دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ٤٦٦٨-٢٠٠٨
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)
جلد ١١ ، شماره١، سال ١٣٩٨، (٧٧-٦٥)

اثر کشندگی حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و تیودیکارب روی زنبور پارازیتویید *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hym.: Trichogrrammatidae

فرزانه ملانوروزی[1]، شهرام حسامی[1]، مهدی غیبی[1]، مجتبی حسینی[2]، مجید فلاح زاده[3]*

١-به‌ترتیب مربی و استادیار، گروه حشره‌شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
٢- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
٣- دانشیار، گروه حشره‌شناسی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

چکیده

با مشخص شدن نقش مهم دشمنان طبیعی در کنترل آفات و توسعه به‌کارگیری آن‌ها انتظار می‌رود که توجه خاصی اثرات نامطلوب آفت‌کش‌ها بر دشمنان طبیعی به‌ویژه حذف و یا کاهش فعالیت آن‌ها صورت گیرد. در بین تمام دشمنان طبیعی شناخته شده در دنیا زنبورهای تریکوگراما ازنظر کارایی، فناوری تولید انبوه، وسعت کاربرد، سازگاری در اقلیم‌های مختلف و قابلیت پرورش روی میزبان واسط دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. در این تحقیق تاثیر دزهای ١٠٠٠، ٧٥٠، ٥٠٠ و ٢٥٠ پی‌پی‌ام از فرمولاسیون تجاری حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، تیودیکارب و تلفیقی از هر دو بر مرگ و میر زنبور *Trichogramma brassicae* Bezdenko، در شرایط آزمایشگاه (دمای ١±٢٥ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ١٠±٧٠ درصد و دوره نوری ١٦ ساعت روشنایی به ٨ ساعت تاریکی) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان دادند که هر کدام از حشره‌کش‌ها و تلفیق هر دو در مقایسه با شاهد (آب) موجب افزایش معنی‌دار مرگ و میر شدند و با افزایش دز، اثرات کشنده آن‌ها شدیدتر شد. بر این اساس حشره‌کش ایندوکساکارب کمترین درصد تلفات را موجب شد که از این نظر با دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار داشت. در بالاترین غلظت در زمان‌های ٢٤، ٤٨ و ٧٢ ساعت، درصد تلفات زنبور در اثر ایندوکساکارب به‌ترتیب ٢٩/٦، ٣٠ و ٥٥/٥٦ درصد، برای تیودیکارب ٣٣/٣٣، ٨١/٤٨ و ٩٦/٣٠ درصد و میزان تلفات ناشی از تلفیق دو حشره‌کش ٥٦/٦٧، ٩٦/٣ و ١٠٠ درصد محاسبه شد. مقایسه اثرات دو حشره‌کش و تلفیق هر دو نشان داد که بین مرگ و میر ناشی از تلفیق دو حشره‌کش ایندوکساکارب و تیودیکارب و حشره‌کش تیودیکارب به تنهایی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت اما با حشره‌کش ایندوکساکارب اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، حشره‌کش ایندوکساکارب کمترین میزان مرگ و میر در کاربرد مستقیم بر زنبور *T. brassicae* داشته است.

واژه‌های کلیدی: ایندوکساکارب، تیودیکارب، زنبور تریکوگراما، اثرات کشنده

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *hesami@iaushiraz.ac.ir*
تاریخ دریافت مقاله:٩٧/٥/٢٣ - تاریخ پذیرش مقاله: ٩٧/١٠/١٣

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از محصولات ارزشمند سبزی و صیفی در خاورمیانه به شمار می‌آید. طبق آمارنامه FAO (2014) سطح زیر کشت و میزان تولید این محصول در ایران به‌ترتیب ۱۵۹۱۳۲ هکتار و ۵۹۷۳۲۷۵ تن می‌باشد که در سیستم‌های مزرعه و گلخانه‌ها کشت می‌شود. کرم میوه‌خوار گوجه‌فرنگی *Helicoverpa armigera* (Hübner)، از جمله آفات مهم گوجه‌فرنگی در بسیاری از مناطق مهم گوجه‌فرنگی کاری دنیا از قبیل آمریکا (Wilcox *et al*., 1963)، استرالیا (Cleary *et al*., 2006)، چین (Yanquin *et al*., 1985)، اروپا، آسیا و آفریقا (Fitt *et al*., 1989) می‌باشد، برآوردهای مختلفی از میزان خسارت و هزینه کنترل این آفت در نقاط مختلف جهان ارائه شده است (Wilcox *et al*., 1963 & Cleary *et al*., 2006). در ایران این آفت میزبان‌های متعددی از جمله پنبه، کنجد، توتون، کنف، نخود، گوجه‌فرنگی، ذرت، آفتابگردان، لوبیا و سویا را مورد حمله قرار می‌دهد (Sabor Moghadam., 2005).

کاربرد وسیع و بی‌رویه آفت‌کش‌های شیمیایی و اثرات سوء آن‌ها، در زمین‌های زراعی و حتی در اکوسیستم‌های جنگلی و مرتعی نه تنها باعث برهم زدن تعادل طبیعی و آلودگی شدید زیست محیطی و ایجاد مقاومت در آفات شده است بلکه باعث از بین بردن حشرات مفید و عوامل کنترل بیولوژیک نیز گردیده است. همچنین تعداد زیادی از آفت‌کش‌های مدرن، زیست کش‌های عمومی بوده و برای انسان و تعداد زیادی از موجودات غیر هدف سمی هستند (Haghani, 2001). با توسعه کنترل بیولوژیک و پرورش و رهاسازی موجودات مفید مشکل عمده‌ای که وجود دارد، حفاظت از این موجودات در محیط خارج از آزمایشگاه می‌باشد. استفاده از آفت‌کش‌های غیرانتخابی باعث کاهش توان این حشرات مفید شده است (Shirazi, 2012). استفاده بهینه از ترکیبات شیمیایی به منظور کسب بهترین نتیجه در کنترل آفت و عدم تأثیر یا تأثیر بسیار اندک روی پارازیتوییدهای تخم در مقایسه با سایر حشرات غیر هدف بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Amoghli Tabari *et al*., 2009). در بین حشرات مفید، سهم زنبورهای تریکوگراما از نظر کارایی، کاربرد و وسعت تولید انبوه، اهمیت بیشتری دارد (Desneux, 2007). از کنترل بیولوژیکی آفات به‌وسیله زنبورهای تریکوگراما در بیش از ۳۰ کشور جهان در سطحی بالغ بر ۳۲ میلیون هکتار از زمین‌های زراعی و باغی استفاده می‌شود (Li,1994). ایندوکساکارب حشره‌کشی تماسی- گوارشی از گروه اُگزادیازینها می‌باشد که با بستن کانال سدیم باعث قطع تغذیه، فلجی و مرگ در حشرات می‌گردد هم چنین ترکیبی است طیف اثر وسیع که روی بالپولکداران موثر بوده و برای دفع آفات پنبه، سبزیجات و درختان میوه به کار می‌رود. سوسپانسیون غلیظ آن به نسبت ۲۵۰-۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار علیه کرم غوزه پنبه مصرف می‌شود (Talebi Jahromi 2011) و تاثیر منفی آن بر برخی از گونه های خانواده Trichogrammatidae گزارش شده است (Hewa-Kapuge *et al.* 2003، Hussain *et al.* 2010، Liu and Zhang 2012). اگرچه Afshari *et al.* (2014) این سم را در گروه بی ضرر برای زنبور *T. brassicae* در نظر گرفتند.

تیودیکارب یک حشره‌کش اگزایم کاربامات است که دارای اثر گوارشی – تماسی بوده و علیه آفات راسته بال پولکداران، دوبالان و سخت بال پوشان مصرف می‌شود. این ترکیب روی حشرات مفید تاثیر کمی دارد و برای مبارزه تلفیقی توصیه می‌شود. در ایران به‌صورت فرمولاسیون روان ریز خشک ۸۰٪ موجود است و علیه کرم غوزه به نسبت ۱- ۰/۷۵ کیلو در هکتار توصیه می شود. این حشره‌کش دارای خاصیت تخم‌کشی در برابر گونه‌های مختلف هلیوتیس و چندین گونه از راسته بال پولکداران است، که این خاصیت دو دلیل عمده دارد: اول سمیت گوارشی زیاد این ترکیب برای لارو حشره است وقتی در طی تفریخ شدن شروع به هضم لایه‌های پوسته تخم می‌کند و حشره‌کش وارد بدن او می‌شود و دوم در بعضی از حالات نتیجه اثر تماسی مستقیم با این حشره‌کش است (Talebi Jahromi, 2011).اثرات جانبی تیودیکارب بر

برخی از زنبور های پارازیتویید مطالعه شده است (Mahdavi 2013؛ Jones *et al.* 1998، Suh *et al.* 2000، Rafiee Dastjerdi *et al.* 2009، Symington, 2003). نتایج پژوهش Afshari *et al.* (2018) نشان داد که حشره کش تیودیکارب حتی درغلظت های‌پایین و به هر دو شکل گوارشی و تماسی بر زنده مانی و پارازیتیسم زنبور *T. brassicae* اثرات نامطلوبی دارد. تحقیق های کاربردی روی زنبور تریکوگراما در ایران از سال ۱۳۵۳ در موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور آغاز شد (Ebrahimi *et al*., 2012) و در سال‌های اخیر تولید و رهاسازی زنبورهای تریکوگراما در مزارع برنج، ذرت، پنبه، باغ‌های میوه، انار و سیب برای کنترل آفات مهمی چون *Chilo suppressalis*، *Helicoverpa armigera*، *Sesamia cretica*، *Spectrobates ceratoniae* و *Cydia pomonella* گسترش قابل ملاحظه‌ای در کشور ما داشته است (Shamszadeh, 2011). از اثرات مهم دشمنان طبیعی می‌توان به تأثیر آن‌ها در کاهش تراکم جمعیت آفات در اکوسیستم‌های زراعی اشاره نمود (Obrychi and Kring, 1998) و حمایت از دشمنان طبیعی در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) در این اکوسیستم‌ها امری اجتناب ناپذیر می‌باشد (De Bach and Rosen 1991). از طرف دیگر جهت موفقیت در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، استفاده‌ی توأم از عوامل کنترل بیولوژیک و ترکیبات شیمیایی توصیه می‌شود، ولی ترکیبات شیمیایی علاوه بر اثری که روی موجود هدف می‌گذارند، ممکن است اثرات سویی را روی موجودات غیرهدف نیز موجب شوند (Casida and Quistad 1998). بنابراین بررسی اثرات ترکیبات شیمیایی روی عوامل کنترل بیولوژیک امری ضروری می‌باشد. امروزه یکی از چالش‌های فراروی محققین، تخمین دقیق اثرات یک عامل خارجی مانند آفت‌کش روی جمعیت حشرات می‌باشد. عموماً برای بررسی توانایی یک آفت‌کش روی آفت و دشمن طبیعی در آزمایشگاه از روش های زیست سنجی استفاده می‌شود. به‌غیراز اثر مستقیم حشره‌کش‌ها که شامل مرگ‌ومیر می‌باشد، اثرات جانبی مثل تغییر صفات ریخت شناختی، اختلال در رشد و تولیدمثل، عدم تشخیص صحیح میزبان، کوتاه شدن طول عمر و کاهش عملکرد به وجود می‌آید (NAS, 1993). به‌علاوه در مواردی اثرات مثبت آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی شامل افزایش باروری (Atallah and Newsom، 1966، Fleshner and Scriven 1957)، افزایش فعالیت شکارگر و پارازیتوئید (Irving and Wyatt 1973)، افزایش تحرک (Dempester 1968) و کاهش دوره‌ی رشد (Lawrence *et al*., 1973) نیز گزارش شده است. بنابراین بررسی اثرات آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی ضروری به نظر می‌رسد (Desneux *et al*., 2007). به دلیل نقش مهم زنبورهای جنس *Trichogramma* در کنترل بیولوژیک آفات، در زمینه‌ی تأثیر آفت‌کش ها بر این زنبور مطالعات زیادی انجام شده است (Hewa-Kapuge *et al.* 2003، Suh *et al*. 2000، Hussain *et al.* 2010، Liu & Zhang 2012). براساس معیارهای سازمان بین‌المللی کنترل بیولوژیک، لوفنورون (از گروه تنظیم کننده های رشد) حشره کشی کم ضرر بر زنبور *Trichogramma cacoeciae* Marchal گزارش شده است (Hassan *et al.*, 1998). درمقابل، همین سم باعث بروز صد درصد تلفات در جمعیت تخم و لارو *Trichogramma galloi* Zucchi گردیده است (Consoli *et al*., 2001). مطالعه سمیت تماسی حشره‌کش های مختلف روی زنبور *Trichogramma platneri* Nagarkatti نشان داد که حشره کش های کاربامات، فسفره و پایرتروییید برای این زنبور بسیار سمی می‌باشند (Brunner *et al*., 2001). در زمینه تاثیر حشره کش ها روی زنبورهای تریکوگراما در ایران نیز پژوهش های مختلفی انجام شده است. بر اساس تحقیقات انجام شده حشره‌کش‌های رایج در شالیزارهای ایران دارای اثرات مخرب روی زنبور *Trichogramma* spp. می‌باشند (Najafi-Navai *et al*., 1995). در تحقیقی Mozafari (2012) اثر هفت حشره‌کش (ایندوکساکارب، ایمیداکلروپراید، فنیتروتیون، دیازینون، کلروپریفوس، فن والریت و دلتامترین) را روی زنبور تریکوگراما بررسی کرد و نشان داد که حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و ایمیداکلروپرید کمترین میزان سمیت را برای حشره کامل

زنبور تریکوگراما دارند. بنابراین برای به حداقل رساندن این اثرات نامطلوب توصیه می‌شود که از حشره‌کش‌های انتخابی استفاده شود (Croft, 1999).

با توجه به افزایش خسارت کرم میوه‌خوار گوجه فرنگی در سال‌های اخیر در مناطق مختلف ایران و کاربرد عوامل کنترل بیولوژیک به ویژه زنبور تریکوگراما و سموم شیمیایی مختلف به ویژه ایندوکساکارب و تیودیکارب، در این تحقیق اثرات کشنده سموم ذکر شده بر زنبور تریکوگراما مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از بید غلات *Sitotroga cereallela*به‌عنوان میزبان آزمایـشگاهی زنبور تریکوگراما استفاده شد. کلنی اولیه زنبور از مزارع گوجه‌فرنگی شهرستان نیشابور جمع‌آوری شد. نمونه زنبور به بخش رده‌بندی حشرات دانشگاه صنعتی اصفهان فرستاده شد و توسط دکتر نفیسه پورجواد تحت عنوان *Trichogramma brassicae* Bezdenko شناسایی گردید. بعد از شناسایی اقدامات لازم جهت تولید و تکثیر زنبور در انسکتاریوم شرکت پارس گل اترک روی میزبان آزمایشگاهی خود تخم سیتوترگا طبق دستورالعمل موسسه گیاه‌پزشکی کشور صورت گرفت. برای انجام آزمایش زیست‌سنجی از چهار غلظت شامل دز توصیه شده به همراه دزهای ۱۰۰٪،۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ از میزان توصیه شده (به‌ترتیب ۱۰۰۰، ۷۵۰، ۵۰۰ و ۲۵۰ پی‌پی‌ام) و یک تیمار شاهد (آب پاشی) از سموم ایندوکساکارب (SC 15%)(شرکت آریا شیمی)، تیودیکارب (DF 80%)(شرکت آریا شیمی) و تلفیقی از هردو با توجه به دز مصرفی رایج در مزرعه استفاده شد. تخم‌های بید غلات به مدت ۲٤ ساعت در معرض زنبور تریکوگراما قرار گرفتند تا پارازیته شوند و زنبورهای هم سن حاصل شوند. پس از خروج حشرات کامل زنبور از تخم‌های پارازیت شده، تعداد ۱۰ عدد حشره بالغ زنبور به کمک اسپیراتور از کلنی جدا کرده و در آزمایش استفاده شدند. هر واحد آزمایشی (تکرار) شامل یک ظرف پتری به قطر ٦ سانتی‌متر و ارتفاع یک سانتی‌متر بود که کف آن‌ها با کاغذ صافی مفروش شده بود، در واحدهای آزمایش یک نوار کاغذی آغشته به عسل ۵ درصد به‌منظور تغذیه زنبورها قرار داده شد. برای انجام آزمایش از دزهای آماده شده سموم ذکر شده استفاده شد و از هر تیمار یک سی‌سی روی کاغذ صافی کف پتری ریخته شد. درب پتری‌ها را به مدت ۲ ساعت باز گذاشته شد تا سموم تبخیر شود. بعد از آن درب پتری‌ها را بسته و درون هر پتری ۱۰ عدد حشره کامل بدون تفکیک جنسیت قرار داده شد. پتری‌ها در ژرمیناتور دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۷۰ درصد و دوره نوری ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند. تعداد حشرات تلف شده به مدت ۳ روز هر ۲٤ ساعت به‌طور مجزا (به‌صورت مرگ و میر تجمعی) شمارش گردید. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه فاکتور، فاکتور A شامل سموم (ایندوکساکارب، تیودیکارب و تلفیق تیودیکارب و ایندوکساکارب)، فاکتور B شامل غلظت‌های مختلف (۱۰۰۰، ۷۵۰، ۵۰۰ و ۲۵۰ پی‌پی‌ام) و فاکتور C شامل زمان (۷۲، ۲٤،٤۸ ساعت) با سه تکرار (از هر تیمار(غلظت) سه تکرار برای هر سم به‌طور جداگانه و هر تکرار ۱۰ زنبور که در مجموع ۳۰ زنبور) اجرا شد. در صورت وقوع مرگ و میر در تیمارهای شاهد، از فرمول آبوت (Abbott, 1925) به‌منظور اصلاح درصدهای مرگ و میر استفاده گردید. برای انجام تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین و به‌دست آوردن LC_{50} ، تبدیل داده صورت گرفته و سپس از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از اثرات حشره‌کشی سموم ایندوکساکارب، تیودیکارب و تلفیقی از هر دو روی زنبور *T. brassicae* نشان داد که تلفیق دو حشره‌کش ایندوکساکارب+تیودیکارب کمترین LC_{50} را روی زنبور داشته است (جدول‌های ۳، ۲، ۱). همان‌گونه که مشاهده می‌شود قدرت کشندگی هر یک از سه سم حشره‌کش برای حشره بالغ زنبور پس از زمان‌های مختلف متفاوت بوده و با گذشت زمان بیشتر می‌شود به‌طوری‌که LC_{50} برای ایندوکساکارب از ۱۳٤۰ پی‌پی‌ام در ۲٤ ساعت اول به ٦۹٤ پی‌پی‌ام در روز سوم، در مورد تیودیکارب از ۱۳۹۰ پی‌پی‌ام در روز اول به ٤۳۱ پی‌پی‌ام در روز سوم و برای تلفیق ایندوکساکارب+تیودیکارب از ۸۸۰ پی‌پی‌ام در روز اول به ۳۱٦ پی‌پی‌ام در روز سوم می‌رسد. در تلفیق دو حشره‌کش ایندوکساکارب+تیودیکارب و تیودیکارب به تنهایی میزان تلفات حشرات بالغ زنبور در زمان ٤۸ و ۷۲ ساعت پس از کاربرد سم، به‌ترتیب برای تلفیق دو حشره‌کش ۹٦/۳۰ و ۱۰۰ درصد و برای حشره‌کش تیودیکارب ۸۱/٤۸ و ۹٦/۳۰ درصد مشاهده شد. همچنین میزان تلفات حشره بالغ زنبور پارازیتویید در حشره‌کش ایندوکساکارب در زمان ۷۲ ساعت ۵۵/۵٦ درصد در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد.

جدول ۱- سمیت تماسی ایندوکساکارب روی حشره بالغ زنبور *Trichogramma brassicae* در زمان‌های مختلف

Table-1- Contact toxicity of indoxacarb on adults of *Trichogramma brassicae* at different interval

					Confidence limits 95%			
	DF	No.	$\chi 2$	b±SE	LC_{50} (ppm)	Possibility	lower bound	upper bound
24 hours	2	30	6.11	0.028±0.60	1340.592	1.63	1025.363	2508.204
48 hours	2	30	8.66	0.024±0.69	1312.989	0.69	896.011	5546.128
72 hours	2	30	7.16	0.045±0.51	694.785	1.59	511.875	1001.903

جدول ۲- سمیت تماسی تیودیکارب روی حشره بالغ زنبور *Trichogramma brassicae* در زمان‌های مختلف

Table-2- Contact toxicity of thiodicarb on adults of *Trichogramma brassicae* at different interval

					Confidence limits 95%			
	DF	No.	$\chi 2$	b±SE	LC_{50} (ppm)	Possibility	lower bound	upper bound
24 hours	2	30	7.84	0.026±0.61	1390.204	1.52	1054.806	2702.280
48 hours	2	30	21.21	0.057±0.53	711.272	3.00	541.240	1002.878
72 hours	2	30	18.56	0.068±0.53	431.32	2.42	271.070	638.881

جدول ۳- سمیت تماسی ایندوکساکارب+تیودیکارب روی حشره بالغ زنبور *Trichogramma brassicae* در زمان‌های مختلف

Table-3- Contact toxicity of indoxacarb + thiodicarb on adults of *Trichogramma brassicae* at different interval

					Confidence limits 95%			
	DF	No.	$\chi 2$	b±SE	LC_{50} (ppm)	Possibility	lower bound	upper bound
24 hours	2	30	5.16	0.056±0.57	880.89	3.35	732.816	1066.326
48 hours	2	30	15.32	0.092±2.10	449.23	3.83	352.41	515.041
72 hours	2	30	10.71	0.09±0.74	316.09	4.89	256.412	381.718

*: به معنای احتمال،میزان احتمال آزمون کای دو($\chi 2$).

جدول ٤- آنالیز واریانس دزهای مختلف حشره‌کش‌ها (ایندوکساکارب، تیودیکارب و ترکیب دو حشره‌کش) بر مرگ و میر حشرات بالغ زنبور *Trichogramma brasicae* در زمان‌های مختلف

Table- 4- Analysis of variance of different doses of insecticides (indoxacarb, thiodicarb and indoxacarb + thiodicarb) on mortality of adults of *Trichogramma brassicae* at different times

Source of variance	DF	percent mortality		
		MS	F	pr > F
insecticides (A)	2	71/7160	41/98	**0001/0
Doses (B)	3	83/11985	70/27	**0001/0
Reaction A×B	6	08/7684	45/05	**0001/0
Time (C)	2	79/234	1/38	**0001/0
Reaction A×C	4	91/1572	22/9	*027/0
Reaction A×B	6	96/524	08/3	^{ns} 369/0
Reaction A×B×C	12	40/209	23/1	*02/0
Error	72	56/170	-	-

با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشخص شده است که بین سموم ($F_{2,72}$=41.98, P<0.001) و غلظت ها ($F_{3,72}$=70.27, P<0.001) و اثر متقابل سموم و غلظت ($F_{6,72}$=41.98, P<0.001) در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد.(جدول ٤)

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر حشره کش‌های ایندوکساکارب، تیودیکارب و ترکیب دو سم بر حشره بالغ زنبور *Trichogramma brassicae*

Table-4- Average Comparison of the mean effect of Indoxacarb, Thiodicarb, and combination of both on adults of *Trichogramma brassicae*

insecticides	Concentration (ppm)	Percent mortality		
		24hours	48hours	72hours
Thiodicarb	250	8.8 ±13.33^{i}	±5.7 25.93 ^{fi}	6.6 ± ^{cd} 55.56
	500	±8.8 16.67 ^{hi}	±5.7 ^{fi} 25.93	6.6 ± ^{cg} 44.44
	750	6.6 ±13.33^{i}	± 5.7 ^{fi} 22.22	8.8 ± ^{ce} 51.58
	1000	33.33^{di}±6.6	6.6 ± ^{ab} 81.48	3.3 ±^{a} 96.30
Indoxacarb	250	3.3 ± ^{i} 13.33	±5.7 ^{fi} 22.22	5.7 ± ^{di} 33.33
	500	6.6 ± ^{hi} 16.67	8.8 ± ^{gi} 18.52	8.8 ± ^{dh} 40.47
	750	8.8 ± ^{fi} 23.33	12.0 ± ^{ei} 29.63	8.8 ± ^{cd} 48.15
	1000	5.7 ± ^{ei} 29.63	6.6 ± ^{ei} 30.0	10. 0 ± ^{cd} 55.56
Indoxacarb+ Thiodicarb	250	6.6 ± ^{hi} 16.67	8.8 ± ^{fi} 25.93	8.8 ±^{cf} 48.15
	500	3.3 ± ^{ei} 26.67	8.8 ± ^{di} 37.04	5.7 ±^{bc} 67.66
	750	3.3 ± ^{cg} 43.33	5.7 ± ^{ab} 88.89	0.0 ± ^{a} 100.0
	1000	8.8 ± ^{cd} 56.67	3.3 ±^{a} 96.30	0.0 ±^{a} 100.0

-Means within a row followed by different letters are significantly different (Tukey-. (p<0.05)

مطابق جدول ٥ که مقایسه میانگین اثر سموم مختلف ، غلظت‌ها و زمان‌های مختلف را بر درصد مرگ و میر حشره بالغ زنبور *T. brassicae* نشان می‌دهد، بالاترین میزان مرگ و میر مربوط به ترکیب ایندوکساکارب و تیودیکارب در غلظت۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در زمان ٤٨ و ٧٢ ساعت به‌ترتیب با ۹٦/۳۰٪ و ۱۰۰٪، ترکیب ایندوکساکارب و تیودیکارب با غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام در زمان ٧٢ ساعت با ۱۰۰٪ و تیودیکارب با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در زمان ٧٢ ساعت با ۹٦/۳۰ ٪ ارزیابی گردید. همچنین کمترین درصد مرگ و میر مربوط به تیمار ایندوکساکارب و تیودیکارب به تنهایی با غلظت ۲۵۰ پی‌پی‌ام در زمان ٢٤ ساعت و سم تیودیکارب با غلظت ۷۵۰ پی‌پی‌ام در زمان ٢٤ ساعت مشاهده شد. با توجه به نتایج فوق می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش غلظت و زمان درصد مرگ و میر افزایش می‌یابد.

بحث

تمام آفت‌کش‌های به‌کاررفته در طول فصل رشدی، دارای پتانسیل برهم زدن کنترل بیولوژیک موثر در آن محیط می‌باشد. ترکیبات فسفره آلی، کاربامات ها و پایروتروئیدها اکثرا برای عوامل کنترل بیولوژیک به شدت سمی می‌باشند (Croft 1990). به نظر می‌رسد گروه‌های حشره‌کشی سازگار با محیط زیست و دشمنان طبیعی جهت کنترل آفات و استفاده در قالب IPM پتانسیل بسیار مناسبی دارند. بررسی اثرات حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی در شرایط کنترل‌شده آزمایشگاهی به این دلیل اهمیت دارد که پارازیتویید در معرض بیشترین اثر حشره‌کش قرار می‌گیرد. البته معمولا اثر حشره‌کش‌ها در شرایط مزرعه‌ای روی دشمنان طبیعی کمتر است چرا که دشمنان طبیعی از نزدیک شدن به مزارع سم‌پاشی شده امتناع می‌ورزند. علاوه بر این نور خورشید نقش مهمی در مزرعه دارد و از طریق تبخیر سبب کاهش اثر حشره‌کش روی دشمن طبیعی می‌شود (Hassan 1992). در این بررسی اثرات کشندگی حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و تیودیکارب روی زنبور *T. brassicae* مورد بررسی قرار گرفت. ایندوکساکارب حشره‌کشی تماسی-گوارشی از گروه اُگزادیازینها می‌باشد که با بستن کانال سدیم باعث قطع تغذیه، فلجی و مرگ در حشرات می‌گردد (Talebi Jahromi 2011) و تاثیر منفی آن بر برخی از گونه‌های خانواده Trichogrammatidae گزارش شده است (Hewa-Kapuge *et al.* 2003، Hussain *et al.* 2010، Liu and Zhang 2012). اگرچه Afshari *et al.* (2014) این سم را در گروه بی ضرر برای زنبور *T. brassicae* در نظر گرفتند. تیودیکارب حشره‌کشی کارباماته است که اثرات جانبی آن بر برخی از زنبور های پارازیتویید مطالعه شده است (Mahdavi 2013؛ Jones *et al.* 1998، Suh *et al.* 2000، Rafiee Dastjerdi *et al.* 2009، Symington, 2003). نتایج پژوهش Afshari *et al.* (2018) نشان داد که حشره‌کش تیودیکارب حتی درغلظت‌های پایین و به هر دو شکل گوارشی و تماسی بر زنده مانی و پارازیتیسم زنبور *T. brassicae* اثرات نامطلوبی دارد.

بر اساس نتایج به‌دست آماده تلفیق دو حشره‌کش ایندوکساکارب و تیودیکارب با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در زمان ۴۸ و ۷۲ ساعت بیشترین درصد مرگ و میر را داشته است؛ اما حشره‌کش ایندوکساکارب کمترین درصد مرگ و میر را داشته است. هم سو با نتایج این تحقیق Afshari *et al*. (2014)، گزارش کردند که بیشترین میزان مرگ و میر حشرات بالغ زنبور تریکوگراما مربوط به حشره‌کش لوفنورون و کمترین میزان مرگ و میر مربوط به کاربرد حشره‌کش ایندوکساکارب می‌باشد و بر اساس استانداردهای بین‌المللی سازمان کنترل بیولوژیک، حشره‌کش ایندوکساکارب در گروه بی‌ضرر طبقه‌بندی شده است؛ بنابراین می‌توان از این حشره‌کش به‌عنوان حشره‌کش سازگار با برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات بال پولک‌دار هم‌زمان با زنبور *T. brassicae* استفاده نمود. Ahmadi *et al*. (2016) نشان دادند که در برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات بال پولک‌دار، حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و ولیام تارگو، در مقایسه با حشره‌کش پروفنوفوس بهتر عمل می‌کنند. لذا کاربرد حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و ولیام تارگو در قالب کنترل تلفیقی آفات مهم بال پولک‌دار پیشنهاد نمودند.

طبق گزارش Hewa-Kapuge *et al*. (2003) به دلیل تاثیر اندک ایندوکساکارب، در آزمایش مزرعه‌ای روی زنبور *Trichogramma bassicae* Bezdenko - sensu Pinturreau حاصل از تخم‌های پارازیته *Helicoverpa* کاربرد آن توصیه شده است. Liu *et al*. (2012) بیان کرده‌اند که ایندوکساکارب برای بسیاری از حشرات مفید نظیر زنبور تریکوگراما به نسبت حشره‌کش‌های ثبت شده پیرتروئیدی، فسفره و کاربامات ایمن‌تر است.(Liu *et al*. (2012.

در ارتباط با اثرات منفی ناشی از ورود تیودیکارب به تنهایی و ترکیب آن با ایندوکساکارب به همراه غذا بر حشرات کامل زنبورهای تریکوگراما تاکنون گزارشی ارایه نشده است، اما با توجه به تغذیه حشرات کامل زنبورهای پارازیتویید از شهد گل‌ها یا عسلک در مزرعه (Jervis *et al*., 1996)، احتمال آلوده شدن منابع غذایی به این حشره‌کش و کاهش زنده-

مانی و زادآوری آن‌ها بسیار محتمل می‌باشد. بسیاری از آفتکش‌ها می‌توانند اثرات سمی روی زنبورهای تریکوگراما داشته باشند. از اینرو جهت به حداقل رسانی اثرات منفی آفتکش‌ها روی گونه‌های زنبور تریکوگراما لازم است که خطر سمیت پتانسیل آفتکش‌هایی که به‌طور معمول روی آفات مورد استفاده قرار می‌گیرند مورد آزمایش واقع شوند (Preetha,Stanley, *et al*., 2010). در آزمایشی روی اثر چهار آفتکش دلتامترین، اسپینوساد، آزادیراختین و باکتری *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* (*Bt* var. *k*) نشان دادند که هر چهار آفتکش مورد آزمایش روی زنبور *T. brassicae* تاثیر منفی داشتند. وجود سمیت آفتکش روی *T. brassicae* می‌تواند امکان استفاده از این آفتکش‌ها را در کنار کنترل بیولوژیکی با محدودیت مواجه کند. آن ها بیان داشتند که استفاده از این آفتکش‌ها در صورت رهاسازی *T. brassicae* برای کنترل آفات راسته پولک بالان تحت شرایط مزرعه توصیه نمی‌شود. در مطالعه‌ای (Cheng, Lin, *et al*., 2018) تعداد ۱۳ آفتکش متفاوت روی سه گونه زنبور بالغ تریکوگراما *T. dendrolimi* ,*T. ostriniae* و *T. chilonis* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تقریبا همه آفتکش‌های مورد مطالعه زمانی‌که با حداکثر مقدار توصیه شده در مزرعه مورد استفاده قرار گرفتند اثرات جدی روی گونه‌های مورد مطالعه داشتند. در تحقیقی دیگری مشخص شد که امامکتین بنزوات‌ها دارای اثرات مضرب مشابه روی *T. nubilale* بودند که این نشان‌دهنده عدم سازگاری این آفتکش‌ها در مدیریت کنترل بیولوژیک بودند (Wang *et al*., 2012). در آزمایش چنگ و همکاران (۲۰۱۸) نیز آبامکتین روی زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* بسیار مضر بود(Cheng, Lin, *et al*., 2018).

آفتکش‌ها علاوه بر اثرات مستقیم کشندگی، دارای تاثیراتی روی خصوصیات بیولوژیکی پارازیتوئیدها نیز هستند که از آن جمله می توان به تغییر در پتانسیل پارازیتیسم، طول عمر، نسبت جنسی و ظهور حشرات بالغ اشاره کرد (Firake & Khan, 2014, Deezneux, Decourtye, *et al*., 2007). استفاده از آفتکش روی پویایی جمعیت آفت نیز اثر گذار است، به‌طوری‌که استفاده از بسیاری از آفتکش‌ها می‌تواند در نتیجه اثرات زیر کشندگی مانند کاهش ظرفیت تولید مثلی، طول عمر و کاهش وزن شفیره‌های زنده مانده، پویایی جمعیت آفت را تحت تاثیر قرار دهد (Pineda, Schneider, *et al*., 2007, Stark & Banks, 2003, Deezneux, Decourtye, *et al*., 2007). در نتیجه، آگاهی در مورد خطرات (کشنده و زیرکشنده) آفتکش‌های رایج روی *T. brassicae* و همچنین شناسایی آفتکش‌های با زمان کاربرد مناسب در کنترل آفت، بدون داشتن اثرات منفی روی دشمنان طبیعی در راستای اهداف مدیریت تلفیقی آفات ضروری به نظر می‌رسد (Thubru, Firake, *et al*., 2018).

کاربرد آفتکش‌ها در مزارعی که در آن‌ها از دشمنان طبیعی جهت کنترل بیولوژیکی آفات استفاده می‌شود، حساس است. تحت شرایط مزرعه زنبور *T. brassicae* در هنگام یافتن غذا، جفت و شهد گیاهی به‌طور پی‌درپی ممکن است در تماس با آفتکش های استفاده شده بوده و تحت تاثیر قرار می‌گیرند. علاوه بر این، به دلیل پرواز کمتر و بیشتر باقی ماندن روی سطح گیاه زنبورهای تریکوگرما نسبت به سایر پارازیتوئیدها، ممکن است به نسبت بیشتر تحت تاثیر آفتکش‌ها قرار بگیرند. آن‌ها ممکن است تاثیرات غیر مستقیمی در مراحل قبل از بلوغ و در هنگامی که در داخل تخم میزبان هستند از مصرف آفتکش‌ها بگیرند. در بسیاری از مواقع زنبورهای پارازیتوئید به همراه میزان از بین می‌روند(Thubru, Firake, *et al*., 2018). از اینرو استفاده از آفتکش‌هایی که دارای خطرات کمتری روی این عوامل کنترل بیولوژیکی هستند یکی از مهمترین موارد قابل توجه در برنامه تلفیقی کنترل آفات می‌باشد تا بدین ترتیب از مزایای کنترل بیولوژیکی و شیمیایی در کنترل آفات بهره برد.

محققین در جستجوی یافتن آفتکش‌های جدیدتر و ایمن تر برا کاهش استفاده از آفتکش‌های با دامنه وسیع هستند(Elbert, Haas, *et al*., 2008). بیشتر آفتکش‌های مورد استفاده در کشاورزی اثرات منفی مشخصی روی بندپایان دارند(Sabai, Mohamed, *et al*.,2003, Mandal,Debnath *et al*., 2006). در سال‌های اخیر برخی کشورها آفتکش‌هایی را توسعه داده اند که با هدف تلفیق مدیریت شیمیایی و بیولوژیکی آفات به بوم شناسی پایدار نزدیک بوده و بر اساس اصول مدیریت تلفیقی آفات هستند. به این ترتیب آفتکش‌های انتخابی تری جهت حفظ حشرات مفید جهت ارتقاء خدمات اکوسیستم‌ها با حفاظت از این حشرات مفید توسعه پیدا کرده‌اند (Jacas & Urbaneja, 2009).

آفتکش‌هایی که برای زنبور تریکوگراما مضر نیستند باید در مزارعی که این زنبورها رها شده‌اند مورد استفاده قرار گیرند. در یک آزمایش در مزارع گوجه‌فرنگی، اتخاذ یک برنامه کنترلی بر اساس این آفتکش‌ها منجر به برداشت مشابه با مزارعی شد که از آفتکش‌های معمول استفاده کرده بودند(S. McDougall, K. Ryan, *et al*., 2000). عموما آفتکش‌های کم خطر روی زنبور پارازیتوئید گران تر از آفتکش‌های با دامنه عمل وسیع تر هستند بنابراین پذیرش استفاده از این آفتکش‌ها در کنار زنبورهای پارازیت باید توجیه اقتصادی داشته باشد. علاوه بر این پذیرش این روش ها نوین هنگامی می‌تواند بیشتر باشد که در نتیجه بروز پدیده مقاومت به آفتکش‌های رایج، کارایی این آفتکش های با طیف عمل وسیع کاهش یافته و کشاورزان به دنبال راه جایگزین هستند(Hewa- Kapuge, McDougall, *et al*., 2003).بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، اثر تماسی حشره‌کش تیودیکارب، یا ترکیب با ایندوکساکارب، در جمعیت حشرات کامل مرگ و میر معنی‌داری را ایجاد نمود. به‌طوری‌که در غلظت‌های ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام این حشره‌کش‌ها مرگ و میر حشرات بالغ نسبت به شاهد، بیش از چهار برابر افزایش یافت.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، تلفیق دو حشره‌کش ایندوکساکارب و تیودیکارب با یکدیگر با دزهای ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام ، در زمان ۷۲ ساعت باعث مرگ و میر ۱۰۰ درصد زنبور شدند. همچنین حشره‌کش تیودیکارب به تنهایی با دز ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و زمان ۷۲ ساعت باعث مرگ و میر ۹۶/۳۰ درصد شده پس با افزایش غلظت و گذشت زمان میزان مرگ و میر افزایش یافته است. اما حشره‌کش ایندوکساکارب کمترین میزان مرگ‌ومیر را روی حشره بالغ زنبور *T. brassicae* داشت. پس از مطالعات تکمیلی مزرعه‌ای از ایندوکساکارب می‌توان به‌عنوان حشره‌کش تقریبا سازگار با برنامه‌های کنترل تلفیقی آفات بالپولکدار همراه با زنبور *T. brassicae*، استفاده نمود. درنهایت هیچ کدام از روش‌های آزمایشگاهی، نیمه مزرعه‌ای و مزرعه‌ای به تنهایی نمی‌توانند اثر کلی حشره‌کش‌ها را روی دشمنان طبیعی نشان دهند. حشره‌کش‌هایی که در شرایط آزمایشگاهی زیان‌آور عمل می‌کنند نیاز است در شرایط نیمه مزرعه‌ای برای ارزیابی دوام باقی‌مانده حشره‌کش و در شرایط مزرعه‌ای برای ارزیابی اثر نور خورشید، پناهگاه‌ها و دیگر عواملی که روی حشره‌کش‌ها تاثیر می‌گذارند، آزمایش شوند.

Reference

Afshari, A., Gorzoldin, M. and Motaki, E. 2014. Side-effects of indoxacarb and lufenuron on *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory conditions. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 39 (3): 61-80.

Afshari, A., Hamzepour Chenari, E., Iraji, A. and Asghari Larimi, M. 2018. Lethal and sublethal effects of thiodicarb and hexaflumuron on egg parasitoid, *Trichogramma brassicae* Bezdenko under laboratory conditions. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 41: 75-89.

Ahmadi, A., Saber, M. and Gharekhani, G. 2016. Side effects of indoxacarb, chlorantraniliprole+abamectin and profenofos on different stages of egg parasitoid, Trichogramma brassicae (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory conditions. 22nd Iranian Plant Protection Congress. 27-30 August, University of Tehran, Karaj, Iran.

Alimirzanezhad, H. 2013. Investigating on the Side Effects of four Fungicides on *Trichogramma brassicae.* Master's thesis on Agricultural Entomology. Razi University of Kermanshah.

Amoghli Tabari, M., Alinia, F., Ghahari, H. and Hajiamiri, M. 2009. Study on the number of Application of Diazinon (G10%) Insecticide Against Striped Stem Borer, *Chilo suppressalis* Walker. Journal of Plant Protection, 23 (2): 26-34.

Atallah, Y. H. and Newsom, L. D. 1966. Ecological and Nutritional Studies on *Coleomegilla mucalata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). III. The Effect of DDT, Toxaphene, and Endrin on the reproductive and Survival Potentials. Journal of Economic Entomology, 59 (5): 1181–1187

Brunner, J. F., Dunley, J. E., Doerr, M. D., and Beers, E. H. 2001. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leaf rollers in Washington. Journal of Economic Entomology, 94(5): 1075-1084.

Cheng, S., R. Lin, L. Wang, Q. Qiu, M. Qu, X and Ren, et al. 2018. Comparative susceptibility of thirteen selected pesticides to three different insect egg parasitoid Trichogramma species. Ecotoxicology and Environmental Safety 166: 86-91. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.09.050.

Casida, J. E. and Quistad, G. B. 1998. Golden age of insecticides research: past, present or future. Annual Review of Entomology, 43: 1-16.

Cleary, A. J., Cribb, B. W. and Murray, D. A. H. 2006. Helicoverpa armigera (Hübner) can what stubble protect cotton from attack. Australian Journal of Entomology, 45:10-15.

Consoli, F. L., Botelho, P. S. M. and Parra, J. R. P. 2001. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym.: Trichogrammatidae). Journal of Applied Entomology, 125: 37-43.

Croft, B. A. 1999. Arthropod biological control agents and pesticides. John Wiley and Sons Inc., New York. 723pp.

Desneux, N., A. Decourtye and J.-M. Delpuech. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annu. Rev. Entomol. 52: 81-106.

De Bach, P. and Rosen, D. 1991. Biological Control by Natural Enemies. Cambridge University Press.

Dempester, J. P. 1968. The sublethal effect of DDT on the rate of feeding by the groundbeetle Harpalus rufipes. Entomologia Experimentalis et Applicata, 11: 51-54.

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

Ebrahimi, A. Lotfalizadeh, H. Kazemi, M. H. and Jafarloo, M. 2012. Evaluation of *Trichogramma* and Kaolin against the pomegranate fruit moth, *Ectomyelis ceratoniae* Zeller (Lep: Pyralidae) in Siah-Rud region, Iran. Journal of Field Crop Entomology, 2: 15-24.

Elbert, A., M. Haas, B. Springer, W. Thielert and R. Nauen. 2008. Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. Pest management science 64: 1099-1105.

Fitt, G. P. 1989. The ecology of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) role of certain plant attributes. Australian Journal of zoology, 37: 678-833.

Fleshner, C. A. and Scriven, G. T. 1957. Effect of soil-type and DDT on ovipositional responses of Chrysopa californica on lemon. Journal of Economic Entomology, 50: 221-222.

Garcia, J. F., Grisoto, E., Vendramim, J. D. and Machado, B. P. S. 2006. Bioactivity of neem, *Azadirachta indica*, against spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane. Journal of Economic Entomology, 99: 2010-2014.

Haghani, M. 2001. Demographic and Parasitoid Behavior of *Trichogramma embryophagum* on Experimental Hosts. Master's Thesis in Agricultural Entomology, Tarbiat Modarres University.

Hassan, S. A. 1992. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection product on Trichogramma cacoeciae. In: Hassan, S. A. (ed) Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. IOBC/WPRS Bulletin, 15: 18–39.

Hassan, S. A., Hafes, B., Degrande, P. E. and Herai, K. 1998. The side-effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae), acute dose response and persistence tests. Journal of Applied Entomology, 122: 569-573.

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.

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.

Hussain, D., Akram, M., Iqbal, Z., Ali, A. and Saleem, M. 2010. Effect of some insecticides on *Trichogramma chilonis* Ishii. (Trichogrammatidae: Hymenoptera) immature and adult survival. Journal of Agricultural Research, 48(4): 531-537.

Irving, S. N. and Wyatt, I. J. 1973. Effects of sublethal doses of pesticides on the ovipisition behavior of Encarsia formosa. Annals of Applied Biology, 75: 57-62.

Jacas, J. and A. Urbaneja. 2009. Origen de las plagas e historia del Control Biológico. Control Biológico de Plagas Agrícolas. Phytoma, España: 3-13.

Jervis, M. and Kidd, N. 1996. Insect Natural Enemies: Practical Approaches to Their Study and Evaluation. Chapman and Hall, London. 491pp.

Jones, W. A., Ciomperlik, M. A. and Wolfenbarger, D. A. 1998. Lethal and sublethal effects of insecticides on two parasitoids attacking *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). Biological Control, 11: 70-76.

Lawrence, P. O., Kerr, S. H. and Whitcomb, W. H. 1973. Chrysopa rufilabris. Effect of selected pesticides on duration of third larval stadium, pupa stage and adult survival. Environmental Entomology, 2: 477-480.

Li, L.Y. 1994. Worldwide use of Trichogramma for biological control on different crops. CAB International, Wallingford, CT, pp 37–53.

Liu, T. X. and Zhang, Y. 2012. Side effects of two reduced-risk insecticides, indoxacarb and spinosad, on two species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on cabbage. Ecotoxicology, 21: 2254-2263.

Mahdavi, V. 2013. Residual toxicity of some pesticides on the larval ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Plant Protection Research, 53(1): 27-31.

Mahdavi, V. and Saber, M. 2014. Acute toxicity and sublethal effects of diazinon on adult stage of *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae). Agricultural Pest Management, 1: 36-45.

Mozafari, M. 2012. Investigating the Side Effects of Seven Insecticide on Parasitoid *Trichogramma brassicae.* Master's thesis on Agricultural Entomology, Razi University of Kermanshah.

Najafi-Navai, E., Bayat-Asadi, H. and Osku, P. 1995. The side effect study of broad spectrum insecticides in paddy fields on the different stages of Trichogramma larvae. Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress, 2-7 Sept., Karaj, Iran, pp. 75-76.

NAS (National Academy of Science), 1993. Report on diets of infants and children. National Academy Press, Washington, DC. 285pp.

Murray, D. A. H., Lloyd, R. J.and Hopkinson. J. E. 2005. Efficacy of new insecticides for management of Helicoverpa spp. (Lepidoptera: Noctuidae) in Australian grain crops. Australian Journal of Entomology 44: 62-67. doi:doi:10.1111/j.1440-6055.2005.00422.x

Obrychi, J. J. and Kring, T. J. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. Annual Review of Entomology, 43: 295-321.

Rafiee Dastjerdi, H., Hejazi, M. J., Nouri Ganbalani, G. and Saber, M. 2009. Sublethal effects of some conventional and biorational insecticides on ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Entomology, 6(2): 82-89.

Sebai, O., F. Mohamed and A. Osama. 2012. Side-effect of certain herbicides on egg parasitoid Trichogramma evanescens (West.)(Hymenoptera: Trichogrammatidae). Academic Journal of Entomology 5: 1-10.

Sabor-moghadam, N. 2005. Investigation of the sensitivity of *Helicoverpa armigera* to insecticides of methoxyphenozide, indoxacarb, Thiacolipride, Pairdale and RH-5849 In laboratory conditions. Master's Thesis. Tabriz University. School of Agriculture.

McDougall, S., Ryan, K., Smith, A., Hewa-Kapuge, S. and Hoffmann, A. A. 2000. Evaluation of beneÞcial-friendly insecticides for managemen of Helicoverpa spp. in processing tomatoes. Australian Processing Tomato Grower 21: 40-45.

Shamszadeh, M. 2011. Biology and efficacy of *Trichogramma brassicae* on the eggs of *Holococerus* sp. in the laboratory conditions. Master's Thesis, Faculty of Agriculture, Maragheh University.

Shirazi, J. 2012. Side effects of pesticides on natural enemies of pests. Remained articles and impacts of pesticides. National Institute of Plant Protection Research.

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

Symington, C. A. 2003. Lethal and sublethal effects of pesticides on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) and its parasitoid *Orgilus lepidus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae) Crop Protection, 22: 513-519

Talebi Jahromi, K. H. 2011. Pesticides Toxicology. University of Tehran Press, Tehran, 508 pp

Thubru, D. P., Firake, D. M. and Behere, G. T. 2018. Assessing risks of pesticides targeting lepidopteran pests in cruciferous ecosystems to eggs parasitoid, *Trichogramma brassicae* (Bezdenko). Saudi Journal of Biological Sciences 25: 680-688. doi:https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.04.007

Wang, Z.-Y., He, K.-L., Zhang, F., Lu, X. and Babendreier, D. 2014. Mass rearing and release of Trichogramma for biological control of insect pests of corn in China. Biological Control 68: 136-144. doi:https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.015.

Wilson, L., Mensah, R. and Fitt, G.2004. Implementing integrated pest management in Australian cotton. Insect Pest Management. Springer. p. 97-118.

Wilcox, J. and Howland, A. F. 1963. The tomato fruitworm: How to control it. Leaflet No. 367, U. S. Departement of Agriculture.

Yanquin, D. C. and Shijun, M. F. 1985. Distribution and economic importance of *Heliothis armigera* and it natural enemies in China. Environmental Entomology, 4: 44-446.

Journal of Entomological Research

Volume 11, Issue 1, pages: 65-77

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
http://jer.iau-arak.ac.ir

Mortality Effects of Indoxacarb and Thiodicarb On *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hym.: Trichogrrammatidae)

F. Molanorozi[1], Sh. Hesami [*1], M. Gheibi[1], M. Hosseini[2], M. Fallahzadeh[3]

1- Respectively Lecturer and Assistant Professor, Department of Entomology, Shiraz branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
2- Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3- Associate Professor, Department of Entomology, Jahrom branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran

Abstract

Through identifying the role of natural enemies in pest control and developing their application, it is expected that particular attention will be paid to the adverse effects of pesticides on natural enemies, especially removal or reduction of their activities. Among all the popular natural enemies in the world, *Trichogramma* bees bears a special importance in terms of efficiency, mass production technology, application scope, adaptability in different climates, and the ability to grow on the intermediate host. This paper tends to investigate the effects of different doses of 250, 500, 750 and 1000 ppm of pesticides including inodxacarb, thiodicarb and a combination of both on mortality of *Trichogramma brassicae* Bezdenko, in laboratory conditions (25±1°C, 70±10% relative humidity and 16L:8D). Results showed that each of pesticides and combination of both, compared with the control (water), caused a significant increase in mortality and, with increasing doses, their lethal effects became more severe. Regarding this, indoxacarb pesticide had the least amount of mortality, which in this regard, had a significant difference with the other two treatments. At the highest concentration for 24, 48, and 72 hours after exposure, mortality rate was calculated as 29.6, 30, 55.56% for indoxacarb, 33.33, 81.48 and 96.30 % for thiodicarb, and 56.67, 96.3, and 100% for combination of both pesticides, respectively. Comparison of the mortalities of two insecticides and combination of both showed that there was no significant difference between the mortality rates of the combination of indoxacarb+thiodicarb and the sole use of thidiocarb. However, indoxacarb showed significant difference. According to the results, inodexacarb has the lowest mortality rate in the direct application on *T. brassicae*.

Keywords: Indoxacarb, Thiodicarb, *Trichogramma brassicae*, Lethal effects

* Corresponding Author, E-mail*: hesami@iaushiraz.ac.ir*
Received: 14 Aug. 2018– Accepted: 3 Jan. 2019