

بررسی اثر پارازیتیسمی دو گونه زنبور تریکوگراما روی تخم‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta*) تحت تأثیر آفت‌کش‌ها

صدیقه اشتری^{۱*}، قدرت‌اله صباحی^۲ و خلیل طالبی جهرمی^۳

۱- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

۲- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

* نویسنده مسئول: aroya95@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۸)

چکیده

با توجه به این‌که شب‌پره مینوز یکی از آفات مهم و خسارت‌زای گوجه‌فرنگی به‌شمار می‌رود، در این پژوهش جهت استفاده از حشره‌کش‌هایی با خطر کمتر برای محیط‌زیست، مصرف‌کنندگان و دشمنان طبیعی، اثر آفت‌کش‌های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی‌پرید و فلوبندیامید روی مرحله بالغ دو گونه *Trichogramma brassicae* و *Trichogramma evanescens* به‌عنوان پارازیتوئید تخم شب‌پره مینوز در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی در سال ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفت. زنبورهای تریکوگراما روی تخم‌های شب‌پره بید غلات با شرایط (دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی) پرورش داده شدند. آزمایش مقایسه میزان پارازیتیسم دو گونه به روش t-test و در دسته‌های ۱۰ تایی و در درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکل انجام شد. آزمایش مربوط به اثر غلظت کشنده ۲۵ درصد هر آفت‌کش روی زنده‌مانی زنبورها بر پایه طرح کاملاً تصادفی در پنج تکرار و در هر تکرار ۱۰ عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده و به شیوه لوله آزمایش (Vial assay) انجام شد. زنبورها به مدت ۲۴ ساعت در معرض این غلظت قرار گرفتند. جهت بررسی میزان پارازیتیسم زنبورهای زنده مانده از آزمایش اثر غلظت کشنده ۲۵ درصد هر آفت‌کش، آزمایشی در سه تکرار در هر تکرار پنج عدد زنبور و ۱۵۰ عدد تخم مینوز گوجه‌فرنگی به روش طرح کاملاً تصادفی و شیوه فاکتوریل به مدت ۴۸ ساعت درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکل انجام شد. مرگ و میر به‌طور روزانه ثبت شد و میزان کاهش پارازیتیسم محاسبه گردید. میزان درصد مرگ و میر کلی اصلاح شده در تیمارهای آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی‌پرید و فلوبندیامید برای گونه *T. brassicae* به ترتیب ۲۶/۶۷، ۲۰، ۱۳/۳۳ و ۱۳/۳۳ و برای *T. evanescens* به ترتیب ۲۰، ۲۰، ۱۳/۳۳ و ۶/۶۷ محاسبه شد. میزان کاهش پارازیتیسم در تیمارهای آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی‌پرید و فلوبندیامید برای *T. brassicae* به ترتیب ۲۵/۱۲، ۱۸/۷۱، ۱۳/۳ و ۱۱/۸۱ درصد و برای *T. evanescens* به ترتیب ۲۴/۱۸، ۱۹/۲، ۱۵ و ۱۰/۸۴ درصد تعیین شد. نتایج نشان داد که فلوبندیامید سمیت کمتری نسبت به دیگر ترکیبات مورد بررسی داشته و استفاده از آن در برنامه‌های مدیریت تلفیقی مینوز گوجه‌فرنگی امکان‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی: آفت‌کش، زنبور تریکوگراما، شب‌پره مینوز، مدیریت تلفیقی.

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* Mill.) یکی از محصولات مهم کشاورزی در ایران است که کشت آن در گلخانه و مزارع رواج دارد (Ashtari, 2018). تولید سالانه حدود ۵/۶ میلیون تن گوجه‌فرنگی، کشور ما را در جایگاه هفتم تولیدکنندگان این محصول مهم و استراتژیک در دنیا قرار داده است (Ahmadi et al., 2018).

متأسفانه در سال‌های اخیر به دلیل عدم رعایت اصول قرنطینه، شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta*) وارد کشور شده و مشکلات فراوانی برای کشاورزان ایجاد نموده است؛ این حشره آفتی چند نسلی با توان تولیدمثلی بالا و دوره زندگی کوتاه می‌باشد. این شب‌پره در گروه آفات با دامنه میزبانی محدود قرار می‌گیرد (Baniameri & Cheraghian, 2011). 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 ۸۰-۱۰۰ درصد محصول در شرایط مزرعه و گلخانه شود (Terzidis et al., 2014).

در حال حاضر کنترل شیمیایی مهم‌ترین ابزار در مدیریت آفات کشاورزی می‌باشد که اگر به روش درست استفاده نشود باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی، طغیان آفات ثانویه، ظهور مقاومت، تهدید سلامتی انسان و اثرات نامطلوب روی موجودات غیرهدف می‌شود (Tabebordbar et al., 2020). به همین منظور جست‌وجو برای یافتن راه‌های جایگزین در برنامه‌های مدیریتی آفات باید با جدیت بیشتری ادامه یابد. مدیریت تلفیقی آفات شیوه‌ای 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 و به همین دلیل محققین را به استفاده از ترکیبات آفت‌کش سازگار با محیط‌زیست در کنار عوامل کنترل زیستی ترغیب نموده است (Puza, 2015). دشمنان طبیعی زیادی از جمله پارازیتوئیدها، شکارگرها و بیمارگرها روی مینوز گوجه‌فرنگی تأثیر دارند که از بین این عوامل کنترل‌کننده، زنبورهای تریکوگراما از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. گونه‌های متعددی از زنبورهای تریکوگراما در دنیا به‌عنوان پارازیتوئید تخم مینوز گوجه‌فرنگی شناسایی شده‌اند (Ghoneim, 2014). به‌عنوان *Trichogramma evanescens* پارازیتوئید مینوز گوجه‌فرنگی ثبت شده است (Sayed et al., 2011). *Trichogramma brassicae* در ایران بیشتر به‌عنوان زنبور پارازیتوئید تخم کرم گلوگاه انار *Ectomyelois ceratoniae* استفاده می‌شود (Moezipour et al., 2008) و تخم‌های مینوز گوجه‌فرنگی را پارازیته می‌کند (Potting et al., 2013).

در پژوهش Alsaedi و همکاران (۲۰۱۶) کارایی سه گونه زنبور تریکوگراما *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. evanescens* روی تخم‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی که با *Bacillus thuringiensis* وارپته کورستاکی با غلظت 10^9 اسپور در هر گرم اسپری شده بودند، در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای (قفس) مورد بررسی قرار گرفت که گونه *T. embryophagum* بیشترین و گونه *T. evanescens* کمترین میزان پارازیتیسیم را روی تخم‌های مینوز گوجه‌فرنگی ایجاد کردند.

آفت‌کش‌هایی که برای کنترل آفات به کار می‌روند، اثرات جانبی متعددی روی عوامل کنترل‌کننده آفات از جمله پارازیتوئیدها دارند و

می‌توانند تغییراتی در رشد و نمو، درصد ظهور، نسبت جنسی و میزان پارازیتسم ایجاد کنند که این اثرات نامطلوب یا با تماس مستقیم دشمن طبیعی با ترکیب آفت‌کش و یا از طریق آلودگی میزبان صورت می‌گیرد که در نهایت با ایجاد مسمومیت و کاهش توانایی عامل کنترل‌کننده، منجر به طغیان آفات می‌گردد؛ به همین دلیل لازم است که اثر ترکیبات مختلف آفت‌کش روی دشمنان طبیعی آن‌ها نیز مطالعه شود تا کاربرد ترکیباتی که اثرات جانبی نامطلوبی روی دشمنان طبیعی دارند، محدودتر گردد (Desneux et al., 2010).

در این پژوهش، اثرات کشنده آفت‌کش‌های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی‌پرید و فلوبندیامید که هم به‌طور گسترده جهت کنترل آفات بال پولک‌دار استفاده می‌شوند و هم برای کنترل مینوز گوجه‌فرنگی توصیه شده‌اند (Noorbakhsh, 2019)، روی مراحل بالغ دو گونه زنبور تریکوگراما *T. evanescens* و *T. brassicae* از دشمنان طبیعی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی بررسی شد. همچنین میزان پارازیتسم این دو گونه پارازیتوئید در معرض غلظت کشنده ۲۵ درصد این آفت‌کش‌ها روی تخم‌های مینوز گوجه‌فرنگی که از آفات مهم این محصول در مزرعه و گلخانه می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به ضرورت حفظ محیط‌زیست و سلامت مصرف‌کنندگان و دشمنان طبیعی آفات، نتایج این مطالعه می‌تواند در انتخاب مناسب‌ترین ترکیب با اثرات نامطلوب کمتر، جهت کنترل تلفیقی مینوز گوجه‌فرنگی کاربرد داشته باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از ترکیبات آبامکتین (EC 1.8% Vertimec®) با غلظت‌های ۲۵ درصد

کشنده (۰/۰۰۰۳۱ و ۰/۰۰۰۳۳ میلی‌گرم ماده مؤثر بر لیتر) ساخت شرکت گل‌سم گرگان، امامکتین بنزوات (ProclimFit® WG50, 5%) (۰/۰۰۰۷۵) و ۰/۰۰۰۶۶ میلی‌گرم ماده مؤثر بر لیتر) ساخت شرکت سینجنتا (Syngenta) کشور سوئیس، استامی‌پرید (Mospilan® SP20, 20%) (۰/۰۰۱۵) و ۰/۰۰۱۲ میلی‌گرم ماده مؤثر بر لیتر) ساخت شرکت گل‌سم گرگان و فلوبندیامید (WG20, 20% Takumi®) (۰/۴۱ و ۰/۴۴ میلی‌گرم ماده مؤثر بر لیتر) ساخت شرکت سینجنتا به ترتیب غلظت‌های اول هر آفت‌کش برای گونه *T. brassicae* و غلظت‌های دوم برای گونه *T. evanescens* استفاده شد.

پرورش حشرات

جمعیت اولیه مینوز گوجه‌فرنگی از گلخانه‌های آلوده شهر اراک در استان مرکزی جمع‌آوری شد. پرورش انبوه این آفت با رهاسازی روی بوته‌های رشد یافته گوجه‌فرنگی (با ۴۰-۳۵ سانتی‌متر ارتفاع) رقم ریو گرند (Rio Grande) داخل گلدان (ارتفاع ۱۵ و قطر ۱۸ سانتی‌متر) در محیط گلخانه با شرایط (دمای 25 ± 5 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 65 ± 15 درصد) درون قفس‌های توری به ابعاد $60 \times 60 \times 120$ سانتی‌متر صورت گرفت. هر هفته گلدان‌های حاوی گوجه‌فرنگی (با ۴۰-۳۵ سانتی‌متر ارتفاع) به کلنی پرورش حشرات اضافه می‌شدند تا همواره گیاه شاداب و سالم برای تخم‌ریزی شب‌پره‌های بالغ و تغذیه لاروها موجود باشد. پرورش زنبورهای *T. brassicae* جمعیت بابلسر و *T. evanescens* جمعیت مشهد در اتاقک رشد در شرایط کنترل شده (دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 60 ± 10 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

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 کاملاً تصادفی و در پنج تکرار و در هر تکرار ۱۰ عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده یک روزه انجام شد. مرگ و میر پس از ۲۴ ساعت ثبت شد. جهت محاسبه میزان پارازیتیسم تخم مینوز گوجه‌فرنگی توسط زنبورهای زنده مانده پس از قرارگیری در معرض غلظت کشنده ۲۵ درصد هر آفت‌کش، آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول دو گونه زنبور *T. brassicae* و *T. absoluta* و فاکتور دوم با پنج سطح شامل چهار آفت‌کش (آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی‌پرید و فلوبندیامید) و یک شاهد (غلظت صفر) بود. در هر تکرار پنج عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت به مدت ۴۸ ساعت در معرض ۱۵۰ عدد تخم مینوز گوجه‌فرنگی روی برگ درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکل (۱۱×۸/۵ سانتی‌متر) قرار گرفتند و پارازیتیسم محاسبه گردید. در پایان آزمایش مرگ و میر هر تیمار نیز پس از ۴۸ ساعت محاسبه گردید. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام گرفت. میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد مقایسه شدند. نرمال بودن داده‌ها با نرم‌افزار SPSS، مورد بررسی قرار گرفت. برای داده‌های درصدی به روش $\text{Arcsin } \sqrt{x}$ تبدیل داده انجام شد. داده‌های مربوط به تعداد تخم‌های پارازیت به روش ریشه دوم $x + 0.5$ نرمال شدند. R یا میزان کاهش در پارازیتیسم با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$R(\%) = \left(1 - \frac{f}{t}\right) \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

f = میانگین میزان پارازیتیسم در هر تیمار حشره‌کش و t = میانگین میزان پارازیتیسم در تیمار شاهد.

Sitotroga cerealella برای تکثیر پارازیتوئیدها استفاده شد. دو گونه زنبور از آزمایشگاه کنترل بیولوژیک بخش حشره‌شناسی دانشگاه تهران تهیه شدند.

مقایسه اثر پارازیتیسمی دو گونه زنبور تریکوگراما روی تخم‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

جهت انجام این آزمایش از روش Zouba و همکاران (۲۰۱۳) استفاده شد. به این ترتیب که از هر گونه تریکوگراما ۱۰ عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت به طور انفرادی روی برگ‌های حاوی ۳۰ عدد تخم تازه بید گوجه‌فرنگی به مدت ۲۴ ساعت درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکلی (۱۱×۸/۵ سانتی‌متر) قرار داده شدند. سپس برگ‌ها در اتاقک رشد (دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت 60 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی) نگهداری و میزان پارازیتیسم تخم *T. absoluta* توسط دو گونه زنبور تریکوگراما تعیین گردید. برگ‌های مورد استفاده در آزمایش از حد فاصل یک‌سوم بالایی و پایینی بوته انتخاب شدند. ارزیابی و سنجش آماری تأثیر تیمارهای آزمایشی به شیوه t-test انجام شد.

ارزیابی میزان پارازیتیسم تحت تأثیر آفت‌کش‌ها

این آزمایش به روش Sidi و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد. برای این منظور از غلظت کشنده ۲۵ درصد هر آفت‌کش به روش لوله آزمایش برای تیمار افراد بالغ دو گونه زنبور تریکوگراما استفاده شد. به این منظور ۵۰ میکرولیتر از ترکیب سم در لوله شیشه‌ای با اندازه $10 \times 1/5$ سانتی‌متر ریخته شد و پس از تبخیر حلال (آب مقطر) در تیمارها و شاهد، تعداد ۱۰ عدد زنبور تریکوگراما ماده با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت به هر لوله آزمایش منتقل و

نتایج

میانگین درصد پارازیتیسم تخم‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی توسط دو گونه *T. evanescens* و *T. brassicae*

نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که میانگین تعداد تخم‌های پارازیت‌شده شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی توسط دو گونه *T. evanescens* و *T. brassicae* با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱).

درصد مرگ و میر زنبورهای دو گونه *T. evanescens* و *T. brassicae* تحت تأثیر

غلظت کشنده ۲۵ درصد آفت‌کش‌ها

T. brassicae

بین تیمارهای آدامکتین، امامکتین بنزوات، استامی‌پرید و فلوبندیامید بیشترین درصد مرگ و میر در آدامکتین به‌میزان ۳۲ درصد و کمترین درصد مرگ و میر در فلوبندیامید به‌میزان ۲۴ درصد مشاهده شد؛ بین تیمارها در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲).

T. evanescens

بیشترین (۳۰) و کمترین (۲۲) درصد مرگ و میر تحت تأثیر غلظت کشنده ۲۵ درصد، به‌ترتیب در تیمار آدامکتین، امامکتین بنزوات و فلوبندیامید مشاهده شد. بین تیمارها در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲).

- میانگین تعداد تخم‌های پارازیت‌شده، درصد کاهش پارازیتیسم و درصد مرگ و میر زنبورها تحت تأثیر غلظت کشنده ۲۵ درصد آفت‌کش‌ها و میزان پارازیتیسم روی تخم مینوز گوجه‌فرنگی

T. brassicae

بین تعداد تخم پارازیت‌شده توسط این زنبور در همه تیمارها با تیمار شاهد $13/53 \pm 0/13$ اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. تعداد تخم پارازیت‌شده در تیمارهای آدامکتین $11/00 \pm 0/11$ و امامکتین بنزوات $10/13 \pm 0/07$ اختلاف معنی‌داری داشتند. تعداد تخم پارازیت‌شده در تیمارهای استامی‌پرید $11/73 \pm 0/13$ و فلوبندیامید $11/93 \pm 0/18$ اختلاف معنی‌داری نداشتند. با توجه به درصد مرگ و میر محاسبه شده، آدامکتین نسبت به سایر آفت‌کش‌ها درصد مرگ و میر بیشتری (۲۶/۶۷) ایجاد کرد (جدول‌های ۳ و ۴).

T. evanescens

بین تعداد تخم پارازیت‌شده توسط زنبور در همه تیمارها با تیمار شاهد $8/00 \pm 0/11$ اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. تعداد تخم پارازیت‌شده در تیمارهای آدامکتین $6/47 \pm 0/13$ و امامکتین بنزوات $6/07 \pm 0/07$ اختلاف معنی‌داری داشتند. تعداد تخم پارازیت‌شده در تیمارهای استامی‌پرید $6/8 \pm 0/11$ و فلوبندیامید $7/13 \pm 0/18$ اختلاف معنی‌داری نداشتند. با توجه به درصد مرگ و میر محاسبه‌شده، آدامکتین و امامکتین بنزوات نسبت به دو آفت‌کش دیگر درصد مرگ و میر بیشتری (۲۰) ایجاد کردند (جدول‌های ۳ و ۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در مورد میزان پارازیتیسم نشان داد که اثر دو فاکتور گونه زنبور $(F_{(1,20)} = 2980.56, P = 0.0001)$ و غلظت آفت‌کش $(F_{(4, 20)} = 103.76, P = 0.0001)$ هر کدام به تنهایی روی میزان پارازیتیسم معنی‌دار بود. اثر متقابل دو فاکتور گونه زنبور و غلظت آفت‌کش نیز روی میزان پارازیتیسم معنی‌دار بود $(F_{(4, 20)} = 7.59, P = 0.001)$. نتایج حاصل از تجزیه واریانس در مورد درصد مرگ و میر پس از ۴۸ ساعت نشان داد که اثر دو فاکتور گونه زنبور $(F_{(1, 20)} = 57.14, P = 0.0001)$ و غلظت آفت‌کش $(F_{(4, 20)} = 103.76, P = 0.0001)$ هر

$F_{(4, 20)} = 307.14, P = 0.0001$ و آفت کش ($P = 0.0001$) هر کدام به تنهایی روی درصد مرگ و میر معنی‌دار بود ($F_{(4, 20)} = 21.43, P = 0.001$)
 بین درصد کاهش پارازیتیسیم دو گونه، تفاوت اثر متقابل دو فاکتور گونه زنبور و آفت کش نیز معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵).

جدول ۱- میانگین تعداد تخم‌های پارازیت شده *T. absoluta* در ۲۴ ساعت توسط دو گونه زنبور
 تریکوگراما *T. brassicae* و *T. evanescens*

گونه	تعداد	میانگین \pm خطای استاندارد	خطای معیار	P	T	درجه آزادی
<i>T. brassicae</i>	۱۰	۱۳/۱ \pm ۰/۳۷	۱/۱۹	۰/۰۰۰۱	۷/۸۴**	۹
<i>T. evanescens</i>	۱۰	۷/۹ \pm ۰/۳۱	۰/۹۹			

** : بسیار معنی‌دار (با ۹۹ درصد اطمینان)

جدول ۲- تأثیر غلظت کشنده ۲۵ درصد آفت‌کش‌های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی‌پرید و فلوبندیامید بر میانگین درصد مرگ و میر افراد بالغ *T. brassicae* و *T. evanescens* به مدت ۲۴ ساعت

آفت‌کش‌ها	درصد مرگ و میر <i>T. brassicae</i>	درصد مرگ و میر <i>T. evanescens</i>
آبامکتین	۳۲/۰۰ \pm ۲/۰۰ ^a	۳۰/۰۰ \pm ۳/۱۶ ^a
امامکتین بنزوات	۳۰/۰۰ \pm ۲/۱۶ ^a	۳۰/۰۰ \pm ۳/۰۰ ^a
استامی‌پرید	۲۶/۰۰ \pm ۲/۲۵ ^b	۲۸/۰۰ \pm ۲/۰۰ ^a
فلوبندیامید	۲۴/۰۰ \pm ۲/۳۵ ^b	۲۲/۰۰ \pm ۲/۰۱ ^b
ضریب تغییرات (درصد)	۷/۷۸	۹/۵۳

میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص گردیدند؛ در سطح یک درصد بر اساس آزمون توکی اختلاف معنی‌دار دارند.
 عدد به دست آمده برای هر ستون برابر با میانگین تکرار \pm خطای استاندارد می‌باشد.

جدول ۳- میانگین تخم‌های پارازیت شده شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی و درصد کاهش پارازیتیسیم به ازای هر فرد ماده گونه *T. brassicae* و *T. evanescens* به مدت ۴۸ ساعت و پس از تیمار با غلظت کشنده ۲۵ درصد آفت‌کش‌های آبامکتین، امامکتین بنزوات، استامی‌پرید و فلوبندیامید

آفت‌کش‌ها	<i>T. brassicae</i>		<i>T. evanescens</i>	
	میانگین تخم‌های پارازیت شده	درصد کاهش پارازیتیسیم	میانگین تخم‌های پارازیت شده	درصد کاهش پارازیتیسیم
آبامکتین	۱۰/۱۳ \pm ۰/۰۷ ^d	۲۵/۱۲	۶/۰۷ \pm ۰/۰۷ ^d	۲۴/۱۲
امامکتین بنزوات	۱۱/۰۰ \pm ۰/۱۱ ^c	۱۸/۷۰	۶/۴۷ \pm ۰/۱۳ ^{dc}	۱۹/۱۲
استامی‌پرید	۱۱/۷۳ \pm ۰/۱۳ ^b	۱۳/۳۰	۶/۱۸ \pm ۰/۱۱ ^{bc}	۱۵/۰۰
فلوبندیامید	۱۱/۹۳ \pm ۰/۱۸ ^b	۱۱/۸۲	۷/۱۳ \pm ۰/۱۸ ^b	۱۰/۸۷
شاهد	۱۳/۵۳ \pm ۰/۱۳ ^a	۰/۰۰	۸/۰۰ \pm ۰/۱۱ ^a	۰/۰۰
ضریب تغییرات (درصد)	۲/۲۱	-	۳/۱۸	-

میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص گردیدند؛ در سطح یک درصد بر اساس آزمون توکی اختلاف معنی‌دار دارند.
 عدد به دست آمده برای هر ستون برابر با میانگین تکرار \pm خطای استاندارد می‌باشد.

جدول ۴- درصد مرگ و میر افراد بالغ زنبور *T. brassicae* و *T. evanescens* پس از گذشت ۴۸ ساعت از در معرض قرار گرفتن با تخم‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

آفت‌کش‌ها	درصد مرگ و میر <i>T. brassicae</i>	درصد مرگ و میر <i>T. evanescens</i>
آبامکتین	۲۶/۶۷ ± ۰/۸۸ ^a	۲۰/۰۰ ± ۰/۵۸ ^a
امامکتین بنزوات	۲۰/۰۰ ± ۱/۰۰ ^b	۲۰/۰۰ ± ۱/۰۰ ^a
استامی‌پرید	۱۳/۳۳ ± ۰/۶۷ ^c	۱۳/۳۳ ± ۰/۸۸ ^b
فلوبندیامید	۱۳/۳۳ ± ۰/۳۴ ^c	۶/۶۷ ± ۰/۶۷ ^c
شاهد	۶/۶۷ ± ۰/۳۴ ^d	۶/۶۷ ± ۰/۳۴ ^c
ضریب تغییرات (درصد)	۵/۸۲	۷/۵۰

میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص گردیدند؛ در سطح یک درصد بر اساس آزمون توکی اختلاف معنی‌دار دارند. عدد به‌دست آمده برای هر ستون برابر با میانگین تکرار ± خطای استاندارد می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه t-test درصد کاهش پارازیتوسم دو گونه *T. brassicae* و *T. evanescens*

گونه	تعداد	میانگین ± خطای استاندارد	خطای معیار	P	T	درجه آزادی
<i>T. brassicae</i>	۴	۱۷/۲۳ ± ۳/۰۱	۶/۰۳	۰/۹۵	-۰/۷/۰ ^{ns}	۳
<i>T. evanescens</i>	۴	۱۷/۲۸ ± ۲/۸۳	۵/۶۷			

ns: عدم معنی‌داری

بحث

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی می‌باشد؛ این ترکیب از خانواده ترکیبات دی‌آمیدی بوده و باعث مهار گیرنده ریانودین (Ryanodine receptor) می‌شود (Das et al., 2017).

نتایج این پژوهش نشان داد که گونه *T. brassicae* با میانگین درصد پارازیتوسم ۴۳/۶۶ ± ۱/۲۶ نسبت به گونه *T. evanescens* با میانگین درصد پارازیتوسمی ۲۶/۳۳ ± ۱/۰۵ توانایی بیشتری در پارازیتوسم تخم‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی دارد. در مطالعه‌ای که در مورد انتخاب جمعیت بومی زنبور تریکوگراما جهت کنترل بید گوجه‌فرنگی روی چند گونه تریکوگراما در شرایط آزمایشگاه انجام شد، بیشترین میانگین درصد پارازیتوسم مربوط به *T. brassicae* به‌میزان ۴۷/۵ ± ۰/۸۵ و کمترین آن مربوط به گونه *T. pintoi* به‌میزان ۴/۱۷ ± ۰/۴۳ تعیین شد و میانگین

آبامکتین آفت‌کشی از گروه اورمکتین‌ها و جزء آفت‌کش‌های زیستی محسوب می‌شود. این آفت‌کش در ایران برای کنترل مینوزها در گوجه‌فرنگی توصیه شده است (Noorbakhsh, 2019). امامکتین بنزوات یک آفت‌کش جدید از خانواده اورمکتین‌ها است. این فرآورده برای کنترل بال پولک‌داران روی انواع محصولات به‌ویژه شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی تکوین یافته است. این آفت‌کش با تأثیر روی سلول‌های عصبی مانع از انقباض ماهیچه‌ای شده و از تغذیه لاروها جلوگیری می‌کند (Esmaeili, 2014). استامی‌پرید از سموم نئونیکوتینوئیدی است و با اختلال در عمل گیرنده‌های عصبی استیل کولین باعث فلج‌شدن و مرگ حشره می‌شود (Talebi Jahromi, 2013). فلوبندیامید یک آفت‌کش جدید برای کنترل

Eretmocerus mundus و *colemanni* Viereck Mercet در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد و چنین نتیجه گرفتند که این ترکیب در این غلظت، میزان پارازیتیسیم را نسبت به شاهد به شدت کاهش می‌دهد (Bengochae et al., 2012). با توجه به تفاوت زیاد در غلظت به کار رفته در این تحقیق و مطالعه حاضر، نتایج مشابه نمی‌باشند، ولی با این وجود در تحقیق حاضر آبامکتین بیشترین کاهش را در میزان پارازیتیسیم در هر دو گونه نشان داده است. در مطالعه‌ای دیگر تأثیر آبامکتین بنزوات و فلوبندیامید در غلظت‌های ۳/۲ و ۸۰ میلی‌گرم ماده مؤثر در لیتر روی میزان پارازیتیسیم افراد بالغ *T. chilonis*، به ترتیب باعث ۸۲ و ۱۸ درصد کاهش در پارازیتیسیم شد. آن‌ها اظهار داشتند که فلوبندیامید برای بقاء و ظرفیت پارازیتیسیم زنبورهای بالغ این گونه بی‌زبان است (Sattar et al., 2011) که با نتایج این تحقیق مشابه می‌باشد. تأثیر استامی‌پرید روی میزان پارازیتیسیم افراد بالغ *T. pretiosum* بررسی شد. ۴۸ ساعت پس از تیمار با غلظت ۰/۰۵ گرم ماده مؤثر در لیتر استامی‌پرید، کاهش پارازیتیسیم نسبت به شاهد ۱۸/۳ درصد بود (Carvalho et al., 2010) که با نتایج تحقیق حاضر به دلیل تفاوت در گونه‌های مورد بررسی و همچنین غلظت به کار رفته تا حدی مشابه می‌باشد. همچنین در مطالعه‌ی Khan و Ruberson (۲۰۱۷) تأثیر آبامکتین و استامی‌پرید در غلظت‌های ۰/۱۸ و ۰/۰۵ گرم ماده مؤثر بر لیتر روی افراد بالغ *T. pretiosum* بررسی شد. آبامکتین برای افراد بالغ این گونه زیان‌آور بود و استامی‌پرید زیان متوسطی داشت و همچنین میزان پارازیتیسیم افراد بالغ نسبت به شاهد در استامی‌پرید به ترتیب ۹۸ درصد کاهش نشان داد (Khan & Ruberson, 2017). با توجه به تفاوت زیاد در غلظت به کار رفته در این تحقیق و مطالعه حاضر

درصد پارازیتیسیم گونه *T. evanescens* برآورد شد که با نتایج تحقیق حاضر به دلیل تشابه در جمعیت‌های مورد آزمایش همسو می‌باشد (Ahmadipour et al., 2015).

در زمینه تأثیر آفت‌کش‌ها به رفتار تخم‌گذاری پارازیتوئیدها مطالعاتی توسط Khan و Ruberson (۲۰۱۷) و Uma و همکاران (۲۰۱۴) انجام شده است که دلیل آن 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 آشفستگی‌های رفتاری و فیزیولوژیکی مرتبط با تخم‌گذاری شوند. اختلال غیرمستقیم در رفتار تخم‌گذاری می‌تواند در اثر خاصیت دورکنندگی بعضی آفت‌کش‌ها صورت گیرد که خود می‌تواند به کاهش احتمال یافتن میزبان مناسب یا محل مناسب تخم‌گذاری منجر شود (Khan & Ruberson, 2017; Uma et al., 2014).

در مورد درصد کاهش پارازیتیسیم تحت تأثیر آفت‌کش‌ها گونه *T. brassicae* نسبت به آبامکتین و فلوبندیامید و گونه *T. evanescens* نسبت به آبامکتین بنزوات و استامی‌پرید حساسیت بیشتری نشان دادند. به طور کلی در هر دو آزمایش، آبامکتین بیشترین کاهش در پارازیتیسیم و فلوبندیامید کمترین کاهش در پارازیتیسیم را نسبت به شاهد نشان دادند. دلیل زیان بیشتر آبامکتین نسبت به فلوبندیامید را می‌توان به تفاوت در وزن مولکولی، چربی‌دوستی و نحوه تأثیر این آفت‌کش‌ها ذکر کرد؛ این نتیجه مؤید این مطلب است که گونه‌های مختلف تریکوگراما نسبت به آفت‌کش‌های مختلف ممکن است حساسیت‌های متفاوتی داشته باشند (Costa et al., 2014). در مطالعه Bengochae و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر بالاترین غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای آبامکتین روی افراد بالغ *Aphidius*

به‌صورت شفیره در خاک، توانایی بالایی در مقاومت نسبت به حشره‌کش‌ها دارد؛ بنابراین می‌توان با استفاده از روش‌های متنوع مانند حفاظت از دشمنان طبیعی از طریق کاربرد حشره‌کش‌های انتخابی از مصرف بیشتر حشره‌کش‌ها و در نتیجه گسترش مقاومت به حشره‌کش‌ها کاست. با توجه به لزوم کاهش مصرف سموم و تازه‌خوری گوجه‌فرنگی، استفاده از حشره‌کش‌هایی که خطرات کمتری برای حشرات مفید و محیط‌زیست دارند در اولویت می‌باشند؛ بنابراین از آن‌جا که فلوبندیامید برای حشرات مفید خطر کمتری داشته و با توجه به پژوهش Ashtari و همکاران (۲۰۱۸) دوام کمتری نیز دارد، در مقایسه با سایر حشره‌کش‌های مورد بررسی در این پژوهش از اولویت بالاتری برخوردار است.

نتایج مشابه نمی‌باشند. کاربرد آبامکتین در غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای علیه افراد بالغ *T. pretiosum* باعث ۹۶/۰۹ درصد کاهش در پارازیتیسم شد (Sidi et al., 2013). تفاوت زیاد در غلظت‌های به‌کار رفته در این تحقیق و مطالعه حاضر می‌تواند دلیل اختلاف در میزان کاهش پارازیتیسم باشد. درباره میزان پارازیتیسم دو گونه زنبور تریکوگرامای مذکور روی تخم‌های تیمار شده مینوز گوجه‌فرنگی با غلظت ۲۵ درصد کشنده آفت‌کش‌ها روی زنبور، اطلاعاتی در منابع در دست نیست.

نتیجه‌گیری کلی

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به‌دلیل داشتن چندین نسل در سال، باروری نسبتاً بالا و امکان زنده‌ماندن

References

- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Abdshah, H. & Kazemian, A. (2018). *Agricultural Statistics, Volume 1*. Tehran Ministry of Jihad Agriculture. (In Farsi)
- Ahmadipour, R., Shakarami, J., Farrokhi, S. & Jafari, S. (2015). Evaluation of *Trichogramma brassicae* native strains as egg parasitoid of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) in the laboratory conditions. *Bio-Control in Plant Protection*, 3, 109-122. (In Farsi)
- Alsaedi, G., Ashouri, A. & Talaei hassanloui, R. (2016). Effect of treating eggs of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* with *Bacillus thuringiensis* on biological characteristics of three *Trichogramma* species under laboratory conditions. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 5(3), 324-328.
- Ashtari, S., Sabahi, Q. & Talebi Jahromi, K. (2018). Evaluation of toxicity of some biocompatible insecticides on *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens* under laboratory and semi-field conditions. *Journal of Crop Protection*, 7(4), 459-469.
- Ashtari, S. (2018). Control of *Tuta absoluta* by using of chemical pesticides and useful insects. *Greenhouse Vegetables*, 1(1), 33-39. (In Farsi)
- Baniameri, V. & Cheraghian, A. (2011). The current status of *Tuta absoluta* in Iran and initial control strategies. International, management of *Tuta absoluta* (tomato borer) Symposium Proceeding, 16-18 November, Agadir. Morocco, pp. 16-18.
- Bengochae, P., Medina, P. & Vega, P. (2012). The effect of abamectin on *Aphidius colemani* and *Eretmocerus mundus* used in pepper greenhouse. *Journal of Agricultural Research*, 10(3), 102-107.
- Carvalho, G. A., Goday, M. S., Parreira, D. S. & Rezende, D. T. (2010). Effect of chemical insecticides used in tomato crops on immature *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Revista Colombiana de Entomologia*, 36(1), 10-15.

- Costa, M. A., Moscardini, V. F., da Costa Gontijo, P., Carvalho, G. A., de Oliveira, R. L. & de Oliveira, H. N. (2014). Sub-lethal and trans-generational effects of insecticides in developing *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Ecotoxicology*, 23(8), 1399-1408.
- Das, S. K., Mukherjee, I. & Roy, A. (2017). Flubendiamide as new generation insecticide in plant toxicology: A policy paper. *Advance in Clinical Toxicology*, 2, 100-122.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wychhuys A. G. & 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, G. H. (2016). Effect of emamectin benzoate and indoxacarb on *Tuta absoluta* (Meyrick.) in laboratory conditions. *Applied Researches in Plant Protection*, 4(2), 161-169.
- 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.
- Ghoneim, K. (2014). Parasitic insects and mites as potential biocontrol agents for a devasitive pest of tomato, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in the world: a review. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, 19(1), 36-68.
- Khan, M. A. & Ruberson, J. R. (2017). Lethal effects of selected novel pesticides on immature stages of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pest Management Science*, 73(12), 2465-2472.
- 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.
- Noorbakhsh, S. (2019). List of pests, diseases and weeds important for major agricultural products, pesticides and recommended methods for controlling them. Ministry of Agriculture, Plant Protection Organization.
- Potting, R. P. J., Van Der Gaag, D. J., Loomans, A., Van der Straten, M., Anderson, H., MacLeod, A. & Cambra, G. V. (2013). *Tuta absoluta*, tomato leaf miner moth or South American tomato moth. Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality. *Plant Protection Service of the Netherlands*.
- Puza, V. (2015). Control of insect pest by entomopathogenic nematodes. In: B. Lugtenberg (Ed.), Principles of plant microbe interaction. (pp. 175-183). Springer International Publishing, BERN.
- Sattar, S., Arif, M., Sattar, H. & Qazi, J. I. (2011). Toxicity of some new insecticides against *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and extended laboratory conditions. *Pakistan Journal of Zoology*, 43(6), 1117-1125.
- Sayed, S. M., El-Shehawi, A. M. & Al-Otaibi, S. A. (2011). Molecular and biological characterization of *Trichogramma turkestanica* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) which inhabits Taif governorate at the west of Saudi Arabia. *African Journal of Biotechnology*, 10(46), 9467-9472.
- Sidi, M. B., Islam, M. T., Ibrahim, Y. & Omar, D. (2013). Effect of azadirachtin and rotenone on *Trichogramma papilionis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Food Agriculture and Environmental*, 11(2), 1509-1513.

- Tabebordbar, F., Shishehbor, P., Ziaee, M. & Sohrabi, F. (2019). 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, K. H. (2013). *Pesticides toxicology*. Tehran University press.
- Terzidis, A. N., Wilcockson, S. & Leifert, C. (2014). The tomato leaf miner (*Tuta absoluta*): Conventional pest problem, organic management solutions?. *Organic Agriculture*, 4(1), 43-61.
- Uma, S., Jacob, S. & Lyla, K. R. (2014). Acute contact toxicity of selected conventional and novel insecticides to *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Biopesticides*, 7, 133-137.
- Zouba, A., Chermiti, B., Chraiet, R. & Mahjoubi, K. (2013). Effect of two indigenous *Trichogramma* species on the infestation level by tomato miner *Tuta absoluta* in tomato greenhouses in the south-west of Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 8(2), 87-106.