

کارایی حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* و دو گونه از زنبورهای پارازیتوئید آن

صدیقه اشتری ✉

بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.
✉ aroya95@gmail.com

پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۸

بازنگری: ۱۴۰۰/۶/۱۹

دریافت: ۱۴۰۰/۵/۱۷

چکیده

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* یکی از آفات جدید و مهم گوجه‌فرنگی در ایران است و هر ساله باعث کاهش راندمان و کیفیت محصول از نظر بازاریبندی می‌گردد. لذا جهت استفاده از حشره‌کش‌هایی با امنیت بیشتر برای محیط زیست، مصرف‌کنندگان و دشمنان طبیعی این آفت، در این پژوهش اثر حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، اسپینوزاد و کلرانترانیلی پرول در شرایط مزرعه روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی بررسی شد. این بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار حشره‌کش و یک شاهد در سه تکرار انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که کارایی کلرانترانیلی پرول و اسپینوزاد در روزهای سوم، هفتم، دهم و چهاردهم پس از سمپاشی بیشتر از ایندوکساکارب و ایمیداکلوپرید بود. همچنین تاثیر غلظت LC₂₅ هر یک از حشره‌کش‌های مذکور روی میزان پارازیتیسیم تخم‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی توسط دو گونه زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* و *T. evanescens* در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. میزان کاهش پارازیتیسیم در تیمارهای اسپینوزاد، ایندوکساکارب، ایمیداکلوپرید و کلرانترانیلی پرول برای *T. brassicae* به ترتیب ۲۳/۷۳، ۱۸/۳۱، ۱۴/۵۸ و ۹/۳۷ درصد و برای *T. evanescens* به ترتیب ۲۴/۰۲، ۱۸/۶۵، ۱۳/۷۸ و ۹/۷۵ درصد تعیین شد. نتایج نشان داد که کلرانترانیلی پرول سمیت کمتری برای زنبورهای پارازیتوئید نسبت به دیگر حشره‌کش‌های مورد بررسی داشته و نسبت به حشره‌کش‌های دیگر میزان پارازیتیسیم دو گونه زنبور تریکوگراما را کمتر تحت تاثیر قرار داده است، لذا استفاده از آن در برنامه‌های مدیریت تلفیقی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی قابل توصیه می‌باشد.

کلمات کلیدی: پارازیتوئید، پارازیتیسیم، کنترل شیمیایی، مدیریت تلفیقی

Efficacy of spinosad, imidacloprid, indoxacarb and chlorantraniliprole on *Tuta absoluta* and two species of parasitoid wasps

Sedighe Ashtari

Plant Protection Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Arak, Iran. ✉ aroya95@gmail.com

Received: 8 August 2021

Revised: 10 September

Accepted: 19 September

Abstract

Tomato leaf miner (*Tuta absoluta*) is one of the new and important pests of tomato in Iran and every year it reduces the yield and quality of the product in terms of marketability. Therefore, in order to use insecticides that are safer for the environment, consumers and natural enemies, in this study, the effect of spinosad, imidacloprid, indoxacarb and chlorantraniliprole insecticides on *Tuta absoluta* was evaluated under field conditions. This study was performed in a randomized complete block design with five treatments, one control, and three replications. The results of this study showed that the efficacy of chlorantraniliprole and spinosad was higher than indoxacarb and imidacloprid on the third, seventh, tenth and fourteenth days after spraying. Also, the effect of LC₂₅ of each of the mentioned insecticides on the parasitism rate of tomato leaf miner moth eggs by two species of parasitoid wasps *T. brassicae* and *Trichogramma evanescens* was evaluated under laboratory conditions. The rate of reduction of parasitism in spinosad, imidacloprid, indoxacarb and chlorantraniliprole treatments for *T. brassicae* was 23.73, 18.31, 14.58 and 9.37%, respectively, and for *T. evanescens* 24.02, 18.65, 13.78, 9.75% was determined. The results showed that chlorantraniliprole was less toxic compared to other compounds studied for parasitoid wasps and compared to other insecticides, the rate of parasitism of two species of *Trichogramma* was less affected. Hence, its use in integrated pest management programs of *T. absoluta* is recommended.

Key word: Chemical control, Integrated Pest Management, Parasitoid, Parasitism

How to cite:

Ashtari S, 2022. Efficacy of spinosad, imidacloprid, indoxacarb and chlorantraniliprole on *Tuta absoluta* and two species of parasitoid wasps. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 11 (2): 79–90.

مقدمه

ایران با تولید سالیانه ۵/۸ میلیون تن گوجه‌فرنگی و میانگین عملکرد ۳۸ تن در هکتار، رتبه هفتم تولید این محصول در دنیا را داراست (Sheikhigarjan et al. 2018). عوامل محیطی و آفات مختلف سبب کاهش عملکرد محصول گوجه‌فرنگی می‌شوند. یکی از آفات مهم گیاه گوجه‌فرنگی که به راسته بالپولکداران و خانواده Gelechiidae تعلق دارد، شب پره مینوز گوجه‌فرنگی است. این آفت با نام علمی *Tuta absoluta* (Meyrick) برای نخستین بار در سال ۱۹۱۷ میلادی در کشور پرو توصیف و گزارش شده است و پس از راهیابی به اسپانیا در سال ۲۰۰۲ به سرعت در دیگر کشورهای اروپایی و شمال آفریقا و در نهایت در منطقه خاورمیانه از جمله ایران گسترش پیدا کرده است (Zappala et al. 2013). شب پره مینوز گوجه‌فرنگی تا سال ۱۳۸۹ به عنوان آفت قرنطینه‌ای ایران محسوب می‌شد اما برای اولین بار در آبان سال ۱۳۸۹ از شهرستان ارومیه گزارش شد (Javadi & Cheraghian 2013). این آفت دیاپوز اجباری نداشته و می‌تواند در شرایط مساعد در طول سال چندین نسل ایجاد کند. این حشره الیگوفاز بوده و در گلخانه و مزرعه بسیار زیان‌بار است (Desneux et al. 2010).

لاروهای آن پس از خروج از تخم به درون بافت‌های گیاه نفوذ کرده و از آن تغذیه می‌کنند و باعث بدشکلی میوه‌ها، توقف رشد جوانه‌های انتهایی و کاهش شدید سطح سبز برگ می‌شوند. در صورت وجود شرایط مناسب و عدم وجود برنامه‌های مدیریتی صحیح خسارت این آفت می‌تواند منجر به نابودی ۱۰۰-۸۰ درصد محصول در شرایط مزرعه و گلخانه شود. تغذیه لاروها از بافت میوه احتمال آلودگی به عوامل ساپروفیتی را نیز افزایش می‌دهد (Terzidis et al. 2014).

در بیشتر نقاط جهان، مهار این آفت با به‌کارگیری حشره‌کش‌ها انجام می‌شود ولی به دلیل داشتن توان باروری بالا و تعداد نسل زیاد در سال، توانایی این آفت برای مقاوم شدن در برابر حشره-کش‌ها بسیار است، در عمل نیز کاربرد پی در پی حشره‌کش‌ها منجر به پیدایش و گسترش ژنوتیپ‌های مقاوم این آفت به گروه‌های گوناگون حشره‌کش‌ها در سرتاسر جهان شده است (Ashtari et al. 2018).

کنترل شیمیایی به عنوان مهم‌ترین ابزار در مدیریت آفات کشاورزی می‌باشد که اگر به روش نادرست استفاده شود باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی، طغیان آفات ثانویه، ظهور مقاومت،

تهدید سلامتی انسان و اثرات نامطلوب روی موجودات غیرهدف می‌گردد (Tabebordbar et al. 2020). به همین منظور جست‌وجو برای یافتن راه‌های جایگزین در برنامه‌های مدیریتی آفات باید با جدیت بیشتر ادامه یابد. مدیریت تلفیقی آفات روشی است که با استفاده از روش‌های مختلف کنترل آفات در کنار یکدیگر سعی در کاهش جمعیت آنها به تراکمی پایین‌تر از آستانه‌ی زیان اقتصادی دارد. به همین دلیل محققین را به استفاده از ترکیبات آفت‌کش سازگار با محیط زیست در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات ترغیب نموده است (Puza 2015). برای مدیریت مقاومت آفت مذکور ثبت و توصیه حشره‌کش‌های موثر و جدید الزامی است (Sheikhigarjan et al. 2018). آفت‌کش‌ها تعادل بین میزبان و دشمن طبیعی را به هم می‌زنند. مطالعات نشان داده‌اند که حشره‌کش‌ها اثرات جانبی متعددی روی پارازیتوئیدها دارند. از جمله تغییراتی را در میزان پارازیتسم ایجاد می‌کنند که این اختلالات یا در اثر تماس مستقیم حشره مفید با ماده شیمیایی و یا به وسیله خوردن شکار سمی ایجاد می‌شود و در نهایت منجر به طغیان آفات دیگر نیز می‌شود (Sidi et al. 2013).

دشمنان طبیعی زیادی از جمله پارازیتوئیدها، شکارگرها و بیمارگرها روی مینوز گوجه‌فرنگی فعالیت دارند (Ghoneim 2014). مهمترین پارازیتوئیدهای تخم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در خانواده Trichogrammatidae قرار دارند. زنبورهای این خانواده اندازه کوچکی داشته و دارای حدوداً ۸۰ جنس با بیش از ۸۰۰ گونه در سرتاسر دنیا می‌باشند. این زنبورها تخم‌های اغلب آفات راسته بالپولکداران زیان‌آور محصولات کشاورزی را پارازیته می‌کنند (Consoli et al. 2010).

کاربرد غلظت‌های توصیه‌شده مزرعه‌ای اسپینوزاد در شرایط نیمه‌مزرعه‌ای جهت بررسی آزمون‌های پایداری روی دو گونه زنبور *T. brassicae* و *T. evanescens* نشان داده است که اسپینوزاد برای هر دو گونه زنبور در گروه با ترکیبات با دوام متوسط دسته‌بندی شد (Ashtari 2019). کاربرد غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای حشره-کش‌های ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب، کلرانترانیلی‌پرول و اسپینوزاد در مدت ۲۴ ساعت به روش زیست‌سنجی با لوله آزمایش به ترتیب ۳۰، ۲۷/۵، ۲۱/۲۵ و ۳۸/۵ درصد مرگ و میر روی افراد بالغ *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hym: Trichogrammatidae) ایجاد کردند. بنابراین همه حشره‌کش‌های

کاشت بود. فاصله بین کرت‌ها حداقل پنج متر در نظر گرفته شد. تیمارهای بررسی شده به شرح جدول ۱ بودند. بوته‌ها به صورت روزانه بررسی شدند و به محض رسیدن به آستانه زیان اقتصادی (چهار تا پنج لارو شب‌پره مینوز روی هر گیاه) (Ghaderi et al. 2019) محلول‌پاشی انجام گردید. برای سمپاشی از سمپاش پستی با نازل مخروطی استفاده شد. نمونه‌برداری‌ها یک روز قبل از سمپاشی و ۳، ۷، ۱۰ و ۱۴ روز بعد از سمپاشی انجام شد. بدین منظور از هر کرت ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب شد و از هر بوته دو برگچه از برگهای نیمه انتهایی گیاه برداشت گردید که با ذکر نام تیمار و تکرار به کیسه‌های نایلونی جداگانه منتقل و در آزمایشگاه تعداد لاروهای زنده زیر باینوکولار شمارش شدند. درصد تاثیر حشره‌کش‌ها با استفاده از فرمول (Handerson & Tilton 1995) به صورت زیر محاسبه شد.

$$\% \text{ insecticides effectivity} = \left[1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca} \right] \times 100$$

مولفه‌های آن عبارتند از: Ta = تعداد لارو زنده در کرت تیمار قبل از سمپاشی، Ca = تعداد لارو زنده در کرت شاهد بعد از سمپاشی، Cb = لارو زنده در کرت شاهد قبل از آب‌پاشی، Ta = تعداد لارو زنده در کرت تیمار بعد از سمپاشی، Ca = لارو زنده در کرت شاهد بعد از آب‌پاشی. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی و با استفاده از نرم افزار SAS Institute. Ver 9.4 (2014) صورت گرفت.

مذکور به غیر از اسپینوزاد در گروه بی‌ضرر قرار گرفتند (Uma & Jacob 2014).

با توجه به این‌که دو گونه زنبورهای *T. brassicae* و *T. evanescens* از دشمنان طبیعی مهم تخم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی محسوب شده و به آسانی در دسترس می‌باشند، برای استفاده در این پژوهش انتخاب شدند (Sayed et al. 2011; Moezipour et al. 2008). در این پژوهش، اثرات حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه‌ای و مراحل بالغ دو گونه زنبورهای *T. brassicae* و *T. evanescens* در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه می‌تواند در برنامه‌های کنترل تلفیقی مینوز گوجه‌فرنگی کاربرد داشته باشد.

مواد و روش‌ها

بررسی مزرعه‌ای اثر حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی این بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار (چهار تیمار حشره‌کش و یک شاهد) و در سه تکرار در مزرعه گوجه‌فرنگی استان مرکزی انجام شد. هر کرت آزمایشی ۱۰ متر طول و پنج متر عرض (ابعاد کرت ۵۰ متر مربع) و شامل پنج ردیف

جدول ۱. غلظت حشره‌کش‌های مورد استفاده بر علیه شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی و دو زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* و *Trichogramma evanescens*

Table 1. Concentration of used insecticides on *Tuta absoluta* and two species of parasitoid wasps *Trichogramma brassicae* and *Trichogramma evanescens*.

Common name	Formulation	Recommended Concentrations (ppm)	Manufacturer
Spinosad	SC 22.8%	500	Dow Agroscience
Imidacloprid	SC 35%	1000	Bayer
Indoxacarb	SC 15%	600	Aria shimi
Chlorantraniliprole	SC 18.4%	50	Dupont

در اینصورت تعداد زنبوران زنده جهت آزمایش بررسی میزان پارازیتیسیم بسیار کم بود لذا برای این منظور از غلظت LC₂₅ هر حشره‌کش به روش لوله آزمایش برای تیمار افراد بالغ دو گونه زنبور تریکوگراما استفاده شد.

ارزیابی میزان پارازیتیسیم دو گونه زنبور پارازیتوئید *T. brassicae* و *T. evanescens* تحت تأثیر غلظت LC₂₅ حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلراترانیلی پرول به این منظور ۵۰ میکرولیتر از غلظت LC₂₅ حشره‌کش در لوله شیشه‌ای با اندازه ۱۰×۵/۵ سانتی‌متر ریخته شد و پس از تبخیر حلال (آب مقطر) در تیمارها و شاهد (آب مقطر)، تعداد ۱۰ عدد زنبور تریکوگراما ماده جفت‌گیری کرده با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت به هر لوله آزمایش منتقل و درب آنها با توری آغشته به آب قند ۱۰ درصد مسدود شد و لوله‌های آزمایش در اتاقک رشد با شرایط کنترل شده فوق قرار گرفت. این آزمایش به روش طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار و در هر تکرار ده عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده یک روزه انجام شد. مرگ و میر پس از ۲۴ ساعت محاسبه شد (Madhusudan 2015).

جهت محاسبه میزان پارازیتیسیم تخم مینوز گوجه‌فرنگی توسط زنبورهای زنده مانده پس از قرار گیری در معرض غلظت LC₂₅ هر آفت‌کش آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی به شیوه فاکتوریل با دو فاکتور (فاکتور اول زنبور در دو سطح و فاکتور دوم حشره‌کش در پنج سطح) دارای سه تکرار انجام شد. در هر تکرار پنج عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده به مدت ۴۸ ساعت در معرض ۱۵۰ عدد تخم مینوز گوجه‌فرنگی روی برگ درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکل (۸/۵×۱۱ سانتی‌متر) قرار گرفتند و میزان پارازیتیسیم محاسبه گردید.

R یا میزان کاهش در پارازیتیسیم با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Costa et al. 2014):

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

f = میانگین میزان پارازیتیسیم در هر تیمار حشره‌کش
t = میانگین میزان پارازیتیسیم در شاهد.

بر اساس دستورالعمل IOBC: International Organization for Biological and Integrated Control) اگر میزان کاهش در پارازیتیسیم کمتر از ۳۰ درصد بود بی‌زیان (کلاس ۱)، بین ۳۰ تا ۷۰ درصد کم‌زیان (کلاس ۲)، بین ۸۰ تا ۹۹ درصد زیان متوسط

بررسی‌های آزمایشگاهی اثر حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلراترانیلی پرول روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

پرورش حشرات: پرورش انبوه شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی با رهاسازی روی بوته‌های رشد یافته گوجه‌فرنگی (با ۴۰-۳۵ سانتی-متر ارتفاع) رقم ریو گرنده (Rio Grande) داخل گلدان (ارتفاع ۱۵ و قطر ۱۸ سانتی‌متر) در محیط گلخانه با شرایط دمایی ۵ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۵ ± ۶۵ درصد درون قفس‌های توری به ابعاد ۶۰×۶۰×۱۲۰ سانتی‌متر صورت گرفت. جمعیت اولیه مینوز گوجه‌فرنگی از گلخانه آلوده‌ای در شهر اراک واقع در استان مرکزی جمع‌آوری شد. همه آزمایش‌ها در گلخانه و آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی شهر اراک انجام شدند. هر هفته گلدان‌های حاوی گوجه‌فرنگی به کلنی پرورش حشرات اضافه می‌شدند تا همواره گیاه شاداب و سالم برای تخم‌ریزی شب‌پره‌های بالغ و تغذیه لاروها موجود باشد. دو گونه زنبور *T. brassicae* جمعیت بابلسر و *T. evanescens* جمعیت مشهد از آزمایشگاه کنترل زیستی بخش حشره‌شناسی دانشگاه تهران تهیه شدند. پرورش زنبورها در اتاقک رشد در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی (دمای ۱ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی) به مدت سه نسل صورت گرفت و از زنبورهای نسل سوم در آزمایش‌ها استفاده شد. از تخم‌های بید غلات *Sitotroga cerealella* Olivier (Lep: Gelechiidae) برای تکثیر پارازیتوئیدها استفاده شد (Olivier 1789).

زیست‌سنجی زنبورهای *T. brassicae* و *T. evanescens*

برای محاسبه غلظت LC₂₅ هر حشره‌کش (در واقع همان آزمایش مربوط به تعیین غلظت LC₅₀ هر حشره‌کش می‌باشد) ابتدا با چند آزمایش مقدماتی محدوده بالا و پایین غلظت‌های سمی محاسبه گردید. سپس آزمایش اصلی با استفاده از پنج غلظت بر مبنای فاصله لگاریتمی انجام گرفت. این آزمایش به روش et al. (Sidi 2013) انجام شد. جهت انجام این آزمایش ابتدا از غلظت‌های توصیه‌شده و نصف غلظت‌های توصیه‌شده هر حشره‌کش برای تأثیر روی مراحل بالغ دو گونه زنبور (به همان روشی که برای غلظت LC₂₅ هر حشره‌کش توضیح داده شده است) استفاده شد ولی به دلیل اینکه هر دو غلظت درصد مرگ و میر بالایی ایجاد کردند و

درصد اختلاف آماری معناداری وجود دارد ($P = 0.005$; $F(4,8) = 11.22$). مقایسه میانگین تلفات در روز سوم نشان داد که بین تیمارهای مختلف تیمار کلرانترانیلی پرول از کارایی بالاتری برخوردار بود. در روز هفتم ($P = 0.0031$; $F(4,8) = 8.48$), دهمین روز پس از سمپاشی ($P = 0.0006$; $F(4,8) = 20.14$) و در روز چهاردهم ($P = 0.0002$; $F(4,8) = 23.52$) تیمارهای کلرانترانیلی پرول و اسپینوزاد نسبت به ایندوکساکارب و ایمیداکلوپرید از کارایی بالاتری برخوردار بودند (جدول ۲).

(کلاس ۳) و بیشتر از ۹۹ درصد زیان‌آور (کلاس ۴) ارزیابی شد (Costa et al. 2014).

نتایج

بررسی مزرعه‌ای اثر حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میانگین تلفات لاروهای آفت سه روز بعد از سمپاشی نشان داد که بین تیمارها در سطح یک

جدول ۲. مقایسه میانگین ($\pm SE$) درصد تلفات مینوز گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول.

Table 2. Mean Mortality ($\pm SE$) percentage of different insecticides on tomato leaf miner treatments in Spinosad, Imidacloprid, Indoxacarb and chlorantraniliprole.

Treatment	Mean \pm SE			
	3days after treatment	7days after treatment	10 days after treatment	14 days after treatment
Spinosad	55.21 \pm 2.22 ^b	80.24 \pm 2.46 ^a	79.43 \pm 3.14 ^a	78.28 \pm 2.11 ^a
Imidacloprid	49.54 \pm 4.04 ^c	60.13 \pm 2.56 ^b	54.35 \pm 2.02 ^c	52.34 \pm 2.39 ^c
Indoxacarb	51.38 \pm 2.40 ^b ^c	64.45 \pm 3.17 ^b	73.20 \pm 3.24 ^b	61.52 \pm 1.33 ^b
Chlorantraniliprole	63.44 \pm 3.50 ^a	84.60 \pm 3.12 ^a	82.83 \pm 2.33 ^a	81.82 \pm 3.33 ^a

Means with the same letters in each column are not significantly different at 1% level (Tukey test).

اسپینوزاد و ایمیداکلوپرید به ترتیب با غلظت LC_{50} ۰/۰۰۱۲ و ۰/۰۰۱۹ نسبت به ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول سمیت بیشتری داشتند. در مورد گونه *T. evanescens* نیز حشره-کش‌های اسپینوزاد و ایمیداکلوپرید با غلظت LC_{50} ۰/۰۰۱۱ و - ۰/۰۰۱۵ نسبت به ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول بیشترین سمیت را داشتند (جدول‌های ۳ و ۴).

زیست‌سنجی دو گونه زنبور *T. brassicae* و *T. evanescens* غلظت‌های مورد استفاده در این آزمایش در جدول (۳) نشان داده شده است. در این آزمایش با تجزیه پروبیت داده‌های حاصل از زیست‌سنجی مرحله بالغ دو گونه تریکوگراما *T. brassicae* و *T. evanescens* با حشره‌کش‌ها، غلظت‌های LC_{50} حشره‌کش‌ها برآورد گردید. نتایج به‌دست آمده برای گونه *T. brassicae* نشان داد که

جدول ۳. سمیت حشره‌کش‌ها روی حشرات بالغ زنبور *Trichogramma brassicae*.

Table 3. Toxicity of the insecticides on adults of *Trichogramma brassicae*.

Insecticides	N	LC50 (µg/ml)	Lower-Upper 95%	LC25 (µg/ml)	Lower-Upper 95%	X ²	df	Intercept \pm SE	Slope \pm SE
Spinosad	360	0.0012	0.00087-0.0018	0.00026	0.00010-0.00050	2.51	13	2.03 \pm 0.41	1.08 \pm 0.16
Imidacloprid	360	0.0019	0.0011-0.0032	0.00035	0.00029-0.0013	3.90	13	3.57 \pm 0.38	1.11 \pm 0.15
Indoxacarb	360	0.058	0.029-0.080	0.014	0.0042-0.0082	3.86	13	2.39 \pm 0.52	1.10 \pm 0.12
Chlorantrani liprole	360	1.75	1.10-2.32	0.61	0.17-0.82	3.09	13	-0.31 \pm 0.067	1.18 \pm 0.30

جدول ۴. سمیت حشره‌کش‌ها روی حشرات بالغ زنبور *Trichogramma evanescens*.Table 4. Toxicity of the insecticides on adults of *Trichogramma evanescens*.

Insecticides	N	LC50 (µg/ml)	Lower- Upper 95%	LC25 (µg/ml)	Lower- Upper 95%	X ²	df	Intercept ± SE	Slope ± SE
Spinosad	360	0.0011	0.00085- 0.0016	0.0002	0.0008- 0.00047	2.54	13	3.05 ± 0.50	1.08 ± 0.19
Imidacloprid	360	0.0015	0.009- 0.0028	0.0031	0.00025- 0.0010	2.41	13	3.46 ± 0.42	1.31 ± 0.22
Indoxacarb	360	0.062	0.032- 0.084	0.017	0.0045- 0.0085	3.23	13	2.33 ± 0.31	1.13 ± 0.16
Chlorantraniliprole	360	1.67	1.02-2.21	0.55	0.10-0.77	3.21	13	-0.25 ± 0.08	1.15 ± 0.31

مزرعه‌ای هر چهار حشره‌کش ۱۰۰ درصد مرگ و میر در افراد بالغ ایجاد کردند. در نصف غلظت توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول به ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰، ۹۵، ۹۳ درصد مرگ و میر ایجاد کردند. این نتایج نشان داد که این گونه نسبت به گونه قبلی حساسیت بیشتری نسبت به حشره‌کش‌ها دارد ($P = 0.0001$; $F(3,19) = 16.89$) (جدول ۵).

درصد مرگ و میر دو گونه زنبور *T. brassicae* و *T. evanescens* تحت تاثیر غلظت توصیه شده مزرعه‌ای و نصف غلظت توصیه شده مزرعه‌ای

نتایج این آزمایش نشان داد که در غلظت توصیه شده مزرعه‌ای هر چهار حشره‌کش ۱۰۰ درصد مرگ و میر در افراد بالغ *T. brassicae* ایجاد کردند. در نصف غلظت توصیه شده مزرعه‌ای حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول به ترتیب ۱۰۰، ۹۸، ۹۷ و ۹۰ درصد مرگ و میر ایجاد کردند ($P = 0.0002$; $F(3,19) = 12.40$) (جدول ۵). نتایج این آزمایش نیز نشان داد که در غلظت توصیه شده

جدول ۵. میانگین درصد مرگ و میر اصلاح شده حشرات بالغ دو گونه *Trichogramma evanescens* و *Trichogramma brassicae* پس از ۲۴ ساعت در معرض غلظت توصیه شده مزرعه‌ای و نصف غلظت توصیه شده حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلی پرول.

Table 5. Mean of percentage of modified mortality of *Trichogramma brassicae* and *Trichogramma evanescens* after 24 hours in exposed to Recommended concentration and Half Recommended concentration of Spinosad, Imidacloprid, Indoxacarb and chlorantraniliprole.

Insecticides Species	Spinosad		Imidacloprid		Indoxacarb		Chlorantraniliprole	
	RC	HRC	RC	HRC	RC	HRC	RC	HRC
<i>Trichogramma brassicae</i>	100 ± 0% a	100 ± 0% a	100 ± 0% a	98 ± 2% a	100 ± 0% a	97 ± 4% ab	100 ± 0% a	90 ± 3.16b
<i>Trichogramma evanescens</i>	100 ± 0% a	100 ± 0% a	100 ± 0% a	100 ± 0% a	100 ± 0% a	95 ± 2.44b	100 ± 0% a	93 ± 3.74b

مشاهده شد (جدول ۶) ($P = 0.0001$; $F(3,19) = 19.76$). با توجه به تجزیه آماری داده‌ها بین تیمارها اختلاف معناداری در سطح یک درصد وجود دارد. تیمارهای اسپینوزاد با ۳۳ درصد و کلرانترانیلی پرول با ۲۴ درصد مرگ و میر به ترتیب بیشترین و کمترین درصد مرگ و میر را ایجاد کردند (جدول ۶) ($P = 0.0001$; $F(3,19) = 25.13$).

میانگین درصد مرگ و میر دو گونه زنبور *T. brassicae* و *T. evanescens* تحت تاثیر غلظت LC_{25} حشره‌کش‌ها

نتایج نشان داد که بین تیمارها از لحاظ آماری اختلاف معناداری در سطح یک درصد وجود دارد. بیشترین و کمترین مرگ و میر به ترتیب در تیمارهای اسپینوزاد ۳۱/۸۰ و کلرانترانیلی پرول ۲۳

جدول ۶. تاثیر غلظت LC₂₅ حشره‌کش‌های اسپینوزاد، ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و کلرانترانیلی‌پروپول بر مرگ و میر افراد بالغ *Trichogramma brassicae* و *Trichogramma evanescens* به مدت ۲۴ ساعت.

Table 6. Effect of LC₂₅ of insecticides of Spinosad, Imidacloprid, Indoxacarb and chlorantraniliprole on mortality of *Trichogramma brassicae* and *Trichogramma evanescens* for 24 hours.

Insecticides	<i>Trichogramma brassicae</i>	<i>Trichogramma evanescens</i>
	Spinosad	31.80 ± 0.8 ^a
Imidacloprid	26.60 ± 1.17 ^b	28.00 ± 0.85 ^b
Indoxacarb	25.60 ± 0.51 ^{bc}	25.00 ± 0.45 ^{bc}
Chlorantraniliprole	23.00 ± 0.71 ^c	24.00 ± 0.69 ^c
CV	6.94	6.55

معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۸). با توجه به گروه‌بندی IOBC و میزان کاهش پارازیتسیم ایجاد شده توسط حشره‌کش‌ها در هر دو گونه تریکوگراما، همه حشره‌کش‌ها در گروه یک یعنی بی‌زیان رده‌بندی می‌شوند ولی از آنجا که درصد کاهش پارازیتسیم ایجاد شده در تیمار اسپینوزاد بیشتر بود لذا اثرات منفی آن از سایر حشره‌کش‌ها بیشتر می‌باشد.

با توجه به فرمولی که برای محاسبه درصد کاهش پارازیتسیم در مواد و روش‌ها ذکر شد امکان مقایسه آماری درصد کاهش پارازیتسیم برای هر تیمار به صورت جداگانه وجود ندارد چون در فرمول برای هر تیمار تنها یک عدد و آن هم میانگین است که در فرمول وارد می‌شود. به همین دلیل از آزمون تی تست جهت مقایسه میانگین درصد پارازیتسیم همه تیمارها در گونه *T. brassicae* با گونه *T. evanescens* انجام شد (Costa et al. 2014). در مقالات مربوط به این زمینه هم درصد کاهش پارازیتسیم تجزیه آماری نشده است (Kurtulus & Sidi 2013; Sattar et al. 2011; Kornosor 2015).

میانگین تعداد تخم‌های پارازیت‌شده و درصد کاهش پارازیتسیم تحت تأثیر LC₂₅ آفت‌کش‌ها

بین تعداد تخم پارازیت‌شده توسط زنبور *T. brassicae* در همه تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. بین تعداد تخم پارازیت‌شده در تیمارهای کلرانترانیلی‌پروپول و ایندوکساکارب اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. تعداد تخم پارازیت‌شده در تیمارهای اسپینوزاد و ایمیداکلوپرید نیز اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۷).

بین تعداد تخم پارازیت‌شده توسط زنبور *T. evanescens* در همه تیمارها با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. در این گونه نیز بین تعداد تخم پارازیت‌شده در تیمارهای کلرانترانیلی‌پروپول و ایندوکساکارب اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تعداد تخم پارازیت‌شده در تیمارهای اسپینوزاد و ایمیداکلوپرید نیز اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۷). بین درصد کاهش پارازیتسیم دو گونه توسط آزمون t-test اختلاف

جدول ۷. میانگین تعداد تخم‌های پارازیت‌شده و درصد کاهش پارازیتسیم تحت تأثیر غلظت LC₂₅ آفت‌کش‌ها.

Table 7. Mean number of parasitized eggs and the percentage of reduction of parasitism under the influence of LC₂₅ of concentration of Insecticides.

Insecticides	<i>Trichogramma brassicae</i>		<i>Trichogramma evanescens</i>	
	Mean of parasitised eggs	Parasitism reduction%	Mean of parasitised eggs	Parasitism reduction%
Spinosad	10.83 ± 0.11 ^d	23.73	6.23 ± 0.10 ^d	24.02
Imidacloprid	11.60 ± 0.18 ^{dc}	18.31	6.67 ± 0.15 ^{dc}	18.65
Indoxacarb	12.13 ± 0.14 ^{bc}	14.58	7.07 ± 0.12 ^{bc}	13.78
Chlorantraniliprole	12.87 ± 0.10 ^b	9.37	7.40 ± 0.13 ^b	9.75
Control	14.20 ± 0.12 ^a	-	8.20 ± 0.11 ^a	-
CV	2.74	-	3.56	-

جدول ۸. مقایسه t-test درصد کاهش پارازیتسم دو گونه *Trichogramma brassicae* و *Trichogramma evanescens* تحت تاثیر حشره‌کش‌ها.
Table 8. T-test Comparison of percentage reduction in parasitism between *Trichogramma brassicae* and *Trichogramma evanescens* affected by insecticides.

Species	Number (egg in 3 replications)	Mean \pm SE	SD	P	T	df
<i>T. brassicae</i>	450	16.50 \pm 3.03	6.06	0.86	-0.18 ^{ns}	3
<i>T. evanescens</i>	450	16.55 \pm 3.08	6.17			

بحث

اسپینوزاد و ایندوکساکارب جهت کنترل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه، به این نتیجه رسیدند که ۱۰ روز پس از کاربرد غلظت ۰/۵ در هزار این حشره‌کش‌ها اسپینوزاد و ایندوکساکارب به ترتیب ۸۵/۵ و ۴۳ درصد مرگ و میر در لاروهای این آفت ایجاد کردند (Tohidi *et al.* 2013). نتایج تحقیق حاضر به لحاظ تاثیر بالاتر اسپینوزاد نسبت به ایندوکساکارب با نتایج این تحقیق مشابهت دارد. محققان مختلفی در بررسی کارایی چند حشره‌کش در شرایط آزمایشگاهی نتیجه گرفتند که حشره‌کش‌های اسپینوزاد، کلرانتریلی پرول + آمامکتین و ایندوکساکارب بیشترین مرگ و میر را در چند جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی ایجاد کردند (Degli 2012). نتایج تحقیق حاضر با نتایج حاصل از این تحقیق از نظر کارایی کلرانتریلی پرول، اسپینوزاد و ایندوکساکارب مشابه می‌باشد.

نتایج یک تحقیق نشان داد که مرحله لاروی مینوز گوجه‌فرنگی بیشترین و مرحله تخم کمترین حساسیت را در برابر حشره‌کش‌ها دارا می‌باشند و از بین حشره‌کش‌های مورد آزمایش، آمامکتین بیشترین و ایندوکساکارب کمترین تاثیر را روی این آفت در شرایط آزمایشگاهی نشان دادند (Sohrabi *et al.* 2015). در یک بررسی دیگر، حشره‌کش کلرانتریلی پرول دارای بیشترین کارایی در بین حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، امامکتین بنزوات و لامبدا سای-هالوترین جهت کنترل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی بود (Barakat *et al.* 2015). کارایی ۱۱ حشره‌کش با مکانیسم عمل متفاوت با استفاده از دو روش مختلف در شرایط مزرعه و گلخانه روی لاروهای شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی بررسی شد. در هر دو روش کارایی آزادپراکتین، امامکتین بنزوات، اسپینوزاد، متافلومیرون و کلرانتریلی پرول ۱۰۰ درصد گزارش شد (Deleva & Harizanova 2014). غلظت LC₅₀ ایمیداکلوپرید و کلرانتریلی پرول برای افراد بالغ *T. chilonis* Ishii (Hym: Trichogrammatidae) به ترتیب ۰/۰۰۲۷ و ۱/۹۵ میلی‌گرم برلیتر محاسبه گردید (Gnanadhas *et al.*

ایندوکساکارب حشره‌کشی تماسی گوارشی و از گروه آگزادپازین‌ها می‌باشد و با بستن کانال سدیم باعث قطع تغذیه، فلج و مرگ در حشرات می‌شود. این حشره‌کش روی آفات بالپولکدار در مزارع پنبه، سبزیجات و نیز درختان میوه به کار می‌رود (Esmaili 2014). کلرانتریلی پرول حشره‌کش سیستمیک جدید از گروه آنترانیلیک دی‌آمید با نحوه عمل بسیار خاص و جدید می‌باشد که با اتصال به گیرنده‌ی ریانودین موجب تحریک رهاسازی ذخایر کلسیم از شبکه‌ی سارکوپلاسمی سلول‌های ماهیچه می‌شود و در نتیجه موجب فلج شدن و در نهایت مرگ گونه‌های حساس می‌شود. این حشره‌کش در مرحله‌ی حساس حشره در زمان تفریح تخم و یا لاروهای تازه تفریح شده به کار می‌رود (Graily-Moradi & Hejazi 2020). اسپینوزاد از یک اکتینوماست خاکزی به نام *Mertz & Saccharopolyspora spinosa* (Pseudonocardiales Yao Pseudonocardiaceae) به دست می‌آید. جهت کنترل لارو بالپولکداران به کار می‌رود که مستقیماً سیستم عصبی مرکزی را هدف قرار می‌دهد و باعث فلج شدن و تشنج حشره می‌شود. ایمیداکلوپرید حشره‌کشی تماسی گوارشی و از خانواده نئونیکوتینوئیدهاست. این حشره‌کش با اشغال گیرنده‌های پروتئینی استیل کولین در غشای فیبری سلول‌های عصبی مانع کار عادی آنها شده و حشره را از پا در می‌آورد (Talebi Jahromi 2013). تاثیر هشت حشره‌کش کلرپیریفوس، متومیل، لامبدا سای-هالوترین، ایمیداکلوپرید، آمامکتین، کلرفناپیر، امامکتین بنزوات و کلرانتریلی پرول را روی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که حشره‌کش‌های مورد آزمایش در کنترل مینوز گوجه‌فرنگی تاثیر داشتند اما آمامکتین، کلرفناپیر و کلرانتریلی پرول بیشترین کارایی را در کنترل این آفت داشتند (Sallam 2015). نتایج تحقیق حاضر با نتایج این تحقیق به لحاظ بیشتر بودن کارایی کلرانتریلی پرول مشابه می‌باشد. محققان با بررسی مزرعه‌ای چند حشره‌کش از جمله

تأثیر چند حشره‌کش از جمله کلرانترانیلی‌پرول روی *T. evanescens* مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که این حشره‌کش نسبت به سایر حشره‌کش‌های استفاده شده در آزمایش تأثیر کمتری روی میزان پارازیتیسیم این گونه زنبور داشت (Kurtulus & Kornosor 2015). نتایج تحقیق حاضر با نتایج حاصل از این تحقیق در مورد تأثیر کمتر کلرانترانیلی‌پرول نسبت به سایر حشره‌کش‌ها روی زنبور تریکوگراما مشابه می‌باشد. محققان با بررسی آزمایشگاهی تأثیر دو حشره‌کش کلرانترانیلی‌پرول و اسپیرومسیفن روی مراحل نابالغ *T. chilonis* چنین نتیجه گرفتند که کلرانترانیلی‌پرول اثرات زیان‌باری روی میزان پارازیتیسیم افراد بالغ حاصله نداشت (Blibech et al. 2015). با بررسی آزمایشگاهی تأثیر اسپینوزاد و ایندوکساکارب روی مراحل نابالغ *T. brassicae* و *T. pretiosum* چنین نتیجه گرفتند که اثرات زیان‌بار اسپینوزاد روی میزان پارازیتیسیم، درصد ظهور و نسبت جنسی از ایندوکساکارب بیشتر بود (Liu & Zhang 2012). نتایج تحقیق حاضر به لحاظ سمیت بیشتر اسپینوزاد مشابه این تحقیق است.

در بررسی که تأثیر چند حشره‌کش روی میزان پارازیتیسیم افراد بالغ *T. japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae) که به مدت ۲۴ ساعت در معرض تخم‌های میزبان آغشته به محلول‌های سمی قرار گرفته بودند به این نتیجه رسیدند که ایندوکساکارب با غلظت ۱ درصد در گروه کم‌زیان دسته‌بندی شد (Bhargavi 2017). نتایج تحقیق حاضر با نتایج این تحقیق مشابه می‌باشد.

میزان پارازیتیسیم ماده‌های بالغ *T. chilonis* که در معرض تخم-های تیمار شده بید غلات (*Sitotroga cerealella* Olivier (Lep: Gelechiidae) با کلرانترانیلی‌پرول، قرار گرفته بودند اختلاف معناداری با شاهد نداشت (Khan 2019). این حشره‌کش روی رفتار جستجوگری و تخم‌گذاری این زنبور پارازیتوئید اثرات منفی نداشت (Khan et al. 2017). نتایج حاصل از این تحقیق در مورد کلرانترانیلی‌پرول با نتایج حاصل از این تحقیق شباهت دارد.

با بررسی تأثیر غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای اسپینوزاد (۶۰ سی سی در هکتار) روی برگ‌های انار بر میزان بقاء افراد بالغ *T. brassicae* پس از ۲۴ ساعت نتیجه گرفتند که میزان زنده‌مانی زنبورها ۵ درصد بود (Ksentini et al. 2010). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیق حاضر تا حدی مشابه می‌باشد زیرا غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای در این تحقیق ۱۰۰ درصد مرگ و میر ایجاد کرد که ممکن است به دلیل تفاوت در روش آزمایش باشد.

با مطالعات آزمایشگاهی تأثیر حشره‌کش‌های کلرانترانیلی‌پرول و اسپینوزاد روی *T. chilonis* نتیجه گرفتند که کلرانترانیلی‌پرول اثرات زیان‌بار کمتری نسبت به اسپینوزاد روی درصد ظهور افراد بالغ از مراحل نابالغ تیمار شده و میزان پارازیتیسیم و طول عمر زنبورهای بالغ دارد. همچنین میزان غلظت LC₅₀ را به ترتیب برای اسپینوزاد و کلرانترانیلی‌پرول ۰/۰۸ و ۱/۳۸ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه کردند (Uma & Jacob 2013). نتایج تحقیق حاضر در مورد میزان غلظت LC₅₀ اسپینوزاد با این تحقیق مشابه نیست، که ممکن است به دلیل تفاوت در گونه تریکوگراما، فرمولاسیون و نحوه انجام آزمایش باشد ولی در مورد کلرانترانیلی‌پرول تا حدی مشابه می‌باشند.

نتایج این تحقیق در مورد میزان پارازیتیسیم تخم‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی توسط دو گونه زنبور تریکوگراما نشان داد که گونه *T. brassicae* با میانگین تعداد تخم پارازیته شده ۰/۱۲ ± نسبت به گونه *T. evanescens* با میانگین تعداد تخم پارازیته شده ۰/۱۱ ± ۸/۲ توانایی بیشتری در پارازیتیسیم تخم‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی دارد. درباره میزان پارازیتیسیم دو گونه زنبور تریکوگرامای مذکور روی تخم‌های تیمار شده مینوز گوجه‌فرنگی با غلظت LC₂₅ آفت‌کش‌ها روی زنبور، اطلاعاتی دیگری در منابع در دست نیست. در مورد درصد کاهش پارازیتیسیم تحت تأثیر آفت‌کش‌ها گونه *T. brassicae* نسبت به ایندوکساکارب و گونه *T. evanescens* نسبت به کلرانترانیلی‌پرول، اسپینوزاد و ایمیداکلوپرید حساسیت بیشتری نشان دادند. به‌طور کلی در هر دو آزمایش اسپینوزاد بیشترین کاهش در پارازیتیسیم و کلرانترانیلی‌پرول کمترین کاهش در پارازیتیسیم را نسبت به شاهد نشان داد. دلیل زیان بیشتر اسپینوزاد نسبت به کلرانترانیلی‌پرول را می‌توان به تفاوت در وزن مولکولی، چربی دوستی و نحوه تأثیر این آفت‌کش‌ها ذکر کرد. این نتیجه موید این مطلب است که گونه‌های مختلف تریکوگراما نسبت به آفت‌کش‌های مختلف ممکن است حساسیت‌های متفاوتی داشته باشند (Costa et al. 2014). دلیل تأثیر آفت‌کش‌ها روی میزان تخم‌گذاری، وجود رابطه مستقیم بین میزان تخم‌گذاری و نرخ پارازیتیسیم می‌باشد. آفت‌کش‌ها می‌توانند هماهنگی بسیار دقیق موجود بین سیستم عصبی و هورمونی حشره را بر هم زنند و موجب بروز یک سلسله آشفتگی‌های رفتاری و فیزیولوژیکی مرتبط با تخم‌گذاری شوند (Khan & Ruberson 2017).

سمیت در رده یک قرار گرفت (Grande *et al.* 2018). تاثیر چندین حشره‌کش از گروه‌های مختلف روی گونه Nagaraaja & Nagarkatti مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنها نشان داد که کلرانترانیلی پرول و *Bacillus thuringiensis* Berliner قابلیت استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی بالپولکداران را دارا می‌باشند (Fontes *et al.* 2018). نتایج تحقیق حاضر از این نظر که کلرانترانیلی پرول درصد کاهش پارازیتیسم کمتری نسبت به سایر حشره‌کش‌های مورد استفاده ایجاد کرد، با نتایج تحقیق حاضر مشابه می‌باشد.

سیاسگزاری

نگارنده از ریاست محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی به دلیل فراهم کردن امکانات این تحقیق قدردانی می‌نماید.

References

- Afshari A, Gorzaldin M, Mottaki E, 2014. Side effects of Indoxacarb and Lufenuron on *Trichogramma achaeae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in laboratory condition. *Plant Protection* 37 (3): 61–79.
- Ashtari S, Sabahi Q, Talebi Jahromi K, 2018. Effects of some insecticides against tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and egg parasitoids *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae). *Iranian Journal of Plant Protection Science* 49 (2): 341–351.
- Ashtari S, 2018. Control of *Tuta absoluta* by using of chemical pesticides and useful insects. *Greenhouse Vegetables* 1 (1): 33–39.
- Ashtari S, 2019. Survey of Persistency of Spinosad, Imidacloprid and Indoxacarb on *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens*. *Journal of Plant Protection* 33 (1): 27–34.
- Barakat AST, Kordy AM, Rahman TAA, Gouda RM, Ibrahim MAM, 2015. Biological activity of some natural plant extracts and bio-pesticides against tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and their residues on tomato fruits, tomato fruit. *Current Science International* 4 (1): 10–18.

Bhargavi M, 2017. Effect of different insecticides on

در تحقیقی که با قرار گرفتن افراد بالغ *T. brassicae* در معرض برگ‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با ایمیداکلوپرید، اسپینوزاد و ایندوکساکارب در شرایط مزرعه‌ای نتیجه گرفتند که اسپینوزاد اثرات زیان‌باری در مرگ و میر افراد بالغ این زنبور داشت (Hewa *et al.* 2003). این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مشابه است، زیرا اسپینوزاد نسبت به بقیه حشره‌کش‌ها سمیت بیشتری داشت. با بررسی اثرات کشنده و زیر کشنده ایندوکساکارب به روش قرار دادن حشرات بالغ *T. brassicae* در معرض باقی‌مانده حشره-کش (با غلظت‌های توصیه‌شده مزرعه‌ای و سه غلظت پایین‌تر از آن) چنین نتیجه شد که ایندوکساکارب موجب افزایش مرگ و میر معناداری نسبت به شاهد شد (Afshari *et al.* 2014). که با نتایج حاصل از این تحقیق در مورد تاثیر غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای و نصف غلظت توصیه‌شده ایندوکساکارب در مرگ و میر تریکوگراما که باعث مرگ و میر بالایی شد، تشابه دارد.

تاثیر حشره‌کش‌های کلرانترانیلی پرول، اسپینوزاد و کلرفناپیر روی گونه (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Riley *pretiosum* بررسی شد. بر اساس نتایج کلرانترانیلی پرول به لحاظ adult emergence of *Trichogramma chilonis* (Ishii). *International Journal of Plant Protection* 10 (1): 79–82.

Blibech I, Ksantini M, Jardak T, Bouaziz M, 2015. Effect of insecticides on *Trichogramma* parasitoids used in biological control against *prayer oleae* insect pest. *Advances in Chemical Engineering and Science* 5: 362–372.

Consoli FL, Parra JR, Zucchi RA, 2010. Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma*. Springer Science & Business Media, 4020-91 10-0 [Accessed on 28 March 2010].

Costa MA, Muscardini VF, Gontijo PDC, Carvalho GA, Oliveira RLD, *et al.*, 2017. Flubendiamide as new generation insecticide in plant toxicology. A policy paper *Advances in Clinical Toxicology* 2: 100–122.

Costa MA, Muscardini VF, Gontijo PDC, Carvalho GA, Oliveira RLD, *et al.*, 2014. Sub lethal and transgenerational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi*. *Ecotoxicology Springer* 23: 1399–1408.

Dagli F, Ikten C, Sert E, Bolucek E, 2012. Susceptibility of tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) populations from Turkey to 7 different insecticides in laboratory bioassay. *EPPO Bulletin* 42 (2): 305–311..

- Deleva EA, & Harizanova VB, 2014. Efficacy evaluation of insecticides on larvae of the tomato borer *Tuta absoluta*, Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory. *Journal of International Scientific Publications Agriculture and Food* 2: 158-164.
- Desneux N, Wajnberg E, Wychuys AG, Burgio G, 2010. Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta* : ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197-215.
- Esmaeili M, Saber M, Bagheri M, Gharekhani GH, 2016. Effect of emamectin benzoate and indoxacarb on *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae) in laboratory conditions. *Applied Researches in Plant Protection* 4 (2): 161-169.
- Fontes J, Roja IS, Tavares J, Oliveira L, 2018. Lethal and Sublethal Effects of Various Pesticides on *Trichogramma achaeae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Economic Entomology* 1-8p. doi: 10.1093/jee/toy064
- Ghaderi S, Fathipour Y, Asgari SH, Reddy GV P, 2019. Economic injury level and crop loss assessment for *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato cultivars. *Journal of Applied Entomology* 1-15p.
- Ghoneim K, 2014. Parasitic Insects and mite as potential biocontrol agents for a devastating pest of tomato, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera:Gelechiidae) in the world :a review. *International Journal of Advanced Research* 2 (8): 81-115.
- Gnanadhas P, Stanley J, Kultalam S, Ramasamy S, 2009. Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis* Assessing their safety in the rice ecosystem. *Phytoparasitica* 37: 209-215.
- Graily-Moradi F, Hejazi MJ, 2020. Comparitive insecticidal effect of chlorantraniliprole, spirotetramat, dimethoate and diazinon on vegetable leaf miner (*Liriomyza sativae*) under greenhouse condition. *Plant Pest Research* 10 (1): 41-53.
- Grande MLM, Ericacbraz ECB, Bueno ADF, Deboramello DMS, Queiroz AP, et al., 2017. Effect of increasing rate of insecticides on its selectivity for *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Ciencias Agrarias* 39 (3): 933-945.
- Henderson CF, & Tilton EW, 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology* 48: 157-161.
- Hewa-Kapuge S, Dougall SM, 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.
- Javadi Emamzadeh P, & Cheraghian A, 2013. First report of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), from Iran. *Journal of Entomological Society of Iran* 33 (3): 87-88.
- Khan MA, & Ruberson JR, 2017. Lethal effects of selected novel pesticides on immature stages of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pest Management Science* 73: 2465-2472.
- Khan MA, 2019. Integration of Selected Novel Pesticides with *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for Management of Pests in Cotton. *Journal of Agricultural Science Technology* 21 (4): 873-882.
- Ksentini I, Jardak T, Zeghal N, 2010. *Bacillus thuringiensis*, deltamethrin and spinosad side-effects on three *Trichogramma* species. *Bulletin of insectology* 63 (1): 31-37.
- Kurtulus A, Kornosor S, 2015. Effects of some insecticides used in maize on preimaginal stages of *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammitidae). *Turkiye Entomoloji dergisi* 39 (4): 425-434.
- Liu TX, & 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
- Madhusudan S, 2015. Selective evaluation of insecticides to control tomato pests to *Trichogramma chilonis* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) adult survival. *Journal of Plant Agriculture Research* 1 (1): 1-9.
- Moezipour M, Kafil M, Allahyari H, 2008. Functional response of *Trichogramma brassicae* at different temperatures and relative humidities. *Bulletin of Insectology* 61 (2): 245-250.
- Puza V, 2015. Control of insect pest by entomopathogenic nematodes. 175-183pp. In: Lugtenberg, B. (ed.), principles of plant microbe interaction. Springer International Publishing, BERN.
- Sallam A, 2015. Effectiveness of certain insecticides against the tomato leaf miner *Tuta absoluta*

- (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Advances in Applied Agricultural Science* 3 (2): 54–64.
- SAS Institute, 2014. SAS/STAT Version 9.4. SAS Institute, Cary, North Carolina.
- Sayed SM, El-Shehawi AM, Al-Otaibi SA, 2011. Molecular and biological characterization of *Trichogramma turkestanica* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) which inhabits taif governorate at the west of Saudi Arabia. *African Journal Biotechnology* 10 (46): 9467–9472.
- Sidi MB, Islam MDT, Ibrahim Y, Dzolkhifli O, 2013. Effect of azadirachtin and rotenone on *Trichogramma papilionis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Food Agriculture and Environmental* 2: 1509–1513.
- Sohrabi F, Modarressi M, Hosseini SJ, 2015. Assessing the susceptibility of different growth stages of *Tuta absoluta* to different insecticides in vitro. *Journal of Plant Protection* 38 (3): 1–12.
- Tabebordbar F, Shishehbor P, Ziaee M, Sohrabi F, 2020. Effects of field recommended concentrations of three different insecticides on life table parameters of the parasitoid *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae) under laboratory conditions. *Plant Pest Research* 9 (4): 11–23.
- Talebi Jahromi KH, 2013. Pesticides Toxicology, Tehran University press, 500pp.
- Terzidis AN, Wilcockson S, Leifert C, 2014. The tomato leaf miner (*Tuta absoluta*): conventional pest problem, organic management solution. *Organic Agriculture* 4: 43–61.
- Tohidi MT, Bagheri SH, Jalilian F, 2013. Evaluation of the efficacy of Spinosad (EpiTima WG20) in controlling *Tuta absoluta* (Meyrick) tomato moth. Final report of the research project. *Agricultural Research, Education and Extension Organization*. 30pp.
- Uma S, Jacob S, Lyla KR, 2014. Acute contact toxicity of selected conventional and novel insecticides to *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Biopes* 7: 133–136.
- Uma S, Jacob S, 2013. Impact of novel insecticides on *Trichogramma chilonis*, Ms Thesis, Entomology, Kerala Agricultural Thrissur, The India.
- Zappala L, Biondi A, Alma A, AL-Jboory IJ, Arno J, et al, 2013. Natural enemies of the South American moth, *Tuta absoluta* in Europe, North Africa and Middle East and their potential use in pest control strategies. *Journal of Pest Science* 86: 635–647.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)