مقاله تحقیقی

اثر ارقام گوجه‌فرنگی بر ویژگی‌های زیستی زنبور *Trichogramma brassicae* پارازیتویید تخم شب‌پرهٔ گوجه‌فرنگی، *Helicoverpa armigera*

علی جوینده[۱]، ناصر معینی نقده[۲]و حسنعلی واحدی[۳]، علی حسینی قرالری[۴]

۱– مربی، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۲، ۳– استادیار، دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۴– استادیار، IPM department, Flavorite group, Warragul, Victoria, Australia

مسئول مکاتبات: علی جوینده، ایمیل: alijooy@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۸ ۱۰(۱) ۳۳–۴۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۷

چکیده

کنترل زیستی کرم میوهٔ گوجه‌فرنگی، *Helicoverpa armigera* (Hübner) با انجام رهاسازی اشباعی زنبور پارازیتویید تخم *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) بخشی از برنامهٔ مدیریت تلفیقی این آفت در مزارع گوجه‌فرنگی در ایران است. در این پژوهش، تاثیر ده رقم گوجه‌فرنگی شامل ارقام Aras، Atrak، Korall، Mobil، Rio Grande، Sivand، Super Chief، Super Mobil، Super Queen و Super Urbana روی ویژگی‌های زیستی زنبور پارازیتویید *T. brassicae* در شرایط آزمایشگاهی و دمای ۱±۲۶ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مطالعه شد. میانگین طول عمر زنبورهای ماده *T. brassicae* در تیمارهای مورد بررسی از ۰/۵۶± ۷/۱۰ روز در رقم Super Mobil تا ۰/۴۹±۸/۰۵ روز در رقم Rio Grande متغیر بود. طول دورهٔ رشد و نمو مراحل نابالغ در رقم Super Urbana (۰/۰۳±۸/۶۱ روز) بیشترین و در رقم Aras (۰/۰۲±۸/۰۴ روز) کمترین بود. بیشترین تعداد کل تخم‌های پارازیته مربوط به رقم Rio Grande(۴/۵۹±۶۷/۸۵ عدد) و کمترین آن مربوط به رقم Super Mobil (۵/۷۲±۵۹/۳۵ عدد) بود. نرخ پارازیتیسم از ۱/۴۰±۳۰/۰۸ درصد در رقم Super Urbana تا ۱/۵۶±۳۵/۸۶ درصد در رقم Atrak متغیر بود. دامنهٔ تغییرات نسبت جنسی نتاج که در همهٔ موارد به سمت جنس ماده گرایش داشت از ۰/۵۴±۵۹/۵۴ درصد در رقم Aras تا ۰/۴۰±۶۲/۶۵ درصد در رقم Rio Grande ثبت شد. بیشترین تعداد نتاج در هر تخم میزبان مربوط به رقم Super Chief (میانگین۱/۴۵ فرد در هر تخم پارازیته) و کمترین آن مربوط به رقم Aras (میانگین ۱/۳۷ فرد در هر تخم پارازیته) بود. درصد خروج زنبور در همه تیمارها بدون اختلاف معنی‌دار و بالای ۹۰ درصد بود. مشخص گردید که ارقام گوجه‌فرنگی می‌توانند ویژگی‌های زیستی و جمعیتی زنبور *T. brassicae* را بطور مشخص تحت تاثیر قرار دهد.

واژه‌های کلیدی: *Trichogramma brassicae*، *Helicoverpa armigera*، ارقام گوجه‌فرنگی، ویژگی‌های زیستی، مهار زیستی

مقدمه

گوجه‌فرنگی، *Lycopersicun sculentum* Mill. (Solanaceae)، یکی از رایج‌ترین و پرمصرف‌ترین محصولات مورد علاقه و مهم درگروه سبزی‌ها در ایران و سراسر جهان است که از نظر مصرف تازه‌خوری و تولید فرآورده‌های صنعتی جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات

کشاورزی دارد. گوجه‌فرنگی و فرآورده‌های آن، از جمله محصولات مهم در سبد غذایی خانوارهای ایرانی به شمار می‌رود که مصرف سرانهٔ آن‌ها رو به افزایش بوده و نقش قابل توجهی در رشد اقتصادی کشور دارند. طبق گزارش سازمان خواربار و کشاورزی جهانی، ایران درسال ۲۰۲۰ با سطح زیرکشت کمی بیش از ۱۲۹ هزار هکتار و میزان تولید حدود ۵/۷۹ میلیون تن، به ترتیب رتبه‌های ششم و هفتم جهانی را به خود اختصاص داده است (FAO, 2020). طی سال زراعی ۱۳۹۹–۱۳۹۸،گوجه‌فرنگی رتبهٔ اول از نظر میزان تولید و دومین جایگاه از نظر سطح زیر کشت پس از سیب‌زمینی در گروه سبزی‌ها در ایران داشته است (Ahmadi *et al.*, 2021). از میان عوامل زنده کاهش دهنده کیفیت و کمیت محصول گوجه‌فرنگی، کرم میوهٔ گوجه‌فرنگی *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) مهمترین چالش در تولیدگوجه‌فرنگی و تعدادی از محصولات مهم زراعی در مناطق مختلف تولید این محصول در ایران و سراسر دنیا به شمار می‌رود (Farid, 1986; Krishnamoorthy & Mani, 1996; Talekar *et al.*, 2006; Sajjad *et al.*, 2011). این حشره، آفتی چندخوار با دامنهٔ میزبانی وسیع است که هر ساله خسارت زیادی به محصولات مهم زراعی و باغی نظیر گوجه‌فرنگی، پنبه، سویا و انواع حبوبات در ایران (Naseri *et al.*, 2009, 2011; Behdad, 2009) و دیگر نقاط جهان (Zalucki *et al.* 1986; Liu *et al.*, 2004; Talekar *et al.*, 2006) وارد می‌آورد.

یکی از عوامل مهار زیستی امیدبخش علیه گونه‌های *Helicoverpa* / *Heliothis*، پارازیتویید‌های تخم متعلق به جنس *Trichogramma* است (Romeis & Shanower, 1998). در بین دشمنان طبیعی آفات، زنبورهای متعلق به جنس *Trichogramma* بیشترین کاربرد را درکنترل آفات در سراسر دنیا دارند. دلیل این موفقیت، سادگی پرورش انبوه و دامنهٔ وسیع میزبانی این زنبورها می‌باشد (Li, 1994; Smith, 1996; Mills, 2010; Ko *et al.*, 2014). تولید و رهاسازی زنبور تریکوگراما در سراسر دنیا از جمله ایران به منظور کنترل تعدادی از بالپولکداران آفت در چند محصول زراعی و باغی انجام می‌شود (Hassan, 1990; Smith, 1996; Ebrahimi *et al.*, 1998). زنبورهای جنس تریکوگراما، بیش از ۲۰۰ گونه حشرهٔ آفت متعلق به ۷۰ خانواده از راسته‌های مختلف مانند سخت‌بالپوشان، دوبالان، ناجوربالان، جوربالان، بال‌غشاییان و بال‌توری‌ها را در مرحله تخم مورد حمله قرار می‌دهند اما میزبان‌های اصلی آن‌ها، حشرات راستهٔ بال‌پولک‌داران به ویژه خانواده‌های Noctuidae، Pieridae، Pyralidae، Gelechiidae و Tortricidae می‌باشند (Smith, 1996; Knutsun, 1998; Mills, 2010). این پارازیتوییدها در برنامه‌های مهار زیستی علیه *Helicoverpa* / *Heliothis* به طور موفقیت‌آمیزی استفاده شده‌اند. در این مورد می‌توان به استفاده ازگونه‌های مختلف زنبور تریکوگراما در محصولاتی از قبیل پنبه (King *et al.*, 1986; Romeis & Shanower, 1996)، آفتابگردان (Ballal & Singh, 2003; Tandon & Bakthavatsalam, 2004)، ذرت(Paron *et al.*, 1998)، و لوبیای سودانی (Tandon & Bakthavatsalam, 2003) اشاره کرد.

کارآیی پارازیتیسم در پارازیتوییدهای *Trichogramma* تحت تاثیر عوامل محیطی از جمله رطوبت، نور و دما و همچنین عوامل ذاتی میزبان مانند اندازهٔ تخم و مناسب بودن آن قرار دارد (Calvin *et al.*, 1984; Kazmer & Luck, 1991). بنابراین، پذیرش میزبان و به دنبال آن رشد و نمو لارو پارازیتویید، بستگی به توانایی زنبورهای ماده در تشخیص کیفیت میزبان به عنوان یک منبع مناسب برای نتاج آن دارد (Pak & Jong, 1987). ویژگی‌هایی از تخم میزبان که می‌توانند در طی فرآیند پذیرش میزبان در زنبورهای تریکوگراما نقش داشته باشند، شناسایی شده است. از جمله این موارد می‌توان به سن، اندازه و شکل، بوی سطح، ضخامت و سختی پوسته تخم و همچنین علایم شیمیایی مربوط به محتویات داخلی تخم اشاره کرد (Schmidt, 1994). تحقیقات انجام شده در رابطه با رفتار پذیرش میزبان در پارازیتوییدهای تخم بویژه زنبورهای تریکوگراما غالباً به نقش گیاهان تغذیه شده بوسیله میزبان توجهی ندارد (Paul *et al.*, 2008). در مورد زنبورهای تریکوگراما، تأثیر

محتوای تخم در پذیرش و مناسب بودن آنها به عنوان میزبان بیشتر در ارتباط با توسعهٔ کاربرد تخم‌های میزبان مصنوعی برای پرورش انبوه این پارازیتوییدها مورد مطالعه قرار گرفته است (به عنوان مثال Grenier, 1994). در شرایط طبیعی، قسمت‌های مختلف گیاه میزبان که در مراحل لاروی گیاهخواران مورد تغذیه قرار می‌گیرد، می‌تواند کیفیت تخم و در نتیجه مناسب بودن آن را برای یک پارازیتویید تحت تأثیر قرار دهد (Moreau *et al*., 2009). به عنوان مثال، ترکیبات گیاهی که توسط یک حشره گیاهخوار خورده می‌شوند، ممکن است پس از انتقال به تخم‌های آن، به عنوان محافظ تخم عمل کنند و به صورت بالقوه روی پارازیتویید تخم تأثیر گذارند (Blum & Hilker, 2002). به نظر می‌رسد که مواد شیمیایی ثانویه (آللوکمیکال‌ها) موجود در رژیم غذایی گیاهخوار بر رشد و نمو سطوح بالاتر غذایی مانند پارازیتوئیدها و شکارچیان تأثیر می‌گذارند (Harvey *et al*., 2007). وجود دو متیل کتون سمی 2–tridecanone یا 2–undecanone که توسط تریکوم‌های سطح برگ گوجه‌فرنگی ترشح می‌شوند، می‌توانند تأثیرات عمیق و پیچیده‌ای در سطح تغذیه‌ای دوم و سوم داشته باشند (kennedy, 2003).

ژنوتیپ‌ها و ارقام زراعی گوجه‌فرنگی از نظر مقدار ترکیبات بیوشیمیایی و مواد مغذی در قسمت‌های برگ و میوه که لارو *H. armigera* از آنها تغذیه می‌کند، با یکدیگر تفاوت دارند (Mortazaee–Nezhad & Atemadi, 2003; Aboutalebi *et al*., 2013; Bayat & Parvizi, 2016; Olfati *et al*., 2018) . این موضوع، زمینهٔ تحقیقات متعددی در رابطه با بررسی تاثیر ارقام گوجه‌فرنگی بر میزان خسارت (Farid, 1986; Banerjee & Kalloo,1989; Selvanarayana & Narayanasamy, 2006 a,b; Daboul *et al*., 2011) و ویژگی‌های زیستی (Selvanarayanan & Narayanasamy, 2004; Kouhi *et al*., 2014; Nemati–Kalkhoran *et al*.,2013; Safuraie–Parizi *et al* ,2014; Jooyandeh *et al*. 2018 a, b) این آفت بوده است. با این‌حال، اطلاعات کمی در مورد تاثیر مستقیم و غیر مستقیم ژنوتیپ‌ها و ارقام زراعی گوجه‌فرنگی بر رفتار و عملکرد زنبور پارازیتویید *T. brassicae* به عنوان گونهٔ غالب در ایران وجود دارد.

به دلیل مصرف نسبتاً بالای میوهٔ گوجه‌فرنگی به صورت تازه‌خوری وخطرات جدی ناشی از باقیمانده سموم در این محصول و با هدف کاهش مصرف آفت‌کش‌ها درگوجه‌فرنگی و تعداد دیگری از محصولات زراعی و باغی، مهار زیستی شب‌پرهٔ *H. armigera* در ایران با استفاده ازعوامل مهارکنندهٔ طبیعی آن از جمله زنبورهای پارازیتویید تریکوگراما اجرا می‌شود. مهار زیستی زمانی در برنامه‌های مدیریت آفات موفقیت‌آمیز خواهد بود که جنبه‌های مختلف زیستی، اکولوژیکی و رفتاری دشمنان طبیعی با انجام مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی به دقت مورد بررسی قرار گیرند (Daane & Yokota, 1997).

ارقام تجاری متعددی از گوجه‌فرنگی در بازار ایران موجود است که بر اساس شرایط اقلیمی متنوع مناطق مختلف کشور و تجربیات گوجه‌فرنگی‌کاران محلی،کشت و کار می‌شود. تحقیق در زمینهٔ تاثیر ارقام مختلف گوجه‌فرنگی بر عملکرد زنبور پارازیتویید *T. brassicae* و استفاده از نتایج آن در برنامه‌های مدیریت تلفیقی شب‌پرهٔ *H. armigera* می‌تواند منجر به کاهش مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی و به دنبال آن افزایش اثر بخشی سایر دشمنان طبیعی این آفت شود.

مواد و روش‌ها

گیاه میزبان

پس از بررسی و انجام مطالعاتی جامع روی بذور قابل دسترس مناسب و جدید، ۱۰ رقم تجاری گوجه‌فرنگی (Aras، Atrak، Korall، Mobil، Rio Grande، Sivand، Super Chief، Super Mobil، Super Queen و Super Urbana) انتخاب شد.

بذور ارقام مختلف در داخل ظرف پتری به مدت ۳ روز خیسانده شد و پس از جوانه زدن، به سینی‌های کشت حاوی کوکوپیت و پیت‌ماس (نسبت ۱—۱) منتقل گردید. انتقال نشاء از سینی کشت در مرحله ۴ برگی به گلدان‌های (قطر دهانه ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر) محتوی مخلوطی از

خاک، ماسه و کود دامی به نسبت ۲:۱:۱ منتقل گردید و به‌طور مرتب آبیاری و رسیدگی شدند. علاوه بر آبیاری و مراقبت‌های معمول، هفته‌ای یک‌بار با یکی از کودهای کامل تجاری دارای ترکیب کودی ۲۰–۲۰–۲۰ (K–P–N) به نسبت یک در هزار محلول‌پاشی گردید. در طی مراحل رشد گیاه، هیچگونه مواد آفت‌کشی استفاده نشد.

پرورش *H. armigera*

لاروهای *H. armigera* از مزرعهٔ گوجه‌فرنگی واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه تحقیقات طرق–مشهد) جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. جمعیت اولیهٔ میزبان روی رژیم غذایی مصنوعی حاوی پودر لوبیا چشم بلبلی، پودر جوانهٔ گندم، روغن آفتابگردان، مخمر نان، اسید آسکوربیک، اسید سوربیک، متیل پاربن، فرمالدئید، آگار و آب مقطر پرورش داده شد (Teakle, 1991). برای شناسایی گونه، از ژنیتالیای حشرات نر اسلاید دائم تهیه گردید. تعدادی از اسلایدها و حشرات کامل اتاله شده جهت تایید گونه به بخش تحقیقات رده‌بندی حشرات موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور ارسال گردید. سپس *H. armigera* روی هر رقم به طور جداگانه برای دو نسل پرورش یافت. لاروهای سنین اول تا سوم به صورت گروهی از برگ و لاروهای سنین چهارم تا ششم به صورت انفرادی با استفاده از میوهٔ ارقام مختلف تغذیه شدند. به منظور تهیهٔ تخم‌های هم‌سن میزبان، ۱۰ جفت حشره‌ی نر و ماده *H. armigera* با نسبت جنسی ۱:۱ که روی ارقام مورد نظر پرورش یافته بودند در ظروف تخم‌ریزی (قطر دهانهٔ دو٠سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸سانتی‌متر) که با پارچهٔ توری مسدود شده بود، قرار گرفتند. حشرات کامل با محلول آب–عسل ۱۰٪ تغذیه شدند. برگ گوجه‌فرنگی هر رقم به عنوان بستر تخم‌ریزی در داخل ظرف تخم‌ریزی حشرات کامل استفاده شد. برای تازه نگه داشتن برگ‌های بریده شده، دمبرگ آنها در گلولهٔ پنبه‌ای خیس قرار داده شد. کلیهٔ مراحل پرورش میزبان در اتاق حرارت ثابت و تحت شرایط محیطی دمای ۱±۲۶ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

تهیهٔ کلنی *T. brassicae*

جمعیت اولیهٔ زنبورهای پارازیتویید *T. brassicae* مورد استفاده در این تحقیق به صورت تخم پارازیته بید غلات از بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک، موسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور فراهم گردید. با ظهور زنبورها، تکثیر آنها با استفاده از تخم بید آرد (سن کمتر از ۲۴ ساعت) در لوله‌های آزمایش شیشه‌ای به ابعاد ۲۰×۴ سانتی‌متر ادامه یافت. حدود ۱۰۰۰ عدد تخم بید آرد پارازیته شده به همراه تخم‌های *H. armigera* (سن کمتر از۲۴ ساعت) پرورش یافته روی رژیم غذای مصنوعی که با استفاده از یک قلم موی ظریف و کمی آب مقطر، روی نوارهای مقوایی ۱۶×۳ سانتی‌متر چسبانده شده بودند، داخل لوله‌های شیشه‌ای ۲۰×۴ سانتی‌متر قرار گرفتند. برای تغذیهٔ زنبورها، یک قطره کوچک عسل روی نوار مقوایی قرار داده شد. دهانه‌ی لوله‌ها با گلولهٔ پنبه‌ای و پارچه توری مسدود گردید. زنبورها برای دو نسل متوالی روی تخم‌های کرم میوهٔ گوجه‌فرنگی در شرایط اتاق رشد (دمای ۲±۲۶ درجهٔ سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی) تکثیر شدند. نتاج نسل دوم برای انجام آزمایش‌ها، مورد استفاده قرار گرفت.

بررسی خصوصیات زیستی *T. brassicae*

یک زنبور مادهٔ سالم از کلنی زنبورهای تکثیر شده با عمر حداکثر ۲۴ ساعت که طی این مدت با عسل تغذیه شده و جفت‌گیری کرده بود، با استفاده از یک قلم‌موی ظریف به لوله شیشه‌ای به طول ۱۰ و قطر ۱/۵ سانتی‌متر منتقل و دهانهٔ لولهٔ آزمایش با یک گلولهٔ پنبه‌ای و پارچهٔ توری مسدود گردید. برای تغذیهٔ زنبور، یک قطره کوچک عسل روی دیوارهٔ داخلی لولهٔ آزمایش قرار داده شد.

تخم شب‌پرهٔ *H. armigera* که لارو آن به مدت دو نسل از ارقام گوجه‌فرنگی مورد نظر تغذیه کرده بود، به عنوان میزبان در اختیار زنبور پارازیتویید قرار گرفت. برای

این منظور، تعداد ۳۰ عدد تخم میزبان با استفاده از قلم‌موی ظریف روی نوار مقوایی سفید رنگ به ابعاد ۷×۱ سانتی‌متر با استفاده از کمی آب مقطر چسبانده شد و نوار مقوایی حاوی تخم میزبان داخل لوله آزمایش قرار گرفت. تعداد ۲۰ تکرار (هر زنبور به عنوان یک تکرار) برای هر تیمار در نظر گرفته شد. لوله‌های آزمایش محتوی زنبور مادهٔ تریکوگراما و تخم میزبان به اتاقک رشد منتقل شدند. تخم‌های میزبان پس از ۲۴ساعت از دسترس زنبور خارج و با ثبت شمارهٔ نمونه، تاریخ و رقم گوجه‌فرنگی داخل لولهٔ آزمایش جداگانه تا زمان ظهور زنبورهای پارازیتویید نگهداری شدند. در صورت زنده بودن زنبور، تخم جدید میزبان در اختیارآن قرار گرفت و آزمایش تا زمان مرگ زنبور ادامه یافت. لاروهای میزبان خارج شده از تخم‌های پارازیت نشده، با انجام بازدیدهای روزانه حذف گردیدند تا آسیبی به سایر تخم‌های پارازیته وارد نشود. پس از ۵ روز، تعداد تخم‌های سیاه‌رنگ به نشانه پارازیته شدن (Hassan, 1990) شمارش و ثبت شد.

صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از:

الف) طول عمر زنبور (روز)

ب) تعداد تخم‌های پارازیت شده در طول عمر زنبور

پ) درصد پارازیتیسم (مجموع تعداد تخم‌های پارازیت شده نسبت به کل تخم‌های میزبان در اختیار هر زنبور در طول عمر به صورت درصد)

$$\text{درصد پارازیتیسم} = \frac{\text{تعداد کل تخم‌های پارازیته}}{\text{تعداد کل تخم‌های میزبان در اختیار در طول عمر زنبور}} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

ت) پارازیتیسم روزانه (تعداد تخم‌های پارازیته توسط هر زنبور در هر روز)

$$\text{درصد پارازیتیسم روزانه} = \frac{\text{تعداد کل تخم‌های پارازیته در طول عمر زنبور}}{\text{تعداد روزهای برخوردار از تخم میزبان}} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

ث) طول دورهٔ رشد و نمو مراحل نابالغ زنبور (تخم تا حشره کامل به روز)،

ج) درصد خروج زنبور (درصد تخم‌های پارازیته که زنبور از آن‌ها خارج شد)

$$\text{درصد خروج زنبور} = \frac{\text{تعداد تخم‌های پارازیته که زنبور از آن خارج شد}}{\text{تعداد کل تخم‌های پارازیته}} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

چ) تعداد کل نتاج تولید شده به ازاء هر زنبور ماده

ح) تعداد نتاج به ازاء هر تخم پارازیته

$$\text{تعداد نتاج به ازاء هر تخم} = \frac{\text{تعداد زنبورهای ظاهر شده}}{\text{تعداد تخم‌های پارازیته که زنبور از آن خارج شد}} \quad \text{(رابطه ۴)}$$

خ) نسبت جنسی [ماده/(نر+ماده)]

تجزیه آماری

داده‌های به‌دست آمده ابتدا از نظر نرمال بودن و وجود رابطه بین میانگین و واریانس مورد بررسی قرار گرفت. تبدیل داده‌ها به صورت لگاریتمی (طول عمر و باروری) و آرک سینوس (درصد خروج) انجام شد. نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 و به روش مدل خطی عمومی (Proc: GLM) تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین داده‌ها، در صورت معنی‌دار شدن اختلاف بین تیمارها، با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج

طول دورهٔ رشد و نمو مراحل نابالغ زنبور پارازیتویید *T. brassicae* (تخم تا حشره کامل) در تخم‌میزبان *H. armigera* پرورش یافته روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول این دوره به صورت معنی‌داری تحت تاثیر ارقام گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار دارد ($F_{9,190}$=۶۸/۵۹۵، P<۰/۰۰۰۱). با توجه به اینکه مراحل نابالغ این پارازیتویید داخل تخم میزبان سپری می‌شود، تفکیک طول دورهٔ جنینی، لاروی، پیش شفیرگی و شفیرگی آن امکان‌پذیر نیست و به همین دلیل مجموع دوره‌های نابالغ این پارازیتویید در این جدول ثبت شده است. مقادیر محاسبه شدهٔ طول این

دوره‌های زیستی در زنبورهای پارازیتویید پرورش یافته روی رقم Super Urbana (۰/۰۳ ± ۸/۶۱ روز) بیشتر از سایر ارقام بود. کوتاه‌ترین طول دورهٔ رشد و نمو مراحل نابالغ در رقم Aras (۰/۰۳ ±۸/۰۴ روز) مشاهده گردید. طول عمر زنبورهای ماده در تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت ($F_{9,190}$=۰/۴۰۲، P =۰/۹۳۳) و از ۷/۱۰ روز در رقم Super Mobil تا ۸/۰۵ روز در رقم Rio Grande متغیر بود (جدول ۱).

جدول ۱– میانگین(± خطای معیار) طول دورهٔ رشد و نمو مراحل نابالغ (روز) و طول عمر زنبور ماده (روز) *Trichogramma brassicae* در تخم میزبان *Helicoverpa armigera* پرورش یافته روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی (۱ ± ۲۶ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی).

Table1. *Trichogramma brassicae* egg–adult duration (days) and Female longevity (days) mean (± SE) per *Helicoverpa armigera* egg was reared on tomato cultivars (26±1°C, RH of 60±10% and 16 h photophase).

Cultivar	Egg–adult duration (days)	Female Longevity (days)
Aras	8.04±0.02^{f}	7.30±0.52 ^{a}
Atrak	8.20±0.02^{e}	7.35±0.55 ^{a}
Korall	8.29±0.03^{de}	7.25±0.51 ^{a}
Mobil	8.07±0.01^{f}	7.30±0.49 ^{a}
Rio Grande	8.05±0.03^{f}	8.05±0.49 ^{a}
Sivand	8.36±0.03^{cd}	7.55±0.49 ^{a}
Super Chief	8.33±0.03^{d}	8.00±0.42 ^{a}
Super Mobil	8.52±0.02^{ab}	7.10±0.56 ^{a}
Super Queen	8.45±0.02^{bc}	7.30±0.49 ^{a}
Super Urbana	8.61±0.03^{a}	7.60±0.52 ^{a}

Means followed by the same letter within a column are not significantly different ($p < 0.05$; Tukey's test).

میانگین کل تعداد تخم‌های پارازیته، مجموع تعداد زنبورهای خارج شده از کل تخم‌های پارازیته و تعداد زنبورهای خارج شده از هر تخم *H. armigera* درجدول ۲ آورده شده است. در میانگین کل تعداد تخم‌های پارازیته اختلاف معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی دیده نشد ($F_{9,190}$=۰/۲۹۰، P=۰/۹۷۷). در بین تیمارهای مورد مطالعه، بیشترین تعداد کل تخم‌های پارازیته مربوط به رقم Rio Grande (۶۷/۸۵ عدد) و کمترین آن مربوط به رقم Super Mobil (۵۹/۳۵ عدد) بود. میانگین تعداد تخم پارازیته در روز از ۸/۹۳ عدد (رقم Super Chief) تا ۱۰/۷۶ عدد (رقم Atrak) متغیر بود.همچنین اختلاف معنی‌داری در تعداد نتاج شمارش شده در بین تیمارهای مورد بررسی مشاهده نشد ($F_{9,190}$=۰/۳۹۱، P<۰/۹۳۹) ولی تعداد نتاج در هر تخم میزبان اختلاف معنی‌داری نشان داد ($F_{9,190}$=۲/۳۵۸، P<۰/۰۱۵). تعداد نتاج شمارش شده از ۷۵/۴۰ زنبور تا ۸۹/۹۵ زنبور به ازاء هر زنبور ماده متغیر بود. بیشترین تعداد نتاج در هر تخم میزبان مربوط به رقم Super Chief (میانگین ۱/۴۵ فرد در هر تخم پارازیته) و کمترین آن مربوط به رقم Aras (میانگین ۱/۳۷ فرد در هر تخم پارازیته) بود.

تنوع قابل توجهی از نظر پارازیتیسم تخم‌های *H. armigera* در ده رقم گوجه‌فرنگی از داده‌های جمع‌آوری شده مشاهده شد ($F_{9,190}$=۰/۲۸۷۵، P=۰/۰۰۳). نرخ پارازیتیسم از ۲۹/۷۸ درصد در Super Chief تا ۳۵/۸۶ درصد در رقم Atrak متغیر بود (جدول.۳).

در پژوهش ما، حداکثر فعالیت پارازیتیسم در چهار روز اول پس از شروع تخم‌ریزی متمرکز بود.

نرخ پارازیتیسم تجمعی در کلیهٔ تیمارها در این مدت حدود ۸۰ درصد مشاهده گردید. نرخ پارازیتیسم در روز چهارم (از زمان آغاز تخم‌ریزی) در تیمارهای مختلف به میزان ۷۸/۲۷ درصد (رقم Aras)، ۷۸/۶۰ درصد (رقم Atrak)، ۷۸/۲۶ درصد (رقم Korall)، ۷۹/۳۲ درصد (رقم Mobil)، ۷۷/۴۶ درصد (رقم Rio Grande)، ۸۰/۷۹ درصد (رقم Sivand)، ۸۰/۹۳ درصد (رقم Super Chief)، ۸۱/۶۳ درصد (رقم Super Mobil)، ۸۰/۰۱ درصد (رقم Super Queen) و ۷۹/۷۳ درصد (رقم Super Urbana) بود (شکل ۱).

جدول ۲– میانگین(± خطای معیار) تعداد کل تخم‌های پارازیته، تعداد کل نتاج تولید شده به ازاء هر زنبور ماده و تعداد نتاج/ تخم زنبور *Trichogramma brassicae* در تخم میزبان *Helicoverpa armigera* پرورش یافته روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی (۱±۲۶ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی).

Table 2. *Trichogramma brassicae* total number of parasitized eggs, total number of offspring per female wasp and emerged adult number/egg mean (± SE) over eggs of *Helicoverpa armigera* were reared on tomato cultivars (26±1°C, RH of 60±10% and 16 h photophase).

Tomato cultivar	Total number of parasitized eggs/female	Total number of offspring/female	Adults emerged /egg
Aras	64.20±5.29 [a]	82.15±6.43 [a]	1.37±0.02[b]
Atrak	65.05±4.84 [a]	85.00±5.81 [a]	1.40±0.02[ab]
Korall	64.40±5.65 [a]	83.60±7.47 [a]	1.38±0.02[ab]
Mobil	59.40±5.38 [a]	75.40±6.54 [a]	1.38±0.02[ab]
Rio Grande	67. 85±4.59 [a]	89.95±5.76 [a]	1.43±0.02[ab]
Sivand	62.20±4.84 [a]	80.85±6.06 [a]	1.41±0.02[ab]
Super Chief	64.00±4.56 [a]	86.85±6.11 [a]	1.45±0.01[a]
Super Mobil	59.35±5.72 [a]	78.00±7.05 [a]	1.42±0.02[ab]
Super Queen	61.10±5.03 [a]	79.15±6.23 [a]	1.39±0.02[ab]
Super Urbana	61.90±5.58[a]	81.50±7.08 [a]	1.41±0.02[ab]

Means followed by the same letter within a column are not significantly different ($p < 0.05$; Tukey's test).

درصد خروج حشرات کامل پارازیتوئید از تخم میزبان در تیمارهای مختلف بین ۹۳/۰۸ درصد (رقم Sivand) تا ۹۴/۶۹ درصد (رقم Aras) متغیر بود (جدول۳) ولی تفاوت آماری معنی‌داری بین ارقام وجود نداشت ($F_{9,190}$=۱/۰۴۸، P=۰/۴۰۴).

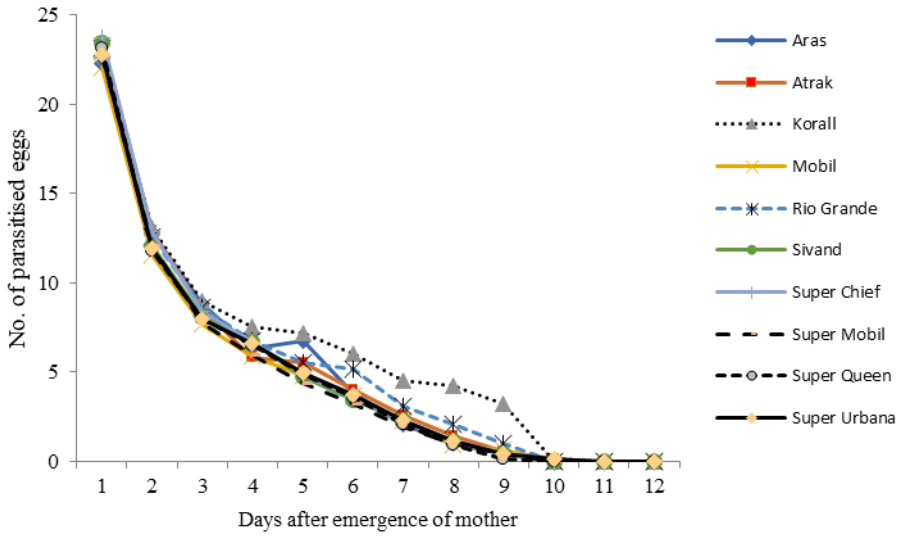
نسبت جنسی نتاج که در همهٔ موارد به سمت جنس ماده گرایش داشت در ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری نشان داد ($F_{9,190}$=۱۰/۱۷۷، P<۰/۰۰۰۱). نسبت جنسی نتاج از ۵۹/۵۴ درصد (رقم Aras) تا ۶۲/۶۸ درصد (رقمRio Grande) متغیر بود (جدول۳).

جدول۳– میانگین(± خطای معیار) نرخ پارازیتیسم، نرخ خروج زنبور و نسبت جنسی نتاج *Trichogramma brassicae* در تخم میزبان *Helicoverpa armigera* پرورش یافته روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی.

Table 3. *Trichogramma brassicae* parasitism rates, emergence rates and proportion of female sex mean (± SE) over *Helicoverpa armigera* eggs reared on tomato cultivars at laboratory conditions.

Tomato cultivar	Parasitism rate (eggs/female)	Emergance rate (%)	Female sex ratio (%)
Aras	34.42±1.20^{ab}	94.69±0.35 ^{a}	59.54±0.54^{b}
Atrak	35.86±1.56^{a}	94.59±0.41 ^{a}	60.32±0.23^{b}
Korall	34.07±1.00^{ab}	93.99±0.47 ^{a}	59.68±0.19^{b}
Mobil	30.72±1.25^{ab}	93.59±0.34 ^{a}	60.03±0.28^{b}
Rio Grande	32.40±1.27^{ab}	93.70±0.43 ^{a}	62.65±0.40^{a}
Sivand	31.31±0.88^{ab}	93.08±0.49 ^{a}	59.97±0. 30^{b}
Super Chief	29.78±0.80^{b}	93.66±0.38 ^{a}	62.41±0.32^{a}
Super Mobil	31.79±0.72^{ab}	93.45±0.54 ^{a}	60.58±0.20^{b}
Super Queen	31. 90±0.86^{ab}	94.07±0.42 ^{a}	61.09±0.56^{ab}
Super Urbana	30.08±1.40^{b}	93.84±0.47 ^{a}	59.90±0.25^{ab}

Means followed by the same letter within a column are not significantly different ($p < 0.05$; Tukey's test).



شکل ۱– تعدادتخم‌های پارازیته *Helicoverpa armigera* و پرورش یافته روی ارقام گوجه‌فرنگی در طول زندگی زنبورهای ماده *Trichogramma brassicae*

Fig. 1. Number of *Helicoverpa armigera* eggs parasitized reared on tomato cultivars through their entire life by *Trichogramma brassicae* females.

بحث

گیاهان با آزاد کردن مواد شیمیایی به صورت مستقیم موجب تغییر رفتار دشمنان طبیعی شده و یا به طور غیرمستقیم با تأثیرگذاری بر میزبان دشمنان طبیعی، آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این اثرات ممکن است مثبت و به نفع دشمنان طبیعی باشد، یا به صورت منفی عمل کرده و بقا، اثربخشی و سازگاری آنها را کاهش دهد (Bottrell *et al.*, 1998). اگرچه گونه‌های مختلف گیاهان میزبان بیشترین دامنه را در نوع پاسخ‌ها ایجاد می‌کنند، اما ارقام یک گونه نیز می‌توانند اثرات متفاوتی روی دشمنان طبیعی داشته باشند

(Ramnath & Uthamasamy, 1992; Powell & Lambert, 1993). نتایج این تحقیق نشان داد که زنبور *T. brassicae* می‌تواند تخم میزبان *H. armigera* که لارو آن از ارقام مختلف گوجه‌فرنگی تغذیه کرده است را پارازیت کرده و در آن رشد و نمو یابد. همچنین مشخص شد که تغذیهٔ لارو *H. armigera* از ارقام مختلف گوجه‌فرنگی با تاثیر روی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تخم میزبان می‌تواند ویژگی‌های زیستی زنبور پارازیتویید تخم *T. brassicae* را تا حدی تحت تاثیر قرار دهد. نتایج این تحقیق با نتایج به دست آمده از مطالعات قبلی (Moreau *et al.*, 2009; Ranjbar–Aghdam & Mahmoudian, 2014; Ghorbani *et al.*, 2015) در رابطه با تاثیرپذیری ویژگی‌های زیستی زنبور تریکوگراما به عنوان سطح سوم غذایی حاصل از پارازیتیسم تخم گونه‌هایی از آفات (حلقهٔ دوم زنجیرهٔ غذایی) که با رژیم غذایی شامل ارقام مختلف گیاهی (حلقهٔ اول زنجیرهٔ غذایی) پرورش می‌یابند، مطابقت دارد و این فرضیه را که گیاه میزبان مورد تغذیه گیاهخوار می‌تواند به صورت غیرمستقیم عملکرد پارازیتوئیدهای تخم را تحت تأثیر قرار دهد، تأیید می‌کند.

براساس نتایج بدست آمده، اگرچه تفاوتی معنی‌دار (با سطح اطمینان ۹۵٪) در صفاتی مانند طول عمر زنبور ماده، تعداد کل تخم‌های پارازیته، تعداد نتاج تولید شده و درصد خروج زنبور مشاهده نشد ولی بین متغیرهای طول دورهٔ رشد و نمو مراحل نابالغ زنبور، پارازیتیسم روزانه، تعداد نتاج در هر تخم میزبان، درصد پارازیتیسم و نسبت جنسی تفاوت وجود داشت.

وجود تفاوت معنی‌دار در طول دورهٔ رشد و نمو مراحل نابالغ زنبور پارازیتویید *T. brassicae* درتخم‌میزبان *H. armigera* پرورش یافته روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی نشان دادکه کیفیت و کمیت تخم‌های *H. armigera*که لارو آن از ارقام مختلف گوجه‌فرنگی تغذیه کرده بودند، ارزش غذایی متفاوتی برای رشد ونمو مراحل نابالغ *T. brassicae* دارند.

محققین پیشین، طول دورهٔ رشدی مراحل نابالغ زنبور *T. brassicae* را روی تخم سفیدهٔ کوچک کلم *Pieris rapae* L. (Lep.: Pieridae) در دمای ۰/۵± ۲۵ درجهٔ سلسیوس، برای افراد ماده و نر به ترتیب ۰/۱۵± ۱۰/۴۳ روز و ۰/۱۱± ۱۰/۰۷ روز (Pourarian *et al.*, 2017)، روی تخم بید غلات *Sitotroga cerealella* Olivier (Lep.: Gelechidae) در دمای ۱± ۲۴ درجهٔ سلسیوس معادل ۱۱/۶۱ روز (Yazdani–Khorasgani *et al.*, 2006) و روی تخم بید آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) در دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس معادل ۱۲/۵ روز (Lundgren & Heimpel, 2003) گزارش کردند. دورهٔ رشدی متفاوت مراحل نابالغ در تحقیقات مختلف می‌تواند به شرایط آزمایش به ویژه دما، اکوتیپ زنبور، گونه میزبان و گیاه میزبان مورد بررسی نسبت داده شود.

عدم وجود تفاوت قابل ملاحظه در طول عمر حشرات ماده در این پژوهش نشان داد که تغذیهٔ *H. armigera* از ارقام مختلف گوجه‌فرنگی اثر قابل توجهی بر تخم این شب‌پره که بتواند بر طول عمر زنبور *T. brassicae* تاثیرگذار باشد، نداشته است.

طول عمر حشرات کامل پارازیتویید، یک پارامتر زیستی مهم در کنترل کیفیت آنان و در مهار زیستی آفات محسوب می‌شود (McDougall & Mills, 1997; Nordlund *et al.*, 1997). در تحقیقات پیشین، میانگین طول عمر زنبور *T. brassicae* در حضور تخم میزبان *Ostrinia nubilalis* Hubner (Lep.: Pyralidae) و عسل در دمای ۲۷–۲۵ درجهٔ سلسیوس ۱۲/۳۳ روز (Zhang *et al.*, 2004)، در حضور تخم میزبان *S. cerealella* و عسل در دمای ۲± ۲۵ درجهٔ سلسیوس ۸/۲ روز (Karimi–Malati & Hatami, 2010) و روی میزبان‌های *E. kuehniella* و *Carda cautella* Walker (Lep.: Pyralidae) همراه با تغذیه از عسل در دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس به ترتیب ۱۵/۷۳ روز و ۱۵/۵۰ روز (Ozder & Kara, 2010)گزارش شده است. با این‌حال، Lundgren & Heimpel (2003) طول عمر زنبور *T. brassicae* را در حضور تخم میزبان *E. kuehniella* و عسل در دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۴/۰۲ روز گزارش کردند که نتیجهٔ متفاوتی با نتایج این تحقیق و سایر تحقیقات ذکر شده دارد.

ویژگی‌های زیستی از جمله طول عمر و نرخ زنده‌مانی زنبور تریکوگراما تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله نوع گونه و اکوتیپ زنبور، کیفیت و کمیت میزبان، کیفیت و کمیت غذای مکمل و درجهٔ حرارت محیط قرار می‌گیرد (McDougall & Mills, 1997; Attaran *et al*., 2000; Zhang *et al*., 2004; Karimi–Malati & Hatami, 2010; Ozder & Kara, 2010).

در مطالعات محققین پیشین، بیشترین تعداد تخم‌های پارازیته توسط *T. brassicae* روی تخم‌های *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Plutellidae) در دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس، ۵۲/۸۷ تخم (Akbari *et al*., 2011)، روی تخم‌های بید غلات، *S. cerealella* در دمای ۳۰ درجهٔ سلسیوس، ۴۰/۲۵۷ تخم (Negahban *et al*., 2016) و روی تخم‌های شب‌پره‌های *E. kuehniella* و *Plodia interpunctella* Hübner (Lep.: Pyralidae) در دمای ۱±۲۵ درجهٔ سلسیوس، به ترتیب ۵۶/۲۳ و ۳۹/۳۶ تخم (Iranipour *et al*., 2009) به‌دست آمد.

در مطالعات Lashgari *et al*. (2010)، متوسط تولید تخم توسط یک فرد ماده در طول عمر (نرخ ناخالص تولید مثل: *GRR*) زنبور *T. brassicae* در دمای ۱±۲۵ درجهٔ سلسیوس، روی تخم‌های *H. armigera*، *E. kuehniella* و *S. cerealella* به ترتیب ۸۴/۴۵، ۱۰۲/۶۳ و ۹۵/۶۵ تخم و متوسط تعداد نتاج مادهٔ تولید شده توسط یک زنبور ماده (نرخ خالص تولید مثل: R_0) به ترتیب ۴۱/۹۸، ۵۵/۶۵ و ۴۲/۱۷ ماده/ماده/نسل به دست آمد. همچنین در مطالعهٔ پارامترهای رشد جمعیت *T. brassicae* در ارقام مختلف برنج در دمای ۱±۲۷ درجهٔ سلسیوس، متوسط تعداد نتاج ماده تولید شده توسط یک زنبور ماده بین ۳۷/۶۴ تا ۴۳/۳۴ ماده/ماده/نسل گزارش گردید (Ranjbar–Aghdam & Mahmoudian, 2014).

نتایج تحقیقات ما نشان داد که روند پارازیتیسم با افزایش سن زنبور کاهش می‌یابد. بالاترین میزان پارازیتیسم در روز اول تخم‌ریزی مشاهده شد. این روند در روز دوم کاهش محسوسی داشت و طی روزهای آینده، روند نزولی به صورت تدریجی بود (شکل ۱). نتایج مشابهی توسط Pourarian *et al*. (2017) در پارازیتیسم زنبور *T. brassicae* روی تخم میزبان سفیدهٔ کوچک کلم، *P. rapae* گزارش شده است. همچنین گزارش شده است که گونه‌های مختلف جنس تریکوگراما در صورتیکه روزانه تعداد نامحدودی از تخم میزبان را در اختیار داشته باشند، حداکثر تخم‌ریزی خود را در روز اول انجام می‌دهند (Bai & Smith, 1993; Brotodjojo & Walter, 2006).

افراد مادهٔ زنبور تریکوگراما می‌توانند دو تا سه تخم داخل تخم میزبان *Heliothis* spp. قرار دهند (Knutson, 1998). بر اساس یافته‌های Brotodjojo & Walter (2006)از تخم‌های *H. armigera* غالباً سه حشره کامل زنبور پارازیتوید *T. pretiosum* به ازاء هر تخم میزبان در حالیکه از تخم‌های *Spodoptera litura* Fabricius (Lep.: Noctuidae) تنها یک یا حداکثر دو حشره کامل به ازاء هر تخم میزبان خارج می‌شود.

نتایج تحقیق اخیر در رابطه با درصد خروج حشرات کامل پارازیتوئید از تخم میزبان در تیمارهای مختلف حاکی از آن بود که رقم گیاه میزبان تاثیری بر میزان خروج زنبور از تخم‌های *H. armigera* که لارو آن از ارقام مختلف گوجه‌فرنگی تغذیه کرده‌اند، ندارد. به عبارت دیگر میزان تلفات مراحل قبل از بلوغ زنبور *T. brassicae* در تخم میزبان *H. armigera* تحت تاثیر تغذیه از ارقام گوجه‌فرنگی نبود.

نسبت جنسی عامل مهمی در استفاده از یک پارازیتوئید در برنامه‌های کنترل بیولوژیک است، زیرا زنبور ماده است که موجب مرگ آفت می‌شود (Waage, 1982). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نسبت جنسی نتاج زنبور در ارقام مختلف که در همهٔ موارد به سمت جنس ماده گرایش داشت، تفاوت معنی‌داری دارد. کیفیت گیاه و حشرهٔ گیاه‌خوار می‌تواند نسبت جنسی پارازیتوئیدها و در نتیجه پویایی تعاملات پارازیتوئید–میزبان را تحت تاثیر قرار دهد (Fox *et al*., 1990). تنوع نسبت جنسی در زنبورها معمولا به کیفیت میزبان، رقابت بر سر جفت یا شرایط محیطی مانند دما، نور و رطوبت مربوط می‌شود. معمولاً نقش گیاه میزبان در تعیین جنسیت نتاج به صورت غیرمستقیم فرض می‌شود

که ناشی از تفاوت در کیفیت گیاه میزبان (مواد مغذی و یا موادشیمیایی ثانویه) است. این تفاوت‌ها با تاثیر روی ویژگی‌های گیاهخوار (به عنوان مثال، اندازه، رشد و یا بقا) موجب بروز تفاوت در ویژگی‌های پارازیتوئید در واکنش به تفاوت‌های میزبان گیاه‌خوار می‌شود (Fox *et al*., 1996).

مطالعات متعددی توسط پژوهشگران پیشین در رابطه با نحوی تاثیر حلقهٔ دوم زنجیرهٔ غذایی (تخم بال‌پولک‌داران مختلف) بر ویژگی‌های زیستی و رفتاری زنبور تریکوگراما به انجام رسیده است. با این‌حال مدارک محدودی در رابطه با تاثیر ارقام یک گیاه میزبان (به عنوان حلقهٔ اول زنجیرهٔ غذایی) بر زنبور پارازیتوئید تریکوگراما وجود دارد. این مطالعه فرصتی در جهت شناخت بهتر برهم‌کنش‌های سطوح سه گانه تغذیه‌ای (ارقام گوجه‌فرنگی–کرم میوهٔ گوجه‌فرنگی–زنبور تریکوگراما) فراهم نمود و نشان داد که در برنامه‌های مهار زیستی یک آفت، نه تنها حشرهٔ آفت، بلکه گیاه میزبان و ارقام مختلف آن نیز باید مورد توجه قرار گرفته و ساز و کارهای تاثیرات احتمالی ارقام گیاهی بر پارازیتویید نیز مورد بررسی قرار گیرند. با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص گردید که میزان پارازیتیسم تخم *H. armigera* توسط زنبور *T. brassicae* به صورت غیرمستقیم تحت تاثیر تغذیه میزبان از ارقام گوجه‌فرنگی قرار می‌گیرد و این موضوع می‌تواند بر میزان رهاسازی این زنبور با توجه به رقم گوجه‌فرنگی، تاثیرگذار باشد. با این‌حال و به دلایل گوناگون، از جمله تاثیر روش مدیریت مزرعه به ویژه در رابطه با نحوهٔ تغذیه و آبیاری گیاه که بطور غیرمستقیم (با تاثیر روی ساختار فیزیکوشیمیایی گیاه میزبان و در نتیجه تاثیر بر ترکیبات مغذی میزبان) و مستقیم (با تاثیر روی ساختار فیزیکوشیمیایی گیاه میزبان و تغییر در ترکیبات شیمیایی فرار جلب و یا دفع کننده دشمن طبیعی و ویژگی‌های ساختمانی گیاه) بر عملکرد *T. brassicae* تاثیرگذارند، نمی‌توان دستورالعمل مشخصی را تنها بر اساس یافته‌های آزمایشگاهی در این رابطه ارائه نمود.

بدیهی است که ارزیابی‌های دقیق‌تر از نحوهٔ رفتار این زنبور در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی با هدف ارائهٔ دستورالعمل مناسب در رابطه با میزان رهاسازی در شرایط مزرعه به منظور کنترل این آفت با انجام آزمایش‌های بیشتر در شرایط گلخانه و مزرعه به دست خواهد آمد.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر بخشی از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد. نویسندگان لازم میدانند از ریاست محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی برای همکاری در انجام این پژوهش و نیز بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک و بخش تحقیقات رده بندی حشرات (سرکار خانم دکتر عالی پناه) موسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور به ترتیب برای تامین جمعیت اولیهٔ زنبور *T. brassicae* و تایید گونهٔ *H. armigera* قدردانی نمایند.

References

Aboutalebi, A., Hassanzadeh, H., Zakeri, E. & Nejati, F. 2013. Yield and some important characteristics of sixteen tomato cultivars in climatic conditions of southern regions of Iran. Seed and Plant Improvement Journal, 29(1): 203–207 (In Persian with English abstract). DOI 10.22092/spij.2017.111151

Akbari, F., Askarian Zadeh, A.R., Attaran, M.R. & Zamani, A.A. 2011. The effect of temperature on the parasitism of three species of *Trichogramma pintoi*, *T. brassicae*, *T. embryophagum* (Hym.: Trichogrammatidae) on *Plutella Xylostella* (Lep.: Plutellidae) in laboratory conditions. Journal of Plant Protection, 34(1): 13–21. (In Persian with English summary)

Ahmadi, K., Ebad–Zadeh, H.R., Hatami, F., Mohammad–Nia, Afrozi, SH., Esfandyari–Poor, E., & Taghani, R.A. 2021. Iran agricultural statistics Report 2019–2020, vol. 1: agricultural crops. Jihad–Agriculture, Ministry, Department of Planning and Economy, Center for Information and Communication Technology, Tehran, Iran. [In Persian] Available at http://www.maj.ir/Index.aspx?page_=form&lang=1&PageID=11583&tempname= amar&sub=65&methodName=ShowModuleContent (accessed 18 August, 2021).

Attaran, M.R., Shojaie, M. & Ebrahimi, E. 2000. Comparison of some population parameters in different ecotypes of *Trichogramma brassicae* Bezd. (Hym.: Trichogrammatidae). Journal of Applied Entomology and Phytopathology, 72(2): 39–46.

Bai, B.B. & Smith, S.M. 1993. Effect of host availability on reproduction and survival of the parasitoid wasp *Trichogramma minutum*. Ecological Entomology, 18: 279 –286.

Ballal, C.R. & Singh, S.P. 2003. The effectiveness of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma brasiliense* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) as parasitoids of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on Sunflower (*Helianthus annus*) and Redgram (*Cajanus cajan*). Biocontrol Science and Technology, 13: 231–240.

Banerjee, M.K. & Kalloo, G. 1989. Role of phenols in resistant to tomato leaf curl virus, *Fusarium* wilt and fruit borer in *Lycopersicon*. Current Science, 58: 575–576.

Bayat, F. & Parvizi, KH. 2016. Changes of physicochemical properties of tomato during different stages of ripening. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 17(2): 155–168.

Behdad, E. 2009. Introductory entomology and important plant pests of Iran. 2nd ed., Yadbood publication, Esfahan, Iran, pp. 285–288. (In Persian with English summary)

Blum, M.S. & Hilker, M. 2002. Chemical protection of insect eggs. In: Hilker, M., Meiners, T. (Eds.), Chemoecology of Insect Eggs and Egg Deposition. Blackwell, Berlin, 61–90.

Bottrell, D.G, Barbosa, P, & Gould, F. 1998. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? Annual Review of Entomology, 43: 347–67. doi: 10.1146/annurev.ento.43.1.347.

Brotodjojo, R.R.R. & Walter, G.H. 2006. Oviposition and reproductive performance of a generalist parasitoid (*Trichogramma pretiosum*) exposed to host species that differ in their physical characteristics. Biological Control, 39(3): 300–312.

Calvin, D.D., Knapp, M.C. & Welch, S.M. 1984. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on Southwestern corn borer eggs. Environmental Entomology, 13(3): 774–780.

Daane, K.M. & Yokota, G.Y. 1997. Release strategies affect survival and distribution of green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae). Environmental Entomology, 26: 455–464.

Daboul, S.Y., Bsheer, A.E.V.M. & Al–Baseet, I.Y. 2011. Relative susceptibility of some tomato cultivars to *Helicoverpa armigera* infestation in Dara´a– Syria. Jordan Journal of Agricultural Sciences, 7(4): 617–623.

Ebrahimi, E., Pintureau, B. & Shojai, M. 1998. Morphological and enzymatic study of the genus *Trichogramma* in Iran (Hym. Trichogrammatidae). Applied Entomology and Phytopathology, 66(1/2): 39–42. (In Persian with English summary)

FAO. 2020. Statistical Database. Available from: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (accessed 30 November, 2022).

Farid, A. 1986. Study of bollworm *Heliothis armigera* (Hub.) on tomato in Jyroft and Kahnuj. *Applied Entomology and Phytopathology*, 54: 15–24. (In Persian with English summary)

Fox, L.R., Letourneau, D.K., Eisenbach, J. & van Nouhuys, S. 1990. Parasitism rates and sex ratios of a parasitic wasp: effects of herbivore and plant quality. Oecologia, 83: 414–419.

Fox, L.R., Kester, K.M. & Eisenbach, J. 1996. Direct and indirect responses of parasitoids to plants: sex ratio, plant quality and herbivore diet breadth. Entomologia Experimentalis et Applicata, 80: 289–292.

Ghorbani, R., Seraj A.A., Allahyari, H. & Farrokhi, S. 2015. Life table of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym: Trichogrammatidae) on tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) grown on different varieties of tomato in the laboratory conditions. Proceedings of 22nd Iranian Plant Protection Congress, 27–30 August 2016, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, IRAN. p 652.

Grenier, S. 1994. Rearing of Trichogramma and other egg parasitoids on artificial diets. In: Wajnberg, E., Hassan, S.A. (Eds.), Biological Control with Egg Parasitoids. CAB International, Wallingford, pp. 73–92.

Harvey, J.A., Vandam, N.M., Witjes, L.M.A., Soler, R., & Gols, R. 2007. Effects of dietary nicotine on the development of an insect herbivore, its parasitoid and secondary hyperparasitoid over four trophic levels. Ecological Entomology, 32(1): 15–23. doi:10.1111/j.1365–2311.2006.00838.x

Hassan, S.A. 1990. A simple method to select effective *Trichogramma* strains for use in biological control, pp.201–204 In: Wajnberg, E., Vinson, S.B. (Eds.), *Trichogramma* and other egg parasitoids. *Les Colloques de l'INRA*.

Iranipour, S., Farazmand, A., Saber, M. & Mashhadi–Jafarloo, M. 2009. Demography and life history of *Trichogramma brassicae* on two laboratory hosts, *Anagasta kuehniella* and *Plodia interpunctella*. Journal of Insect Science, 9(51): 1–8. Available online: http://www.insectscience.org/9.51

Jooyandeh, A., Moeini–Naghadeh, N., Vahedi, H. & Hosseini–Gharalari, A. 2018a. Effect of different tomato cultivars on some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) under lab conditions. Journal of Entomological Society of Iran, 37(37 (Supplementary)): 479–492. doi: 10.22117/jesi.2018.115697.1143

Jooyandeh, A., Moeini–Naghadeh, N. Vahedi, H. & Hosseini–Gharalari, A. 2018b. Nutritional indices and food utilization of tomato fruit worm, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) on ten tomato cultivars. Journal of Entomological Society of Iran, 37(37 (Supplementary)): 493–506. doi: 10.22117/jesi.2018.115701.1144

Karimi–Malati, A. & Hatami, B. 2010. Effect of feeding and male presence on some biological characteristics of female *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Journal of Entomological Society of Iran, 29(2): 1–11.

Kazmer, D.J. & Luck, W. 1991. Female body size, fitness and biological control quality: field experiments with *Trichogramma pretiosum*. In: Wajnberg, E., Vinson, S.B. (Eds.), *Trichogramma* and Other Egg Parasitoids, 3rd International Symposium. Les Colloques de INRA, Paris, 37–40.

Kennedy, G.G. 2003. Tomato, pests, parasitoids, and predators: Tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*. Annual Review of Entomology, 48: 51–72.

King, E.G., Bouse, L.F., Bull, D.L., Coleman, R.J., Dickerson, W.A., Lewis, W.J., Lopez, J.D., Morrison, R.K. & Phillips, J.R. 1986. Management of *Heliothis* spp. in cotton by augmentative releases of *Trichogramma pretiosum* Ril1. Journal of Applied Entomology, 101: 2–10.

Ko, K., Liu, Y., Hou, M., Dirk Babendreier, D., Feng Zhang, F. & Song, K. 2014. Evaluation for potential *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strains for control of the striped stem borer (Lepidoptera: Crambidae) in the greater Mekong subregion. Journal of economic entomology, 107(3): 955–963. https://doi.org/10.1603/EC13481

Kouhi, D., Naseri, B. & Golizadeh, A. 2014. Nutritional performance of the tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera*, on different tomato cultivars. Journal of Insect Science, 14(102): 1–12. Available on: http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1673/031.014.102 (accessed on 27 June 2016)

Knutson, A. 1998. The *Trichogramma* manual. Texas Agricultural Extension Service [on line], Available on: http://entowww.tamu.edu/extension/bulletins/b–6071.html(accessed on 17 June 2015)

Krishnamoorthy, A. & Mani, M. 1996. Bio–suppression of *Helicoverpa armigera* (Hüb.) on tomato using two egg parasitoids, *Trichogramma brasiliensis* (Ashm.) and *Trichogramma pretiosum* (Riley). Journal of Entomological Research, 20(1): 37–41.

Lashgari, A.A., Talebi, A.A., Fathipour, Y. & Farahani, S. 2010. Study on demographic parameters of *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) (Hym.: Trichogrammatidae) on three host species in laboratory conditions. Journal of Entomological Research, 2 (1): 49–60. (In Persian with English summary)

Li, L.Y. 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control of different crops: A survey, pp. 37–54 In: Wajnberg E. and Hassan, S. A. (Eds.). Biological control with egg parasitoids. CAB International, Wallingford, U. K.

Liu, Z., Li, D., Gong, P. & Wu, K. 2004. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. *Environmental Entomology*, 33: 1570–1576.

Lundgren, J.G. & Heimpel, G.E. 2003. Quality assessment of three species of commercially produced *Trichogramma* and the first report of thelytoky in commercially produced *Trichogramma*. Biological Control, 26: 68–73.

McDougall, S.J. & Mills, N.J. 1997. The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 83: 195–203.

Mills, N. 2010. Egg Parasitoids in Biological Control and Integrated Pest Management, pp. 389–411 In: Consoli, F. L., Parra, J.R.P. and Zucchi, R.A. (Eds.), *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma*. Springer, New York.

Moreau, J., Richard, A., Benrey, B. & Thiéry, D. 2009. Host plant cultivar of the grapevine moth *Lobesia botrana* affects the life history traits of an egg parasitoid. Biological Control, 50: 117–122. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.03.017

Mortazaee–Nezhad, F., & Atemadi, N. 2005. The survey of quantitative and qualitative in 17 cultivars tomato (*Lycopersicon esculemtum* Mill.) in Isfahan region. Journal of Research in Agricultural Science 1(1): 30–35. (In Persian with English summary)

Naseri, B., Fathipour, Y., Moharramipour, S. & Hosseininaveh, V. 2009. Life table parameters of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) on different soybean cultivars. Journal of Entomological Society of Iran, 29(1): 25–40.

Naseri, B., Fathipour, Y., Moharramipour, S. & Hosseininaveh, V. 2011. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13: 17–26.

Nemati–Kalkhoran, M., Naseri, B., Rahimi–Namin, F. & Kouhi, D. 2013. Life table parameters and digestive enzymes activity of *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) on different tomato cultivars. Journal of Entomological Society of Iran, 33(2): 45–58.

Negahban, M., Sedaratian–Jahromi, A., Ghane–Jahromi, M. & Haghani, M. 2016. Temperature–dependent parasitism in *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae), modeling finite parasitism rate. Journal of Entomological Society of Iran, 36(1): 13–27. (In Persian with English summary)

Nordlund, D.A., Wu, Z.X. & Greenberg, S.M. 1997. In vitro rearing of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for ten generations, with quality assessment comparisons of in vitro and in vivo reared adults. Biological Control, 9: 201–207.

Olfati, J.A., Soleimani, H. & Jorkesh, A. 2018. Yield and some Important Characteristics of Thirteen Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivars in Jiroft Region. Seed and Plant Improvement Journal 33(4): 427–439 (in Persian). doi: 10.22092/spij.2018.117859

Ozder, N. & Kara, G. 2010. Comparative biology and life tables of *Trichogramma cacoeciae*, *T. brassicae* and *T. evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) with *Ephestia kuehniella* and *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) as hosts at three constant temperatures. Biocontrol Science and Technology, 20(3): 245–255.

Pak, G.A. & Jong, E.J. 1987. Behavioural variation among strains of *Trichogramma* spp.: host recognition. Journal of Zoology, 37: 137–166.

Paron, M.J.F.O., Cruz, I. & Ciociola, A.I. 1998. Effect of Maize Genotypes in the Parasitism by *Trichogramma* spp. on Eggs of *Helicoverpa zea* (Boddie). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 27(3): 435–441.

Paul, A.V.N., Srivastava, M., Dureja, P. & Singh, A.K. 2008. Semiochemicals produced by tomato varieties and their role in parasitism of *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae) by the egg parasitoid *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). International Journal of Tropical Insect Science, 28:108–116.

Pourarian, S., Shirazi, J. & Rasipour, A. 2017. An investigation on the biology and efficiency of *Trichogramma* spp. on the egg of *Pieris rapae* under laboratory conditions. BioControl in Plant Protection, 4(2): 39–53. (In Persian with English summary)

Powell, J.E. & Lambert, L. 1993. Soybean genotype effects on bigeyed bug feeding on corn earworm in the laboratory. Crop Science. 33:556–59

Ramnath, S. & Uthamasamy, S. 1992. Interaction of host–plant resistance and natural enemies for the management of bollworm, *Heliothis armigera* on cotton. In Emerging Trends in Biological Control of Phytophagous Insects, ed. T.N. Ananthakrishnan, pp. 37–42. New Delhi: Oxford & IBH Publ.

Ranjbar–Aghdam, H. & Mahmoudian, R. 2014. Effect of different rice varieties on age specific life table and population growth parameters of *Trichogramma brassicae*, the egg parasitoid of the Striped Stem Borer, *Chilo suppressalis*. Iranian Journal of Plant Protection Science, 45(1): 1–11. (In Persian with English abstract]

Romeis, J. & Shanower, T.G. 1996. Arthropod natural enemies of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepioptera: Noctuidae) in India. Biocontrol Science and Technology, 6: 481–508.

Romeis, J., Shanower, T.G. & Jyothirmayi, K.N.S. 1998. Constraints on the use of *Trichogramma* egg parasitoids in biological control programmes in India. Biocontrol Science and Technology, 8: 289–299.

Safuraie–Parizi, S., Fathipour, Y. & Talebi, A. 2014. Evaluation of tomato cultivars to *Helicoverpa armigera* using two–sex life table parameters in laboratory. *Journal of Asia–Pacific Entomolology*, 17: 837–844.

Sajjad, M., Ashfaq, M., Suhail, A. & Akhtar, S. 2011. Screening of tomato genotypesfor resistance to tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* in Pakistan. Pakistan Journal of Agricultural Science, 48: 49–52.

Schmidt, J.M. 1994. Host recognition and acceptance by *Trichogramma*. In: Wajnberg, E., Hassan, S.A. (Eds.), Biological Control with Egg Parasitoids. CAB International, Wallingford, pp. 165–200.

Selvanarayanan, V. & Narayanasamy, P. 2004. Antixenosis resistance in tomato to the fruit borer *Helicoverpa armigera* (Hübner). International Journal of Tropical Insect Science, 24(3): 201–206.

Selvanarayana, V. & Narayanasamy, P. 2006a. Factors of resistance in tomato accessions against the fruit worm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). Crop Protection, 25(10): 1075–1079.

Selvanarayana, V. & Narayanasamy, P. 2006b. Assessment of tomato germplasm for resistance to fruit borer *Helicoverpa* (=*Heliothis*) *armigera* Hübner. *Journal of Vegetable Science*, 12(1): 71–79.

Smith, S.M. 1996. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. Annual Review of Entomology, 41: 375–406.

Talekar, N.S., Opena, R.T. & Hanson, P. 2006. *H. armigera* Management: A Review of AVRDC's Research on Host Plant Resistance in Tomato. Crop Protection, 5: 461–467.

Tandon, P.L. & Bakthavatsalam, N. 2003. Parasitization efficiency of *Trichogramma chilonis* Ishii on *Helicoverpa armigera* (Hübner) eggs–influence of pigeon pea genotypes. Proceedings of the Symposium of Biological Control of Lepidopteran Pests, July 17–18, 2002, Bangalore, India, 75–78.

Tandon, P.L. & Bakthavatsalam. N. 2004. Influence of sunflower genotypes on parasitization efficiency of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Biological Control, 18(2): 129–134.

Teakle, R.E. 1991. Laboratory culture of *Heliothis* species and identification of disease, pp. 22–29 In: Zalucki M.P. (Ed.), *Heliothis*: Research Methods and Prospects. Springer Verlag.

Waage, J.K. 1982. Sex–ratio and population dynamics of natural enemies–some possible interactions. Annals of Applied Biology, 101: 159–164.

Yazdani–Khorasgani, A., Hosseini–Bai, S., Irani–Nezhad, K.H. & Mashhadi–Jafarloo, M. 2005. An investigation on some biological traits of *Trichogramma brassicae* Bezd. on the eggs of angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* Oliv. Journal of Agricultural Sciences, 12(2): 271–283.

Zalucki, M.P., Daglish, G., Firempong, S. & Twine, P.H. 1986. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: What do we know? Australian Journal of Zoology, 34: 779–814.

Zhang, G.R., Zimmermann, O. & Hassan, S.A. 2004. Pollen as a Source of Food for Egg Parasitoids of the Genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biocontrol Science and Technology, 14: 201–209.

Effect of different tomato cultivars on the biological characteristics of the wasp, *Trichogramma brassicae* an egg parasitoid of the tomato fruit worm, *Helicoverpa armigera*

Ali Jooyandeh[1], Naser Moeini–Naghadeh[2], Hassanali Vahedi[3], Ali Hosseini Gharalari[4]

1. PhD., Plant protection Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.
2.,3. Assistant Professor, Associate professor, Department of Plant protection, Campus of Agriculture & Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.
4. Assistant Professor, IPM team member at Flavorite Group, Warragul, Victoria, Australia

Corresponding author: Ali Jooyandeh, email: alijooy@yahoo.com

Received: Dec., 19, 2022 10(1) 33–48 Accepted: Apr., 16, 2023

Abstract

Biological control of the tomato fruit worm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) by means of inundative release of the egg parasitoid, *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) is a part of an IPM program on tomato crops in Iran. This research was conducted to evaluate the effects of ten commercial tomato cultivars including Aras, Atrak, Korall, Mobil, Rio Grande, Sivand, Super Chief, Super Mobil, Super Queen and Super Urbana on biological characteristics of *T. brassicae* was studied at 26±1°C, 60±10% RH and a photoperiod of 16:8 L:D hours. The mean longevity of female parasitoid wasps ranged from 7.10±0.56 days on the Super Mobil to 8.05±0.49 days on Rio Grande without significant differences. Developmental period from egg to adult of *T. brassicae* on Super Urbana was highest (8.61±0.03 days) and lowest on the Aras (8.04 ± 0.02 days). The rate of parasitism was lower on the Super Urbana with 30.08 ±1.40% and highest on the Atrak with 35.86±1.56%. The average number of parasitized eggs by *T. brassicae* was higher (67.85±4.59 eggs/female) on the Rio Grande and lower on the Super Mobil (59.35±5.72 eggs/female). Female–biased sex ratio varied from 59.54±0.54% on the Aras to 62.65±0.40% on Rio Grande. The number of parasitoid progenies per host egg was highest on Super Chief (1.45 individuals per parasitized egg) and was lowest on Aras (1.37 individuals per parasitized egg). The percent emergence was not influenced by tomato cultivars and was about 90% for the entire treatments. The results suggest that differences between tomato cultivars are the causes of variation in the results of *T. brassicae* parasitism.

Keywords: *Trichogramma brassicae*, *Helicoverpa armigera*, biological control, tomato cultivars, biological characteristics.