نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۳۴-۲۷

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 1, Spring 2019, P. 27-34

بررسی پایداری حشره‌کش‌های اسپینوسد، ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب روی تریکوگراما *Trichogramma brassicae* و *T. evanescens*

صدیقه اشتری[۱*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۵

چکیده

زنبورهای تریکوگراما از پارازیتوئیدهای مهم تخم بالپولکداران محسوب شده و به طور گسترده‌ای در کنترل بیولوژیکی آفات به کار گرفته می‌شوند. در این تحقیق غلظت‌های توصیه شده مزرعه‌ای سه حشره‌کش اسپینوسد، ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب در شرایط نیمه مزرعه‌ای روی گوجه‌فرنگی به روش محلول‌پاشی تا جاری شدن سم به کار برده شد. بر اساس دستور کار گروه IOBC/WPRS به ترتیب در روزهای سوم، پنجم، شانزدهم و سی و یکم پس از سم‌پاشی از هر تیمار و تیمار شاهد نمونه‌های برگی جدا شد. ارزیابی اثر تیمار بر اساس مرگ و میر افراد بالغ هر دو گونه زنبور پس از ۲۴ ساعت قرارگیری در معرض باقی‌مانده سم انجام گرفت و دوام این حشره‌کش‌ها علیه مرحله بالغ یا حساس‌ترین مرحله زندگی دو گونه زنبور تریکوگراما تعیین شد. نتایج آشکار کرد که ایمیداکلوپرید با ایجاد ۲۵/۳۴ و ۲۶/۳۱ درصد مرگ و میر در کمتر از ۵ روز در گونه‌های *T. brassicae* و *T. evanescens* برای هر دو گونه بی‌دوام بودند. ایندوکساکارب با ۱۴/۱۳ و ۱۲/۳۵ درصد مرگ و میر در کمتر از ۱۶ روز در گونه‌های *T. brassicae* و *T. evanescens* جزء آفت‌کش‌های کم دوام بود. در حالی‌که اسپینوسد با ۱۳/۳۱ و ۱۲/۶۵ درصد مرگ و میر در کمتر از ۳۰ روز در گونه‌های *T. brassicae* و *T. evanescens* در گروه ترکیبات با دوام متوسط دسته‌بندی شد.

واژه‌های کلیدی: پارازیتویید، پایداری، شرایط نیمه مزرعه‌ای

مقدمه

زنبورهای تریکوگراما از موفق‌ترین گونه‌های پارازیتوئید در دنیا هستند و در برنامه‌های کنترل زیستی آفات در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. کاربرد وسیع این زنبورها در کنترل بسیاری از آفات در بیش از ۳۰ کشور جهان انجام گرفته است. سالانه حدود ۳۲ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی و جنگلی توسط تریکوگراما تحت پوشش کنترل زیستی آفات قرار داشته است (۱۳). هم اکنون این پارازیتوئید به صورت انبوه روی تخم‌های بید غلات و بید آرد پرورش داده می‌شود (۱۲). امتیاز این زنبورها این است که میزبان را قبل از هر گونه خسارتی در همان مرحله‌ی تخم از بین می‌برند (۹). در سال‌های اخیر تولید و رهاسازی زنبورهای تریکوگراما در مزارع برنج، پنبه، ذرت، باغ‌های میوه‌ی انار و سیب برای کنترل آفات مهم بالپولکدار چون کرم ساقه‌خوار برنج، کرم قوزه پنبه، کرم ساقه‌خوار ذرت، کرم گلوگاه انار، کرم سیب گسترش قابل ملاحظه‌ای در کشور ما داشته است (۱۴). استفاده از آفت‌کش‌های ناسازگار با فعالیت پارازیتوئیدها و شکارگرها، طغیان‌های مجدد آفات هدف و ظهور آفات ثانوی را در بیشتر اکوسیستم‌های زراعی دنیا موجب شده است یک روش مهم اجتناب از این مشکلات، استفاده از آفت‌کش‌هایی است که به طریق اکولوژیکی و یا فیزیولوژیکی برای دشمنان طبیعی انتخابی می‌باشند. تشخیص ترکیبات انتخابی بستگی به شناخت صحیحی از اثرات آفت کش بر روی جمعیت آفات و دشمنان طبیعی دارد (۹). در عمل نیز مصرف مداوم حشره‌کش‌ها منجر به ظهور و گسترش ژنوتیپ‌های مقاوم آفات به گروه‌های مختلف حشره‌کش‌ها در نقاط مختلف جهان شده است (۱۶). آلودگی محیط زیست، وجود باقیمانده بیش از حد مجاز آفت‌کش‌ها روی محصول تولیدی و بالارفتن هزینه تولید، به دلیل نیاز بیشتر به مصرف آفت‌کش‌ها، از تبعات گسترش مقاومت آفات به آفت‌کش‌ها است که محققین را به استفاده از ترکیبات آفت کش سازگار با محیط زیست در کنار عوامل کنترل بیولوژیک در قالب

۱-عضو هیأت علمی ، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: aroya95@gmail.com
DOI: 10.22067/jpp.v33i1.68965

برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات ترغیب نموده است (۱۱).

حشره‌کش‌ها دائما تعادل بین میزبان و دشمنان طبیعی را بـه هـم می‌زنند. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که حشره‌کش‌هایی که بـرای کنترل آفات به کار می‌روند اثرات جانبی متعـددی روی پارازیتوییـدها دارند و می‌توانند تغییراتی در رشد و نمو، درصد ظهور، نسبت جنسی و میزان پارازیتیسم ایجاد کنند که در نهایت با ایجاد مسمومیت و تقلیل توانایی کنترل کنندگی عامل، منجر به طغیان آفات می‌گردد (۱۶). بـه همین دلیل لازم است تا اثر ترکیبات مختلف آفت‌کش علاوه بر آفات بر دشمنان طبیعی آن‌ها نیز مطالعه شود تا بـا شناسـایی ترکیبـات بـا اثرات جانبی نامطلوب کاربرد آن‌ها محدودتر گردد. در مواردی استفاده از حشره‌کش‌های بی‌دوام تا کم دوام همراه با عوامل کنترل بیولوژیک جهت کنترل مؤثر آفات به جهت حفظ این عوامـل لازم مـی‌باشـد. از این رو در این تحقیق مقایسه و ارزیـابی میـزان سـمیت سـه ترکیـب حشره‌کـش (اسپینوسـد، ایمیداکلوپریـد و ایندوکسـاکارب) کـه جهـت کنترل آفات در گلخانه به کار می‌روند، مورد ارزیابی قرار گرفت.

اسپینوســد از یــک اکتینومایســت خــاکزی بــه نــام *Saccharopolyspora spinosa* به دست می‌آید. این حشـره‌کـش مستقیما سیستم عصبی مرکزی را هدف قرار مـی‌دهـد و باعـث فلـج شدن و تشنج حشره می‌شود. جهت کنترل لارو بالپولکداران بـه کـار می‌رود. ایمیداکلوپریـد حشـره‌کشـی تماسـی و گوارشـی و از خـانواده نئونیکوتینوئیدهاست. این حشره‌کـش در ایـران جهـت کنتـرل آفـات گلخانه استفاده می‌شود.

ایندوکساکارب حشره‌کشی تماسی گوارشی و از گروه اگزادیازین‌ها می‌باشد و با بستن کانال سدیم باعـث قطـع تغذیـه، فلـج و مـرگ در حشرات می‌شود. این حشره‌کش روی آفات بالپولکدار در مزارع پنبـه و سبزیجات و نیز درختان میوه به کار مـی‌رود. هـدف از ایـن پـژوهش تعیین مناسب‌ترین ترکیـب و امکـان تلفیـق آنهـا بـا دو گونـه زنبـور پارازیتوئید *T. brassicae* و *T. evanescens* جهت کنترل مؤثر آفات و تأمین سلامت مصرف‌کنندگان است.

مواد و روش‌ها

حشره کش‌ها

در این آزمایش از ترکیبـات اسپینوسـد (اسـپینتور®SC22.8) بـه میزان ۵۰۰ پی‌پی‌ام سـاخت شـرکت داوواگروسـاینس، ایمیداکلوپریـد (کونفیدور® SC35) به میزان ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام سـاخت شـرکت بـایر و ایندوکساکارب (آوانت® SC15) به میزان ۶۰۰ پی‌پی‌ام ساخت شرکت آریا شیمی ایران استفاده شد (جدول ۱).

پرورش حشرات

نمونه اولیه گونه‌های زنبور *T. brassicae* و *T. evanescens* از بخش مبارزه بیولوژیک مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور تهیه شد. پرورش زنبورها در اتاقک رشد در شرایط کنتـرل شـده (دمـای ۱±۲۵ درجـه سلسـیوس، رطوبـت نسـبی ۱۰±۶۰ درصـد و دوره نـوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) صورت گرفت. از تخم‌هـای بیـد غـلات *Sitotroga cerealella* Oliv بـه عنـوان میزبـان جـایگزین پروانه مینوز گوجه فرنگـی بـرای تکثیـر پارازیتوئیـدها اسـتفاده شـد. کارهای اجرایی پـژوهش در آزمایشـگاه و گلخانـه مرکـز تحقیقـات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی انجام گرفت.

رده‌بندی پایداری حشره‌کش‌ها

رده‌بندی پایداری حشره‌کش‌ها مطابق با دوره فعالیت سـمی ایـن ترکیبات تعیین شد. دوره فعالیت سمی فاصله زمانی است که باقیمانده آفت‌کش بتواند تا ۳۰ درصد مرگ و میر ایجاد کند (۳ و ۱۸). بر ایـن اساس ترکیبات مورد آزمایش در سه رده قرار می‌گیرند:

A کمتر از ۵ روز بی دوام،

B بین ۵ تا ۱۵ روز کم دوام،

C بین ۱۶ تا ۳۰ روز دارای دوام متوسط

آزمون پایداری

غلظت‌های توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌ها (برای هـر حشـره کش یک غلظت) روی گیاه گوجه فرنگی کـه ۳۰ سـانتی‌متـر ارتفـاع داشتند، توسط یک سم‌پاش دستی ۲ لیتری (ساخت شـرکت Royal) تا مرحله جاری شدن سم از روی برگ‌ها به کار رفت. تیمار شـاهد بـا آب مقطر صورت گرفت. برای محافظت در برابر باران گیاهان زیر یک پوشش پلاستیکی به ارتفاع ۲۰۰ سانتی‌متر نگهداری شدند. بر اسـاس دستور کار گروه سازمان جهانی مبارزه بیولوژیـک IOBC/WPRS در روزهای سوم، پنجم، شانزدهم و سی و یکم پس از سـم‌پاشـی از هـر تیمار و تیمار شاهد نمونه‌های برگی جدا شد. برای هر تیمـار ۶ تکـرار در نظر گرفته شد. سپس نمونه‌هـای برگـی بـه تعـداد یـک عـدد بـه ابعاد۱×۱ سانتی‌متر در پتری‌دیش با ابعاد ۱×۹ سانتی‌متـر در معـرض هر یک از دو گونه زنبور به تعداد ۳۰ عدد زنبور ماده در شرایط دمـای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گـراد، رطوبـت ۱۰±۶۰ درصـد و دوره نـوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. یک قطره عسـل ۱۰ درصد هم برای تغذیه آنها به دیواره شیشه آغشـته شـد. ارزیـابی اثـر تیمار بر اساس مـرگ و میـر افـراد پـس از ۲۴ سـاعت قرارگیـری در معرض سموم انجام گرفت. در همه آزمایش‌ها، زنبورهـایی کـه هـیچ حرکتی نمی‌کردند مرده محسوب شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی در ۶ تکرار انجـام شـدند.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه one-way ANOVA و نرم‌افزار Spss انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح معنی‌داری ۵٪ جدا شدند. داده‌های مربوط به درصد مرگ و میر در تیمارهای مختلف بر مبنای تلفات شاهد با استفاده از فرمول آبوت تصحیح شد (۱).

نتایج

۱- بررسی تاثیر کشندگی هر یک از ترکیبات در روزهای مختلف(۳، ۵، ۱۶ و ۳۱ روز پس از تیمار) روی گونه *Trichogramma brassicae*

در بررسی تأثیر کشندگی اسپینوسد در روزهای مختلف پس از تیمار، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد بیشترین میزان مرگ و میر سه روز پس از تیمار ٪۱/۰۱± ۹۰/۵۹ درصد و کمترین میزان مرگ و میر در روز سی و یکم پس از تیمار ٪۱/۲۱± ۱۳/۳۱بود (P=0.0001; df=$_{3,23}$; F=817.53).

در میزان کشندگی ایندوکساکارب در روزهای مختلف پس از تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده شد در حالی‌که مرگ و میر زنبورها در روزهای شانزدهم و سی و یکم پس از تیمار اختلاف معنی‌داری نداشتند. بیشترین میزان مرگ و میر سه روز پس از تیمار ٪۱/۲۰± ۸۶/۷۶ و کمترین آن سی و یک روز پس از تیمار ٪۰/۶۸± ۹/۳۲ بود (P=0.0001 df=$_{3,23}$; F=1754.66).

بین تأثیرکشندگی ایمیداکلوپرید در روزهای مختلف پس از تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده شد در حالی‌که مرگ و میر زنبورها در روزهای شانزدهم و سی و یکم پس از تیمار اختلاف معنی‌داری نداشتند. بیشترین میزان مرگ و میر سه روز پس از تیمار ٪۰/۵۵± ۵۰/۲۳ و کمترین آن سی و یک روز پس از تیمار ٪۰/۷۴± ۸/۱۰ بود (P=0.0001; df=$_{3,23}$; F=243.85).

۲- بررسی تأثیر کشندگی هر یک از ترکیبات در روزهای مختلف (۳، ۵، ۱۶ و ۳۱ روز پس از تیمار) روی گونه *Trichogramma evanescens*

درمرگ و میر زنبورها تحت تأثیر اسپینوسد در هر چهار روز پس از تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده شد بیشترین میزان مرگ و میر سه روز پس از تیمار ٪۰/۷۳± ۹۳/۶۰ و کمترین میزان مرگ و میر در روز سی و یکم پس از تیمار ٪۰/۷۲± ۱۲/۶۵ بود (P=0.0001; df=$_{3,23}$; F=663.03).

در مرگ و میر زنبورها تحت تأثیر ایندوکساکارب در روزهای مختلف پس از تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در حالی که مرگ و میر زنبورها در روزهای شانزدهم و سی و یکم پس از تیمار اختلاف معنی‌داری نداشتند. بیشترین میزان مرگ و میر سه روز پس از تیمار ٪۷۲± ۸۲/۵۰ و کمترین آن سی و یک روز پس از تیمار ٪ ۰/۵۵ ± ۹/۵۶ بود (P=0.0001; df=$_{3,23}$; F=2480.14).

بین تأثیرکشندگی ایمیداکلوپرید نیز در روزهای مختلف پس از تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده شد در حالی‌که مرگ و میر زنبور در روزهای شانزدهم و سی و یکم پس از تیمار اختلاف معنی‌داری نداشتند. ایمیداکلوپرید به ترتیب در روزهای سوم و سی و یکم پس از تیمار به ترتیب بیشترین ٪۷۴± ۵۰/۶۴ و کمترین میزان مرگ و میر ٪۵± ۸/۸۹ را نشان داد (P=0.0001; df=$_{3,23}$; F=191.24).

۳- مقایسه تأثیر حشره‌کش‌ها در هر یک از روزهای پس از تیمار روی گونه *Trichogramma brassicae*

در سومین روز پس از تیمار در میزان مرگ و میر پارازیتوئید بین ترکیبات مختلف نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P=0.0001; df$_{4,29}$; F=1141.25). اسپینوسد با ٪۱/۰۱± ۹۰/۵۹ بیشترین میزان مرگ و میر را در بین همه تیمارها ایجاد کرد. ایمیداکلوپرید با ٪۰/۵۵± ۵۰/۲۳ کمترین میزان مرگ و میر را سبب شد. میزان مرگ و میر ایجاد شده با ایندوکساکارب ٪۱/۲۰± ۸۶/۷۶ بود.

در روز پنجم پس از تیمار اسپینوسد با ایجاد ٪۰/۸۴± ۷۲/۲۲ مرگ و میر بیشترین میزان کشندگی را داشت و اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها نشان داد (P=0.0001; df$_{4,29}$; F=991.22). ایندوکساکارب با ٪۰/۸۴± ۵۰/۲۲ مرگ و میر پس ازاسپینوسد بیشترین میزان کشندگی را داشت. ایمیداکلوپرید با میانگین مرگ و میر ٪۰/۷۰±۲۵/۳۴ اثرات کشندگی کمتری داشت.

روز شانزدهم پس از تیمار اسپینوسد بیشترین میزان مرگ و میر (٪۷۰± ۴۳/۴۵) را سبب شد و با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری داشت (P=0.0001; df$_{4,29}$; F=657/02). ایندوکساکارب مرگ و میر کمتری (٪ ۰/۵۰ ± ۱۴/۱۳) نسبت به اسپینوسد ایجاد کرد. ایمیداکلوپرید با میانگین مرگ و میر ٪۰/۷۰± ۱۳/۳۱ در رتبه سوم قرار گرفت.

روز سی و یکم پس از تیمار اسپینوسد مرگ و میری حدود ٪۱/۲۱± ۱۳/۳۱ ایجاد کرد و هنوز هم با بقیه تیمارها اختلاف معنی داری داشت (P=0.0001; df$_{4,29}$; F=52.92). ایندوکساکارب با میانگین مرگ و میر ٪۰/۶۸± ۹/۳۲ بعد از اسپینوسد قرار گرفت. ایمیداکلوپرید با میانگین مرگ و میر ٪۰/۷۴±۸/۱۰ اثرات کشندگی کمتری داشت.

۴- مقایسه تأثیر حشره‌کش‌ها در هر یک از روزهای پس از تیمار روی گونه *Trichogramma evanescens*

درروز سوم پس از تیمار بین تأثیر همه ترکیبات تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P=0.0001; df$_{4,29}$; F=2303.61). اسپینوسد با ٪۰/۷۲±۹۳/۶۰ بیشترین میزان مرگ و میر را در بین همه تیمارها سبب شد. میانگین مرگ و میر در اثر ایندوکساکارب و ایمیداکلوپرید به ترتیب ٪۰/۷۲± ۸۲/۵۰ و ٪۰/۷۴± ۵۰/۶۴ بود.

درروز پنجم پس از تیمار اسپینوسد با ایجاد ٪۱/۰۳± ۷۳/۷۵ مرگ و میر بیشترین میزان کشندگی را داشت و اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها نشان داد ($P=0.0001$; $df_{4,29}$; $F=857.76$). ایندوکساکارب با ٪۱/۰۴± ۵۹/۴۴ مرگ و میر پس از اسپینوسد بیشترین میزان کشندگی را داشت. ایمیداکلوپرید با میانگین مرگ و میر ٪۰/۵۵±۲۶/۳۱ اثرات کشندگی کمتری داشت.

روز شانزدهم پس از تیمار اسپینوسد بیشترین میزان مرگ و میر (٪۰/۵۵± ۴۶/۹۸) ایجاد کرد و با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری داشت ($P=0.0001$; $df_{4,29}$; $F=451.13$). ایمیداکلوپرید با ایجاد مرگ و میر حدود ٪ ۱/۱۱± ۱۵/۷۴پس از اسپینوسد قرار گرفت. ایندوکساکارب مرگ و میر کمتری (٪ ۰/۵۳± ۱۲/۳۵) نسبت به ایمیداکلوپرید داشت و در رتبه سوم قرار گرفت.

روز سی و یکم پس از تیمار اسپینوسد مرگ و میری حدود ٪۰/۷۲± ۱۲/۶۵ ایجاد کرد و با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($P=0.0001$; $df_{4,29}$; $F=44.24$). ایندوکساکارب با ایجاد میانگین مرگ و میر ٪۰/۵۱± ۹/۵۶ بعد از اسپینوسد قرار گرفت. ایمیداکلوپرید نیز با ایجاد میانگین مرگ و میر ٪۰/۵۱±۸/۸۹ اثرات کشندگی کمتری داشت.

رده‌بندی حشره‌کش‌ها

تست‌های پایداری حشره‌کش‌ها بر اساس گروه کاری IOBC نشان داد که ایمیداکلوپرید مرگ و میری حدود ٪۳۰ در کمتر از ۵ روز ایجاد کرد و در گروه حشره‌کش‌های بی‌دوام قرار گرفت (class A). ایندوکساکارب این میزان مرگ و میر را بین ۱۶-۵ روز ایجاد کرد و در گروه کم دوام دسته‌بندی شد (classB). اسپینوسد با دوام بین ۳۰-۱۶ روز دوام متوسطی داشت (class C).

نتایج آشکار کرد که حشره‌کش‌های مورد آزمایش سمیت زیادی برای افراد بالغ دو گونه زنبور داشتند. کاهش متغیری در توانایی مواد شیمیایی زمانی که افراد بالغ پس از ۵ روز در معرض باقی مانده آفت کش‌ها قرار گرفتند، ثبت شد. حداقل مرگ و میر پس از ۵ روز، در ایمیداکلوپرید مشاهده شد. ایمیداکلوپرید با ایجاد ۲۵/۳۴ و ۲۶/۳۱ درصد مرگ و میر در کمتر از ۵ روز در گونه‌های *T. brassicae* و *T. evanescens* برای هر دو گونه در گروه ترکیبات بی‌دوام قرار گرفت در حالی‌که اسپینوسد به ترتیب با ایجاد ۱۳/۳۱ و ۱۲/۶۵ درصد مرگ و میر در کمتر از ۳۰ روز در گونه‌های مزبور در گروه ترکیبات با دوام متوسط دسته‌بندی شد. ایندوکساکارب با ایجاد ۱۴/۱۳ و ۱۲/۳۵ درصد مرگ و میر در کمتر از ۱۶ روز در گونه‌های یاد شده در گروه آفت‌کش‌های کم دوام قرار گرفت (جداول ۲ و ۳).

بحث

این تحقیق به روشنی نشان داد که ایمیداکلوپرید به دلیل ماندگاری کمتراز پنج روز با هر دو گونه پارازیتوئید *T. brassicae* و *T. evanescens* سازگار بوده و به عنوان بخشی از برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌شود. نتایج آشکار کردند که هر دو گونه پارازیتوئید پس از قرار گرفتن در معرض سموم سطح یکسانی از حساسیت را نشان دادند.

جدول ۱- حشره‌کش‌های تست شده روی افراد بالغ دو گونه تریکوگراما

Table 1- Insecticides tested adult *T. brassicae* and *T. evanescens*

حشره‌کش‌ها Name of insecticides	نام تجاری Trade name	میزان دوز Dose rate (ppm)	شرکت سازنده Manufacturer
Spinosad SC 22.8%	Spintor	500	Dow Agroscience
Imidacloprid SC35%	Confidor	1000	Bayer
Indoxacarb SC 15%	Avant	600	Aria shimi

جدول ۲- درصد مرگ و میر افراد بالغ *T. brassicae*، ۲٤ ساعت پس از قرار گرفتن در معرض باقیمانده حشره‌کش‌ها ۳، ۵، ۱٦ و ۳۱ روز پس از تیمار تحت شرایط آزمایشگاهی

Table 2- Mortality (%) of *T. brassicae* wasps after 24 hours exposure to residues of insecticides 3, 5, 16 and 31 days post treatment (DPT) at laboratory conditions

حشره کش Insecticide	درصد مرگ و میر % Mortality				رده بندی Classification
	3d	5d	16d	31d	
Spinosad	90.59±1.01a	72.22±0.73a	45.43±0.70a	13.31±1.21a	C, Moderately persistent
Indoxacarb	86.76±1.20a	50.22±0.84b	14.13±0.50b	9.32±0.68b	B, Slightly persistent
Imidaclopride	50.23±0.55b	25.34±0.70c	13.31±0.70b	8.10±0.74b	A, Short lived

Different letters indicate significant differences of means in columns based on analysis of variance and LSD tests of data at $P<0.05$.

جدول ۳- درصد مرگ و میر افراد بالغ *T. evanescens*، ۲٤ ساعت پس از قرار گرفتن در معرض باقیمانده حشره‌کش‌ها ۳، ۵، ۱٦ و ۳۱ روز پس از تیمار تحت شرایط آزمایشگاهی

Table 3- Mortality (%) of *T. evanescence* wasps after 24 hours exposure to residues of insecticides 3, 5, 16 and 31 days post treatment (DPT) at laboratory conditions

حشره‌کش Insecticide	درصد مرگ و میر % Mortality				ردەبندی Classification
	3d	5d	16d	31d	
Spinosad	93.60±0.73a	73.75±1.03a	46.98±0.55a	12.65±0.72a	C, Moderately persistent
Indoxacarb	82.50±0.72b	59.44±1.04b	12.35±0.53b	9.56±0.51b	B, Slightly persistent
Imidaclopride	50.64±0.74c	26.31±0.55c	15.74±1.11b	8.89±0.51b	A, Short lived

Different letters indicate significant differences of means in columns based on analysis of variance and LSD tests of data at P<0.05.

یافته‌های ما با نتایج فرناندز و همکاران (۵) که گزارش کردند ایمیداکلوپرید برای کنه‌های بالغ *Amblyseius swirskii* امن است مشابه می‌باشد که احتمالا به دلیل ناپایدار بودن این ترکیب است. ولی گونه‌های به کار رفته در این تحقیق با تحقیق حاضر مشابه نمی‌باشند. توهنیشی و همکاران (۱۹) سازگاری این حشره‌کش را با بعضی دشمنان طبیعی مثل *Amblyseius cucumeris* و *Phytoseiulus persimilis* گزارش کردند.

طبق نظر لفبور و همکاران (۱۰) و بیزر و همکاران (۲) این حشره کش با همه مراحل زندگی کنه‌های فیتوزئید و همچنین با *Galendromus occidentalis* سازگار است. گارزون و همکاران ایمیداکلوپرید را برای لارو سن آخر *Chrysoperla carnea* و *Adalia bipunctata* غیر سمی گزارش کردند (۶). در مقابل دکر و همکاران (۴) کاهشی در میزان تخم‌ریزی افراد ماده *Iphiseius degenerans* پس از قرار گرفتن در معرض این آفت‌کش اعلام کردند.

بر اساس نتایج اوما و همکاران (۲۰) در مورد تأثیر پایداری ایمیداکلوپرید روی گونه *Trichogramma chilonis* در شرایط مزرعه‌ای، این ترکیب در گروه سموم بی‌دوام قرار گرفت که با نتایج این بررسی به دلیل حساسیت کمی که بین گونه‌های مختلف تریکوگراما وجود دارد مشابه می‌باشد.

استارا و همکاران (۱۷) گزارش کردند که ایمیداکلوپرید اثرات متفاوتی از بی‌ضرر برای *Neoseiulus cucumeris* تا زیان‌آور برای *Aphidius colemani* ایجاد کرد.

ایندوکساکارب و اسپینوسد به ترتیب در گروه کم دوام و دوام متوسط قرار گرفتند. به طور مشابه حسن و همکاران (۷) ایندوکساکارب را برای گونه *T. cacoeciae* جزء سموم کم دوام ارزیابی کردند. شنگ و همکاران (۱۵) نیز ایندوکساکارب را در شرایط گلخانه روی گونه *T. chilonis* کم دوام ارزیابی کردند. یافته‌های این تحقیق درباره دوام سمیت اسپینوسد علیه افراد بالغ دو گونه زنبورهای *T. brassicae* و *T. evanescens* مشابه تحقیقات هواکاپوگ و همکاران (۸) است. آنها گزارش کردند که اسپینوسد برای افراد بالغ *T. chilonis* دوام متوسطی دارد. این تشابه به دلیل تفاوت کم در حساسیت گونه‌های مختلف تریکوگراما نسبت به سموم می باشد.

بنا بر اظهارات وان د ویر و همکاران (۲۱) در مورد تأثیر پایداری ایندوکساکارب روی سن *Orius laevigatus*، ایندوکساکارب در رده سموم با پایداری کم قرار گرفت که با نتایج این بررسی با توجه به تفاوت در عوامل کنترل بیولوژیک مطالعه شده در این تحقیق و تحقیق حاضر تشابه دارد.

کاربرد ایندوکساکارب و اسپینوسد به ترتیب با دوام کم و متوسط در زمان رهاسازی زنبورهای تریکوگراما بایستی با دقت انجام شود. از آنجا که درجه سمیت هر آفت‌کش بستگی به مرحله زندگی عوامل کنترل بیولوژیک و روش کاربرد سموم دارد لذا مطالعات تکمیلی جهت ارزیابی اثرات زیر کشنده آفت‌کش‌ها روی پارازیتوئیدها و همچنین مطالعات مزرعه‌ای نیاز است تا درک بهتری راجع به سطح انتخابی بودن آفت‌کش‌ها به دست آید.

منابع

1- Abbott W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265-267.

2- Beers E.H., and Schmidt R.A. 2014. Impacts of orchard pesticides on (*Galendromus occidentalis*), lethal and sub lethal effects. Crop protection 56: 16-24.

3- Costa M.A., Muscardini V.F., Gontijo P.D.C., Carvalho G.A., Oliveira R.L.D., and Oliveira H.N.D. 2014. Sub lethal and transgenerational effects of insecticides in developing (*Trichogramma galloi*). Ecotoxicology, springer.

4- Doker I., Pappas M.L., Samaras C., Triantfyllou A., Kazak C., and Broufas G.D. 2015. Compatibility of reduced risk

insecticides withy the nin target predatory mite (*Iphiseius degenerans*) (Acari: Phytoseiidae). Pest Management Science 71(9): 1267-1273.
5- Fernandez M.M., Medina P., Wanumen A., Estal P.D., Smagghe G., and Vinuela E. 2017. Compatibility of sulfoxaflor and other modern pesticides with adults of the predatory mite (*Amblyseius swiriskii*). Residual contact and persistence studies. Biocontrol 62: 197-208.
6- Garzon A., Medina P., Amor F., Vinuela E., and Budia F. 2015. Toxicity and sublethal effects of six insecticides to last instar larvae and adults of the biocontrol agent (*Chrysoperla carnea*) (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) and (*Adalia bipunctata*) (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). Chemosphere 132: 87-93.
7- Hassan S.A. 1998. The initiative of The IOBC/WPRS working group on pesticides and beneficial organisms *In:* Ecotoxicology, Pesticisdes and beneficial organisms. (Eds: Haskell, P.T. and McEwen,P.) Kluwer Academic Publishing, pp22-56.
8- Hewa-Kapuge S., Dougall S.M., 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.
9- Jafari M., Saber M., Gharakhani G., and Bagheri M. 2015. Effects of sub lethal of metoxyfenozide and emamectin benzoate on (*Trichogramma brassicae*). Agricultural Pest Management 2(1): 12-20.
10- Lefebvre M., Bostanian N.J., Thistlewood H.M.A., Mauffette Y., and Racette G. 2011. A laboratory assessment of the toxic attributes of six reduced risk insecticides on (*Galendromus occidentalis*) (Acari: Phytoseiidae). Chemosphere 84: 25-30.
11- Puza V. 2015. Control of insect pest by entomopathogenic nematodes.pp.175-183.In: Lugtenberg,B.(ed.),principles of plant microbe intraction. Springer International Publishing, BERN.
12- Scholler M., and Fields P. 2002. Screening of North American species of (*Trichogramma evanescens*) Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for control of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). Proceedings of the Eighth International Working Conference of Stored-Product Protection, York, U.K
13- Scholler M., and Hassan S.A. 2001. Comparative biology and life tables of (*Trichogramma evanescens*) and (*T. cacoeciae*) with (*Ephestia elutella*) as host at four constant temperatures. Entomologia Experimentalis et Applicata 98: 35-40.
14- Shamszade M. 2011. Biology of (*Trichogramma brassicae*) on eggs of (*Holcocerus sp*.) In laboratory conditions. Master thesis of agricultural entomology, Maraghe University.
15- Sheng Z.J., Li L.M., Jing W., and Shu Q. 2009. Toxicity of emamectin benzoate on different developmental stages of (*Trichogramma evanescens*) Westwood and effects on its population dynamics. Acta Ecologica Sinica 29(9): 4738-4744.
16- Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C., Fragoso D.B., and Magalhaes L.C. 2001. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of (*Tuta absoluta*) (Meyrick) (Lep., G elechiidae). International Journal of Pest Management 47: 247-251.
17- Stara J., Ourednickova J., and Kocourek F. 2011. Laboratory evaluation of the side effects of insecticides on (*Aphidius colemani)* (Hymenoptera: Aphidiidae), (*Aphidoletes aphidiomyza)* (Diptera: Cecidomyiidae), and (*Neoseiulus cucumeris*) (Acari: Phytoseiidae). Journal of Pest Science 84: 25-30.
18- Sterk G., Hassan S.A., Baillod M., Bakker F., Bigler F., and Blumel S. 1999. Results of the seventh joint pesticide testing program carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms. Biocontrol 44: 99–117.
19- Tohnishi M., Nakao H., Furuya T., Seo A., and Kodama H. 2005. Indoxacarb, a novel insecticide highly active against Lepidopterous insect pests. Journal of Pesticide Science 30(4): 354-360.
20- Uma S., Jacob S. 2013. Impact of novel insecticides on (*Trichogramma chilonis*), Thesis of Ms. Student, Kerala Agricultural Thrissur India, 159 pp.
21- Van de Veire M., Klein M., and Tirry L. 2002. Residual activity of abamectin and spinosad against the predatory Bug (*Orius laevigatus*). Phytoparasitica 30(5): 525-528.

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 1, Spring 2019, P. 27-34

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۳۴-۲۷

Survey of Persistency of Spinosad, Imidacloprid and Indoxacarb on *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens*

S. Ashtari[1*]

Received: 09-12-2017
Accepted: 15-01-2019

Introduction: Trichogramma wasp is one of the most successful parasitic species in the world and the widespread use of these wasps has taken control of many pests in more than 30 countries. Approximately 32 million hectares of agricultural land and forests have been covered by the Trichogramma every year. This parasitoid is reared on *Sitotroga cerealella* (Lep.: Gelechiidae) and *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae). The superiority of these bees is their ability to destroy the egg pest before its damage to the host plant. Nonselective insecticides can reduce the potential of biological control agents. In order to determine the most suitable insecticide for effective pest control of Trichogramma wasps, the present study evaluated the persistence toxicity of spinosad, indoxacarb and imidacloprid after exposing of *T. brassicae* and *T. evanescens*, the egg parasitoids of tomato leaf miner, according to IOBC procedure.

Materials and Methods: The experiments were carried out in the Laboratory of Plant Protection at Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Markazi Province, Arak, Iran. The egg parasitoids *T. brassicae* and *T. evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) were provided from Biological Control Department of Plant Protection Research Institute (Tehran, Iran). The parasitoids were reared on the Angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) at the laboratory under the controlled conditions of 25±1°C, 65±10% RH and photoperiod of 16:8 h (L: D).

Insecticides: The recommended doses (RD) of the insecticides of Spinosad (SC 22.8% Spintor, DowAgroscience Co.), Imidacloprid (SC35% Confidor, Bayer) and Indoxacarb (SC15% Avant, Aria Shimi) were tested.

Persistent tests: The insecticides were applied at RD on tomato plants by a hand sprayer to the point of run off. Plants were maintained under a transparent polyethylene rain cover in the field. Leaves of the treated tomato plant were sampled and transferred to the laboratory at different time intervals of 3, 5, 16 and 31 days after insecticide application. These intervals were proposed by the IOBC/WPRS Working Group. The samples were placed in ventilated plastic Petri dishes for exposure to the adult parasitoids. The experiment was repeated six times on 30 adult individuals of each species. Assessment of mortality was made on the basis of 24 h post exposure time. Persistence rate of wasps against each insecticide was evaluated according to IOBC/WPRS Working Group. The categories under laboratory conditions include: A, short lived (<5days); B, slightly persistent (5-15days); C, moderately persistent (16-30days); D, Persistent (>30 days).

Results and Discussion: Persistence tests for 30% mortality at each period of time revealed that imidacloprid with less than five days persistence classified as short lived insecticides (class A) for *T. brassicae* and *T. evanescens* wasps, indoxacarb with more than five days and less than 16 days effect was slightly persistent (class B) and spinosad which persisted more than 16 days but less than 30 days was moderately persistent for the parasitoid *T. brassicae* and *T. evanescens* (class C) (Table 1, 2). This research clearly showed that imidacloprid which persisted less than five days at field conditions were compatible with both egg parasitoids, *T. brassicae* and *T. evanescence* as a part of integrated management program of pests. This study also revealed that both parasitoids responded at the same level of susceptibility after exposure to the insecticide. There is no evidence for effect of imidacloprid on *Trichogramma* parasitoids, however our finding was the same as the results of Fernández *et al*. (2017) who reported imidacloprid was safe for predatory mite *Amblyseius swirskii* adults. Some researchers also emphasized on computability of this insecticide with a large number of natural enemies, including the predatory mites *Amblyseius cucumeris* and *Phytoseiulus persimilis*. The insecticide was compatible with all stages of phytoseiid mites, reported by Lefebvre *et al*. (2011) and Beers and Schmidt (2014) in *Galendromus occidentalis*. Garzon *et al*., (2015) also reported this insecticide was nontoxic to last instar larvae and adults of *Chrysoperla carnea* and *Adalia bipunctata* so they emphasized that it is a good candidate to be incorporated into IPM programs. On the contrary, Doker *et al*., (2015) reported a

1- Faculty Member,Plant Protection Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research,Education and Extension Organization,AREEO, Arak, Iran.
(*- Corresponding Author Email: aroya95@gmail.com)

significant reduction in oviposition of *Iphiseius degenerans* after exposure to imidacloprid.

Conclusion: This research focused on the impact of insecticide exposure on *Trichogramma* species in Markazi Province. Pesticides that control pests without severe side effects on substantial natural enemies are always a necessity for integrated control programs. The application of the short-lived insecticides can allow a rapid recolonization of the parasitoids. We found imidacloprid is non-harmful for both *T. brassicae* and *T. evanescence* wasps. By contrast, spinosad and indoxacarb should be used with care as a part of IPM procedure.

Keywords: Parasitoides, Persistency of insecticide, Semi field conditions