مقاله علمی پژوهشی
مجله دوفصل نامه
مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی
ISSN 2588-5073 چاپی
ISSN 2588-5081 الکترونیکی online
دوره ۱۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳
صفحه ۴۱-۳۱

Research Article
Genetic Engineering and Biosafety Journal 2024
Volume 13, Number 1, Pages: 31-41

http://gebsj.ir/

https://ecc.isc.ac/showJournal/23064

10.61186/gebsj.13.1.10

بررسی اثرات کشندگی و زیرکشندگی حشره‌کش‌های هگزافلومورن و ایمیداکلوپرید روی زنبور پارازیتوئید تخم، *Trichogramma brassicae*

Lethal and sublethal effects of Hexaflumuron and Imidacloprid insecticides on the egg parasitoid, *Trichogramma brassicae*

محبوبه شریفی[۱]*، زینب رفیقی[۲]، بهاره رفیعی[۳]، سعیده جاور[۱]

Mahboobeh Sharifi[1]*, Zeinab Rafighi[2], Bahareh Rafiei[3], Saeedeh Javar[1]

۱- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکزتحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۲- موسسه آموزش عالی بهاران، حشره شناسی کشاورزی، گرگان، ایران

۳- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

1. Plant Protection Rresearch Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
2. Baharan Institute of Higher Education Gorgan, Agricultural Entomology, Gorgan, Iran
3. Plant Protection Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: *Corresponding Author, Email

mahboobehsharifi67@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۱۰- تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۶/۷)

Received: 2024/01/08 | Accepted: 2024/04/29 | Published: 2024/08/28

Abstract

Nowadays, in order to reduce the consumption of pesticides and their side effects, the use of biological control method for pest has gained significant importance worldwide. Considering the importance of the adverse effects of insecticides on biological agents, this research evaluated the lethal and sub lethal effects of two pesticides, hexaflumuron (Consult®) and imidacloprid (Confidor®), on different parameters by dipping parasitized eggs and exposing adult Trichogramma to the residues of the pesticides. The LC_{50} values after 24 hours were determined as 71.25 ppm for imidacloprid and 123.05 ppm for hexaflumuron, which resulted in the highest mortalities at this time. The lowest parasitic potential of the insecticide was related to the concentration of 41.78 ppm for imidacloprid at LC_{40}. The lowest survival rate of the wasp exposed to the pesticide residues was associated with a concentration of 2000 ppm, which was zero on the first day and increased to 50% and 66.33% by the end of the sixth day for imidacloprid and hexaflumuron, respectively. The results indicated that the residual effect of the pesticides was less pronounced on the dipped eggs, and both pesticides exhibited lethal effects. Based on the obtained survival rate and parasitism potential, imidacloprid showed higher toxicity compared to hexaflumuron, although the difference was not statistically significant. It is recommended to consider a minimum time interval of 72 hours between insecticide spraying and the release of Trichogramma wasps.

Keywords: Biological control, Imidacloprid, Hexaflumuron, Dipping method, Residual effect

رفرانس دهی این مقاله Citation

Sharifi M, Rafighi Z, Rafiei B, Javar S. (2024). Study of lethal and sublethal effects of pesticides Hexaflumuron and Imidacloprid on *Trichogramma brassicae*. Genetic Engineering and Biosafety Journal 2024; 13 (1) : 31-41. Doi: 10.61186/gebsj.13.1.10. URL: http://gebsj.ir/article-1-473-en.html

شریفی م، رفیقی ز، رفیعی ب، جاور س. (۱۴۰۳). بررسی اثرات کشندگی و زیر کشندگی حشره‌کش‌های هگزافلومورن و ایمیداکلوپراید روی Trichogramma brassicae . مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی. ۱۳ (۱) :۴۱-۳۱.

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

Genetic Engineering and Biosafety Journal
Volume 13, Number 1, 2024

خلاصه

امروزه در دنیا به منظور کاهش مصرف آفت‌کش‌ها و اثرات جانبی آن‌ها، به کارگیری روش کنترل بیولوژیک آفات، جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. با توجه به اهمیت تأثیر نامطلوب سموم حشره‌کش بر عوامل بیولوژیک، در این پژوهش، اثرات کشندگی و زیرکشندگی دو آفت‌کش هگزافلومورن (کنسالت) و ایمیداکلوپرید (کنفیدور) بر پارامترهای مختلف زیستی، به شیوه‌ی غوطه‌ورسازی تخم‌های پارازیته شده و قرار دادن حشرات کامل *Trichogramma brassicae* در معرض باقی‌مانده‌ی آفت‌کش مورد ارزیابی قرار گرفت. مقادیر LC_{50} پس از ۲٤ ساعت برای حشره‌کش ایمیداکلوپرید، ۷۱/۲۵ ppm و برای حشره‌کش هگزافلومورن ۱۲۳/۰۵ ppm به دست آمد که بالاترین تلفات هم در این زمان ثبت گردید. کم‌ترین توان پارازیتی آفتکش مربوط به غلظت (۴۱/۷۸ ppm) LC_{40} ایمیداکلوپرید بود. کم‌ترین درصد زنده‌مانی زنبور درمعرض باقی‌مانده‌ی حشره‌کش‌ها مربوط به غلظت ۲۰۰۰ ppm بود که در روز اول صفر بوده و تا پایان روز ششم درصد مرگ و میر برای حشره‌کش-های ایمیداکلوپرید و هگزافلومورن به ترتیب به ۵۰ و ٦٦/۳۳ درصد افزایش یافت. نتایج نشان داد تأثیر باقی‌مانده‌ی آفت‌کش از غوطه‌وری تخم کم‌تر بود و هر دو آفت‌کش دارای اثر کشندگی می‌باشند. با توجه به درصد زنده‌مانی و توان پارازیتیسمی به‌دست آمده، سمیت آفت‌کش ایمیداکلوپرید نسبت به هگزافلومورن بیش‌تر است اما اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. توصیه می‌شود در به‌کارگیری از زنبور تریکوگراما دست‌کم فاصله‌ی زمانی ۷۲ ساعت پس از سم‌پاشی لحاظ شود.

واژه‌های کلیدی: کنترل بیولوژیک، ایمیداکلوپرید، هگزافلومورن، روش غوطه‌وری، اثر باقی‌مانده

مقدمه

Introduction

کنترل شیمیایی آفات در سال‌های اخیر به طور گسترده استفاده می‌شود، که علاوه بر اثرات جانبی باقی‌مانده این ترکیبات بر سلامت انسان‌ها و محیط زیست، بر موجودات غیرهدف از جمله دشمنان طبیعی تأثیر نامطلوب دارد (Malekzadeh *et al*. 2023, Bastan and Rafiei. 2020). از این‌رو، استفاده‌ی بهینه از ترکیبات شیمیایی به منظور کسب بهترین نتیجه در کنترل آفت و عدم تأثیر یا تأثیر بسیار اندک روی حشرات غیرهدف بسیار اهمیت دارد. تحقیقات نشان داده است که تنها راه مهار موفق و پایدار بسیاری از آفات، مستلزم به‌کارگیری تلفیقی عوامل کنترل بیولوژیک و ترکیبات شیمیایی می‌باشد (Jafari *et al*. 2015). مصرف ترکیبات شیمیایی در مدیریت تلفیقی آفات در صورتی ممکن است که دشمنان طبیعی از کاربرد آفت‌کش‌ها آسیب جدی نبینند. پارازیتوئیدها به لحاظ تنوع، تخصصی بودن و توانایی مهار آفات در بسیاری از اکوسیستم‌های زراعی دارای اهمیت هستند. این حشرات مفید، جمعیت آفت و در نتیجه خسارات ناشی از آن‌ها را کاهش می‌دهند و از طغیان جلوگیری می‌کنند (Soltaninejad *et al*. 2017). حدود ۷۵ درصد پارازیتوئیدهای حشرات در راسته بال‌غشائیان Hymenoptera قرار دارند که خانواده‌ی Trichogrammatidae، یکی از خانواده‌های این راسته می‌باشد (Alimirzanijad *et al*. 2013). در سال‌های اخیر تولید و رهاسازی زنبور تریکوگراما *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) در مزارع برنج، پنبه، ذرت، باغ‌های میوه‌ی انار و سیب برای کنترل آفات مهمی چون کرم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis* (Walker)، کرم غوزه‌ی پنبه *Helicoverpa armigera* (Hübner)، کرم ساقه‌خوار ذرت *Ostrinia nubilalis* (Hübner)، کرم گلوگاه انار *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) و کرم سیب *Cydia pomonella* (Linnaeus) گسترش قابل ملاحظه‌ای در کشور ما داشته است (Jafari *et al*. 2012). از این‌رو، مطالعه‌ی اثرات جانبی آفت‌کش‌ها روی زنبوران تریکوگراما می‌تواند اطلاعات با ارزشی را در زمینه‌ی مدیریت تلفیقی آفات و حفظ این حشرات مفید ارایه دهد.

ارزیابی اثرات بیولوژیکی آفتکشها روی آفات و دشمنان طبیعی، روی سمیت حاد و برآورد مرگ و میر، متمرکز شده و توجه کمتری

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

به اثرات دراز مدت آفتکشها (سمیت مزمن) روی آفات گردیده است (Nikakhtar *et al*. 2022). زنبورهای پارازیتوئید ممکن است از راه‌های مختلفی مانند تغذیه‌ی حشرات کامل از غذای آغشته به آفت‌کش، تماس مستقیم تخم‌های پارازیته شده میزبان یا حشرات کامل با آفت‌کش و یا قرارگرفتن حشرات کامل در معرض باقیمانده‌های حشره‌کشی تحت تأثیر آفت‌کش‌ها قرار گیرند (Afshari *et al*. 2012). مطالعه آثار آفت‌کش‌ها بر دشمنان طبیعی به دهه ۱۹۵۰ بازمی‌گردد، هرچند از نیمه ۱۹۷۰ این مطالعات به سرعت رشد پیدا کرد به طوری که طی چند دهه گذشته، مطالب ارزشمندی در این زمینه به چاپ رسیده است. بیشتر آفت‌کش‌های مرسوم که برای کنترل آفات استفاده می‌شوند، ترکیبات آلی با طیف وسیع هستند که جمعیت‌های دشمنان طبیعی را مشابه آفات نابود می‌کنند. دلیل این امر، آن است که تقریبا تمامی پنج گروه حشره-کش‌های مرسوم (فسفره، کلره، کاربامات، پایروتروئید و نئونیکوتینوئیدی) سیستم عصبی را هدف قرار می‌دهند که به لحاظ بیوشیمیایی در آفات و دشمنان طبیعی مشابه است. بدین ترتیب، مشکل بتوان یک ترکیب واقعا انتخابی را در میان حشره‌کش‌های مرسوم پیدا کرد. از سوی دیگر، ترکیبات انتخابی نیز گرچه ممکن است اثرات مستقیمی در دزهای توصیه شده بر بندپایان غیرهدف نداشته باشند، اما تماس طولانی مدت با مقادیر ناچیز این مواد شیمیایی اثرات زیانباری بر شایستگی این موجودات به جای می-گذارد (Ashtari. 2023). به غیر از اثر مستقیم حشره‌کش‌ها که شامل مرگ و میر است، اثرات غیرمستقیم این حشره‌کش‌ها کاملاً واضح نیستند و عوارضی مثل اختلال در تولیدمثل و کاهش عملکرد دشمنان طبیعی را ایجاد می‌کنند (Fotouhi. 2013). طی تحقیقات انجام گرفته با فرو بردن تخم‌های شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* که میزبان زنبور پارازیتوئید *T. pratiosum* (Riley) می‌باشند در غلظت‌های مختلف ۹ حشره‌کش به این نتایج رسیدند که حشره‌کش‌های لوفنورون، تری‌فلومورون و B.t. کمینه تأثیر منفی را در مرگ‌ومیر و توان پارازیتیسم زنبور داشتند و برای استفاده در مزارع گوجه‌فرنگی مناسب هستند (Vianna *et al*. 2010). بررسی‌های انجام شده روی تأثیر ۱۰ حشره‌کش بر مراحل مختلف زندگی *T. chilonis* (Ishii) انجام گرفته است. تخم میزبان پارازیته شده توسط این زنبور در غلظت‌های مختلف این حشره‌کش فرو برده شد. نتایج نشان داد اکثر حشره‌کش‌های تست شده مربوط به گروه‌های ارگانوفسفات، کاربامات و پیرتروئید به گونه‌ای بر مراحل رشد تأثیر سوئی گذاشتند و حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید و امامکتین‌بنزوات با کمینه تأثیر منفی بر بالغ شدن تخم‌های زنبور *T. chilonis* نسبتاً بی‌خطر هستند (Hussain *et al*. 2012). آلوده کردن تخم زنبور پارازیتوئید *T. cacoeciae* (Marchall) به دو حشره‌کش ایمیداکلوپرید و فن‌پیروکسیمات نشان داد که حشره‌کش فن‌پیروکسیمات بر خلاف حشره‌کش ایمیداکلوپرید با این پارازیتوئید سازگاری دارد (Saber. 2011). تأثیر مرگ و میر ناشی از باقیمانده‌ی کاربرد ۳۰ حشره‌کش از ۷ گروه مختلف از آفت‌کش‌ها روی حشرات کامل زنبور *T. nubilale* بررسی شد. حشره‌کش‌های فسفره و کاربامات بیش‌ترین و تنظیم‌کننده‌های رشد، کم‌ترین تأثیر را بر مرگ و میر زنبورها نشان دادند (Wang *et al*. 2012). Afshari *et al*. 2012 با بررسی اثرات جانبی حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و لوفنورون بر زنبور پارازیتوئید *T. brassicae* در شرایط آزمایشگاهی به این مهم دست یافتند که طبق استانداردهای سازمان بین‌المللی کنترل بیولوژیک، در روش تغذیه از غذای آغشته به حشره‌کش، این دو حشره‌کش در گروه حشره‌کش‌های کم‌ضرر و در روش‌های تماس با باقیمانده‌های حشره‌کشی و فرو بردن تخم‌های پارازیته شده در گروه سموم بی‌ضرر قرار گرفتند و جهت استفاده در برنامه‌های کنترل بیولوژیک سازگاری مناسبی دارند. تأثیر سوء دو حشره‌کش پروکلیم‌فیت و فلوبندیامید بر پارامترهای زیستی زنبور *T. brassicae* بررسی شد. پروکلیم‌فیت در مقایسه با حشره‌کش فلوبندیامید، هم میزان مرگ و میر زنبور را افزایش داد و هم توان پارازیته کردن را به میزان زیادی در زنبورهای ماده کاهش داد، در نتیجه حشره‌کش فلوبندیامید برای استفاده در مدیریت تلفیقی آفات متعلق به راسته بال‌پولک‌داران بسیار مناسب‌تر از پروکلیم‌فیت می‌باشد (Ghazagh. 2016). بررسی واکنش سه گونه زنبور پارازیتوئید تخم به نام‌های *T. oleae* (Voegele et Pointel)، *T. cacoeciae* و *T. bourarachae* (Pintureau and Babaul) به دو حشره‌کش دلتامترین و اسپینوساد انجام گرفته و نتایج نشان داد که تأثیر باقیمانده‌ی حشره‌کش‌ها بر درصد خروج حشرات کامل پارازیتوئید، حشره‌کش دلتامترین را در ردیف سموم مضر و اسپینوساد را جزو سموم بی‌ضرر تا کمی مضر قرار داد (Blibech *et*

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

al. 2015). بنابراین در این مطالعه اثرات کشندگی و زیرکشندگی حشره‌کش‌های کنسالت و کنفیدور که در بیش‌تر محصولات زراعی و باغی استان گلستان مورد استفاده قرار می‌گیرند، روی زنبور *T. brassicae*. که برای کنترل بیولوژیک آفات این محصولات تولید و رهاسازی می‌شود، مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

Materials and Methods

زنبورهای تریکوگراما از انسکتاریوم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان گرگان تهیه گردید. برای پرورش زنبور نیاز به میزبان می‌باشد که از تخم‌های بید غلات (*Sitotroga cerealella* Oliv.) به عنوان میزبان جایگزین استفاده شد. تخم‌های بید غلات به صورت نواری بلافاصله روی کاغذهای A_4 که با چسب کاغذ دیواری آغشته شده بودند؛ منتقل شده و پس از خشک شدن چسب بلافاصله در اختیار زنبورها قرار داده شدند تا زنبورها تخم‌گذاری را انجام دهند. روی هر برگه حدود ۳ تا ٤ گرم تخم میزبان پاشیده شد.

غوطه‌وری تخم‌های پارازیت‌شده‌ی میزبان توسط *T. brassicae* درون غلظت‌های مختلف حشره‌کش: ورقه‌های حاوی تخم‌های میزبان را که شش روز از زمان پارازیته شدن آن‌ها گذشته بود و در مرحله پیش‌شفیرگی قرار داشتند به قطعات ۱ سانتی‌متری که حدوداً حاوی ۱۰۰ عدد تخم بودند برش زده و توسط پنس به مدت ۱۰ ثانیه درون محلول‌های آماده شده حشره‌کش (۱۰، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و۲۰۰۰ پی‌پی‌ام) غوطه‌ور گردید. کارت‌های غوطه‌ور شده در محلول حشره‌کش در هوای آزاد و یا معرض جریان باد ملایم قرار داده تا خشک شوند و سپس هر کدام از آن‌ها را به صورت جداگانه درون لوله‌های آزمایش استریل به قطر ۱ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر گذاشته و دهانه‌ی آن با پارچه‌ای که سیاه رنگ، ضخیم و بدون کرک بود کاملاً پوشانده شد. برای هر کدام از تیمارها، سه تکرار در نظر گرفته و از آب مقطر نیز به عنوان تیمار شاهد استفاده شد. به صورت روزانه و به مدت چهار روز، در ساعت مشخصی تعداد زنبورهای خارج شده از تخم میزبان مشاهده و شمارش شد (Saber *et al*. 2004). در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار polo-pc غلظت‌های زیرکشنده را در سطح LC_{20} و LC_{40} به دست آورده (LeOra. 1987) و این‌بار آزمایش با تهیه غلظت‌های مذکور در ٤ تکرار انجام شد. هر کدام از زنبورها پس از ٢٤ تا ٤٨ ساعت از تخم خارج شدند. در هر روز سه برگه حدوداً ۳۰۰ تایی (در مجموع حدود ۱۰۰۰ تخم) از تخم میزبان که آغشته به نوار باریک مخلوط آب و عسل بوده را در اختیار زنبورهای خارج شده از تخم قرار داده شد. در پایان روز برگه‌های تخم میزبان که پارازیته شده بودند، خارج گردیده و برگه‌های جدیدی در اختیار زنبورها قرار گرفت و تا زمان حیات زنبورها این‌کار تکرار شد. با استفاده از تغییر رنگ تخم‌های میزبان درصد تخم‌های پارازیته شده محاسبه شد.

قرار دادن حشرات کامل تریکوگراما در معرض باقی‌مانده‌ی آفت‌کش: دو حشره‌کش کنسالت و کنفیدور در غلظت‌های ذکر شده، تهیه گردید. برای هر کدام از تیمارها، سه تکرار در نظر گرفته شد. داخل تمامی لوله‌های آزمایش در محلول حشره‌کش غوطه‌ور گردید و باقی‌مانده آن خارج شد. سپس لوله‌ها به مدت ۳ ساعت در معرض جریان باد ملایم کاملاً خشک شدند، به‌صورت روزانه تعداد ۱۰ عدد از حشرات کامل زنبور تریکوگراما که همان روز از تخم خارج شدند در داخل هر یک از لوله‌ها قرار داده شد و بعد از گذشت ٢٤ ساعت، تعداد تلفات شمارش گردید و این کار به مدت ٦ روز ادامه پیدا کرد. از آب مقطر نیز به عنوان تیمار شاهد استفاده شد (Hassan *et al*. 1998).

تجزیه و تحلیل آماری: در آغاز، برای تحلیل داده‌ها، دست‌یابی به خروجی‌های مورد نظر و صحت داده‌های به دست آمده، با استفاده از نرم افزار آماری polo–pc داده‌ها را وارد کرده و با توجه به غلظت‌های مختلف، برای هر دوره زمانی و به‌طور جداگانه برای هر کدام از حشره‌کش‌ها ، خروجی‌های موردنظر هم‌چون LC_{50} با حدود اطمینان ۹۵ درصد و نیز غلظت‌های زیرکشنده در سطح LC_{20} و LC_{40} محاسبه گردید. پس از آن، داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS تجزیه واریانس شدند (SAS Institute 2003) و بر اساس آزمون آماری Tukey-HSD، معنی‌دار بودن آن‌ها بررسی شد.

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

نتایج و بحث

Results and Discussion

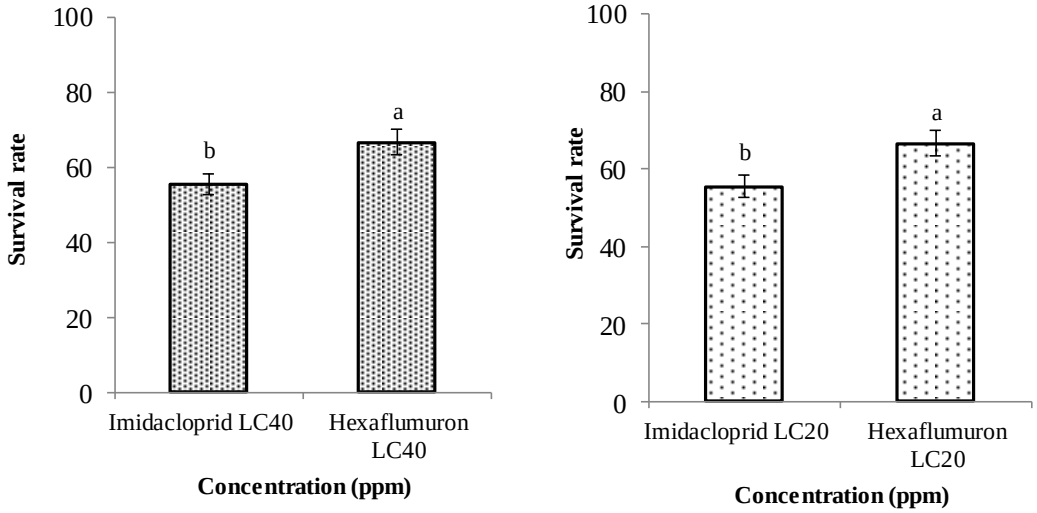
مقایسه‌ی تأثیر غوطه‌وری تخم زنبور *T. brassicae* با دو حشره‌کش کنسالت و کنفیدور بر میزان تفریخ

در جدول ۱ میزان LC_{50} حشره‌کش‌های مورد استفاده در این تحقیق با توجه به تلفات زنبورهای پارازیتوئید زمانی که تخم‌های پارازیته شده در غلظت‌های مختلف غوطه‌ور شدند، محاسبه گردید که بیانگر این نکته است که با افزایش زمان این پارامتر به شدت افزایش پیدا کرده و اثرات سوء آن‌ها روی زنبورها کاهش داشته است و از طرفی حشره‌کش کنسالت اثرات سو کم‌تری در همه زمان‌ها نسبت به حشره‌کش ایمیداکلوپرید از خود نشان داده است.

بررسی اثرات زیرکشندگی با استفاده از روش غوطه‌وری با اعمال غلظت‌های LC_{20} و LC_{40}

غلظت LC_{20} و LC_{40} در حشره‌کش کنسالت در مقایسه با حشره‌کش کنفیدور عدد بزرگ‌تری است که نشان از کم‌خطر بودن این ترکیب برای این زنبورها نسبت به کنفیدور است. برای بررسی اثرات زیرکشنده مقادیر این دو پارامتر که پس از گذشت ۲٤ ساعت محاسبه شده بود، روی تخم‌های پارازیته‌شده اعمال شد و میزان تفریخ و زنده‌مانی زنبورها و قدرت پارازیتیسم آن‌ها به عنوان اثرات زیرکشندگی ارزیابی شد. درصد ظهور زنبورهای تیمار شده در حشره‌کش کنسالت و کنفیدور با غلظت LC_{20} نزدیک به ۸۰ درصد و با غلظت LC_{40} نزدیک به ٦۰ درصد بود که با نمونه‌ی شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند ولی با غلظت مشابه خودشان در سطح اختلاف ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری نداشتند.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود طول عمر زنبورهای تریکوگرامای تیمار شده با حشره‌کش کنسالت بیش‌تر از حشره‌کش کنفیدور است و این موضوع بیانگر حشره‌کشی کم‌تر حشره‌کش کنسالت نسبت به حشره‌کش کنفیدور است. در بررسی صورت گرفته، طول عمر شاهد به ۹ روز رسید که به منظور مقایسه‌ی بهتر، به عنوان ۱۰۰ درصد زنده‌مانی در نظر گرفته شد.



شکل ۱- درصد زنده‌مانی *T. brassicae* تیمار شده با غلظت LC_{20} و LC_{40} حشره‌کش هگزافلومورن و ایمیداکلوپرید

Figure 1. Survival percentage of *T. brassicae* treated with concentration of LC_{20} and LC_{40} of the Hexaflumuron and Imidacloprid insecticide.

در زمان پرورش زنبور تریکوگراما تلاش بر این است که اکثر جمعیت زنبور ماده باشد ولی معمولاً در بهترین حالت به این صورت است که حدود ٦۰ تا ۷۰ درصد ماده و باقی جمعیت نر هستند. در آلوده‌سازی انجام شده با دو حشره‌کش کنسالت و کنفیدور تغییری در درصد جنسیتی آن‌ها مشاهده نشد و نیز درصد جنس نر و ماده در تیمار هر دو حشره‌کش، بسیار به هم نزدیک بودند. هر چه غلظت حشره‌کش بیش‌تر شد بر میزان زنبورهای مرده افزوده گردید ولی تأثیری روی نسبت جنسی نر و ماده دیده نشد

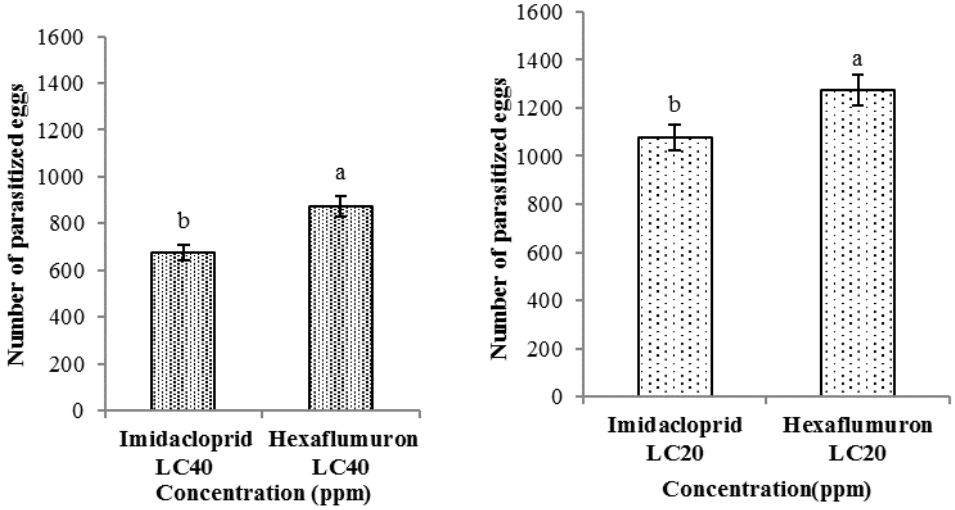
[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

(جدول ۱). تعداد تخم‌های پارازیت‌شده توسط زنبورهای تیمار شده با حشره‌کش کنفیدور و کنسالت در مقایسه با شاهد، به‌طور قابل توجهی کاهش پیدا کرده است که نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار بین شاهد و دو تیمار دیگر است و نیز اثر زیرکشندگی آن‌ها است. توان پارازیتیسم زنبورهای تیمارشده با حشره‌کش کنسالت کمی بیش‌تر از تیمار با حشره‌کش کنفیدور می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی حشره‌کشی کم‌تر کنسالت نسبت به کنفیدور است (شکل ۲).

جدول ۱- بررسی غلظت‌های کشنده و زیرکشنده و تجزیه واریانس داده‌های حشره‌کش هگزافلومورن و ایمیداکلوپرید در ۲٤، ٤٨ و ۷۲ ساعت پس از غوطه‌وری تخم‌های *T. brassicae* (با استفاده از نرم‌افزار polo-pc).

Table1. Investigation of lethal and sub lethal concentrations and analysis of variance of Hexaflumuron and Imidacloprid insecticide data at 24, 48 and 72 hours after dipping of *T. brassicae* eggs (using polo-pc software).

Time (Hour)	Pesticides	LC_{50} (95%) (ppm)	LC_{40} (95%) (ppm)	LC_{20} (95%) (ppm)	Chi-squared	Degree of Freedom
24	Imidacloprid	71.25 (55.92-35.09)	41.78 (31.53-26.83)	12.09 (7.17-4.34)	0.32	6
	Hexaflumuron	123.05 (56.285-38.41)	68.18 (25.140-1.27)	17.31 (2.40-54.7)	15.67	7
48	Imidacloprid	93.64 (55.170-65.48)	57.71 (31.96-21.61)	18.75 (6.34-18.03)	5.47	5
	Hexaflumuron	170.84 (98.324-36.46)	100.83 ((53.175-71.78)	29.63 (10.55-33.08)	10.85	6
72	Imidacloprid	121.30 (95.157-81.73)	74.48 (58.94-47.27)	24.003 (16.32-53.05)	1.22	6
	Hexaflumuron	226.68 (139.409-63.92)	134.91 (79.223-85.33)	40.43 (17.69-62.08)	8.68	6



شکل۲- توان پارازیتیسمی زنبورهای *T. brassicae* تیمارشده با غلظت‌های LC_{20} و LC_{40} حشره‌کش هگزافلومورن و ایمیداکلوپرید

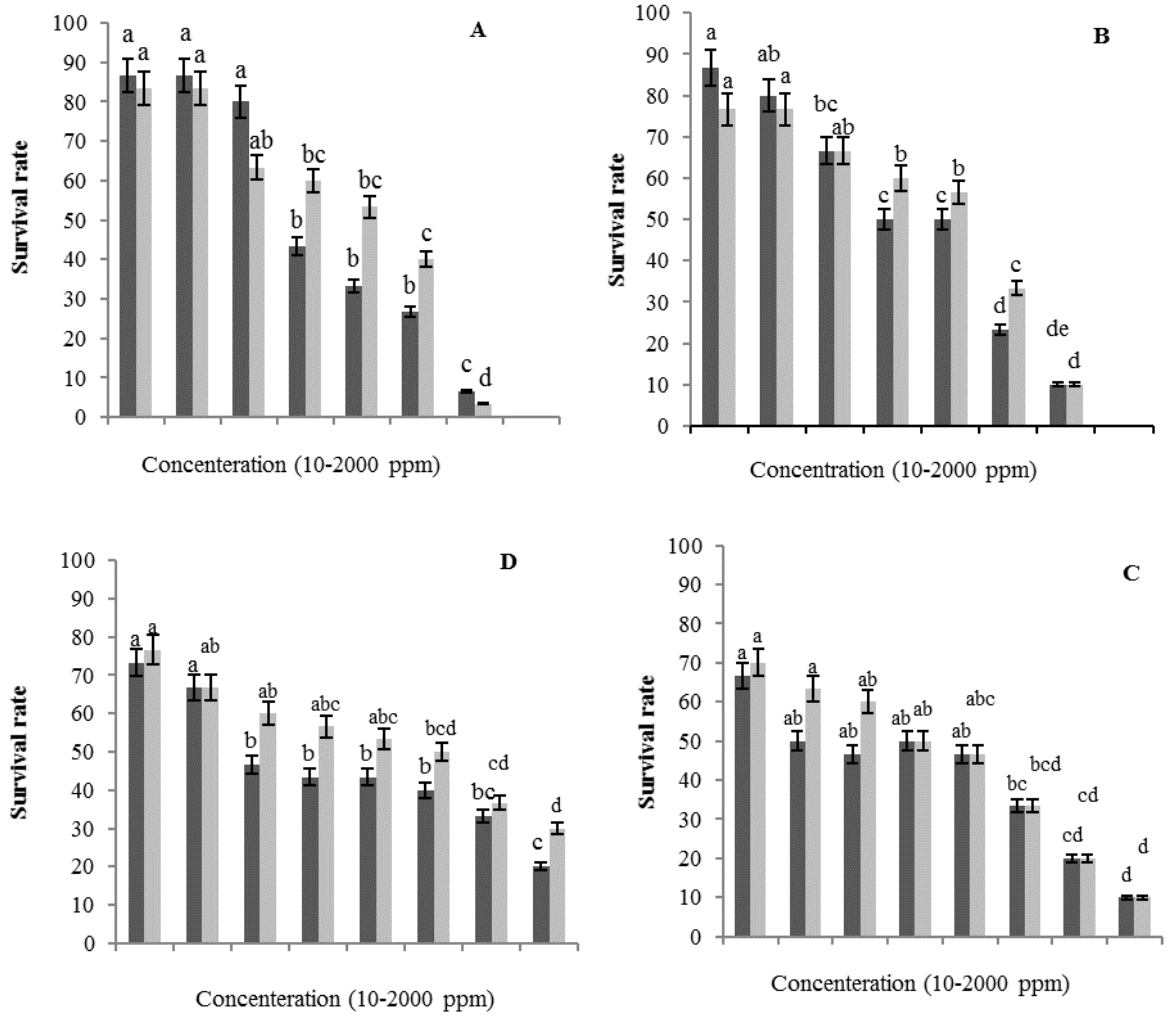
Figure 2. Parasitism potential of *T. brassicae* that treated with concentration of LC_{20} and LC_{40} of the Hexaflumuron and Imidacloprid insecticides

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

بررسی تأثیر باقی‌مانده‌ی حشره‌کش‌های کنسالت و کنفیدور بر میزان زنده‌مانی زنبور *T. brassicae*

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت (۲۰۰۰، ۱۰۰۰، ۵۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۳۰، ۱۰ پی‌پی‌ام)، درصد مرگ‌ومیر افزایش پیدا کرده و در زمان‌های ۲٤ و ٤۸ ساعت در غلظت ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام که غلظت توصیه شده‌ی این ترکیبات در اکثر مزارع و باغات می‌باشد، هیچ یک از زنبورها زنده نمانده و ۱۰۰ درصد تلفات نشان دادند، اما با گذر زمان میزان خاصیت حشره‌کشی کاهش پیدا کرده و پس از ۹٦ ساعت درصد زنده‌مانی زنبورها در حضور باقی‌مانده‌ی حشره‌کش کنفیدور حدود ۲۰ درصد و حشره‌کش کنسالت حدود ۳۵ درصد بود.

نتایج همچنین نشان می‌دهد که تاثیرات زیرکشندگی حشره‌کش کنفیدور بیش‌تر از حشره‌کش کنسالت می‌باشد. علاوه بر این نتایج جدول ۲ نیز نشان می‌دهد تاثیر هر دو حشره‌کش روی جنس نر بیشتر می باشد و میزان پارامترهای محاسبه شده برای جنس نر تقریبا یک دوم حشره کش ماده می باشد.



شکل۳. درصد زنده‌مانی زنبورهای *T. brassicae* پس از گذشت۲٤ (A)، ٤۸ (B)، ۷۲ (C) و ۹٦ (D) ساعت از تیمار با حشره‌کش ایمیداکلوپرید (رنگ تیره) و هگزافلومورن (رنگ روشن).

Figure 3. Survival percentage of *T. brassicae* after 24(A), 48(B), 72(C) and 96(D) hours that treated with concentration of LC20 and LC40 of the Hexaflumuron and Imidacloprid insecticides.

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

جدول ۲- مقایسه‌ی درصد زنبورهای *T. brassicae* بر اساس نسبت جنسی

Table 2. Comparison of the percentage of *T. brassicae* wasps based on sex ratio

		LC_{40} (95%) (ppm)		LC_{20} (95%) (ppm)	
Treatment	Ccontrol	Hexaflumuron	Imidacloprid	Hexaflumuron	Imidacloprid
Female	65.75	66.24	65.29	65.41	66.15
Male	34.25	33.76	34.71	34.59	33.85

بحث

یکی از اهداف مدیریت تلفیقی آفات، امکان استفاده همزمان روش‌های کنترلی نظیر حشره‌کش‌های شیمیایی و دشمنان طبیعی برای مدیریت آفات می‌باشد، به‌طوری که روش‌های مورد استفاده باید بالاترین تاثیر را روی آفات و کم‌ترین اثر را روی دشمنان طبیعی نشان دهند. استفاده ناآگاهانه از هریک از روش‌ها به ویژه حشره‌کش‌ها می‌تواند اثرات جبران ناپذیری بر محیط زیست و موجودات غیرهدف داشته باشد (Gholamzadeh and Ghadamyari. 2012). از این‌رو، استفاده از غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش‌ها گامی موثر درجهت کاهش اثر سوئ آنها بر دشمنان طبیعی به شمار می‌رود. تمام آفت‌کش‌های به‌کار رفته در طول فصل رشد، دارای پتانسیل ایجاد اثر سوء بر کنترل بیولوژیک موثر در آن محیط هستند. ترکیبات فسفره‌ی آلی، کاربامات‌ها و پیرتروئیدها اکثرا برای عوامل کنترل بیولوژیک خاصیت حشره-کشی قوی دارند (Croft 1990). به نظر می‌رسد گروه‌های حشره-کشی سازگار با محیط زیست و دشمنان طبیعی جهت کنترل آفات و استفاده در قالب IPM پتانسیل بسیار مناسبی دارند. سم‌شناسان اکولوژیست در برنامه‌های مدیریت آفات تاکید بیش‌تری بر حشره‌کش‌های کم‌دوام در IPM دارند (Garcia *et al*. 2006). آفت‌کش‌ها اثرات جانبی متعددی روی عوامل کنترل کننده آفات از جمله پارازیتوئیدها دارند که میتواند به صورت تغییراتی در طول عمر فاصله بین زمان در معرض ماندن به آفت‌کش تا مرگ عامل (درصد ظهور) نسبت تعداد حشرات کامل پارازیتوئید خارج شده از میزبان به تعداد تخم گذاشته شده و میزان پارازیتیسم آشکار شود. آفت‌کش‌ها می‌توانند هماهنگی بسیار دقیق موجود بین سیستم عصبی و هورمونی حشره را بر هم زنند و موجب بروز یک سلسله آشفتگی‌های رفتاری و فیزیولوژیک مرتبط با تخم‌گذاری شوند. اختلال غیر مستقیم در رفتار تخم‌گذاری می-تواند در اثر خاصیت دور کنندگی بعضی آفت‌کش‌ها صورت گیرد که این خود می‌تواند به کاهش احتمال یافتن میزبان مناسب یا محل مناسب تخم‌گذاری منجر شود (Ashtari, 2023). بیشتر حشره‌کش‌ها برای حشرات کامل زنبور تریکوگراما خطرناک هستند، اما مراحل تخم، لارو، پیش شفیره و شفیره این پارازیتوئید چون توسط پوسته تخم میزبان محصور شده‌اند، تا حدی محافظت می‌شوند. با این وجود حشره‌کش‌ها هم روی مراحل بالغ و هم نابالغ تریکوگراما اختلالاتی ایجاد می‌کنند، برای مثال در میزان ظهور افراد بالغ، میزان پارازیتیسم، نسبت جنسی و طول عمر زنبورهای بالغ در همان نسل و نسل‌های بعدی تغییراتی را پدید می‌آورند که در نهایت باعث کاهش شدید عملکرد زنبورهای تریکوگراما می‌شوند (Costa *et al*., 2013). به لحاظ فراوانی آفت‌کش‌های مصرفی، بیشترین تعداد آفت‌کش‌های به کار رفته در مطالعات، دیازینون، امامکتین بنزوات، ایمیداکلوپرید وکلرپیریفوس بودند که روی گونه *T. brassicae* مورد بررسی قرار گرفته بودند.

اثرات کشندگی و زیرکشندگی حشره‌کش هگزافلومورون با نام تجاری کُنسالت از گروه بنزوئیل اوره (IGR) و حشره‌کش ایمیداکلوپرید با نام تجاری کُنفیدور حشره‌کشی از گروه نئونیکوتینوئیدها بر زنبورهای تریکوگراما در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج آن نشان داد که اثرات سو ناشی از کنسالت هم در مورد کشندگی حاد و هم روی پارامترهای زیرکشندگی بسیار کم‌تر از حشره‌کش کنفیدور می‌باشد و با توجه به سیستم طبقه‌بندی IOBC این دسته از حشره‌کش‌ها در گروه بی‌خطر قرار دارند. اگرچه مطالعات زیادی این گروه از حشره-کش‌ها را روی زنبورهای پارازیتوئید ایمن دانسته‌اند، اما با توجه به عملکرد آن‌ها روی کامل شدن مراحل مختلف زندگی حشرات، این ترکیبات می‌توانند تأثیرات منفی روی عملکرد پارازیتیسم آن-ها داشته باشند. برای مثال بررسی Damghanizade et al. 2022، اثرات جانبی هگزافلومورون (با غلظت مصرفی ۵۰۰پی‌پی‌ام) روی پارامترهای زیستی زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* نشان دادند، این ترکیب که بر فعالیت سیستم‌های ترشحی داخلی

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

تأثیرگذار است سبب اختلال در روند رشد و نمو شد و بر پارامترهای طول عمر، میانگین کل تخم، تعداد تخم روزانه، میزان تفریخ تخم و نسبت جنسی این عامل بیولوژیک تأثیر داشت و اثرات منفی زیرکشندگی آن روی فراسنجه‌های جمعیتی و زیستی زیاد بود. گزارش‌های متعددی از اثرات خفیف و جانبی سموم IGR روی زنبورهای پارازیتوئید ثبت شده است (Takada *et al*. 2001; Bueno *et al*. 2008). اکثر تحقیقات انجام شده روی تأثیر حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی بر زنبورهای پارازیتوئید *Trichogramma* spp.، این دسته از ترکیبات را در گروه پرخطر برای آنان قرار داده است (Preetha *et al*. 2009; Williams and Price 2004; Brunner *et al*. 2001). در گروه نئونیکوتینوئیدها استامی‌پرید، ایمیداکلوپرید و تیاکلوپرید اثرات کشندگی حاد کم‌تر داشته و برای زنبورهای پارازیتوئید تخم امن‌تر هستند (Preetha *et al*. 2010; Schuld and Schmuck. 2000). در مطالعه دیگری با محاسبه غلظت کشنده ۵۰ درصد برای حشرات بالغ زنبور چنین نتیجه شد که کلرپایریفوس اتیل و ایمیداکلوپرید بیشترین سمیت را داشتند. با کاربرد غلظت توصیه شده مزرعه‌ای این حشره‌کش‌ها روی مراحل نابالغ زنبور به این نتیجه رسیدند که در صورت کاربرد حشره‌کش‌های پروپارژیت، بنومیل، هالوکسی فوپ اتوتیل، ایمیداکلوپرید در شرایط گلخانه و مزرعه و حصول نتایج مطلوب، در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات مورد استفاده قرار گیرند(Saber *et al*. 2020). مطالعات اندکی روی تأثیر زیرکشندگی حشره‌کش‌ها روی فراسنجه‌های پارازیتیسم توسط زنبورهای پارازیتوئید انجام گرفته است؛ اما در تمامی موارد حتی در مورد حشره‌کش‌هایی که اثرات حاد کشندگی نداشتند، مشابه نتایج این تحقیق اثرات منفی روی این فراسنجه‌ها گزارش شده است. در مطالعه‌ای غلظت توصیه شده مزرعه‌ای امامکتین بنزوات قدرت پارازیتیسم زنبور *T. brassicae* را کاهش می‌دهد (Ghazzagh. 2016). مطالعه انجام شده روی مراحل نابالغ گونه‌های مختلف *T. chilonis* و *T. brassicae* با دوز توصیه شده مزرعه‌ای امامکتین بنزوات نشان داده که این آفت کش تاثیر زیان آوری بر میزان زادآوری افراد بالغ حاصل دارد (Parsaeyan *et al*. 2018). در مطالعه‌ای دیگر که روی اثرات غلظت‌های توصیه شده مزرعه‌ای و نصف آن برای چهار حشره کش آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی پرید و فلوبندیامید صورت گرفته است، فلوبندیامید نسبت به آبامکتین، امامکتین بنزوات و استامی پرید تاثیر کمتری در میزان پارازیتیسم *T. evanescens* نسبت به شاهد داشت (Ashtari *et al*. 2019).

تاثیر غلظت متوسط کشنده بیست و پنج درصد حشره کش‌های اسپینوساد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلیپرول روی میزان پارازیتیسم افراد بالغ دو گونه *T. brassicae* و *T. evanescens* بررسی شد. درصد کاهش پارازیتیسم برای گونه *T. brassicae* به ترتیب ۲۳/۷۳، ۱۸/۳۱، ۱٤/۵۸ و ۳۷/ ۹ شد و برای گونه *T. evanescens* نتایج به ترتیب ۲٤/۵، ۱۸/٦۵، ۱۳/۷۸ و ۹/۵۷ نشان داد که کلرانترانیلیپرول سمیت کمتری برای زنبورهای پارازیتوئید نسبت به دیگر حشره‌کش‌های مورد بررسی در این آزمایش داشته است (Ashtari. 2022). به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که حشره‌کش کنسالت می‌تواند گزینه‌ی مناسبی جهت اقدامات مدیریت تلفیقی آفات مختلف به همراه پارازیتوئیدهای مورد استفاده قرار بگیرد اما کاربرد هم‌زمان حشره-کش کنفیدور و عوامل کنترل بیولوژیک نتایج مطلوبی به همراه نداشته و باید یک فاصله زمانی بین مصرف حشره‌کش و رهاسازی زنبور پارازیتوئید وجود داشته باشد تا کارایی مطلوبی را شاهد بود. بنابراین هم‌سو با این نتایج بهتر است پس از گذشت مدت زمان کافی از انجام سم‌پاشی، رهاسازی عوامل بیولوژیک انجام بگیرد (Wang *et al*. 2011).

سپاسگزاری: از بخش گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان که تمامی امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی برای اجرای مراحل مختلف این پژوهش را مهیا کردند، قدردانی می‌شود.

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

References

منابع

Ashtari, S. (2023). Review on the side effects of pesticides and how to evaluate these effects on *Trichogramma* in Iran. BioControl in Plant Protection, 10(2), 9-30. doi: 10.22092/BCPP.2023.362917.339.

Ashtari, S. (2022). Toxicity of tetraniliprole, chlorantraniliprole, lufenuron and thiocyclam insecticides on *Trichogramma brassicae* Bezdenko and *T. evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and semi–field conditions. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 45(3), 91–103. doi: 10.22055/ppr.2022.17829.

Ashtari, S., Sabahi, Q,. & Talebi Jahromi, K. 2019. Comparison of the Insecticidal Effect of Several Compounds on Biological Parameters of *Trichogramma brassicae*. Pesticides in Plant Protection Sciences, 8(1), 47– 61**.** doi: 20.1001.1.22519041.2018.7.4.7.6**.**

Ghazzagh, M. 2016. Effects of two insecticides proclimfit and flubendiamid on biological parameters of *Trichogramma brassicae* in laboratory conditions, Msc thesis, agricultural entomology, Gorgan University, 89 pp. doi: 10.22034/IUVS.2020.125738.1094.

Afshari, A., Gorzoddin, M., & Mottaki, A. 2012. Side-effects of indoxacarb and lufenuron on *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory conditions. Iranian Journal of Plant Protection Sciences, 15(3), 61-79.

Alimirzanijad, H. 2013. Investigating the side effects of four fungicide insecticides on the bee *Trichogramma brassicae*. Razi University of Kermanshah. 145 pp.

Bastan, R., & Rafiei, B. 2020. Evaluation of Permethrin residue in greenhouse tomatoes. Genetic Engineering and Biosafety Journal, 9(1), 19 -27. doi: 20.1001.1.25885073.1399.9.1.7.0.

Blibech, I., Ksantini, M., Jardak, T., & Bouaziz, M. (2015). Effect of Insecticides on Trichogramma Parasitoids Used in Biological Control against Prays oleae Insect Pest. Advances in Chemical Engineering and Science, 5, 362-372. doi: 10.4236/aces.2015.53038

Brunner, J. F., Dunley, J. E., Doerr, M. D., & Beers, E. H. (2001). Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. Journal of Economic Entomology, 94, 1075-1084. doi: 10.1603/0022-0493-94.5.1075

Bueno, A. F., Bueno, R. F., Parra, J. R. P., & Vieira, S. (2008). Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. Ciencia Rural, 38, 1495-1503. doi: 10.1590/S0103-84782008000600001

Costa, M.A., Muscardini, V. F., Gontijo, P. D. C., Carvalho, G. A., Oliveira, R. L. D., & Oliveira, H. N. D. (2014). Sub lethal and transgenerational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi*. Ecotoxicology, 23(8), 1399–1408. doi: 10.1007/s10646-014-1282-y

Croft, B.A. (1990). Arthroptera Biological Control Agents and Pesticides. Wiley, New York. 723 pp.

Damghanizad, f., Vafaei shoshtari, R., & chavoshi, S. (2022). Investigating the side effects of lufenuron and hexaflumoron toxins on the biological parameters of *Habrobracon hebetor* (Say) (Hym.: Braconidae) in laboratory conditions. IAU Journal of Entomological Research, 14(2), 69-90.

Fotouhi, M. (2013). Investigating the effect of two fungicides used in rice fields on the emergence of *Trichogramma brassicae* bee adults. The third national conference on agriculture and sustainable development, opportunities and upcoming challenges. Shiraz Azad University. 525-527.

Garcia, J.F., Grisoto, E., Vendramim, J.D., & Machado, B.P.S. (2006). Bioactivity of neem, *Azadirachta indica*, against spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane. Journal of Economic Entomology, 99 (3), 2010-2014. doi: 10.1603/0022-0493-99.6.2010

Gholamzadeh, M., Ghadamyari, M., Salehi, L. & Hoseininaveh, V. (2013). Effects of amitraz, buprofezin and propargite on some fitness parameters of the parasitoid *Encarsia Formosa* (Hym.: Aphelinidae), using life table and IOBC methods. Journal of Entomological Society of Iran, 31(2), 1- 14.

Garcia, A.R., & Dale, N. M. (2006). Feeding of unground pearl millet to laying hens. Journal of Applied Agriculture Research, 15 (4), 574-578. doi: 10.1093/japr/15.4.574

Hassan, S.A., Hafes, B., Degrande, P.E., & 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(5), 569-573. doi: 10.1111/j.1439-0418.1998.tb01547.x

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

Jafari, M., Saber, M., Gharekhani, G., & Bagheri, M. (2015). Sublethal effects of methoxyfenozide and emamectin benzoate on *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Agricultural pest management, 2(1), 12-20.

Jafari, F., Saber, M., Bagheri, M., & Qarakhani, G.H. (2012). The effect of emamectin-benzoate and methoxyfenozide insecticides on the functional response of the parasitoid bee *Trichogramma brassicae*. Journal of applied research in plant protection, 3(2), 59-70.

LeOra Software, (1987). POLO-PC A Users Guide to Probit or Logit Analysis. LeOra Software, Berkeley.

Malekzadeh, M., sharifi, M., & Rafiei, B. (2023). Survey on the effects of some pesticides on Armoured scale (*Chrysomphalus dictyospermi*) and the heather ladybird (*Chilocorus bipustulatus*). Genetic Engineering and Biosafety Journal, 1(2), doi: 191-200. 20.1001.1.25885073.1401.11.2.17.6

Nikakhtar, S., Aramideh, S., Mirfakhraei, S., & Forouzan, M. (2022). The effect of sublethal concentration of three commercial formulations of neem including Kofa, NeemAzal and Nimbecidine on the life table parameters of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Hem., Aleyrodidae). Journal of Entomological Society of Iran, 42(4), 313-323. doi: 10.52547/JESI.42.4.6

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]

Parsaeyan, E., Safavi, S. A., Saber, M., & Poorjavad, N. (2018**).** Effects of emamectin benzoate and cypermetrin on the demography of *Trichogramma brassicae*. Crop Protection, (110), 269–274. doi: 10.1016/j.cropro.2017.03.026

Preetha, G., Stanley, J., Suresh, S., Kuttalam, S., & Samiyappan, R. (2009). Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis*: assessing their safety in the rice ecosystem. Phytoparasitica, 37, 209-215. doi: 10.1007/s12600-009-0031-x

Preetha, G., Manoharan, T., Stanley, J., & Kuttalam, S. (2010). Impact of chloronicotinyl insecticide imidacloprid on egg, egg-larval and larval parasitoids under laboratory conditions. Journal of Plant Protection Research, 50 (2), 535-540. doi: 10.1007/s12600-009-0031-x

Saber, M. (2011). Acute and population level toxicity of imidacloprid and fenpyroximate on an important eggparasitoid, *Trichogramma cacoeciae*. Ecotoxicology, 20(3), 1476-1484. doi: 10.1007/s10646-011-0704-3

Saber, M., Hejazi, M., & 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. doi: 10.1093/jee/97.3.905

Saber, M., Ghorbani, M., Vaez, N., Armak, A. (2020). Effects of diazinon and fipronil on functional response of *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hym.; Trichogrammatidae) in the laboratory conditions. Journal of Crop Protection, 9(2), 275–283. doi: 20.1001.1.22519041.2020.9.2.5.4

SAS Institute. (2003). SAS/STAT Users, Version 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.

Schuld, M., & Schmuck, R. (2000). Effects of thiacloprid, a new chloronicotinyl insecticide, on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae*. Ecotoxicology, 9(2), 197-205.

Soltaninejad, P., Shirvani, A., & Rashki M. (2017). Effect of Different Diets of Flour Moth on its Parasitoid Wasp Fitness, *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). Iranian Plant Protection Research, 30(4), 709-717. doi: 10.22067/JPP.V30I4.53205

Takada, Y., Kawamura, S., & Tanaka, T. (2001). Effects of various insecticides on the development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Journal of Economic Entomology, 94(5), 1335-1343. doi: 10.1603/0022-0493-94.6.1340

Vianna, U.R., Pratissoli, D., Zanuncio, J. C., Lima, E. R., Brunner, J., Pereira, F. F., & Serra, J. E. (2010). Insecticide toxicity to *Trichogramma pretiosum* females and effect on descendant generation. Ecotoxicology, 18: 180-186. doi: 10.1007/s10646-008-0270-5

Wang, Y., Yu, R., Zhao, X., Chen, L., Wu, C., Cang, T., & Wang, Q. (2012). Susceptibility of adult *Trichogramma nubilale* to selected insecticides with different modes of action. Crop Protection, 34 (3),76-85. doi: 10.1016/j.cropro.2011.12.007

Wang, Y., Chen, L., Yu, R., Zhao, X., Wu, C., Cang, T., & Wang, Q. (2011). Insecticide toxic effects on *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Pest Management Science, 68, 1564-1573. doi: 10.1002/ps.3343

Williams, L., & Price, L. (2004). A space-efficient contact toxicity bioassay for minute Hymenoptera, used to test the effects of novel and conventional insecticides on the egg parasitoids *Anaphes iole* and *Trichogramma pretiosum*. Biological Control, 45(4), 163-185. doi: 10.1023/B:BICO.0000017287.50875.de

[DOI: 10.61882/gebsj.13.1.10]