Archive of SID

تحقیقات آفات گیاهی
۱۳۹۸ -۹ (۴): ۱۱-۲۳

تاثیر غلظت توصیه شده مزرعه‌ای سه حشره‌کش مختلف روی فراسنجه‌های جدول زندگی زنبور پارازیتوئید *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae) در شرایط آزمایشگاهی

فاطمه تابع بردبار[۱]، پرویز شیشه بر[۱]، معصومه ضیائی[۱*] و فریبا سهرابی[۲]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۳)

چکیده

کنترل شیمیایی یکی از متداول و پرکاربردترین روش‌های کنترل آفات می‌باشد. استفاده از کنترل شیمیایی همراه با سایر روش‌های کنترلی کم‌خطر مانند کنترل بیولوژیک در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات توصیه می‌شود. بنابراین، در این چارچوب یافتن حشره‌کش مناسب و زمان مناسب سم‌پاشی ضروری به نظر می‌رسد. در این مطالعه، سه مرحله مختلف رشدی زنبور *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) شامل لارو، پیش‌شفیره و شفیره با روش غوطه‌وری در معرض غلظت توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های دلتامترین، اسپیروترامرات و فلوپیرادیفورون قرار گرفتند. سپس، ویژگی‌های تولیدمثلی، زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی زنبور *T. evanescens* برآورد شد. در تخم‌های تیمار شده با دلتامترین در هر سه مرحله رشدی زنبور *T. evanescens* کاهش معنی‌دار باروری و طول دوره تخمریزی حشرات ماده زنبور پارازیتوئید مشاهده شد. تیمار مراحل لاروی و پیش‌شفیرگی زنبور *T. evanescens* با اسپیروتترامات و فلوپیرادیفورون تاثیر معنی‌داری بر نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) و نرخ خالص تولیدمثل (R_0) نداشت. در صورتی‌که شفیره حساس‌ترین مرحله رشدی زنبور پارازیتوئید بوده و در صورت مواجه با هر سه حشره کش، همه فراسنجه‌های جدول زندگی تحت تأثیر قرار گرفتند. نتایج این پژوهش حاکی از سازگاری نسبی اسپیروترامات و فلوپیرادیفورون با زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* است. با این حال، برای تأیید نتایج، آزمایش‌هایی برای ارزیابی تأثیر حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی *T. evanescens* در شرایط مزرعه‌ای مورد نیاز است.

واژه‌های کلیدی: اسپیروتترامات، جدول زندگی، دلتامترین، پارازیتوئید، فلوپیرادیفورون

* نویسنده مسئول: m.ziaee@scu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پارازیتوئیدها گروهی از دشمنان طبیعی هستند که به عنوان مهم‌ترین عامل کنترل بیولوژیک آفات محسوب می‌شوند (Colmenarez *et al.*, 2018). زنبورهای پارازیتوئید تخم متعلق به خانواده تریکوگراماتیده[1] از مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک محسوب می‌شوند و به صورت گسترده علیه چندین آفت از راسته بال‌پولکداران[2] به کار گرفته می‌شوند (Li, 1994). در حال حاضر گونه‌های مختلف زنبور تریکوگراما به صورت تجاری پرورش یافته و در کشورهای چین، کلمبیا، ایالات متحده امریکا، کشورهای مختلف اروپایی و هندوستان مورد استفاده قرار می‌گیرند (Smith, 1994;Wajnberg and Hassan, 1994). رهاسازی انبوه زنبورهای تریکوگراما در بعضی گیاهان از قبیل نیشکر، گندم، ذرت و کلم در چندین کشور شامل چین، سوئیس، کانادا و شوروی سابق خسارت آفات بال‌پولکدار را به میزان ۷۷-۹۲ درصد کاهش داده است (Li,1994; Parra, 2010).

جنس *Trichogramma* مهم‌ترین و فراوان‌ترین جنس از خانواده تریکوگراماتیده بوده که بیش‌ترین نقش را در کنترل بیولوژیک نسبت به سایر جنس‌های این خانواده دارد (Pinto, 2006; Jalali *et al.*, 2016). تاکنون ۱۴ گونه زنبور از خانواده تریکوگراماتیده از نقاط مختلف ایران جمع‌آوری و گزارش شده است (Modarres Aval, 2012). در طول دهه‌های اخیر، استفاده از زنبورهای تریکوگراما بسیار مورد استقبال قرار گرفته و از گونه‌های مختلف زنبور تریکوگراما برای کنترل بیولوژیک بال‌پولک‌دارانی شامل *Helicoverpa armigera* Hubner (Iranipour *et al.*, 2010)، *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Farrokhi *et al.*, 2010)، *Tuta absoluta* (Meyrick) (Ahmadipour *et al.*, 2015)، *Chilo suppressalis* Walker (Majidi-Shilsar, 2017) و کرم سیب (*Carpocapsa pomonella* (L.)) (Ebrahimi *et al.*, 1998) و غیره استفاده شده است.

کنترل شیمیایی آفات یکی از عناصر جدایی ناپذیر مدیریت تلفیقی آفات[3] (IPM) برای کاهش جمعیت محسوب می‌شود و در عین حال نقش مهم و اساسی دشمنان طبیعی در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی را نمی‌توان نادیده گرفت (Saber *et al.*, 2005). بیشتر آفت‌کش‌های شیمیایی با عوامل کنترل بیولوژیکی سازگار نیستند و حتی غلظت‌های توصیه شده مزرعه‌ای و غلظت‌های زیرکشنده از آفت‌کش‌ها به غیر از تاثیرات سوء مستقیم روی فیزیولوژی، ویژگی‌های زیستی، تولیدمثلی، رفتاری روی دشمنان طبیعی (شکارگرها و پارازیتوئیدها)، دارای اثرات جانبی و مزمن بسیاری بوده و در نهایت سبب کاهش عملکرد زنبور پارازیتوئید در نسل‌های بعد می‌شود (Desneux *et al.*, 2007; Parsaeyan *et al.*, 2018). از تاثیرات منفی استفاده از آفت‌کش‌ها می‌توان به طغیان مجدد آفات هدف و ظهور آفات ثانوی در بیشتر اکوسیستم‌های زراعی و باغی اشاره کرد. این اختلالات اکولوژیک منجر به افزایش خسارت به محصولات، نیاز فزاینده به کاربرد آفت‌کش‌ها، بروز سریع‌تر مقاومت به آفت‌کش‌ها و آلودگی محیط زیست می‌شود (Pearsons and Tooker, 2017). بررسی منابع نشان می‌دهد که بررسی‌های متعددی برای ارزیابی اثرات غلظت‌های کشنده و زیر کشنده آفت‌کش‌های شیمیایی مختلف روی زنبورهای پارازیتوئید جنس *Trichogramma* انجام شده است (Suh, 2000; Saber *et al.*, 2004; Garcia *et al.*, 2006; Brugger *et al.*, 2010; Parsaeyan *et al.*, 2018). بررسی فراسنجه‌های جدول زندگی عوامل مختلف کنترل بیولوژیک شامل زنبورهای پارازیتویید در نسل بعد از در معرض قرارگیری با آفت‌کش می‌تواند برای ارزیابی اثرات جانبی آفت‌کش‌ها و توصیه آفت‌کش‌های کم خطرتر مفید و کاربردی باشد (Hamedi *et al.*, 2010; Saber, 2011; Rahmani and Bandani, 2013; Liang *et al.*, 2019). بنابراین، هدف این پژوهش بررسی ویژگی‌های تولیدمثلی، زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* در تیمار سه مرحله مختلف رشدی لارو، پیش‌شفیره و شفیره با

[1]. Trichogrammatidae
[2]. Lepidoptera
[3]. Integrated pest management

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های دلتامترین[1]، اسپیروتترامات[2] و فلوپیرادیفورون[3] می‌باشد. نتایج این پژوهش می‌تواند در توصیه حشره‌کش مناسب و زمان دقیق رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید مفید باشد.

مواد و روش‌ها

پرورش شب‌پره آرد

برای تشکیل کلنی، شب‌پره آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller)، تخم‌های این حشره از انسکتاریوم موعود اهواز، خوزستان تهیه شد. مواد غذایی به کار برده شده برای پرورش بید آرد شامل آرد گندم، سبوس و مخمر بود. مخلوط آرد و سبوس به نسبت ۳ به ۱ داخل ظروف پلاستیکی ریخته شده و سپس درون آون در دمای ۷۰ درجه به مدت ۹۰ دقیقه استریل شد. بعد از سرد شدن آرد به ازای هر ۱۰۰ گرم آرد، ۳ گرم مخمر به مخلوط اضافه شد. سپس ۰/۳ گرم تخم شب‌پره آرد به طور یکنواخت در زیر لایه‌ی نازکی از آرد پاشیده شد. به منظور پرورش حشرات از ظروف پلاستیکی مستطیل شکل به ابعاد ۸×۱۵×۱۵سانتی‌متر استفاده شد. درپوش این ظرف‌ها با توری‌های ریز پوشانده شد تا از خارج شدن حشرات جلوگیری به عمل آید. شرایط محیطی برای پرورش شب‌پره آرد دمای ۱ ± ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و دوره تاریکی در نظر گرفته شد.

جمع‌آوری و پرورش زنبور *T. evanescens*

در این مطالعه زنبور *T. evanescens* از طریق قرار دادن تخم‌های شب‌پره آرد (*E. kuehniella*) در نخیلات شهرستان خرمشهر جمع‌آوری شد. تخم‌های پارازیته شده پس از جمع‌آوری، به آزمایشگاه منتقل شدند. پارازیتوئیدهای خارج شده روی تخم شب‌پره آرد و در شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. نمونه سند[4] در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز نگهداری شد.

حشره‌کش‌های مورد آزمایش

حشره‌کش‌های مورد آزمایش در این پژوهش شامل حشره‌کش پیرتروئیدی دلتامترین 2.5% EC با نام تجاری Desis®، حشره‌کش ترونیک اسیدی اسپیروتترامات 240SC با نام تجاری Movento®، حشره‌کش بوتنولیدی فلوپیرادیفورون 200 SL با نام تجاری Sivanto® بودند. هر سه حشره‌کش از شرکت بایر (Bayer Crop Science) آلمان تهیه شدند. غلظت توصیه شده مزرعه‌ای دلتامترین ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام، اسپیروتترامات ۷۵۰ پی‌پی‌ام (Noorbakhsh, 2018) و فلوپیرادیفورون ۶۰۰ پی‌پی‌ام است (Jeschke *et al*., 2015).

زیست‌سنجی

آزمایش بر اساس روش صابر با کمی تغییر صورت گرفت (Saber, 2011). در ابتدا تعداد ۱۰± ۱۵۰ تخم شب پره آرد، *E. kuehniella* روی کارت کاغذی سفید رنگ چسبانده شدند. کارت‌های حاوی تخم به منظور پارازیتیسم، به مدت ۲۴ ساعت در اختیار ۱۰ عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده (سن کمتر از ۲۴ ساعت) قرار داده شد. بعد از ۲۴ ساعت، زنبورها توسط قلم‌موی نازک از روی تخم‌ها حذف شدند. سپس، محلول‌های حشره‌کش دلتامترین، اسپیروتترامات و فلوپیرادیفورون با غلظت توصیه شده مزرعه‌ای تهیه شدند. کارت‌های حاوی تخم‌های شب‌پره پارازیته شده به صورت جداگانه پس از ۳، ۶ و ۹ روز که بیانگر مرحله رشدی لارو، پیش‌شفیره و شفیره زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* بود (Saber, 2011)، در محلول حشره‌کش (به مدت ۵ ثانیه) به روش غوطه‌ورسازی در محلول‌های آماده‌شده از حشره‌کش‌ها قرار داده شدند. برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. آزمایش‌ها با ۴ تکرار انجام شد. در کل تعداد ۴۰ کارت حاوی تخم‌های شب‌پره پارازیته شده در آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. تخم‌ها در شرایط آزمایشگاه، به مدت ۲ ساعت روی کاغذ صافی خشک شدند. هر کارت تخم به لوله‌های شیشه‌ای (با قطر ۱ سانتی‌متر و طول ۱۰ سانتی‌متر) منتقل شده و دهانه لوله‌ها با توری مسدود شد و در شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه

[1]. Deltamethrin
[2]. Spirotetramat
[3]. Flupyradifurone
[4]. Voucher specimen

www.SID.ir

Archive of SID

سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. زنبورهای بالغ ۹ تا ۱۰ روز بعد از پارازیتیسم اولیه از تخم‌ها خارج شدند. پس از خروج حشرات کامل در هر تیمار مورد آزمایش، افراد نر و ماده در هر تیمار با یکدیگر جفت شده و هر جفت حشره به یک لوله آزمایش جدید (مشابه لوله‌های قبل) منتقل شدند. برای تغذیه زنبورها، از محلول آب عسل (۵۰ درصد) (Fontes *et al.*, 2018) که روی نوارهای کاغذی اضافه شده و روی دیواره داخلی لوله‌ها چسبانده شده بود، استفاده شد. تعداد ۴۰ تکرار شامل زنبورهای نر و ماده با عمر کمتر از ۲۴ ساعت برای هر تیمار در نظر گرفته شد. روزانه کارت‌های حاوی ۵ ± ۵۰ تخم شب‌پره آرد در اختیار هر جفت زنبور قرار گرفت. این کار تا زمان مرگ آخرین زنبور ماده ادامه یافت. تخم‌های مربوط به هر روز به لوله‌های آزمایش جداگانه‌ای منتقل شده و تا زمان مشاهده علائم پارازیتیسم (سیاه شدن تخم) نگهداری شدند و به این ترتیب میزان تخم‌ریزی روزانه‌ی هر جفت برای هر یک از تیمارهای مورد آزمایش ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

ویژگی‌های تولیدمثلی، زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی توسط روش چی توسط نرم‌افزار TWOSEX-MSChart محاسبه شدند و مقایسه میانگین توسط همان نرم افزار با آزمون Tukey–Kramer انجام شد (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988; Chi, 2016). میانگین و خطای استاندارد فراسنجه‌های جدول زندگی با استفاده از روش بوت‌استرپ[1] تخمین زده شد (Huang and Chi, 2012). به منظور ایجاد نتایج بوت‌استرپ با کمترین تغییرات از ۱۰۰,۰۰۰ تکرار در این مطالعه استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش بوت استرپ جفت شده (Paired bootstrap) استفاده شد. شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 رسم شدند.

نتایج

ویژگی‌های تولیدمثلی و زیستی محاسبه شده زنبور *T. evanescens* خارج شده از تیمار مرحله‌ی لارو، پیش‌شفیره و شفیره با حشره‌کش‌های دلتامترین، اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصله از این پژوهش نشان داد که در تیمار مرحله‌ی لاروی به ترتیب با حشره‌کش‌های دلتامترین (۸۹/۷۷ تخم) و اسپیروتترامات (۱۰۷/۴۳ تخم) باعث کاهش باروری زنبورهای ماده شدند، در صورتی‌که فلوپیرادیفون (۱۲۰ تخم) تاثیر منفی روی باروری نداشت. در تیمار مرحله پیش‌شفیره، تنها حشره‌کش دلتامترین به طور معنی‌داری باروری زنبورهای ماده را کاهش داد. در صورتی‌که در تیمار شفیره، هر سه حشره‌کش، باروری را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش دادند. طول عمر حشرات زنبور پارازیتوئید نیز تا حدودی تحت تاثیر حشره‌کش‌های مورد آزمایش قرار گرفت. به طوری‌که، دلتامترین در تیمار هر سه مرحله رشدی زنبور، اسپیروتترامات در تیمار مرحله رشدی پیش‌شفیره و شفیره و فلوپیرادیفون در تیمار مرحله رشدی لارو و شفیره به طور معنی‌داری باعث کاهش طول عمر زنبورهای پارازیتوئید شدند. طول دوره زیستی در تیمار هر سه مرحله رشدی زنبور تحت تاثیر هیچ یک از حشره‌کش‌ها قرار نگرفت و تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. نسبت جنسی در تیمار شاهد ۰/۸۲ به دست آمد، در صورتی‌که در همه مراحل رشدی زنبور شامل لارو ($F_{3,12}$ ۷۲/۲۷ =؛ $P< 0.001$)، پیش‌شفیره ($F_{3,12}$ =۶۳/۴۲؛ $P< 0.001$) و شفیره ($F_{3,12}$ = ۲۰۷/۵۶؛ $P< 0.001$) تیمار شده با هر سه حشره‌کش مقدار نسبت جنسی به طور معنی‌داری کاهش یافت. طول دوره تخم‌ریزی[2] در تیمار هر سه مرحله رشدی زنبور با دلتامترین به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد کاهش نشان داد. در صورتی که دو حشره‌کش اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون فقط در مرحله رشدی شفیره باعث کاهش طول دوره تخم‌ریزی شدند. فاصله‌ی بلوغ تا اولین تخم‌ریزی (APOP[3]) در همه تیمارهای مورد آزمایش صفر بود که نشانگر این است که حشره در تمام

[1]. Bootstrap procedure

[2]. Oviposition period

[3]. Adult preovipositional period (from eclusion to first oviposition)

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای مورد آزمایش به محض خروج از تخم، شروع به تخم-گذاری کرده است.البته این احتمال وجود دارد که طول این دوره کم‌تر از ۲۴ ساعت (یک روز) بوده است، ولی به‌دلیل این-که بازدیدها روزانه بوده است؛ در نتیجه مقادیر کم‌تر از ۲۴ ساعت ثبت نشده است. فاصله‌ی زمانی تخم تا شروع تخم‌ریزی (TPOP[1]) از جمله ویژگی‌هایی دیگری بود که تحت تاثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفت (جدول ۱). فراسنجه‌های جدول زندگی زنبورهای *T. evanescens* تفریخ‌شده از تیمار مرحله‌ی لارو، پیش‌شفیره و شفیره با حشره‌کش‌های دلتامترین، اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون در جدول ۲ نشان داده شده است.

نتایج نشان داد که نوع حشره‌کش و هم‌چنین مرحله‌ی رشدی مورد آزمایش بر فراسنجه‌های جدول زندگی پارازیتوئید مورد آزمایش اثر گذاشتند. دلتامترین در تیمار هر سه مرحله رشدی زنبور به طور معنی‌داری باعث کاهش نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) و نرخ خالص تولیدمثل (R_0) در مقایسه با شاهد شد.

در صورتی‌که اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون در تیمار مرحله لاروی و پیش‌شفیره تاثیر منفی روی فراسنجه‌های جدول زندگی نگذاشتند. طول دوره یک نسل (T) در تیمار مرحله لاروی تحت تاثیر تیمارهای مورد آزمایش قرار نگرفت و اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. در صورتی‌که در تیمار مرحله پیش‌شفیره، حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون و در تیمار مرحله شفیرگی هر سه حشره‌کش مورد آزمایش به طور معنی‌داری باعث کاهش طول دوره نسل زنبور شدند (جدول ۲).

جدول ۱- تاثیر حشره‌کش‌های دلتامترین، اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون در غلظت توصیه شده مزرعه‌ای روی ویژگی‌های تولیدمثلی و زیستی *Trichogramma evanescens*

Table 1. Effect of deltamethrin, spirotetramat and flupyradifurone at field recommended concentration on reproductive and biological characteristics of *Trichogramma evanescens*

Stage	Treatment	Fecundity (eggs)	Longevity (day)	Oviposition period (day)	Pre-adult developmental time (day)	Sex ratio	TPOP* (day)
	Control	158.35±1.75 ^{a}	18.79±0.11 ^{a}	8.11±0.09 ^{a}	9.97±0.02 ^{a}	0.82±0.017^{a}	9.99±0.06^{a}
Larvae	Deltamethrin	89.77±0.62^{c}	17.72±0.12^{b}	6.74±0.08^{b}	9.87±0.02^{a}	0.54±0.020^{c}	9.99±0.06^{a}
	Spirotetramat	107.43±0.61^{b}	18.92±0.14^{a}	7.21±0.09^{a}	9.94±0.01^{a}	0.73±0.011^{b}	9.95±0.06^{a}
	Flupyradifurone	120.02±0.07^{a}	17.87±0.10^{b}	7.28±0.10^{a}	9.97±0.02^{a}	0.74±0.012^{b}	9.94±0.05^{a}
Pre-pupae	Deltamethrin	87.17±0.63^{b}	17.69±0.11^{b}	6.74±0.05^{b}	9.83±0.06^{a}	0.45±0.025^{c}	9.97±0.06^{a}
	Spirotetramat	102.29±1.03^{a}	17.57±0.13^{b}	6.97±0. 07^{a}	9.90±0.01^{a}	0.65±0.016^{b}	9.91±0.04^{a}
	Flupyradifurone	104.63±0.64^{a}	17.75±0.12^{a}	6.80±0.08^{ab}	9.97±0.06^{a}	0.65±0.017^{b}	9.91±0.04^{a}
Pupae	Deltamethrin	49.97±0.68^{d}	16.92±0.14^{d}	5.80±0.06^{c}	9.80 ± 0.01^{a}	0.42±0.011^{c}	9.91±0.03^{a}
	Spirotetramat	76.45±1.09^{c}	17.57±0.12^{b}	6.57±0.09^{b}	9.87±0.03^{a}	0.62±0.008^{b}	9.90±0.05^{a}
	Flupyradifurone	83.88 ±0.63^{b}	17.14±0.16^{c}	6.57±0.09^{b}	9.92±0.05^{a}	0.66±0.017^{b}	9.88±0.05^{a}

Means within each column followed by different letters are significantly different (Posthoc tests, Tukey test, $P< 0.05$). Notes: *TPOP, total pre-ovipositional period (from egg to first oviposition).

[1]. Total preovipositional period (from egg to first oviposition)

www.SID.ir

Archive of SID

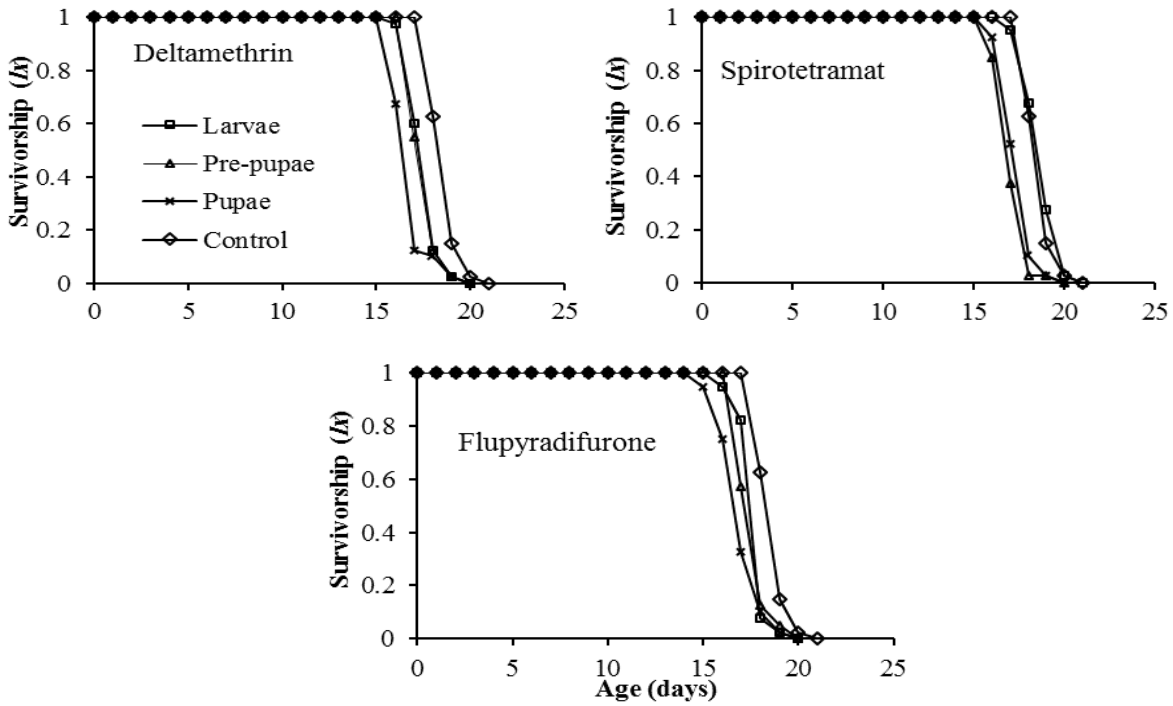
جدول ۲- تاثیر حشره‌کش‌های مختلف در غلظت توصیه شده مزرعه‌ای روی فراسنجه‌های جدول زندگی *Trichogramma evanescens*

Table 2. Effect of different insecticides used at field recommended concentration on life table parameters of *Trichogramma evanescens*

Stage	Treatment	*GRR* (offspring)	λ (day^{-1})	r (day^{-1})	R_0 (offspring)	T (days)
-	Control	142.84 ± 7.68 [a]	1.48 ± 0.03 [a]	0.3945 ± 0.004 [a]	142.50 ± 7.65 [a]	12.56 ± 0.07 [a]
Larvae	Deltamethrin	80.87 ± 4.30[b]	1.42 ± 0.02[b]	0.3563 ± 0.004[b]	80.79 ± 4.29[b]	12.33 ± 0.02[a]
	Spirotetramat	99.40 ± 4.50[a]	1.45 ± 0.06[a]	0.3737 ± 0.004[a]	99.36 ± 4.50[a]	12.30 ± 0.07[a]
	Flupyradifurone	105.22 ± 6.33[a]	1.46 ± 0.08[a]	0.3784 ± 0.005[a]	105.01 ± 6.30[a]	12.29 ± 0.06[a]
Pre-pupae	Deltamethrin	76.38 ± 4.60[b]	1.40 ± 0.03[b]	0.3519 ± 0.005[b]	76.28 ± 4.58[b]	12.31 ± 0.06[a]
	Spirotetramat	94.98 ± 4.42[a]	1.44 ± 0.05[a]	0.3703 ± 0.005[a]	94.61 ± 4.38[a]	12.28 ± 0.05[b]
	Flupyradifurone	94.23 ± 5.00[a]	1.45 ± 0.07[a]	0.3737 ± 0.005[a]	94.17 ± 5.00[a]	12.16 ± 0.07[b]
Pupae	Deltamethrin	44.99 ± 2.46[d]	1.36 ± 0.06[c]	0.3098 ± 0.004[c]	44.96 ± 2.45[c]	12.27 ± 0.07[b]
	Spirotetramat	63.14 ± 4.49[c]	1.40 ± 0.09[b]	0.3394 ± 0.006[b]	63.08 ± 4.67[b]	12.20 ± 0.06[b]
	Flupyradifurone	73.95 ± 4.52[b]	1.42 ± 0.07[b]	0.3530 ± 0.004[b]	73.39 ± 4.43[b]	12.15 ± 0.06[b]

Means within each column followed by different letters are significantly different (paired bootstrap test; $P< 0.05$).

نرخ زنده‌مانی در شکل ۱ نشان داده شده است. در مورد حشره کش‌های دلتامترین و فلوپیرادیفون، نرخ زنده‌مانی در تیمار شاهد به نسبت بقیه تیمارها بیشتر بود. در صورتی‌که درمورد اسپیروتترامات، نرخ زنده‌مانی در شاهد و تیمار مرحله رشدی لارو زنبور پارازیتوئید یکسان و بیشتر از تیمار مرحله‌های رشدی پیش‌شفیره و شفیره بود (شکل ۱).



شکل ۱- نرخ زنده‌مانی (*lx*) لارو، پیش‌شفیره و شفیره زنبور *Trichogramma evanescens* در معرض غلظت توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های مختلف

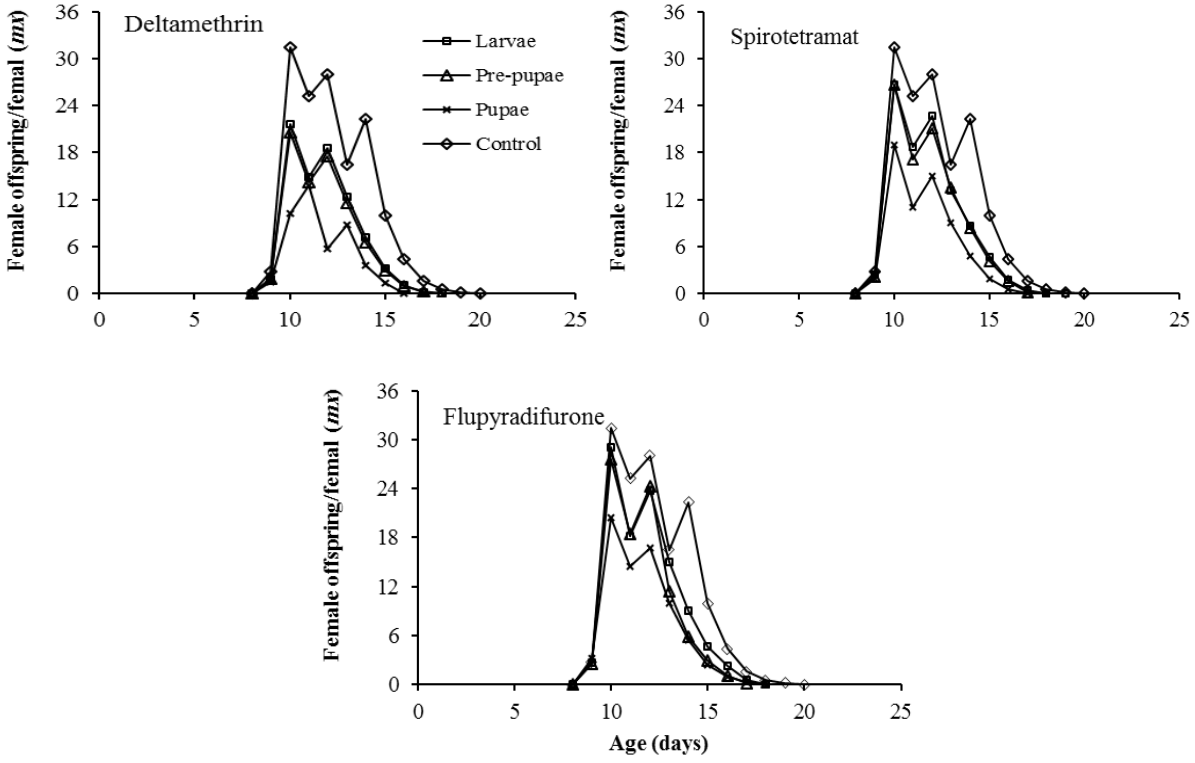
Figure 1. Survivorship (*lx*) of larvae, pre-pupae and pupae of *Trichogramma evanescens* exposed to field recommended concentration of different insecticides

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد زنبورهای ماده تولید شده در روز (m_x) در تیمارهای لارو، پیش‌شفیره و شفیره با غلظت توصیه شده مزرعه‌ای سه حشره‌کش دلتامترین، اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون در شکل ۲ نشان داده شده است. در هر سه حشره‌کش، تعداد زنبورهای ماده تولید شده در تیمار شاهد بیشتر بود. کمترین تعداد نتاج در زمان تیمار مرحله شفیرگی با هر سه حشره‌کش مشاهده شد (شکل ۲).

در شکل ۳، نمودار امید به زندگی ویژه سنی (e_{xj}) زنبور *T. evanescens* در مرحله‌ی لارو، پیش‌شفیره و شفیره تیمار شده با حشره‌کش‌های دلتامترین، اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون نمایش داده شده است. تعداد روزهایی که فرد در هر سن و مرحله زیستی قادر به زنده ماندن است را با منحنی امید به زندگی ویژه سنی- مرحله زیستی (e_{xj}) نشان می‌دهند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که بیشترین کاهش در امید به زندگی در تیمار مرحله لاروی در دو حشره‌کش دلتامترین و فلوپیرادیفون مشاهده شد. در تیمار مرحله پیش شفیرگی، هر سه حشره‌کش مورد استفاده باعث کاهش در امید به زندگی حشرات نسبت به شاهد شدند. در تیمار مرحله شفیرگی، دلتامترین و فلوپیرادیفون کاهش کمتری در امید به زندگی حشرات نسبت به شاهد و اسپیروتترامات نشان دادند (شکل ۳).

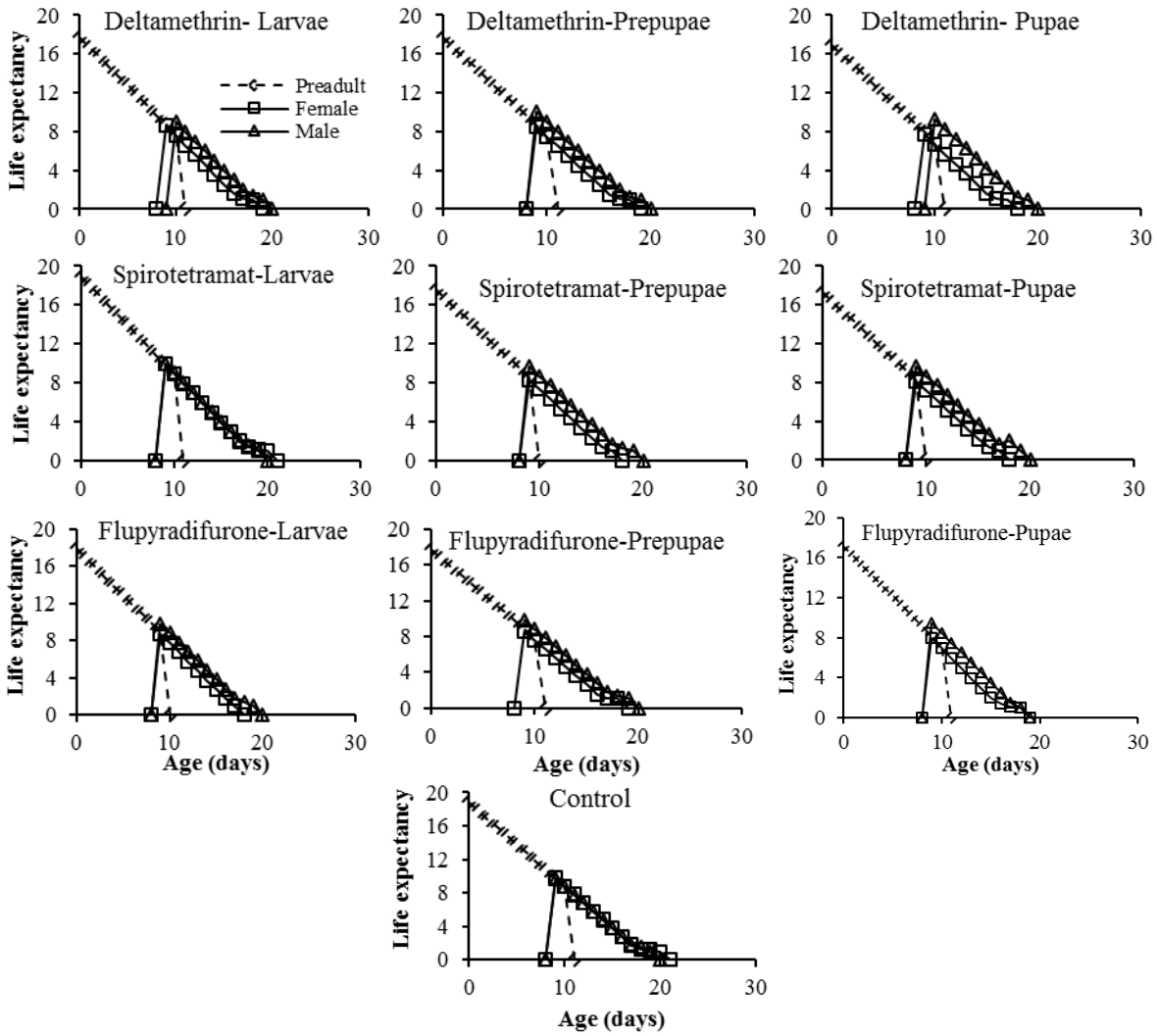


شکل ۲- تعداد نتاج روزانه (mx) ماده *Trichogramma evanescens* در تیمار لارو، پیش‌شفیره و شفیره زنبور در معرض غلظت توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های مختلف

Figure 2. Daily female offspring produced by *Trichogramma evanescens* (m_x) when larvae, pre-pupae and pupae exposed to field recommended concentration of different insecticides

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تاثیر حشره‌کش‌های مختلف در غلظت توصیه شده مزرعه‌ای روی امید به زندگی *Trichogramma evanescens*

Figure 3. Effect of different insecticides used at field recommended concentration on life expectancy (*ex*) of *Trichogramma evanescens*

بحث

استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی در ترکیب با عوامل کنترل بیولوژیک در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات یکی از ابزارهای موثر جهت کاهش اثرات سوء آفت‌کش‌ها روی محیط زیست و انسان‌ها می‌باشد (Kogan, 1998).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در بیشتر موارد حشره-کش‌های اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون اثر منفی کمتری روی ویژگی‌های تولیدمثلی، زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی *T. evanescens* در مقایسه با دلتامترین داشتند. صابر و همکاران (Saber et al., 2004) اثر حشره‌کش نیم آزال[1] روی مراحل مختلف زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی حشرات بالغ *Trichogramma cacoeciae* Marchal را در دو میزبان *Sitotroga cerealella* (Olivier) و *Cydia pomonella* (L.) مورد بررسی قرار دادند. ایشان اظهار داشتند که حشره‌کش نیم آزال به طور معنی‌داری باعث کاهش نرخ ظهور حشرات بالغ زنبور پارازیتوئید از میزبان *S. cerealella* نسبت به *C. pomonella* شد. احتمال دارد که بسیاری از زنبورهای پارازیتوئید در زمان جویدن کوریون تخم میزبان و خروج از

[1]. Neemazal

www.SID.ir

Archive of SID

آن، مقداری باقی‌مانده حشره‌کش مورد استفاده را دریافت کنند که باعث تاثیر آن روی ویژگی‌های تولیدمثلی و فراسنجه‌های جدول زندگی زنبورها شود (Parsaeyan *et al.*, 2018).

علاوه بر نفوذپذیری تخم، مرحله رشدی زنبور پارازیتوئید که در معرض حشره‌کش قرار می‌گیرد نیز در حساسیت آن تاثیر گذار است. نتایج ما نشان داد که در بیشتر موارد تیمار مرحله لاروی با حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون اثر منفی کمتری روی فراسنجه‌های جدول زندگی زنبور پارازیتوئید داشت. اُر و همکاران (Orr *et al.*, 1989) بیان کردند که زمان کاربرد حشره‌کش مهم بوده و در صورتی‌که حشره‌کش در مراحل اولیه رشدی (لارو) زنبورهای پارازیتوئید استفاده شود، زنبور فرصت متابولیسم و تجزیه حشره‌کش را داشته و نرخ ظهور بیشتری خواهد داشت. هر چند نتایج متفاوتی در این خصوص گزارش شده است.

در بررسی سو و همکاران (Suh *et al.*, 2000) اثر حشره‌کش‌های متنوعی روی مراحل مختلف رشدی (لارو، پیش‌شفیره و شفیره) زنبور *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner روی میزبان *Helicoverpa zea* (Boddie) مطالعه شد. آن‌ها بیان کردند مرحله رشدی زنبور پارازیتوئید در زمان تیمار، تاثیری روی نرخ ظهور نداشت. در مطالعه دیگری صابر (Saber, 2011) اثر غلظت توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش ایمیداکلوپرید[1] و کنه‌کش فن‌پروکسی‌میت[2] را روی مراحل مختلف رشدی (لارو، پیش‌شفیره، شفیره) زنبور *T. cacoeciae* بررسی کرد. وی گزارش داد که در صورت تیمار تخم‌های میزبان (*S. cerealella*) حاوی مرحله شفیرگی زنبور پارازیتوئید، نرخ ظهور زنبور به طور معنی‌داری بیشتر از کاربرد در مرحله لاروی و پیش‌شفیرگی کاهش یافت که این موضوع می‌تواند به دلیل عدم توانایی شفیره برای تجزیه آفت‌کش‌های به کار رفته باشد.

حساسیت زنبورهای جنس *Trichogramma* به حشره‌کش‌های مختلف متفاوت است. حشره‌کش‌های ارگانوفسفره و پایرتروئیدی بیش‌ترین اثر منفی را بر زنبورهای پارازیتوئید جنس *Trichogramma* داشته‌اند (Suh *et al.*, 2000; Preetha *et al.*, 2009; Fontes *et al.*, 2018; Parsaeyan *et al.*, 2018). سو و همکاران (Suh *et al.*, 2000) بیان کردند که حشره‌کش‌های فسفره و کارباماتی اثرات منفی زیادی روی مراحل پیش بلوغ زنبورهای پارازیتوئید دارند. پس از این دو گروه، حشره‌کش‌های پیرتروئیدی سمیت و اثرات منفی متوسطی روی زنبورهای پارازیتوئید بر جا می‌گذارند. سرمدی و همکاران (Sarmadi *et al.*, 2010) دریافتند که غلظت توصیه شده مزرعه‌ای دلتامترین اثرات منفی بیشتری روی ویژگی‌های تولیدمثلی، زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) نسبت به دو حشره‌کش ایمیداکلوپرید (نئونیکوتینوئید[3]) و ایندوکساکارب[4] (اکسادیازین[5]) داشت.

نتایج ما نشان داد که در صورتی که حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون در تیمار مرحله لاروی و پیش‌شفیرگی استفاده شوند، تاثیر منفی روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت و سایر فراسنجه‌های جدول زندگی *T. evanescens* ندارند. در صورتی‌که دلتامترین به طور معنی داری باعث کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت *T. evanescens* شد. کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت تیمار شده تاثیر مهمی در کاهش جمعیت زنبور پارازیتوئید در نسل‌های آتی آن دارد. در مطالعه ما، طول دوره نسل در تیمار مرحله لاروی تحت تاثیر تیمارها قرار نگرفت و در صورت تیمار مرحله پیش‌شفیره، حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و فلوپیرادیفون و در تیمار مرحله شفیرگی هر سه حشره‌کش مورد آزمایش به طور معنی‌داری باعث کاهش طول دوره نسل زنبور شدند. پارسائیان و همکاران

[1]. Imidacloprid
[2]. Fenpyroximate
[3]. Neonicotinoid
[4]. Indoxacarb
[5]. Oxadiazine

www.SID.ir

Archive of SID

(Parsaeyan *et al.*, 2018) بیان کردند که کاهش طول دوره نسل زنبورهای پارازیتوئید توسط حشره‌کش می‌تواند به عنوان یک امتیاز آن ترکیب برای پارازیتوئیدها در نظر گرفته شود. زیرا هر چقدر طول دوره نسل پارازیتوئیدها کاهش پیدا کند، تعداد نسل بیشتری از آن‌ها در یک فاصله زمانی مشخص تولید خواهد شد. بنابراین، هر حشره‌کشی که باعث افزایش طول دوره نسل پارازیتوئیدها شود، روی چرخه زندگی آن‌ها اثر منفی داشته است.

در شرایط مزرعه‌ای تخم‌های زنبورهای پارازیتوئید در معرض مقدار غلظت کمتری از حشره‌کش‌ها هستند، و حتی دستجاتی از تخم‌ها در پناهگاه‌ها و یا زیر برگ‌های گیاهان گذاشته می‌شوند که باعث کاهش قرارگیری آن‌ها در معرض حشره‌کش می‌شود (Saber *et al.*, 2004). با در نظر گرفتن این موضوع، بررسی‌های مزرعه‌ای نیز مورد نیاز است تا تاثیر حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی مراحل مختلف زیستی زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* در شرایط مزرعه ای مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه شهید چمران اهواز به دلیل حمایت از این طرح (شماره طرح: ۱۳۱۸) کمال تقدیر را دارند.

References

Ahmadipour, R., Shakarami, J., Farrokhi, S. and Jafari, S. 2015. Evaluation of *Trichogramma brassicae* native strains as egg parasitoid of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) in the laboratory conditions. **Biocontrol in Plant Protection** 3: 109-122.

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: 1075- 1081.

Chi, H. 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environmental Entomology** 17: 26- 34.

Chi, H. 2016. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. (http://140.120.197.173/Ecology/Download/TWOSEX-MSCart.rar) (Accessed: February 2018).

Chi, H. and Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica** 24: 225- 240.

Colmenarez, Y. C., Corniani, N., Jahnke, S. M., Sampaio, M. V., and Vásquez, C. 2018. Use of Parasitoids as a Biocontrol Agent in the Neotropical Region: Challenges and Potential: Horticulture, Chapter 1, (ed. by Baimey, H. K., Hamamouch, N., and Kolombia, Y. A.), IntechOpen. pp. 1-23.

Desneux, N., Decourty, A. and Delpuech, J. M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology** 52: 81- 106.

Ebrahimi, E., Pintureau, B. and Shojai, M. 1998. Morphological and enzymatic study of the genus *Trichogramma* (Hym.Trichogrammatidae) in Iran. **Applied Entomology and Phytopathology** 66: 122-141.

Ergin, A., Ergin, E., Uçkan, F. and Rivers, D. B. 2007. Effect of cypermethrin exposed hosts on egg-adult development time, number of offspring, sex ratio, longevity, and size of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae). **The Belgian Journal of Zoology** 137: 27-31.

Farrokhi, S., Ashouri, A., Shirazi, J., Allahvari, H. and Huigens, M. E. 2010. A comparative study on the functional response of Wolbachia- infected and uninfected forms of the parasitoid wasp *Trichogramma brassicae*. **Journal of Insect Science** 10: 167.

Fontes, J., Roja, I. S., Tavares, J. and Oliveira, L. 2018. Lethal and sublethal effects of various pesticides on *Trichogramma achaeae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology** 111: 1219-1226.

Garcia, P., Cabral, S., Oliveira, L. and Rodrigues, A. 2006. Effects of deltamethrin on the reproduction of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biocontrol Science and Technology** 16: 699-708.

www.SID.ir

Archive of SID

Goodman, D. 1982. Optimal life histories, optimal Notation, and the value of Reproductive value. **The American Naturalist** 119(6): 803-823.

Hamedi, N., Fathipour, Y., and Saber, M. 2010. Sublethal effects of fenpyroximate on life table parameters of the predatory mite Phytoseius plumifer. **BioControl** 55: 271-278.

Huang, Y. B. and Chi, H. 2012. Life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): with an invalidation of the jackknife technique. **Journal of Applied Entomology** 64 (1): 1- 9.

Iranipour, S., Vaez, N., Ghanbalani, G. N., Zakaria, R. A. and Mashhadi Jafarloo, M. 2010. Effect of host change on demographic fitness of the parasitoid, *Trichogramma brassicae*. **Journal of Insect Science** 10: 78-78.

Jalali, S. K., Mohanraj, P., and Lakshmi, B. L. 2016. Chapter 5 - Trichogrammatids: Ecofriendly Pest Management for Food Security, (ed. by Omkar, E. D.) Academic Press, San Diego, pp. 139-181.

Jeschke, P., Haas, M., Nauen, R., Gutbrod, O., Beck, M. E., Matthiesen, S., and Velten, R. 2015. Sivanto®-A novel insecticide with a sustainable profile: Discovery and Synthesis of Crop Protection Products, Chapter 24, (ed. ACS Publications, American Chemical Society: Washington, DC, pp. 331-344.

Kogan, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology** 43: 243- 270.

Li, L. Y. 1994. Worldwide use to *Trichogramma* for biological control on different crops: A survey. In: Biological control with egg parasitoids (Eds. E. Weinberg and S. A. Hassan), CAB International, Wallingford, pp. 37-53.

Liang, P. Z., Ma, K. S., Chen, X. W., Tang, C. Y., Xia, J., Chi, H. and Gao, X. W. 2019. Toxicity and sublethal effects of flupyradifurone, a novel butenolide insecticide, on the development and fecundity of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology** 112: 852- 858.

Majidi-Shilsar, F. 2017. Evaluation releasing of parasitoid wasp *Trichogramma brassicae* with other methods for the control of rice striped stem borer (*Chilo suppressalis*) in field conditions. **Plant Pest Research** 7: 67- 81.

Modarres Aval, M. 2012. List of Iranian agricultural pests and their natural enemies. 4th edition, Ferdowsi University of Mashhad Press, 759 p. In Farsi.

Noorbakhsh, S. 2018. List of important pests, diseases, and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods for their control. Ministry of Agriculture Jihad and Plant Protection Organization. 209 p. (In Persian).

Orr, D. B., Boethel, D. J. and Blake Layton, M. 1989. Effect of insecticide applications in soybeans on *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Economic Entomology** 82: 1078-1084.

Parra, J. R. P. 2010. Egg parasitoids commercialization in the New World, pp. 373-378 in Consoli Fl, Parra JRP, Zucchi RA (eds.), Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma*. Springer, Dordrecht, the Netherlands.

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

Pearsons, K. A. and Tooker, J. F. 2017. In-field habitat management to optimize pest control of novel soil communities in agroecosystems. **Insects** 8: 82.

Pinto, J. D. 2006. A Review of the New World Genera of. **International Society of Hymenopterists** 15: 38-163.

Preetha, G., Stanley, J., Suresh, S., Kuttalam, S. and Samiyappan, R. 2009. Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis:* Assessing their safety in the rice ecosystem. **Phytoparasitica** 37: 209-215.

Rahmani, S., Bandani, A. R. 2013. Sublethal concentrations of thiamethoxam adversely affect life table parameters of the aphid predator, *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae). **Crop Protection** 54: 168- 175.

Saber, M. 2011. Acute and population level toxicity of imidacloprid and fenpyroximate on an important egg parasitoid, *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecotoxicology** 20(6): 1476-1484.

www.SID.ir

Archive of SID

Saber, M., Hejazi, M. J. and Hassan, S. A. 2004. Effects of azadirachtin/Neemazal on different stages and adult life table parameters of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology** 97: 905-910.

Saber, M., Hejazi, M. J., Kamali, K., Moharramipour, S. 2005. Lethal and sublethal effects of fenitrothion and deltamethrin residues on the egg parasitoid *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Economic Entomology** 98: 35- 40.

Sarmadi, S., Nouri-Ganbalani, G., Rafiee-Dastjerdi, H., Hassanpour, M. and Farshbaf-Pourabad, R. 2010. The effects of imidacloprid, indoxacarb and deltamethrin on some biological and demographic parameters of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) in adult stage treatment. **Munis Entomology and Zoology** 5: 646-651.

Suh, C. P., Orr, D. B. and Van Duyn, J. W. 2000. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. **Journal of Economic Entomology** 93(3): 577-583.

Smith, S. M. 1996. Biological Control with *Trichogramma*: Advances, Successes and Potential of their Use. **Annual Review of Entomol**ogy 41: 375-406.

Wajnberg E. and Hassan S. A. 1994. Biological control of pests through egg parasitoids. British Library, Wallingford.

www.SID.ir

Archive of SID

Plant Pest Research
2020- 9 (4): 11-23

Effects of field recommended concentrations of three different insecticides on life table parameters of the parasitoid *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae) under laboratory conditions

F. Tabebordbar[1], P. Shishehbor[1], M. Ziaee[1*] and F. Sohrabi[2]
1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

(Received: December 4, 2019- Accepted: February 2, 2020)

Abstract

Chemical control is the most commonly practice in controlling pests. The application of chemical control is recommended in combination with other reduced risks control techniques such as biological control under Integrated Pest Management programs. Therefore, finding the appropriate chemical insecticide and the right time of spraying seems essential. In this study, three different growth stages of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) including larvae, pre-pupae, and pupae were exposed to the field recommended concentration of deltamethrin, Spirotetramat and flupyradifurone insecticides using insect dipping method. After which, the reproductive, biological characteristics and life table parameters of *T. evanescens* female adults were estimated. The eggs treated with deltamethrin in all three developmental stage of *T. evanescens* significantly reduced fecundity rate and oviposition period of the female adult parasitoids. The gross reproductive rate (GRR), finite rate of increase (λ), intrinsic rates of increase (r), and net reproductive rate (R_0) were not affected when larval and pre-pupal stages of *T. evanescens* were exposed to field recommended concentration of spirotetramat and flupyradifurone in comparison with control. However, the pupal stage showed to be the most susceptible stage and all of the life table parameters were affected upon exposure to three insecticides. Results of this research suggest a relative compatibility of spirotetramat and flupyradifurone with *T. evanescens* parasitoid. However, experiments under field conditions to evaluate the impact of tested insecticides on *T. evanescens* are required to confirm the results.

Key words: Spirotetramat, life table, deltamethrin, parasitoid, flupyradifurone

*Corresponding author: m.ziaee@scu.ac.ir

www.SID.ir