

ارزیابی میزان پارازیتیسیم تخم بید گوجه فرنگی *Tuta absoluta* توسط جمعیت های بومی زنبور *Trichogramma brassicae* در شرایط آزمایشگاه

سیده راضیه احمدی پور^۱، جهانشیر شاکرمی^۱، شهرام فرخی^۲ و شهریار جعفری^۱

۱- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

۲- موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

مسئول مکاتبات: جهانشیر شاکرمی، پست الکترونیک: shakarami.J@lu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۰

۱۲۲-۱۰۹ (۲) ۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۰۶

چکیده

بید گوجه فرنگی *Tuta absoluta* یکی از آفات مهم گوجه فرنگی در بسیاری از نقاط دنیاست که همه‌ی مراحل رشدی گیاه میزبان را مورد حمله قرار داده و در صورت عدم کنترل به نابودی کامل محصول منجر خواهد شد. یکی از روش های کنترل این آفت، استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک از جمله زنبورهای *Trichogramma* (Hym: Trichogrammatidae) می باشد. در این بررسی میزان پذیرش و پارازیتیسیم تخم *T. absoluta* توسط شش جمعیت بومی زنبور *Trichogramma brassicae* در شرایط آزمایشگاه (25 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد، دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) مقایسه شد. آزمایش ها با استفاده از گیاه گوجه فرنگی رقم نانهمز ۶۱۸۹ در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۱۲ تکرار انجام شد. برای هر جمعیت، زنبورهای ماده جفت گیری کرده با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت، به صورت انفرادی روی برگچه های حاوی ۳۰ عدد تخم تازه‌ی بید گوجه فرنگی (به صورت مساوی، ۱۵ عدد در هر یک از سطوح برگ) به مدت ۲۴ ساعت درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکل ($11 \times 8/5$ سانتی متر) قرار داده شدند. سپس برگ ها به مدت پنج روز در اتاق حرارت ثابت نگهداری و میزان پارازیتیسیم تخم *T. absoluta* توسط جمعیت های بومی *T. brassicae* تعیین شد. نتایج نشان داد میزان پذیرش و پارازیتیسیم تخم بید گوجه فرنگی توسط جمعیت های بومی زنبور *T. brassicae* به صورت معنی داری با یکدیگر تفاوت دارد. بیشترین و کمترین درصد پارازیتیسیم به میزان $53/89 \pm 9/34$ و $6/94 \pm 4/05$ به ترتیب مربوط به جمعیت های بابلسر و صومعه سرا بود. میانگین درصد پارازیتیسیم تخم های *T. absoluta* توسط هر یک از جمعیت های زنبور در سطوح رویی و زیرین برگ تفاوت معنی داری نداشت.

واژه های کلیدی: پارازیتیسیم، *Trichogramma brassicae*، بید گوجه فرنگی، کنترل بیولوژیک

مقدمه

گزارش شد (Farrokhi et al., 2011) و در حال حاضر نیز در ۲۴ استان، کشاورزان را با مشکلات جدی مواجه کرده است (Baniameri & Cheraghian, 2012). این آفت کلیدی، همه‌ی مراحل و اندام های گیاه میزبان را مورد حمله قرار داده و در صورت عدم کنترل آن می تواند تا ۱۰۰ درصد به محصول خسارت وارد کند. روش اصلی کنترل این آفت مبارزه شیمیایی بود اما عدم موفقیت این روش علیه *T. absoluta* در جنوب آمریکا گزارش شد (Luna et al., 2012). این شکست می تواند به دلیل زیست شناسی و تعداد نسل آفت، رفتار تغذیه ای لارو و

بید گوجه فرنگی، *Tuta absoluta* Meyrick یکی از آفات مهم گوجه فرنگی است که بومی آمریکای جنوبی بوده و در سال ۲۰۰۶ از اسپانیا گزارش شد و به سرعت به سایر کشورهای اروپایی و مدیترانه‌ای انتشار یافت (Desneux et al., 2010) و به تدریج در مراکش، الجزایر، فرانسه، یونان، مالت، مصر و کشورهای دیگر گزارش شد (Braham & Hajji, 2011). این آفت در سال ۲۰۱۱ در برخی استان های کشور شامل کرمانشاه، ایلام، کردستان، بوشهر، خوزستان، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان و تهران

امیدوارکننده برای کنترل بیولوژیک این آفت باشد (Cherif & Kaouther, 2013). در پژوهش دیگری، پتانسیل کاربرد دو گونه‌ی زنبور تریکوگراما (*T. cacoeciae*) و *T. bourarachae* به‌عنوان عوامل کنترل بیولوژیک *T. absoluta* در شرایط گلخانه ارزیابی و میزان پارازیتیسیم تخم میزبان توسط این دو گونه به ترتیب ۵۷/۰۵ و ۶۳/۹۲ درصد تعیین شد. این پژوهش‌ها نشان داد با وجود این که در دو سال متوالی آزمایش میزان خسارت این آفت توسط گونه‌ی *T. cacoeciae* به نصف کاهش یافت اما کارایی کمتری نسبت به *T. bourarachae* داشته است (Zouba et al., 2013). در بعضی از گزارش‌ها زنبور *T. achaeae* نیز به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک موفق برای کنترل این آفت پیشنهاد شده است (Cascone et al., 2015). همچنین Cabello و همکاران (۲۰۰۹)، گونه‌ی *T. achaeae* را با ۸۳/۳ درصد پارازیتیسیم، به‌عنوان پارازیتوئید موفق برای کاهش جمعیت بید گوجه‌فرنگی معرفی کردند. در آزمایش دیگری که توسط Cabello و همکاران (۲۰۱۲) در گلخانه گوجه‌فرنگی با هدف ارزیابی کارایی دو گونه زنبور تریکوگراما در آمریکای جنوبی انجام شد، رهاسازی *T. achaeae* را برای کنترل بید گوجه‌فرنگی نسبت به گونه‌ی *Trichogramma urquijoi* مؤثرتر گزارش نمودند. Lalegani و همکاران (۲۰۱۴) توانایی *Trichogramma brassicae* Bezd. بومی ایران را برای کنترل بید گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه ارزیابی و میزان تخم پارازیت شده توسط زنبور را ۹/۱۳ درصد گزارش کردند. در پژوهشی نیز، کارایی زنبور *T. evanescens* و سن شکارگر *N. teunis* در کنترل بید گوجه‌فرنگی به‌صورت جداگانه و تلفیق با هم ارزیابی و مشاهده شد که رهاسازی هم‌زمان هر دو عامل در کاهش تعداد تخم و لارو *T. absoluta* مؤثرتر بود (Öztemiz, 2013). پارازیتیسیم *T. pintoi* نیز روی تخم‌های *T. absoluta* گزارش شده است (Silva, 1999; Desneux et al., 2010; Öztemiz, 2012). در پژوهشی دیگر، Chailleux و همکاران (۲۰۱۲) به ارزیابی پتانسیل ۲۹ سوس اروپایی از زنبورهای تریکوگراما برای کنترل *T. absoluta* پرداختند تا بهترین

همچنین توسعه‌ی روند مقاومت به حشره‌کش‌ها باشد (Cherif & Kaouther, 2013; Cabello et al., 2009).

با توجه به اثرات سوء سموم شیمیایی بر سلامت انسان و همچنین مصرف تازه خوری گوجه‌فرنگی، می‌بایست از یک روش مطمئن و سازگار با محیط زیست و سلامت انسان برای کنترل این آفت استفاده شود، که از بین این روش‌ها، کنترل بیولوژیک یکی از روش‌های مناسب برای کنترل این آفت می‌باشد (Luna et al., 2012). در آمریکای جنوبی و اروپا دشمنان طبیعی متعددی توسط محققین مختلف جمع‌آوری و شناسایی شده است (Desneux et al., 2010). مهم‌ترین شکارگرهای گزارش شده شامل سن‌های *Nesidiocoris tenuis* و *Macrolophus pygmaeus* از خانواده‌ی Miridae می‌باشد. Molla و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که این دو سن شکارگر در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای تخم و لارو سن اول *T. absoluta* را شکار می‌کنند. همچنین پارازیتوئیدهای مختلفی برای *T. absoluta* گزارش شده که مهمترین آن‌ها زنبورهای *Pseudapanteles necremnus artynes* (Eulophidae) و *Dineulophus phthorimaeae dingus* (Braconidae) (Eulophidae) به‌عنوان پارازیتوئید لارو و *Trichogramma bactrae* و *Trichogramma pretiosum* به‌عنوان پارازیتوئیدهای مرحله تخم می‌باشند (Desneux et al., 2010; Chailleux et al., 2014). یکی از موفق‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک زنبور *T. pretiosum* است که برای کنترل این آفت در بعضی نقاط دنیا به‌صورت انبوه تولید و رهاسازی می‌شود (Haji et al., 1995). براساس مطالعات Faria و همکاران (۲۰۰۰) بیش‌ترین تعداد تخم‌های پارازیت شده توسط *T. pretiosum* با ۶۰ عدد تخم *T. absoluta* روی یک برگچه گوجه‌فرنگی را ۳۱/۱ درصد ارزیابی کردند. همچنین در یک بررسی مشاهده شد که *T. bactrae* پتانسیل کنترل بید گوجه‌فرنگی را دارد (Riquelme & Botto, 2010).

گزارش دیگری نشان داد که زنبور *Trichogramma cacoeciae* با ۵۴/۷ درصد پارازیتیسیم می‌تواند یک عامل

مکانی مناسب برای شفیره شدن لاروهای سن آخر قرار داده شد. به‌منظور تنظیم جمعیت شب‌پره‌های *T. absoluta* در قفس و جلوگیری از افزایش بیش از حد آن، شفیره‌های آفت به‌صورت مستمر از داخل مقواها جمع‌آوری و به تفکیک جنس نر و ماده در ظروف پلاستیکی در دار (۴×۱۱×۱۷ سانتی‌متر) که کف آن‌ها با یک لایه کاغذ صافی مفروش شده بود، نگهداری می‌شدند.

تکثیر و نگهداری سوش‌های زنبور تریکوگراما

جمعیت‌های زنبور *T. brassicae* (جدول ۱) با استفاده از تخم بید غلات (*Sitotroga cerealella*) تکثیر و برای شناسایی و تأیید نام گونه به بخش رده‌بندی حشرات، مؤسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور ارسال شدند. پیش از انجام آزمایش، جمعیت‌های زنبور حداقل سه نسل در اتاق حرارت ثابت در دمای 20 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی $65 \pm 5\%$ و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش داده شدند.

جدول ۱- مشخصات جمعیت‌های مختلف گونه‌ی *T. brassicae* مورد مطالعه.

Table 1. Characters of studied *T. brassicae* strains.

Strain/Origin	Host plant	Host insect	Sex ratio (Female/Total)
Baboulsar/ Mazandaran province	<i>Xanthium strumarium</i> (Asteraceae)	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Crambidae)	0.61
Mashhad/Khorasan-e Razavi province	(Insectarium)	<i>Sitotroga cerealella</i> (Gelechiidae)	0.60
Shiroud/ Mazandaran province	<i>Xanthium strumarium</i> (Asteraceae)	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Crambidae)	1
Langroud/ Guilan province	<i>Xanthium strumarium</i> (Asteraceae)	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Crambidae)	0.80
Amol/ Mazandaran province	Rice (Poaceae)	<i>Chilo suppressalis</i> (Crambidae)	0.65
Some-e Sara/ Guilan province	<i>Xanthium strumarium</i> (Asteraceae)	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Crambidae)	0.80

مقایسه‌ی پارازیت‌سیم سوش‌های مختلف زنبور

تریکوگراما در شرایط آزمایشگاه

آزمایش‌ها در اتاق‌های حرارت ثابت در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس (رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد، دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) براساس

سوش برای کنترل *T. absoluta* را انتخاب کنند. نتایج آن‌ها نشان داد که سه سوش *T. achaeae*، *Trichogramma* و *euproctidis* و *T. absoluta* برای کنترل مؤثر بوده‌اند. El-Arnaouty و همکاران (۲۰۱۴) نیز کارایی گونه‌ی *T. euproctidis* را برای کنترل بید گوجه‌فرنگی مشابه گونه‌ی *T. achaeae* ارزیابی کردند.

در ایران تاکنون غربال‌گری سوش‌های تریکوگراما برای کنترل *T. absoluta* انجام نشده است، در این بررسی قابلیت‌های شش جمعیت بومی *T. brassicae*، جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور (آمل، شیرود، لنگرود، صومعه‌سرا، بابلسر و مشهد) برای کنترل *T. absoluta* در شرایط آزمایشگاه مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

کشت گیاه میزبان

کشت گوجه‌فرنگی *Lycopersicon esculentum* Mill (رقم نهمز ۶۱۸۹)، به‌عنوان گیاه میزبان در گلدان‌هایی به ارتفاع ۱۵ و قطر ۱۸ سانتی‌متر) حاوی خاک، خاک برگ و کود حیوانی در شرایط گلخانه (دمای 25 ± 3 درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی 60 ± 15) انجام شد. در فواصل زمانی مناسب (هر دو هفته یک‌بار) نسبت به تغذیه‌ی آن‌ها با کود شیمیایی (NPK) اقدام شد. برای انجام آزمایش‌ها از برگ‌های هم‌سان بوته‌های سالم هفت برگ‌ی و دارای ارتفاع ۳۵-۵۰ سانتی‌متر استفاده شد (Faria et al., 2008).

پرورش کلنی آفت

بید گوجه‌فرنگی در اتاق حرارت ثابت (25 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد، دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) در قفس‌های مطبق به طول یک، عرض ۰/۵ و ارتفاع ۲ متر که با توری پوشانده شده بودند، پرورش داده شد. در اطراف دیواره قفس‌ها برای تقویت جمعیت آفت و تغذیه حشرات کامل از قطعات اسفنج آغشته به آب و عسل ۱۰ درصد استفاده شد (Faria et al., 2008). در سه طبقه‌ی بالایی قفس‌های پرورش، در هر طبقه چهار عدد بوته‌ی گوجه‌فرنگی و در طبقه‌ی پایینی یک سینی حاوی قطعات بریده شده مقوای موجدار به‌عنوان

T. absoluta) و میزبان واسط (*S. cerealella*) توسط زنبورها، نوارهای کاغذی باریک (۱۰×۲۵ میلی‌متر) حاوی ۱۵۰-۱۰۰ عدد تخم میزبان واسط (بید غلات) درون لوله‌های آزمایش (۱۰×۷۰ میلی‌متر) به مدت ۲۴ ساعت در اختیار زنبورهای ماده‌ی جفت‌گیری کرده به صورت انفرادی قرار داده و در نهایت میزان پارازیتیسیم به دست آمده در شرایط اتاق حرارت ثابت در ۱۲ تکرار ثبت شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و به روش GLM تجزیه‌ی واریانس شده و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی با یکدیگر مقایسه و گروه‌بندی شدند. برای مقایسه‌ی میزان پارازیتیسیم تخم‌های میزبان در سطح رویی و زیرین برگ گیاه میزبان از روش t-test استفاده شد.

نتایج

بر اساس تجزیه‌ی واریانس نتایج به دست آمده، مشخص شد که میانگین درصد پارازیتیسیم تخم‌های *T. absoluta* توسط جمعیت‌های مختلف *T. brassicae* تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.0001$, $df=5$, $F=5.33$). بیشترین مرگ و میر تخم بید گوجه‌فرنگی توسط زنبور *T. brassicae* جمع‌آوری شده از بابلسر به میزان 16.17 ± 2.80 و کمترین مربوط به جمعیت صومعه‌سرا، به میزان 2.08 ± 1.22 عدد بود، که از این میزان به ترتیب 14.25 ± 2.67 و 1.58 ± 1.08 به صورت تخم پارازیت و سیاه رنگ و ما به تفاوت آن مربوط به تلفات زنبور در مراحل تخم و لارو (مرحله سفید رنگ) بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین درصد خروج زنبور به ترتیب در جمعیت‌های صومعه‌سرا و شیروود به میزان 98.08 ± 1.92 و 70.05 ± 11.11 درصد محاسبه شد (جدول ۲).

در شش جمعیت آزمایش شده، نسبت ماده‌هایی که حداقل یک تخم *T. absoluta* را روی گوجه‌فرنگی پارازیت کردند در مقایسه با بید غلات در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند ($P > 0.02$, $F=2.02$, $df=5$) (جدول ۳). در هر شش جمعیت تریکوگراما همه‌ی

روش (Chailleux et al., 2012) انجام شد. برای آلوده‌سازی برگ گیاه میزبان، از یک قفس شیشه‌ای (۳۰×۳۰×۴۰ سانتی‌متر) که روی سقف آن دو دریچه به طول ۱۵ و عرض ۱۰ سانتی‌متر ایجاد و با توری ارگانزا پوشیده شده بود، استفاده شد. به این منظور برگچه‌های گوجه‌فرنگی به صورت انفرادی درون میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی‌لیتری حاوی آب روی یک پایه مکعبی شکل داخل قفس قرار داده و به ازای هر برگ ۱۵ عدد حشره بالغ بید گوجه‌فرنگی (مخلوط نر و ماده) داخل قفس رهاسازی شدند. پس از ۲۴ ساعت میکروتیوب‌های حاوی برگچه‌های تخم‌ریزی شده از قفس خارج و با استفاده از یک قلم موی ظریف تخم‌های اضافی حذف شدند، به نحوی که در نهایت روی هر برگچه ۳۰ عدد تخم باقی ماند (۱۵ عدد روی برگ و ۱۵ عدد پشت برگ). برگ‌های مورد استفاده در آزمایش از حد فاصل یک سوم بالایی و پایینی بوته انتخاب شدند. برای تعیین میزان پارازیتیسیم و پذیرش زنبور، ماده‌های جفت‌گیری کرده زنبور *T. brassicae* با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت، به صورت انفرادی روی برگچه‌های حاوی تخم‌های تازه‌ی بید گوجه‌فرنگی به مدت ۲۴ ساعت درون ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شکل (۸/۵×۱۱ سانتی‌متر) قرار داده شدند. برای هر تیمار (جمعیت زنبور تریکوگراما) ۱۲ تکرار در نظر گرفته شد. برگ‌های حاوی تخم‌های *T. absoluta* داخل ظروف مزبور به مدت پنج روز در همان شرایط محیطی نگهداری و تعداد تخم‌های پارازیت (سیاه رنگ) و سالم به تفکیک سطوح رویی و زیری برگ شمارش شدند. در این بررسی تعداد تخم‌های میزبان که زنبور نتوانست سیکل زندگی خود را در آن‌ها کامل کند، محاسبه شد. بر اساس گزارش‌ها زنبور تریکوگراما ممکن است بعد از وارد کردن تخم‌ریز تعدادی از تخم‌ها را به عنوان میزبان مناسب نپذیرند که در این صورت محتویات تخم خارج شده و تخم میزبان چروکیده می‌شود. یا اینکه زنبور موفق به تخم‌ریزی می‌شود اما نمی‌تواند سیکل زندگی خود را داخل میزبان کامل کند که از بین رفتن تخم به این دلایل به عنوان پذیرش میزبان معرفی می‌شود (Bai et al., 1995). برای مقایسه‌ی پذیرش و میزان پارازیتیسیم تخم‌های میزبان اصلی

درصد خروج آنها تفاوت معنی داری با یکدیگر دارند (جدول ۲). همچنین تفاوت در تعداد تخم پارازیت شده *S. cerealella* معنی دار شد (جدول ۳). براساس نتایج آزمایشگاهی به دست آمده میزان پذیرش تخم بید گوجه فرنگی در بین جمعیت های مختلف یک گونه می تواند متفاوت باشد.

زنبورهای ماده تخم های *S. cerealella* را پارازیت کردند اما در مورد *T. absoluta* تنها در جمعیت شیروود همه ی زنبورها توانستند دست کم یک عدد تخم میزبان را پارازیت کنند (جدول ۳). پارازیت آزمایشگاهی به دست آمده میزان پذیرش تخم بید گوجه فرنگی در بین جمعیت های مختلف یک گونه می تواند متفاوت باشد.

تعداد تخم پارازیت شده *T. absoluta* ($P < 0.0001$) و نیز توسط جمعیت های *T. brassicae* ($F = 5/38, df = 5,$

جدول ۲- میانگین تلفات و درصد پارازیتسم تخم *Tuta absoluta* و بید غلات توسط جمعیت های بومی زنبور *Trichogramma brassicae* ($n = 12$).

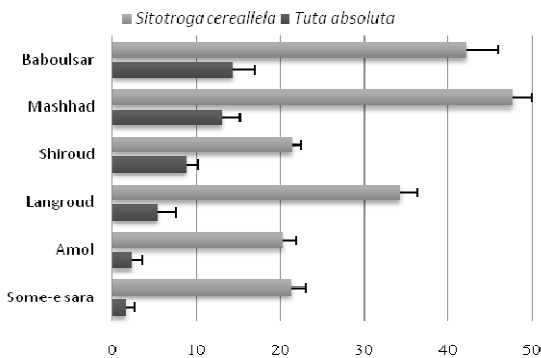
Table 2. Mean mortality and parasitism of *Tuta absoluta* and *Sitotroga cerealella* eggs by native *Trichogramma brassicae* strains ($n = 12$).

Strains	Parameters	<i>T. absoluta</i>	<i>S. cerealella</i>
Baboulsar	Total host egg mortality	16.17±2.80	-
	Number of black eggs	14.25±2.67 a	42.17±3.84 ab
	Parasitism rate (%)	53.89±9.34	-
	Emergence rate (%)	77.27±8.54	92.09±1.24
Mashhad	Total host egg mortality	14.83±2.45	-
	Number of black eggs	13±2.17 ab	47.75±2.20 a
	Parasitism rate (%)	49.44±8.16	-
	Emergence rate (%)	93.54±4.61	94.21±1.11
Shiroud	Total host egg mortality	10.92±1.61	-
	Number of black eggs	8.83±1.33 ab	22.17±1.21 d
	Parasitism rate (%)	36.39±5.39	-
	Emergence rate (%)	70.05±11.11	97.28±1.09
Langroud	Total host egg mortality	6.08±2.43	-
	Number of black eggs	5.33±2.26 bc	34.33±1.93 bc
	Parasitism rate (%)	20.28±8.11	-
	Emergence rate (%)	97.84±1.59	98.77±0.63
Amol	Total host egg mortality	4±1.54	-
	Number of black eggs	2.25±1.20 c	20.25±1.61 d
	Parasitism rate (%)	13.33±5.12	-
	Emergence rate (%)	78.57±12.16	95.54±1.10
Some-e Sara	Total host egg mortality	2.08±1.22	-
	Number of black eggs	1.58±1.08 c	28.5±1.80 cd
	Parasitism rate (%)	6.94±4.05	-
	Emergence rate (%)	98.08±1.92	95.11±1.43

* حروف نشان دهنده گروه بندی تعداد تخم سیاه شده در هر ستون است.

* Mean followed by the same letters in each column are not significantly different.

یک از جمعیت‌ها مشاهده نشد ($t=1/38, df=24, P=0/18$). هرچند به لحاظ عددی میزان پارازیتیسیم در سطح رویی بیشتر از سطح زیرین به دست آمد (جدول ۴).



شکل ۱- میانگین تعداد تخم پارازیت شده توسط جمعیت‌های مختلف زنبور *Trichogramma brassicae* روی تخم بید گوجه‌فرنگی و بید غلات.

Fig. 1. Mean number of parasitized *Tuta absoluta* and *Sitotroga cerealella* eggs by different *Trichogramma brassicae* strains.

جدول ۳- نسبت پذیرش تخم‌های *Tuta absoluta* و *Sitotroga cerealella* توسط جمعیت‌های مختلف زنبور *Trichogramma brassicae*

Table 3. Proportion of *Trichogramma brassicae* wasps ($M \pm SE$) that parasitized *Sitotroga cerealella* and *Tuta absoluta* eggs (host acceptance).

Strains	Hosts	Proportion of host acceptance
Shiroud	<i>S. cerealella</i>	1
	<i>T. absoluta</i>	1 a
Baboulsar	<i>S. cerealella</i>	1
	<i>T. absoluta</i>	0.92 ± 0.08 ab
Mashhad	<i>S. cerealella</i>	1
	<i>T. absoluta</i>	0.92 ± 0.08 ab
Langroud	<i>S. cerealella</i>	1
	<i>T. absoluta</i>	0.58 ± 0.15 bc
Amol	<i>S. cerealella</i>	1
	<i>T. absoluta</i>	0.58 ± 0.15 bc
Some-e Sara	<i>S. cerealella</i>	1
	<i>T. absoluta</i>	0.50 ± 0.15 c

میانگین درصد پارازیتیسیم تخم‌های *T. absoluta* و تعداد تخم‌های پارازیت شده در سطح رویی و زیرین برگ به روش t-test مقایسه و تفاوت معنی‌دار بین آن‌ها در هیچ

جدول ۴- میانگین تعداد تخم پارازیت شده و درصد پارازیتیسیم *Tuta absoluta* در سطح رویی و زیرین برگ در شش جمعیت بومی *Trichogramma brassicae*.

Table 4. Mean number and percentage ($\pm SE$) of parasitized *Tuta absoluta* eggs on two surfaces of leaves by *Trichogramma brassicae* strains.

Strains	Leaf surface	Number of parasitized eggs	df	t	p	Parasitism rate (%)	df	t	p
Baboulsar	up	8.67 ± 1.49	22	0.53	0.60	57.78 ± 9.33	22	0.40	0.69
	down	7.58 ± 1.41							
Mashhad	up	8.58 ± 1.48	22	1.33	0.19	57.22 ± 9.86	22	1.08	0.29
	down	5.92 ± 1.36							
Shiroud	up	6.75 ± 1.05	22	1.89	0.07	45 ± 6.97	22	1.77	0.09
	down	4.17 ± 0.89							
Langroud	up	3.33 ± 1.25	22	0.33	0.74	22.22 ± 8.34	22	0.47	0.64
	down	2.75 ± 1.24							
Amol	up	2.24 ± 0.91	22	0.84	0.41	16.11 ± 6.06	22	0.81	0.42
	down	1.42 ± 0.77							
Some-e Sara	up	1.33 ± 0.92	22	0.59	0.56	8.89 ± 6.10	22	0.22	0.82
	down	0.75 ± 0.35							

بحث

پارازیت کردند در مقایسه با بید غلات پایین تر بود (جدول ۳)، که علت آن می‌تواند به تجربه تخم‌ریزی و پرورش زنبورها روی تخم بید غلات باشد. همچنین به‌طور کلی یک رابطه‌ی مثبت بین تعداد تخم پارازیت شده و نسبت ماده‌هایی که تخم *T. absoluta* را به‌عنوان میزبان پذیرفته‌اند مشاهده شد که سایر پژوهش‌گران نیز به این موضوع اشاره کرده‌اند (Kraaijeveld *et al.*, 1995; Chau and Mackaer, 2001; Desneux *et al.*, 2009). جمعیت صومعه‌سرا که میزان پارازیت‌تیسیم کم‌تری نسبت به سوش‌های دیگر داشت، نسبت ماده‌هایی که تخم‌های میزبان را پارازیت کرده بودند نیز کم بود (جدول‌های ۲ و ۳). در جمعیت شیروود با وجود آنکه همه ماده‌ها تخم‌های *T. absoluta* را پارازیت کردند اما میزان پارازیت‌تیسیم آن کمتر از زنبورهای بابلسر و مشهد بود که البته به لحاظ آماری اختلافی بین آن‌ها وجود نداشت. در جمعیت‌های بابلسر و مشهد نسبت ماده‌هایی که تخم‌های میزبان را پارازیت کردند یکسان بود اما میزان پارازیت‌تیسیم تخم میزبان در جمعیت بابلسر تاحدی بیشتر از مشهد بود. همچنین تعداد تخم‌های پارازیت شده به‌طور قابل توجهی در جمعیت آمل و لنگرود متفاوت بود اما نسبت ماده‌هایی که تخم‌های *T. absoluta* را پارازیت کردند در هر دو جمعیت مشابه بودند (جدول‌های ۲ و ۳).

تفاوت در پذیرش میزبان در سوش‌های تریکوگراما در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است (Neuffer, 1988; Wäckers *et al.*, 1987; Dijken *et al.*, 1986; Pak *et al.*, 1993; Pavlík, 1990). برای مثال (Pavlík, 1993) نیز گزارش نموده است سوشی که پارازیت‌تیسیم کمتری داشته میزان پذیرش میزبان نیز در آن پائین تر بوده‌است. تنوع پذیرش میزبان در سطح درون گونه‌ای در انتخاب سوش مناسب برای کنترل بیولوژیک آفات هدف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Pavlík, 1993). ممکن است پرورش سوش‌های زنبور تریکوگراما روی میزبان مصنوعی (بید غلات) باعث کاهش میزان پذیرش در برخی سوش‌ها باشد. همان‌طور که Neuffer (1988) کاهش قابل توجهی در ظرفیت پارازیت‌تیسیم دو سوش زنبور *T. evanescens* پس از پرورش روی میزبان مصنوعی *S. cerealella* مشاهده کرد.

براساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، میزان پارازیت‌تیسیم تخم بید گوجه‌فرنگی توسط جمعیت‌های مختلف زنبور *T. brassicae* در شرایط آزمایشگاه به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول ۲). میزان پارازیت‌تیسیم به‌عوامل مختلفی بستگی دارد که دو عامل عمده‌ی آن مربوط به ویژگی‌های تخم حشره و گیاه میزبان می‌باشد. تفاوت مشاهده شده در جمعیت‌های بابلسر و صومعه‌سرا به ترتیب با بیش‌ترین (۵۳/۸۹±۹/۳۴ درصد) و کم‌ترین (۶/۹۴±۴/۰۵) میزان پارازیت‌تیسیم، نشان می‌دهد که قدرت پارازیت‌تیسیم زنبور تریکوگراما روی یک میزبان مشخص می‌تواند تا حد زیادی در بین جمعیت‌های یک گونه تفاوت داشته باشد. در این زمینه Chassain و Bouletreau (۱۹۹۱) تنوع درون گونه‌ای ویژگی‌های اصلی زنبورهای تریکوگراما یعنی طول عمر، باروری، قابلیت زنده ماندن و نسبت جنسی را در کارایی زنبور تریکوگراما مطالعه و تفاوت‌های زیادی را در بین سوش‌هایی از گونه‌های مشابه در زیستگاه‌های متفاوت گزارش کردند. در پژوهشی که توسط Chailleux و همکاران (۲۰۱۲) برای انتخاب بهترین سوش زنبور تریکوگراما برای کنترل *T. absoluta* انجام شد، یکی از سوش‌های گونه *T. euproctidis* کارایی مناسبی در شرایط آزمایشگاه داشت. اما وقتی این سوش در شرایط گلخانه با سایر گونه‌های زنبور مقایسه شد، گونه‌ی *T. achaeae* با میزان پارازیت‌تیسیم ۶۵/۹±۷/۷۷ درصد مؤثرتر معرفی شد. براساس این پژوهش، در شرایط گلخانه کارایی تأثیر گونه‌ی *T. euproctidis* ۵۰ درصد گونه *T. achaeae* برآورد شد. اما در بررسی‌های El-Arnaouty و همکاران (۲۰۱۴) گونه‌ی *T. euproctidis* همانند گونه‌ی *T. achaeae* در همه‌ی نسبت‌های رهاسازی شده مؤثر بود. این اختلاف ممکن است مربوط به تفاوت سوش‌های استفاده شده در این دو آزمایش باشد. بنابراین باید به تنوع درون گونه‌ای زنبور تریکوگراما در استفاده از میزبان توجه شود (El-Arnaouty *et al.*, 2014).

براساس نتایج پژوهش حاضر، در همه‌ی جمعیت‌های آزمایش شده، نسبت ماده‌هایی که تخم‌های *T. absoluta* را

نتایج این پژوهش نشان داد که تعدادی از تخم‌های *T. absoluta* در نتیجه پارازیتیسیم به‌طور کامل و مشخص سیاه شدند (پارازیتیسیم آشکار)، در حالی که تعدادی از تخم‌ها به مرحله‌ی پیش شفیرگی زنبور نرسیده و سرانجام چروکیده شدند. به‌عنوان مثال میزان تلفات تخم بید گوجه‌فرنگی توسط زنبور *T. brassicae* در جمعیت بابلسر $14/25 \pm 2/67$ عدد بود که از این تعداد $16/17 \pm 2/80$ به‌صورت تخم پارازیت (سیاه‌رنگ) مشاهده شد و بقیه مربوط به تلفات زنبور در مراحل تخم و لارو (قهوه‌ای روشن و چروکیده) بود (جدول ۲). علت چروکیدگی تخم‌های *T. absoluta* می‌تواند کوچک بودن اندازه‌ی تخم‌ها نسبت به *S. cerealella* باشد، که به این دلیل زنبور تریکوگراما نمی‌تواند چرخه‌ی زندگی خود را در میزبان کوچک‌تر به‌خوبی میزبان بزرگ‌تر کامل کند. در بررسی مشابهی که توسط Cabello و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد، زنبور *T. achaeae* پارازیتیسیم کاملی روی *T. absoluta* نشان داد (۱۰۰ درصد تخم‌ها پارازیت شدند)، هرچند، تنها ۸۳/۳ درصد از تخم‌ها سیاه شدند. در یک مطالعه آزمایشگاهی نیز پتانسیل سه گونه زنبور تریکوگراما روی *Orgyia leucostimata* (Lep.: Lymantriidae) و *Lymantria dispar* (Lep.: Erebiidae) ارزیابی شد و مشاهده شد که اگرچه زنبورهای تریکوگراما قادر به پارازیت کردن (وارد نمودن تخم‌ریز) تخم این میزبان‌ها می‌باشند اما هیچ یک از تخم‌ها سیاه نشدند و نتاجی از آن‌ها خارج نشد (Bai et al., 1995).

تعدادی از تخم‌های میزبان نیز در اثر تغذیه تریکوگراما از تخم‌ها نابود می‌شوند. با فرو بردن تخم‌ریز زنبور تریکوگراما به داخل تخم میزبان، قسمتی از محتویات و مواد غذایی داخل آن خارج می‌شود که زنبور ماده از آن تغذیه می‌کند (Cabello et al., 2009). تخم میزبانی که در اثر تغذیه زنبور تریکوگراما از بین می‌رود سیاه نمی‌شود. در برخی گونه‌های تریکوگراما تغذیه از میزبان به‌طور معنی‌داری به کنترل آفت کمک می‌کند (Vasquez et al., 1997). در این پژوهش چروکیدگی تخم میزبان و عدم خروج حشره‌ی کامل میزبان از تخم دیده شد که این امر

گونه‌های مختلف زنبور تریکوگراما اگر روی میزبان پرورشی مشابه پرورش یابند زنبورهای بالغ ظهور یافته از آن نیز از نظر اندازه مشابه خواهند بود (Bai et al., 1995). از آن‌جا که در مطالعه حاضر نیز همه‌ی جمعیت‌های تریکوگراما روی یک میزبان مشابه (بید غلات) پرورش داده شدند می‌توان نتیجه گرفت که ماده‌های بالغ از نظر اندازه تا حد زیادی مشابه بوده و اندازه ماده‌های بالغ تأثیری در میزان پارازیتیسیم تخم‌های *T. absoluta* نداشته است. اندازه‌ی میزبان پرورشی نیز بر درصد پارازیتیسیم میزبان طبیعی و تکمیل چرخه‌ی زندگی زنبور و رسیدن به مرحله‌ی پیش شفیرگی مؤثر است (Cabello et al., 2009). در مطالعات انجام شده روی تریکوگراما گونه‌ی *Trichogramma platneri* (Hohmann et al., 1988) و *Trichogramma pretiosum* یک رابطه‌ی مثبت بین اندازه‌ی میزبان و پارازیتوئید ظهور یافته از آن مشاهده شده است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نسبت کمتری از زنبورهای *T. brassicae* تخم‌های *T. absoluta* را در مقایسه با تخم‌های *S. cerealella* برای تخم‌ریزی پذیرفتند. با توجه به این که تخم‌های *T. absoluta* (۰/۳۶ میلی‌متر) (Urbaneja et al., 2008) کوچک‌تر از تخم‌های *S. cerealella* (۰/۵۹ میلی‌متر) (Laing., 1938) هستند، بنابراین می‌توان علت پذیرش کمتر تخم‌های *T. absoluta* را کوچک بودن آن‌ها نسبت به تخم‌های بید غلات دانست. اندازه‌ی میزبان می‌تواند در پذیرش تخم‌های میزبان توسط ماده‌های پارازیتوئیدها مؤثر باشد (Romeis et al., 2005). زنبورهای تریکوگراما میزبان‌هایی با تخم‌های نسبتاً بزرگ را ترجیح می‌دهند (Romeis et al., 2005; Hassan & Guo, 1993; Würher & Hassan 1993). در یک بررسی نیز، تعداد تخم‌های پارازیت شده *T. absoluta* (میزبان کوچک‌تر) نسبت به تخم‌های *E. kuehniella* (میزبان بزرگ‌تر) توسط زنبورهای *T. bourarachae* و *T. cacoeciae* به‌طور قابل توجهی کمتر بوده است (Zouba et al., 2013).

همچنین کم بودن میزان پارازیتسم در برخی از جمعیت‌های *T. brassicae* مانند آمل و صومعه‌سرا، ممکن است نه تنها به دلیل عدم ترجیح تخم‌های *T. absoluta* به‌عنوان میزبان، بلکه به ویژگی‌های گیاه میزبان مربوط باشد. برگ و ساقه گوجه‌فرنگی دارای کرک‌های (Trichome) غده‌ای و غیرغده‌ای متنوعی می‌باشد. این موضوع به‌ویژه برای پارازیتوئیدهای کوچک مانند *Trichogramma* spp. مهم است چون ممکن است تریکوگراماها توسط مواد مترشحه کرک‌ها به دام بیافتند و یا سرعت راه رفتن آن‌ها را روی سطح برگ کاهش یابد (Romeis et al., 1998; Kennedy, 2003). کرک‌های موجود در اندام‌های رویشی گوجه‌فرنگی عمدتاً غیرغده‌ای هستند (Channarayappa et al., 1992) که برخلاف کرک‌های غده‌ای در رفتار جستجوگری پارازیتوئید مانع جدی محسوب نمی‌شوند. قسمت بالایی بوته (جوانه‌ها و برگ‌های جوان) دارای بیش‌ترین تراکم کرک‌های غیرغده‌ای نسبت به قسمت‌های پایین‌تر بوته می‌باشد (Faria et al., 2008). برگ‌هایی که در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند، از حد فاصل یک سوم میانی و بالایی بوته انتخاب شدند که تقریباً تراکم کرک‌های غده‌ای به نسبت قسمت‌های پایین‌تر بوته کمتر بود. اما با این حال جمعیت‌های مختلف تریکوگراما ممکن است به کرک‌های غیرغده‌ای نیز واکنش متفاوتی نشان دهند. Faria و همکاران (۲۰۰۸)، به این نتیجه رسیدند که برگ‌های یک سوم قسمت انتهایی بوته هم برای *T. absoluta* و هم برای زنبور *T. pretiosum* بیش‌تر ترجیح داده می‌شوند. گونه‌های تریکوگرامای مختلفی با حساسیت بالا به کرک‌های گیاهان گزارش شده است (Romeis et al., 2005). گرچه در این پژوهش، به‌طور خاص اثر کرک‌ها روی زنبورهای تریکوگراما ارزیابی نشده است، اما نتایج به‌دست آمده در شناسایی و غربال اولیه جمعیت‌هایی که توان نسبی و قابلیت بیشتری را در مجموعه‌ی گیاه حشره‌ی میزبان مورد نظر از خود نشان دادند، می‌تواند برای انجام آزمایش‌های تکمیلی در شرایط طبیعی مورد استفاده قرار گیرد.

به‌احتمال زیاد مربوط به تغذیه زنبور از تخم میزبان است (جدول ۲). بررسی رنگ تخم میزبان به‌عنوان روشی برای ارزیابی درصد پارازیتسم می‌تواند اثر واقعی را نشان ندهد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد در شرایطی که تراکم تخم میزبان در هر دو سطح برگ مساوی باشد، زنبور تریکوگراما توانایی پارازیت کردن تخم‌های *T. absoluta* در هر دو سطح برگ را دارد و در میزان پارازیتسم در دو سطح برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). در مطالعه دیگری بیش‌ترین درصد پارازیتسم توسط *Trichogramma* spp. در سطح رویی برگ درختان سیب که بیشتر تخم‌های میزبان نیز آنجا گذاشته می‌شوند، گزارش شده است (YU et al., 1984). پژوهش‌گران دیگری نیز نشان دادند که پارازیتسم زنبور تریکوگراما تا حد زیادی به پراکنش تخم میزبان وابسته است (Faria et al., 2008). هرچند، در مطالعات انجام شده روی پنبه (*Gossypium hirsutum*) (Orphanides & Gonzalez, 1970) و ذرت (*Zea mays*) (Philips & Barber, 1933) پارازیتسم تخم توسط *T. pretiosum* و *T. minutum* بین سطح بالایی و پایینی برگ متفاوت است. همچنین در بررسی‌های دیگری تفاوت قابل توجهی در میزان پارازیتسم تخم‌های میزبان در اندام‌های متفاوت گیاه پنبه (Saavedra et al., 1997)، برنج (*Oryza* spp.) (Feijen & Schulten, 1981) و لوییا (*Pinus taeda*) (McCravy & Berisford, 1998) توسط گونه‌های مختلف زنبور *Trichogramma* گزارش شده است. براساس پژوهشی که روی گیاه لوییای سودانی (*Cajanus cajan*) انجام شده، میزان پارازیتسم تخم‌های میزبانی که روی کاسه و غلاف گل گذاشته شده بودند کمتر از ۴ درصد، در حالی که تخم‌های گذاشته شده روی برگ‌ها پارازیتسم بالایی توسط *Trichogramma* spp. داشتند (Romeis et al., 1999). در پژوهش حاضر میزان پارازیتسم، فقط در سطح برگ گیاه گوجه‌فرنگی بررسی شد. با این حال لازم است که پارازیتسم تریکوگراما در ساختارهای دیگر گیاه گوجه‌فرنگی نیز بررسی شود.

سپاس‌گزاری

لازم می‌دانند بدین وسیله از زحمات و همکاری‌های مسئولین و کارکنان محترم بخش یاد شده در این خصوص، مراتب سپاس و امتنان خود را اعلام نمایند.

پژوهش حاضر بخشی از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد نگارنده‌ی اول می‌باشد. این پایان‌نامه، با استفاده از امکانات و مساعدت‌های بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور انجام شده است. نویسندگان

References:

- Bai, B., Luck, R.F., Forster, L., Stephens, B. & Janssen, J.A.M. 1992. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 64: 37-48.
- Bai, B., obanolu, S. & Smith, S.M. 1995. Assessment of *Trichogramma* species for biological control of forest lepidopteran defoliators. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 75: 135-143.
- Baniameri, V. & Cheraghian, A. 2012. The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. *Eppo Bulletin*, 42(2): 322-324.
- Braham, M. & Hajji, L. 2011. Management of *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) with insecticides on tomatoes. *Insecticides-Pest Engineering*: ISBN: 978-953-307-895-3.
- Cabello, T., Gallego, J.R., Vila, E., Soler, A., Del Pino, M., Carnero, A., Hernandez-Suarez, E. & Polaszek, A. 2009. Biological control of the south american tomato pinworm, *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae), with releases of *Trichogramma achaeae* (Hym., Trichogrammatidae) in tomato greenhouses of Spain. *Proceedings of the IOBC/WPRS working group "Integrated control in protected crops"*. Crete, Greece, 6-11 September 2009. International organization for biological and integrated control of noxious animals and plants (IOBC/OILB), West palaeartic regional section (WPRS/SROP), pp. 225-230.
- Cabello, T., Gamez, M., Varga, Z., Garay, J., Carreno, R., Gallego, J.R., Fernandez, F.J. & Vila, E. 2012. Selection of *Trichogramma* spp. (Hym., Trichogrammatidae) for the biological control of *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae) in greenhouses by an entomo-ecological simulation model. *Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate Bulletin*, 80: 171-176.
- Cascone, P., Carpenito, S., Slotsbo, S., Iodice, L., Sørensen, J.G., Holmstrup, M. & Guerrieri, E. 2015. Improving the efficiency of *Trichogramma achaeae* to control *Tuta absoluta*. *BioControl*, 60(6): 761-771.
- Chailleux, A., Desneux, N., Seguret, J., Do Thi Khanh, H. & Maignet, P. 2012. Assessing European egg parasitoids as a mean of controlling the invasive South American tomato pinworm *Tuta absoluta*. *Plos One*, 7(10): e48068.
- Chailleux, A., Desneux, N., Arnó, J. & Gabarra, R. 2014. Biology of two key palaeartic larval ectoparasitoids when parasitizing the invasive pest *Tuta absoluta*. *Journal of Pest Science*, 87(3): 441-448.
- Channarayappa, C., Shivashankar, G., Muniyappa, V. & Frist, R. H. 1992. Resistance of *Lycopersicon* species to *Bemisia tabaci*, a tomato leaf curl virus vector. *Canadian Journal of Botany*, 70: 2184-2192.
- Chassain, C. & Bouletreau, M. 1991. Genetic-variability in quantitative traits of host exploitation in *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). *Genetica*, 83: 195-202.

- Chau, A. & Mackauer, M. 2001. Preference of the aphid parasitoid *Monoctonus paulensis* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) for different aphid species: female choice and offspring survival. *Biological Control*, 20: 30–38.
- Cherif, A. & Kaouthar, L.G. 2013. *Trichogramma cacoeciae* as a biological control agent of the tomato pinworm *Tuta absoluta* in Northeastern Tunisia. *Entomologia Hellenica*, 22: 35-42.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K.A.G., Burgio, G., Arpaia, S., Narva'ez-Vasquez, C.A., Gonza'lez-Cabrera, J., Catala'n Ruescas, D., Tabone, E., Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, T. & Urbaneja, A. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, history of invasion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83, 197-215.
- Desneux, N., Barta, R.J., Hoelmer, K.A., Hopper, K.R. & Heimpel, G.E. 2009. Multifaceted determinants of host specificity in an aphid parasitoid. *Oecologia*, 160: 387–398.
- Dijken, M.J. van., Kole, M., Lenteren, J.C. van. & Brand, A.M. 1986. Host-preference studies with *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym.: Trichogrammatidae) for *Mamestra brassicae*, *Pieris brassicae* and *Pieris rapae*. *Journal of Applied Entomology*, 101: 64-85.
- El-Arnaouty, S.A., Pizzol, J., Galal, H.H., Kortam, M.N., Afifi, A.I., Beyssat, V., Desneux, N., Biondi A. & Heikal, I.H. 2014. Assessment of two *Trichogramma* species for the control of *Tuta absoluta* in North African tomato greenhouses. *African Entomology*, 22(4): 801-809.
- Faria, C.A., Torres, J.B., Fernandes, A.M.V. & Farias, A.M.I. 2008. Parasitism of *Tuta absoluta* in tomato plants by *Trichogramma pretiosum* Riley in response to host density and plant structures. *Ciência Rural*, 38(6): 1504-1509.
- Faria, C.A., Torres, J.B., Farias, A.M.I. 2000. Resposta funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): efeito da idade do hospedeiro. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29(1): 85-93.
- Farrokhi, S., Zereghar, Kh., Heidari, H. & Marzban, R. 2011. *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae): A serious threat to tomato farming in Iran. EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on Management of *Tuta absoluta* (tomato borer). Morocco. Agadir: 78 pp.
- Feijen, H.R. & Schulten, G.G.M. 1981. Egg parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) of *Diopsis macrophthalma* (Diptera; Diopsidae) in Malawi. *Netherlands Journal of Zoology*, 31: 381-417.
- Haji, F.N.P., Freire, L.C.L., Roa, F.G., Silva, C.N. da., Souza, M.M. & Silva, M.I.V. da. 1995. Integrated pest management of *Scrobipalpus absoluta* (Lep.: Gelechiidae) in the Sao Francisco River region. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 24: 587-591.
- Hassan, S.A., Guo, M.F. 1991. Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lep., Pyralidae). *Journal of Applied Entomology*, 111: 335-341.
- Hohmann, C.L., Luck, R.E. & Oatman, E.R. 1988. A comparison of longevity and fecundity of adult *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared from eggs of the cabbage looper and the angoumois grain moth, with and without access to honey. *Journal of Economic Entomology*, 81: 1307-1312.

- Kraaijeveld, A.R., Nowee, B. & Najem, R.W. 1995. Adaptive variation in host-selection behaviour of *Asobara tabida*, a parasitoid of *Drosophila* larvae. *Functional Ecology*, 9: 113-118.
- Kennedy, G.G. 2003. Tomato, pests, parasitoids, and predators: Tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*. *Annual Review of Entomology*, 48: 51-72.
- Laing, J. 1938. Host finding by insect parasites. *Journal of experimental Biology*, 15: 281-302.
- Lalegani, S., Sadeghi, A. & Ghobari, H. 2014. Evaluation of the control of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) using *Trichogramma brassicae* under greenhouse condition. *Integrated Pest Management Conference (IPMC) 21 & 22 January, Kerman, Iran*, 491.
- Luna, M., Sánchez, N.E., Pereyra, P.C., Nieves, E., Savino, V., Luft, E., Virla E. & Speranza, S. 2012. Biological control of *Tuta absoluta* in Argentina and Italy: Evaluation of indigenous insects as natural enemies. *European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin*, 42(2): 260-267.
- McCravy, K.W., & Berisford, C.W. 1998. Parasitism by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in relation to nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) egg density and location. *Environmental Entomology*, 27: 355-359.
- Mollá, O., Monton, H., Vanaclocha, P., Beitia F. & Urbaneja, A. 2009. Predation by the mirids *Nesidiocoris tenuis* and *Macrolophus pygmaeus* on the tomato borer *Tuta absoluta*. *Proceedings of the IOBC/WPRS working group "Integrated control in protected crops"*, Crete, Greece, 6-11 September 2009. *International organization for biological and integrated control of noxious animals and plants (IOBC/OILB), West Palaearctic regional section*, 209-214.
- Neuffer, U. 1988. Vergleich von Parasitierungsleistung und Verhalten zweier Okotypen von *Trichogramma evanescens* Westw. *Journal of Applied Entomology*, 106: 507-517.
- Orphanides, G.M. & Gonzalez, D. 1970. Effects of adhesive materials and host location on parasitization by a uniparental race of *Trichogramma pretiosum*. *Journal of Economic Entomology*, 63: 1891-1897.
- Öztemiz, S. 2013. "Population of *Tuta absoluta* and natural enemies after releasing on tomato grown greenhouse in Turkey". *African Journal of Biotechnology*, 12(15): 1882-1887.
- Öztemiz, S. 2012. The tomato leafminer [(*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)] and it's biological control. *KSU. Journal National Science*, 15(4): 47-57. (In Turkish with English Abstract).
- Pak, G.A., Kaskens, J.W.M. & De Tong, E.J. 1990. Behavioural variation among strains of *Trichogramma* spp.: host species selection. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 56, 91-102.
- Pavlik, J. 1993. Variability in the host acceptance of European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Pyralidae) in strains of the egg parasitoid *Trichogramma* spp. (Hym., Trichogrammatidae). *Journal of Applied Entomology*, 115: 77-84.
- Phillips, W.J. & Barber, G.W. 1933. Egg-laying habits and fate of eggs of the corn ear worm moth and factors affecting them. *Virginia Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin*, 47 : 2-14.
- Riquelme, M.B. & Botto, E.N. 2010. Estudios Biológicos de *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Parasitoide de Huevos de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, 39(4):612-617.
- Romeis, J., Shanower, T.G. & Zebitz, C.P. W. 1999. *Trichogramma* egg parasitism of *Helicoverpa armigera* on pigeonpea and sorghum in southern India. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 90: 69-81.

- Romeis, J., Shanower, T.G. & Zebitz, C.P.W. 1998. Physical and chemical plant characters inhibiting the searching behaviour of *Trichogramma chilonis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 87: 275-284.
- Romeis, J., Babendreir, D., Wäckers, F.L., Shanower, G. 2005. Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoids underlying mechanisms and implications. *Basic and Applied Ecology*, 6: 215-236.
- Saavedra, J.L. D., Torres, J.B. & Ruiz, M.G. 1997. Dispersal and parasitism of *Heliothis virescens* eggs by *Trichogramma pretiosum* (Riley) in cotton. *International Journal of Pest Management*, 43: 169-171.
- Silva, I.M.M.S. 1999. Identification and evaluation of *Trichogramma* parasitoids for biological pest control. Ph.D. Thesis, Proefschrift Wageningen Universiteit, 151 p.
- Urbaneja, A., Monton, H., Vanaclocha, P., Molla, O. & Beitia, F. 2008. La polilla del tomate *Tuta absoluta* una nueva presa para los miridos *Nesidiocoris tenuis* y *Macrolophus pygmaeus*. *Agricola Vergel*; 320: 361-367 (In Spanish with English summary).
- Urbaneja, A. 2010. Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83(3): 197-215.
- Vasquez, L.A., Shelton, A.M., Hoffmann, M.P. & Roush, R.T. 1997. Laboratory evaluation of commercial Trichogrammatid products for potential use against *Plutella xylostella* (Lep: Plutellidae). *Biological Control*, 9(2): 143-148.
- Wäckers, F.L., Groot, I. J.M.DE., Noldus, L.P.J.J. & Hassan, S.A. 1987. Measuring host preference of *Trichogramma* egg parasites: An evaluation of direct and indirect methods. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent*, 52: 339-348.
- Würher, B.G. & Hassan, S.A. 1993. Selection of effective species/strains of *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lep., Plutellidae). *Journal of Applied Entomology*, 116(1-5): 80-89.
- Yu, D.S.K., Hagley E.A.C. & Laing, J.E. 1984. Biology of *Trichogramma minutum* Riley collected from apples in southern Ontario. *Environmental Entomology*, 13(5): 1324-1329.
- Zouba, A., Chermiti, B., Chraïet, 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: 87-106.

Evaluation of *Trichogramma brassicae* native populations as egg parasitoid of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) in the laboratory conditions

Raziyeh Ahmadipour¹, Jahanshir Shakarami¹, Shahram Farrokhi², Shahriyar Jafari¹

1. Department of Entomology, College of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran

2. Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Corresponding Author: Jahanshir Shakarami, email: shakarami.J45@gmail.com

Received: Oct. 28, 2015

3 (2) 109-122

Accepted: Jan. 30, 2016

Abstract

The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) is a devastating pest of tomato worldwide, originating from South America. As the key pest of tomato, it occurs in all stages of host plant and its damage and leads to the total destruction of the product. One of the control measures of *T. absoluta* is the use of biological control agents, such as *Trichogramma* wasp (Hym.: Trichogrammatidae) as the egg parasitoid. Laboratory tests were undertaken to evaluate the potential of six populations of *T. brassicae* to control *T. absoluta*. A completely randomized design with 12 replications was employed to evaluate treatments. Tomato (cv. Nanhemz 6189) was used as host plant and all experiments were carried out at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%\text{RH}$ and 16:8h (L:D). Mated *Trichogramma* females aged 12-24h, were placed individually on an infested tomato leaflet harbouring 30 *T. absoluta* fresh eggs (15 eggs in both sides of leaves) in a plastic glass (11×8.5cm). The parasitoid wasps were then removed from the glass after 24 hours. After five days the parasitized eggs were counted and the parasitism rate of *T. absoluta* eggs by *T. brassicae* populations was compared. The highest and lowest parasitism rate was achieved as 53.89 ± 9.34 and 6.94 ± 4.05 percent for Baboulsar and Some-e Sara populations, respectively. In addition, the average of *T. absoluta* eggs parasitized by *T. brassicae* populations was not significantly different on the both sides of tomato leaves.

Keywords: parasitism, *Trichogramma brassicae*, *Tuta absoluta*, biological control