicotinoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine Receptor (Yamamoto, I. and Casida, J., eds.), Springer-Verlag, Tokyo, Japan, pp. 149–176.
- Zappala L, Bernardo U, Biondi A, Cocco A, Deliperi S, Delrio G, Giorgini M, Pedata P, Rapisarda C, Tropea Garzia G, and Siscaro G, 2012. Recruitment of native parasitoids by the exotic pest *Tuta absoluta* in Southern Italy. Bulletin of Insectology, 65:51-61.

## Effects of Four Insecticides on Immature Stages of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Egg Parasitoid of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae)

S Ashtari<sup>1\*</sup>, G Sabahi<sup>2</sup> and K Talebi Jahromi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department, of Plant Protection Research Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Arak, Iran.

<sup>2</sup>Associate and Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

\*Corresponding author: aroya95@gmail.com

Received: 25 September 2019

Accepted: 11 April 2020

### Abstract

The effects of the recommended dose (RD) and half of recommended dose (HRD) of four insecticides, abamectin, emamectin benzoate, acetamiprid and flubendiamide, were studied on different immature stages of *Trichogramma evanescens*, egg parasitoids of tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Parasitized eggs of the Angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae), were treated by the dipping method at the larval, prepupal, or pupal stages of the parasitoid. Cards containing 140 parasitized eggs of *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) were dipped into RD and HRD solutions of the insecticides for 10 seconds at each developmental stage of the parasitoid. Bioassay was performed only for immature stages of F<sub>0</sub> generation. Reduction in emergence rate, parasitism rate and longevity of F<sub>0</sub> generation as well as reduction in emergence rate and sex ratio of F<sub>1</sub> generation were determined. Acetamiprid and flubendiamide were harmless at pupal stage, abamectin, emamectin benzoate and acetamiprid were slightly harmful but flubendiamide was harmless in regards of the emergence rate of the generation F<sub>1</sub>. Flubendiamide was the only insecticide with no significant difference on sex ratio compared to control. Both concentrations of abamectin and emamectin benzoate were slightly harmful and flubendiamide was harmless in terms of the rate of emergence and parasitism at the generation F<sub>0</sub> in all developmental stages. In general, abamactin and flubendiamide in both generations were in slightly harmful and harmless groups, respectively.

**Keyword:** Non lethal effects, Parasitism, Longevity, Sex ratio.