DOI: http://dx.doi.org/10.22092/bcpp.2016.103348

ارزیابی فراسنجه‌های زیستی سه گونه از زنبورهای پارازیتوئید جنس *Trichogramma* روی کرم گلوگاه انار، *Ectomyelois ceratoniae* در شرایط آزمایشگاهی

سیده الهه محسنی[۱]، حبیب عباسی پور[۲]، محمدرضا عطاران[۳]، علیرضا عسکریان زاده[۲]

۱- گروه حشره‌شناسی کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران

۲- گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه شاهد، تهران

۳-موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

مسئول مکاتبات: سیده الهه محسنی، پست الکترونیک: S.emohseni@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۳/۱۷ ۳ (۲) ۴۷-۵۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۲۲

چکیده

یکی از مهم‌ترین آفات باغات انار ایران، شب‌پره‌ی کرم گلوگاه انار، *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) می‌باشد که سالانه خسارت‌های قابل توجهی به‌باغات انار وارد می‌سازد. زنبورهای تریکوگراما یکی از عوامل اصلی کنترل بیولوژیک این آفت در سطح باغ‌ها هستند که می‌توان از آن‌ها به‌شکل مؤثری برای کاهش خسارت استفاده شود. در این تحقیق زیست‌شناسی و برخی از فراسنجه‌های مهم زیستی سه گونه زنبور *Trichogramma brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم *E. ceratoniae* در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی بیولوژی آزمایشگاهی، طول دوره‌ی تخم‌ریزی، دوره‌ی بعد از تخم‌ریزی و طول دوران بلوغ در زنبور *T. brassicae* پرورش یافته روی کرم گلوگاه انار به‌ترتیب ۷/۸۰، ۰/۹۰، ۸/۷۰ روز و در زنبور *T. embryophagum* به‌ترتیب ۸/۲۰، ۱/۰۰، ۹/۲۰ روز و در زنبور *T. pintoi* به‌ترتیب ۷/۴۰، ۱/۱۰، ۸/۵۰ روز محاسبه شد. این زنبورها فاقد دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که نرخ ناخالص تولیدمثل (*GRR*)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، متوسط زمان هر نسل (T) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) در زنبور *T. brassicae* روی تخم کرم گلوگاه انار به‌ترتیب ۳۸/۰۲۱ تخم، ۰/۲۸۶ بر روز، ۱۲/۶۵۹ روز، ۱/۳۳۰ بر روز و در زنبور *T. embryophagum* به‌ترتیب ۳۹/۲۴۷ تخم، ۰/۳۱۱ بر روز، ۱۱/۶۴۵ روز و ۱/۳۶۵ بر روز و در زنبور *T. pintoi* به‌ترتیب ۲۸/۶۲۶ تخم، ۰/۲۶۲ بر روز ، ۱۲/۵۵۸ روز و ۱/۳۰۰ بر روز به‌دست آمد که بین آن‌ها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. باتوجه به‌نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که کارایی زنبور *T. embryophagum* نسبت به‌دوگونه‌ی دیگر یعنی *T. brassicae* و *T. pintoi* روی تخم شب‌پره‌ی کرم گلوگاه انار بیشتر است. بنابراین گونه مزبور برای استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی کرم گلوگاه انار قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: کرم گلوگاه انار، *T. brassicae*، *T. embryophagum*، *T. pintoi*، فراسنجه‌های زیستی

مقدمه

انار یکی از محصولات باغی پر ارزش و صادراتی کشور محسوب می شود که به‌دلیل کیفیت میوه و عدم سمپاشی روی آن، توجه بازارهای جهانی را به‌ویژه در سال‌های اخیر، به‌خود جلب کرده است (Kishani Farahani *et al.*, 2010). ایران با تولید سالانه بیش از ۷۰۰ هزار تن انار، اولین تولید کننده و صادرکننده این محصول در جهان به‌شمار می‌آید (Tabatabaii, 2008). تقریباً ۱۳۸۰۴ هکتار از اراضی استان قم اختصاص به‌باغ‌های انار دارد (Anonymous, 2001).

یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی انار، کرم گلوگاه انار، *Ectomyelois* (*Spectrobates*) *ceratoniae* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) است (Mozaffarian *et al*., 2005). کرم گلوگاه انار آفتی با گسترش جهانی است که در ایران دارای میزبان‌های متعددی است و علاوه بر انار به‌مرکبات، انجیر، گردو و سیب نیز حمله می‌کند (Shakeri, 2003). شب پره‌های حاصل از لاروهای زمستان‌گذران تخم‌های خود را روی میله و بساک پرچم‌ها و به‌ندرت روی سطح داخلی کاسبرگ انار می‌گذارند. لارو سن یک در داخل تاج انار باقی مانده و در اواخر سن دوم یا اوایل سن سوم لاروی وارد میوه‌ی انار می‌شود (Farzaneh, 1987). این آفت ضمن تغذیه از میوه و خسارت کمی و کیفی محصول، باعث کاهش قابل توجهی در بازار پسندی میوه می‌شود (Sheikhali *et al*., 2009; Shojaei *et al*., 1987). میزان خسارت آفت مذکور در ارقام مختلف انار بین ۱۵ تا ۹۰ درصد گزارش شده است (Shahrokhi & Zare, 1994).

زنبورهای جنس تریکوگراما یکی از ۸۰ جنس بالا خانواده‌ی *Trichogrammatoidea* است، این بالاخانواده شامل حشرات کوچکی است که اندازه‌ی آن‌ها در حدود ۰/۲ تا ۱/۵ میلی‌متر می‌باشد و دارای ۶۲۰ گونه است (Knutson, 1998). زنبورهای تریکوگراما به‌لحاظ انتشار وسیع جغرافیایی و سازگاری نسبت به‌شرایط مختلف کلیمایی و کاهش خسارت آفات مورد توجه هستند (Shojaei, 1987; Noori *et al*., 1993; Nasrollahi, 1997; Mirkarimi, 1999; Johannes & Steidle, 2001). چندین گونه از زنبورهای پارازیتوئید تریکوگراما به‌عنوان عامل کنترل بیولوژیک علیه آفات بال‌پولک‌دار در کشورهای مختلف به‌کار گرفته شده‌اند (Li, 1994). چندین گونه نیز تاکنون از ایران گزارش شده‌اند (Ebrahimi *et al*., 1998) که برخی از آن‌ها تخم کرم گلوگاه انار را پارازیته می‌کنند (Moemeni *et al*., 1989) و قابلیت استفاده به‌عنوان عوامل بیوکنترل را دارند. تلاش‌ها برای کنترل کرم گلوگاه انار با تولید انبوه و رهاسازی زنبور *T. brassicae* (Bezdenko) در دهه‌ی ۱۹۹۰ در باغ‌های انار شروع شد اما به‌اعتقاد برخی محققین غیرمطلع هنوز اثرات رضایت بخشی از کاربرد آن‌ها به‌دست نیامده است (Poorjavad *et al*., 2011). براساس مطالعات معزی‌پور (۲۰۰۶) زنبورهای تریکوگراما به‌ترتیب قادر به‌پارازیتیسم ۳۷/۴ و ۵۷/۸۴ درصد تخم‌های کرم گلوگاه انار در باغ های انار استان خراسان و یزد بوده‌اند (Moezipour, 2006). بررسی پارامترهای زیستی پارازیتوئید در شرایط آزمایشگاهی ما را قادر به انتخاب مناسب‌ترین گونه یا بیوتیپ برای استفاده و رهاسازی علیه آفت در مزرعه یا باغ می‌کند (Van Lenteren *et al*., 2003). با هدف انتخاب بهترین گونه‌ی زنبور تریکوگراما برای برنامه‌ی کنترل بیولوژیک کرم گلوگاه انار، در این تحقیق ارزیابی زیست‌شناسی آزمایشگاهی و فراسنجه‌های زیستی سه گونه بومی و سازگار با شرایط محیطی استان قم انجام شد.

مواد و روش‌ها

پرورش کرم گلوگاه انار

برای تشکیل کلنی اولیه‌ی کرم گلوگاه انار، نمونه‌های انار رها شده آلوده به لارو و شفیره‌ی آفت در سطح باغ یا روی درختان جمع‌آوری و برای پرورش به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس تعدادی از لاروها را روی جیره‌ی غذایی تهیه شده در ظرف پرورش قرار داده و درب ظرف توسط توری مسدود شد. جیره‌ی غذایی مصنوعی مورد استفاده برای پرورش کرم گلوگاه انار شامل آرد گندم (۲۸۸ گرم)، عسل (۴۸ گرم)، گلیسیرین (۴۰ میلی‌لیتر)، آب مقطر (۲۰ میلی‌لیتر) و مخمر آبجو (۷ گرم) بود (Finney & Brinkman, 1967). لاروها پس از طی مرحله‌ی لاروی به‌مرحله‌ی شفیرگی وارد شده و سپس حشرات کامل از شفیره‌ها خارج شده و به‌تعداد ۲۰ جفت شب‌پره‌ی نر و ماده درون ظروف تخم‌ریزی، به ابعاد ۱۳×۳۰×۳۰ سانتی‌متر نگهداری شدند. دیواره و کف

ظرف تخم‌گیری با پارچه‌ی توری پوشانده می‌شد. علاوه بر آن در هر ظرف تخم‌گیری یک ظرف کوچک حاوی پنبه‌ی آغشته به آب قند رقیق وجود داشت که به‌عنوان منبعی برای تغذیه‌ی شب پره‌ها محسوب می‌شد. ظروف تخم‌ریزی به‌صورت روزانه بازدید شده و تخم‌های گذاشته شده استحصال می‌شد. پرورش کرم گلوگاه انار در شرایط دمایی ۱±۲۸ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

بررسی زیست‌شناسی آزمایشگاهی و فراسنجه‌های زیستی

در این تحقیق از سه گونه زنبور *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* استفاده شده و کلنی اولیه‌ی هر سه گونه از بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور تهیه شد. این گونه‌ها به‌ترتیب از مناطق قم، زهک (سیستان و بلوچستان) و ایوانکی جمع آوری شده بودند و برای چندین نسل در شرایط آزمایشگاهی روی تخم بید غلات، *Sitotroga cerealella* (Olivier) در بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک پرورش داده شده بودند. هر سه گونه زنبور قبل از شروع آزمایش‌ها روی تخم کرم گلوگاه انار، *E. ceratoniae* در لوله‌های آزمایش به ابعاد ۱/۵×۱۶ سانتی‌متر به‌مدت دو نسل پرورش داده شدند تا زنبورها با شرایط محیط و میزبان سازگار شوند. سپس از زنبورهای به‌دست آمده برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. پرورش و آزمایش‌ها در شرایط دمایی ۲±۲۵ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۰±۵۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان پارازیتیسم زنبورهای ماده، روزانه ۳۰ عدد از تخم میزبان که کمتر از ۲۴ ساعت سن داشتند در اختیار هر زنبور قرار داده شد و سپس دهانه لوله آزمایش با پنبه مسدود شد. بعد از ۲۴ ساعت تخم‌های مذکور برداشته شده و تخم‌های تازه به‌همان تعداد قبلی جایگزین شد و تا زمان مرگ زنبور ماده ادامه یافت. این آزمایش با ۳۰ عدد زنبور ماده انجام شد. سپس از خروج حشرات کامل از تخم‌های میزبان، تعداد تخم پارازیته، نسبت جنسی، درصد تفریخ تخم، طول عمر حشرات کامل، دوره‌ی رشدی مراحل زیستی ثبت و با استفاده از داده‌های مربوط فراسنجه‌های مهم زیستی گونه‌های مورد بررسی برآورد شد.

برای برآورد فراسنجه‌های رشد جمعیت، داده‌های حاصل از سن (x)، نسبت بقا در سن x (l_x) و میانگین تعداد تخم ماده تولید شده به‌ازای هر ماده در سن x (m_x) در جدول زیستی مربوطه وارد و بر اساس داده‌های به‌دست آمده، مقادیر فراسنجه‌های مهم جدول زندگی هرگونه در قالب روابط و فرمول‌های مربوطه و با استفاده از روش جک نایف (Halting *et al*., 1990; Maia *et al*., 2000) برآورد شدند. رسم نمودارها توسط نرم افزار (Excel, 2007)، تجزیه‌ی داده‌ها به‌وسیله‌ی نرم افزار SPSS و مقایسه‌ی میانگین با بکارگیری آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

زنبورهای نر و ماده در انتهای هر آزمایش، پس از مرگ، داخل الکل اتیلیک ۷۵٪ قرارگرفته و سپس زیر لوپ توسط شاخک از یکدیگر متمایز شده و نسبت جنسی (نسبت ماده به‌مجموع ماده و نر) افراد هر لوله آزمایش به‌طور جداگانه محاسبه گردید.

همچنین زنبورها پس از مرگ، از نظر وضعیت بال و ناهنجاری مورد بررسی قرار گرفتند و پس از مشاهده زیر لوپ تعداد افراد بی بال یا بال بد شکل تعیین شد و درصد ناهنجاری (نسبت افراد ناهنجار به‌میزان تفریخ تخم) محاسبه شد. فراسنجه‌های که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند عبارتند از:

نرخ ناخالص تولید مثل (*GRR*) نشان دهنده‌ی تعداد ماده‌های حاصل از ماده‌ی مورد آزمایش می‌باشد.

نرخ تولیدمثل خالص (R_o) که نشان دهنده میانگین اعداد نتاج ماده اضافه شده توسط یک ماده در هر نسل می‌باشد.

نرخ ذاتی تولد (b) در یک جمعیت پایدار عبارت از نرخ سرانه تولد در یک جمعیت بسته است که در آن جمعیت ماده‌ها در معرض نرخ‌های ثابت تولد و مرگ ویژه سن قرار دارند.

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) نشان دهنده‌ی میزان افزایش جمعیت در هر روز نسبت به روز قبل می باشد.

مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) روش متفاوتی برای بیان پتانسیل رشد می باشد.

متوسط زمان یک نسل (T) مدت زمانی که یک جمعیت نیاز دارد که به‌اندازه نرخ خالص تولیدمثل (R_0) افزایش یابد.

نتایج و بحث

زیست شناسی آزمایشگاهی

طول دوره‌ی مراحل زیستی نابالغ در زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی کرم گلوگاه انار به‌ترتیب برابر با ۰/۶۵±۱۱، ۰/۵۴±۱۰، ۰/۵۲±۱۱ روز و طول عمر حشره‌ی بالغ زنبورهای *T. brassicae*، *T.embryophagum* و *T. pintoi* به‌ترتیب برابر با ۰/۵۴±۸/۷۰، ۰/۷۰±۹/۲۰، ۰/۷۶±۸/۵۰ روز بود. درصد تفریخ تخم زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی کرم گلوگاه انار به‌ترتیب برابر با ۰/۸۸±۷۳/۰۲٪، ۱/۱۸±۹۲/۷۳۳٪ و ۱/۵۱±۷۳/۷۴۷٪ محاسبه شد که بیشترین درصد خروج از تخم در بین گونه‌های مختلف مربوط به‌گونه‌ی *T. embryophagum* بود. در گونه‌ی *T. embryophagum* حاصل از کرم گلوگاه انار حالت چندجنینی دیده شد و تعداد زنبورهای خارج شده از تخم بیشتر از تخم‌های تفریخ شده در آن روز بود. بین میزان تعداد کل تخم گذاشته شده توسط هر فرد ماده در طول عمر خود در این سه گونه زنبور روی کرم گلوگاه انار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. علاوه بر این بین میزان نسبت جنسی این سه گونه زنبور روی کرم گلوگاه انار اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت و گونه‌ی *T. embryophagum* با میانگین ۲/۳۸±۵۸/۵۴۰ بیشترین میزان ماده زایی را داشت (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین مدت زمان (روز ± خطای استاندارد) هر یک از مراحل رشدی زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار، *E. ceratoniae* در شرایط آزمایشگاهی.

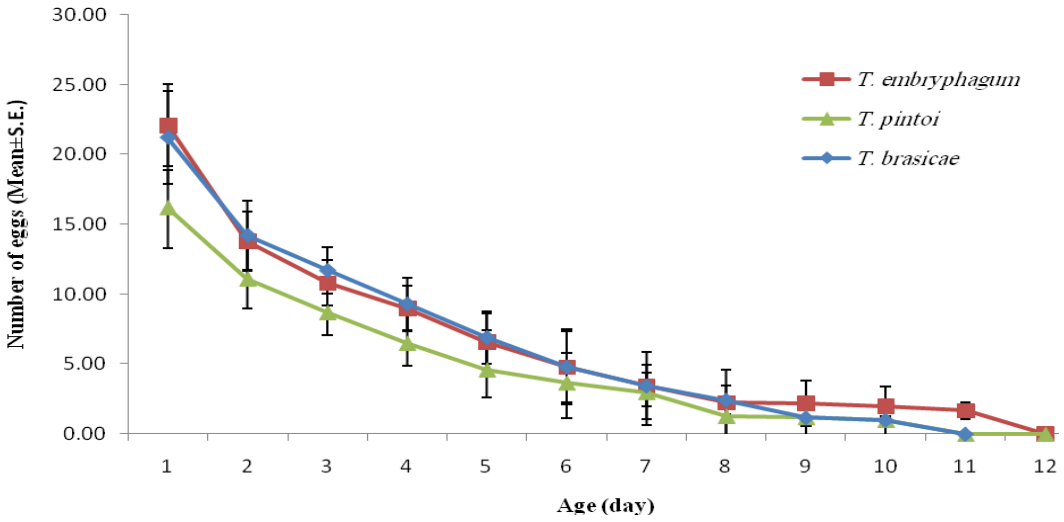
Table 1. Mean growth period (day± SE) of *T. brassicae, T. embryophagum* and *T. pintoi* on the carob moth egg, *Ectomyelois ceratoniae* under laboratory conditions.

Growth period	Species		
	T. brassicae	*T. embryphagum*	*T. pintoi*
Immature life period	11±0.65	10±0.54	11±0.52
Pre-reproductive period	0	0	0
Reproductive period	7.80±0.49	8.20±0.70	7.40±0.64
Post-reproductive period	0.90±0.10	1.00±0.00	1.10±0.18
Adult lifespan	8.70±0.54	9.20±0.70	8.50±0.76
Total lifespan	19.70±0.54	19.20±0.70	19.50±0.76

در ایـن بررسـی زنبورهـای تریکوگرامـا در روز اول بیشـترین میـزان تخـم‌ریـزی را داشـتند کـه میـانگین آن در زنبورهـای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی کـرم گلوگـاه انـار بـه‌ترتیـب برابـر بـا ۲۱/۲۰، ۲۲/۱۰، ۱۶/۲۰ تخـم بـود. براسـاس نتـایج بـه‌دسـت آمـده بیشـترین میـانگین تخـم‌ریـزی در روز اول مربـوط بـه‌گونـه‌ی *T. embryophagum* بود، اما با گذشت روز اول بـا کـاهش ذخیره تخم زنبور، میـزان تخـم‌ریـزی رونـد کاهشـی داشـت (شـکل ۱). براسـاس تحقیقـات گذشـته، حشـرات کامـل بلافاصله سپس از خروج از تخم میزبان با نرهـا جفـت‌گیـری کـرده و آمـاده تخـم‌ریـزی مـی‌شـوند و دوره‌ی پـیش از تخـم‌ریـزی نداشـتند، یعنـی α بـا β مسـاوی بـود (Fathipour & Dadpour Moghanloo, 2003).

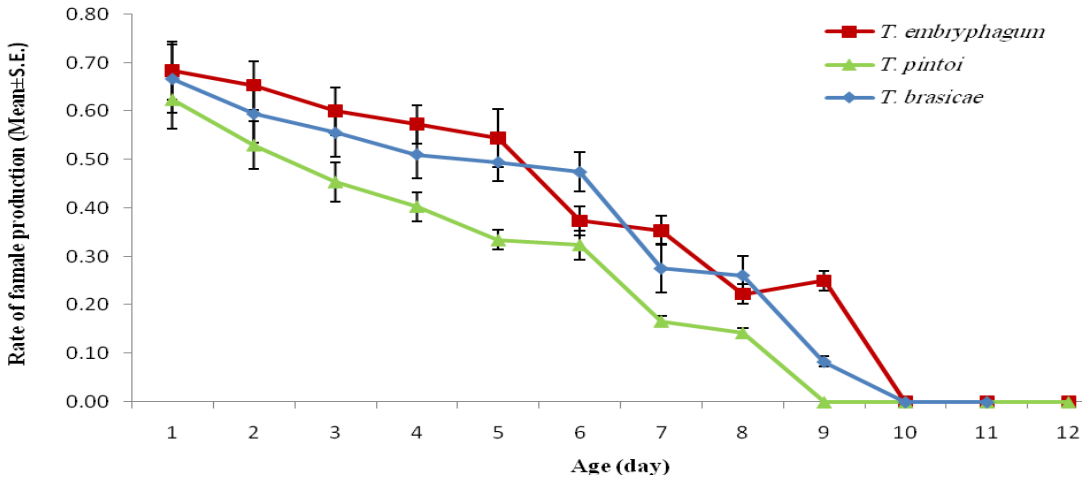
تعـداد کـل تخـم تولیـد شـده توسـط زنبورهـای گونـه‌هـای *T. brassicae*، *T. embryphagum* و *T. pintoi* روی کـرم گلوگـاه انـار بـه‌ترتیـب برابـر بـا ۵/۱۰±۷۳/۹۰۰، ۵/۳۶±۷۴/۴۰۰ و ۵/۱۲±۵۴/۳۰۰ تخم محاسبه شد. همچنـین تعداد تخم تفریخ شده زنبورهای فوق روی کرم گلوگاه انـار بـه‌ترتیـب برابـر بـا ۳/۸۲±۵۴/۰۰، ۴/۸۰±۶۸/۸۰۰ و ۳/۲۰±۳۹/۵۰۰ تخم به‌دست آمد. علاوه بر این نسبت جنسی زنبورهـای *T. brassicae*، *T. embryphagum* و *T. pintoi* روی کـرم گلوگـاه انـار بـه‌ترتیـب برابـر بـا ۲/۹۳±۵۷/۳۵۰، ۲/۳۸±۵۸/۵۴۰ و ۲/۱۱±۵۰/۰۷۴ درصد محاسبه شد که بـین آن‌ها اخـتلاف معنـی‌داری وجـود داشـت (جـدول ۲). رونـد ماده‌زایی با افزایش سن ماده‌ها در هـر سـه گـروه از زنبورهـا کـاهش پیـدا کـرد (شـکل ۲). ایـن تغییـر حالـت تـدریجی مـی‌توانـد ناشـی از اتمـام ذخیـره‌ی اسـپرم و یـا عـدم وجـود اسپرم‌های زنده در بدن ماده‌ها باشد (Quick, 1997). درصـد ماده‌ها در پرورش انبوه و رهاسازی زنبورهای پارازیتوییـد در برنامه‌ی کنترل بیولوژیک اهمیـت فراوانـی دارد چـرا کـه دز مؤثر رهاسازی زنبورها، افراد ماده هستند که تخم‌هـای آفـت را پارازیته می‌کنند و در پرورش انبوه نیـز تعـداد مـاده‌هـا هـر چقدر زیادتر باشد از نظر کارایی و اقتصادی مقرون به‌صـرفه تر خواهد بـود (Ebrahimi *et al*., 1998). در پـژوهش‌هـای قبلی نسـبت جنسـی زنبـور *T. brassicae* روی کـرم قـوزه‌ی پنبه، بید آرد و بیـد غـلات بـه‌ترتیـب برابـر بـا ۵۸/۵، ۵۶/۵ و ۶۲/۶ درصـد بـه‌دسـت آمـد (Lashkari *et al*., 2010). همچنـین نسـبت جنسـی زنبـور *T. brassicae* روی کـرم گلوگاه انار ۵۷/۳۵۰ درصد می‌باشد که میزان آن به آزمایش فوق نزدیک است. البته نسبت جنسی خود تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله کیفیـت میزبـان، دمـا و دوره‌ی نـوری قـرار دارد (Deng & Tasi, 1998).

میزان پارازیتیسم زنبورهـای گونـه‌هـای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی کـرم گلوگـاه انـار بـه‌ترتیـب برابـر بـا ۱/۲۲±۲۸/۴۱۶، ۰/۸۴±۲۷/۱۰۳ و ۱/۲۳±۲۱/۴۵۸ درصد محاسبه شـد کـه اخـتلاف معنـی‌داری بین آن‌ها وجود داشت. همچنین درصد ناهنجاری زنبورهـای فوق روی کرم گلوگاه انار به‌ترتیـب برابـر بـا ۰/۵۲±۰/۶۷۳، ۰/۳۸±۱/۳۴۳ و ۰/۰۰±۰/۰۰ محاسـبه شـد. کمتـرین میـزان ناهنجاری مربوط به‌گونه‌ی *T. pintoi* پرورش یافته روی کرم گلوگاه انار می‌باشد (جدول ۲). پایین بودن تعداد افراد کوتاه بال یا بی‌بال نشان‌گـر مطلـوب بـودن شـرایط پـرورش اسـت. زنبوران کوتاه بال یا بی‌بال، طول عمر و قدرت جسـتجوگری پایین‌تری داشته و در کل میزان کارایی آن‌هـا کـم مـی‌شـود (Arbab Tafti *et al*., 2001).



شکل ۱- میانگین تخم‌های گذاشته شده در روزهای مختلف توسط زنبورهای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار، *E. ceratoniae*.

Fig. 1. Mean number of eggs laid in different days by *T. brassicae, T. embryophagum* and *T. pintoi* on the carob moth egg, *Ectomyelois ceratoniae*.



شکل ۲- روند ماده‌زایی در طی دوره‌ی تخم‌ریزی زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار، *S. ceratoniae* در شرایط آزمایشگاهی.

Fig. 2. The rate of female production during egg laying of *T. brassicae, T. embryophagum* and *T. pintoi* on the carob moth egg, *Ectomyelois ceratoniae* under laboratory conditions.

جدول ۲- داده‌های مربوط به آماره‌های مختلف جدول زادآوری زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار، *E. ceratoniae* در شرایط آزمایشگاهی.

Table 2. Data relating to various parameters of fecundity table in *T. brassicae, T. embryophagum* and *T. pintoi* wasps on the carob moth egg, *Ectomyelois ceratoniae* under laboratory conditions.

Parameter	Species		
	T. brassicae	*T. embryphagum*	*T. pintoi*
Total number of eggs produced by female	73.900±5.10 a	74.400±5.36 a	54.300±5.12 b*
Number of egg hatch	54.00±3.82 b	68.800±4.80 a	39.500±3.20 c
Hatching percentage	73.028±0.88 b	92.733±1.18 a	73.747± 1.51 b
Number of male offspring	22.800±2.03 ab	29.200±3.33 a	19.900±4.54 b
Number of female offspring	31.200±3.10 b	39.600±2.24 a	19.600±1.57 c
Sex ratio	57.350±2.93 a	58.540±2.38 a	50.074±2.11 b
Abnormality percentage	0.673±0.52 ab	1.343±0.38 a	0.00±0.00 b
Parasitism percentage	28.416±1.22 a	27.103±0.84 c	21.458±1.23 b

*Different letters in each row shows significantly difference among treatments at 5% probability level.

فراسنجه‌های مهم جدول زندگی

مقدار برآورد شده با استفاده از روش جک نایف برای نرخ ذاتی رشد (r_m) برای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار به‌ترتیب برابر با ۰/۰۰±۰/۲۸۶، ۰/۰۰±۰/۳۱۱ و ۰/۰۰±۰/۲۶۲ بر روز بود. این فراسنجه نرخ رشد سرانه جمعیت بوده و نتیجه تعامل باروری ویژه سنی، نرخ رشد، نرخ بقای ویژه سنی، طول عمر و نسبت جنسی است. همچنین نشان دهنده‌ی تفاوت بین نرخ ذاتی تولد و مرگ در جمعیت پایدار است. تفسیر مقدار نرخ‌های ذاتی رشد به‌دست آمده این است که در نهایت به جمعیت ماده‌ی زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار، به‌ترتیب ۰/۲۸۶، ۰/۳۱۱ و ۰/۲۶۲ عدد ماده به‌ازای هر فرد ماده در هر روز اضافه می شود. در نتیجه سرعت رشد جمعیت در *T. embryophagum* روی کرم گلوگاه انار بالاتر از گونه‌های دیگر می‌باشد (جدول ۳). در گونه‌های مختلف زنبورهای تریکوگراما مقدار r_m به‌طور معمول بین ۰/۱۷ تا ۰/۳۸ بر روز گزارش شده است (Haile *et al.,* 2002; Scholler & Hassan, 2001; Zhang *et al.*, 2001).

نرخ ناخالص تولید مثل (*GRR*) برای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار به‌ترتیب برابر با ۲/۴۴±۳۸/۰۲۱، ۲/۱۷±۳۹/۲۴۷ و ۲/۳۶±۲۸/۶۲۶ عدد تخم برآورد شد که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. اعداد ذکر شده نشان دهنده‌ی آن است که هر فرد ماده زنبورهای یاد شده روی تخم کرم گلوگاه انار می‌تواند در طول عمر خود بدون در نظر گرفتن نرخ بقا به‌ترتیب ۳۸/۰۲۱، ۳۹/۲۴۷ و ۲۸/۶۲۶ فرد ماده تولید کند. همچنین نرخ تولید مثل خالص (R_o) برای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار به‌ترتیب برابر با ۲/۵۴±۳۶/۹۵۰، ۲/۶۸±۳۷/۲۰۰ و ۲/۵۶±۲۷/۱۵۰ عدد تخم برآورد شد (جدول ۳).

نرخ ناخالص تولیدمثل و نرخ خالص تولید مثل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت در دمای ۲۶ درجه‌ی سلسیوس برای زنبور *T. evavanescens* روی تخم بید آرد به‌ترتیب برابر با ۳۵/۲۰ تخم، ۳۱/۸۶ تخم و ۰/۳۶ بر روز و در گونه‌ی *T. cacoeciae* برابر با ۲۳/۶۳ تخم، ۲۱/۵۷ تخم و ۰/۲۶ بر روز محاسبه شد (Scholler & Hassan, 2001). در آزمایش حاضر این فراسنجه‌ها برای گونه‌ی *T. brassicae* حاصل از

کرم گلوگاه انار به‌ترتیب ۳۸/۰۲ تخم، ۳۶/۹۵ تخم و ۰/۲۸ بر روز می‌باشد. تفاوت در مقدار این آماره‌ها با تحقیق فوق احتمال دارد که به‌دلیل تفاوت در گونه زنبور باشد.

نرخ ذاتی تولد (*b*) برای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار به‌ترتیب برابر با ۰/۰۱±۰/۳۳۲، ۰/۰۰±۰/۳۶۷ و ۰/۰۱±۰/۳۰۳ بر روز محاسبه شد. همچنین مقادیر نرخ ذاتی مرگ (*d*) برای گونه‌های فوق روی تخم کرم گلوگاه انار به‌ترتیب برابر با ۰/۰۰±۰/۰۴۷، ۰/۰۱±۰/۰۵۶ و ۰/۰۰±۰/۰۴۱ بر روز تعیین گردید. این مقادیر نشان داد که زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار هر روز به‌ترتیب برابر با ۰/۳۳۲، ۰/۳۶۷ و ۰/۳۰۳ تولد و ۰/۰۴۷، ۰/۰۵۶ و ۰/۰۴۱ مرگ و میر را به‌ازای هر فرد ماده تجربه می‌کنند (جدول ۳).

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) برای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار به‌ترتیب برابر با ۰/۰۰±۱/۳۳۰، ۰/۰۱±۱/۳۶۵ و ۰/۰۰±۱/۳۰۰ بر روز برآورد شد. همچنین مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (*DT*) برای گونه‌های فوق روی تخم کرم گلوگاه انار به‌ترتیب برابر با ۰/۰۳±۲/۴۲۸، ۰/۰۳±۲/۲۲۹ و ۰/۰۵±۲/۶۴۳ روز به‌دست آمد. بر این اساس زنبورهای فوق ۲/۴۲۸، ۲/۲۲۹ و ۲/۶۴۳ روز نیاز دارند تا جمعیت خود را دو برابر کنند (جدول ۳).

مقادیر برآورد شده برای فراسنجه متوسط زمان یک نسل (*T*) نشان داد جمعیت گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار به‌ترتیب ۰/۱۲±۱۲/۶۵۹، ۰/۱۹±۱۱/۶۴۵ و ۰/۲۶±۱۲/۵۵۸ روز نیاز دارد تا برابر با نرخ خالص تولید مثل شود (جدول ۳).

جدول ۳- آماره‌های رشد جمعیت گونه‌های زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم کرم گلوگاه انار، *E. cerotoniae* در شرایط آزمایشگاهی.

Table 3. Population growth parameters of *T. brassicae, T. embryophagum* and *T. pintoi* on the carob moth egg, *Ectomyelois ceratoniae* under laboratory conditions.

Parameter	Species		
	T. brassicae	*T. embryophagum*	*T. pintoi*
GRR (eggs)	38.021±2.44 a	39.247±2.17 a	28.626±2.36 b*
R_0 (eggs)	36.950±2.54 a	37.200±2.68 a	27.150±2.56 b
r_m (day^{-1})	0.286±0.00 b	0.311± 0.00a	0.262±0.00 c
b (day^{-1})	0.332±0.01 b	0.367±0.00 a	0.303±0.01 c
d (day^{-1})	0.047±0.00 b	0.056±0.00 a	0.041±0.00 c
λ (day^{-1})	1.330±0.00 b	1.365±0.01 a	1.300±0.00 c
DT (day)	2.428±0.03 b	2.229±0.03 c	2.643±0.05 a
T (day)	12.659±0.12 a	11.645±0.19 b	12.558±0.26 a

* Different letters in each row shows significantly difference among treatments at 5% probability level.

نتیجه‌گیری

با مقایسه‌ی کلی زیست‌شناسی آزمایشگاهی و مقادیر برآورد شده برای فراسنجه‌های زیستی سه گونه زنبور پرورش یافته روی تخم کرم گلوگاه انار می‌توان نتیجه گرفت توان گونه‌ی *T. embryophagum* نسبت به‌دو گونه دیگر برای پارازیته کردن تخم‌های کرم گلوگاه انار بیشتر است. تحقیقات گذشته هم نشان داده که گونه‌ی *T. embryophagum* در باغ‌های میوه نسبت به مزارع فعالیت بیشتری داشته و می‌توان از این گونه در برنامه‌های رهاسازی در سطح باغات انار استفاده نمود. همچنین کرم گلوگاه انار در شرایط آزمایشگاهی میزبان مناسب‌تری برای پرورش انبوه

این زنبور می‌باشد. البته شرایط اقتصادی و ساده بودن پرورش سایر میزبان‌ها نیز باید در نظرگرفته شود.

سپاس‌گزاری

این تحقیق بخشی از پایان نامه نویسنده اول بوده و با حمایت مالی دانشگاه شاهد انجام شد و بدین‌وسیله از همکاری دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه شاهد، آقایان مهندس محمدرضا صادقی و مهندس رضا مهرآذین کارشناسان گیاه‌پزشکی جهاد کشاورزی استان قم تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

References

Anonymous, 2001. Agriculture Statistics. Ministry of Agriculture Jihad, Office of Information Technology, Tehran, Iran.

Arbab Tafti, R., Sahragard, A. & Salehi, L. 2001. Determination of parasitism rate of parasitoid wasp, *Trichogramma brassicae* in its rearing on different density of cereal moth. Proceedings of the 15th Plant Protection Congress of Iran. Kermanshah, Iran.

Deng, Y.X. & Tsai, J.H. 1998. Development of *Lysiphlebia japonica* (Hymenoptera: Aphiddidae) a parasitoid of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae) at five temperatures. Florida Entomologist, 81: 415-423.

Ebrahimi, D., Pintureau, B. & Shojai, M. 1998. Morphological and enzymatic study of the genus *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) in Iran. Journal of Applied Entomology and Phytophathology, 66: 122–141.

Farzaneh, A. 1987. Carob moth in Iran. The first seminar of pomegranate problems in Iran. Faculaty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, (In Farsi).

Fathipour, Y. & Dadpour Moghanloo, H. 2003. Comparative biology of *Trichogramma pintoi* Voegele wasps reared on two of laboratory hosts. Iranian Journal of Agricultural Science, 34(4): 881-888.

Finney, G.N. & Brinkman, D. 1967. Rearing the Navel orangeworm in laboratory. Journal of Economic Entomology, 60: 1109-1111.

Haile, A.T., Hassan, S.A., Sithanantham, S., Ogol, C.K. & Baumgartner, J. 2002. Comparative life table analysis of *Trichogramma bournieri* Pintureau and Babault and *Trichogramma* sp. Nr. Mwanzai Schulten and Feijen (Hym.: Trichogrammatidae) from Kenya. Journal of Applied Entomology, 126: 287-292.

Halting, F.L., Orr, D.B. & Obrycki, J.J. 1990. A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. Florida Entomologist, 73(4): 601-612.

Johannes, L.M. & Steidle, J.L.M. 2001. Assessment of Australian *Trichogramma* spp. (Hym.: Trichogrammatidae) as control agents of stored product moths. Journal of Stored Products Research, 37: 263-275.

Kishani Farahani, H., Goldansaz, H., Sabahi, Gh. & Shakeri, M. 2010. Larval parasitoids of the carob Moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lep.: Pyralidae) in three regions of Iran: Varamin, Qom, and Saveh. Iranian Journal of Plant Protection Science, 41(2): 337-244. [In Persian with English summary].

Knutson, A. 1998. The *Trichogramma* manual. Texas Agricultural Extension Service [on line], Available on: http://ento www.Tamu.edu/extension/bulletine/b-6071. Html.

Lashkari, A., Talebi, A., Fathipour, Y. & Farahani, S. 2010. Demography of *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) (Hym., Trichogrammatidae) on three host species in laboratory condition. Journal of Entomological Research, 2(1): 49-60

Li, Y.L. 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. pp. 21–30. In: Wajnberg E. & Hassan S.A. (eds), Biological Control with Egg Parasitoids. CAB international, Wallingford.

Maia, A.H.N., Luiz, A.J.B. & Campanhola, C. 2000. Statistical influence on associated fertility life table parameters using jackknife technique, computational aspects. Journal of Economic Entomology, 93: 511-518.

Mirkarimi, A. 1999. Results investigation of parasitic wasp *Trichogramma embryophagum* in control of *Ectomyelois* (*Spectrobates*) *ceratoniae*. Journal of Agricultural Sciences of Iran, 31: 103-109.

Moemeni, S., Shojaii, M. & Nasrolahi, A.A. 1989. *Trichogramma* spp. as parasitoid on the eggs of *Spectrobates ceratoniae*. Proceedings of the Ninth Plant Protection Congress of Iran, Rasht, Iran, p. 45.

Moezipour, M. 2006. Effect of different temperature and humidity treatments on some biological parameters of two *Trichogramma brassicae* Bezdenko. (Hym.: Trichogrammatidae) populations, collectred from Pomgranate orchards of Yazd & Saveh. Isfahan Univ. Technol., Dept. Pl. Prot., 161 p.

Mozaffarian, F., Sarafrazi, A., Noori Ghanbalani, Gh. & Ahmadian, H. 2005. Study on morphological variations of geographic populations of *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) on figs in Iran using geometric morphometric approach. Journal of Agricultural Sciences, 11(1): 26-41. [In Persian with English summary]

Nasrollahi, A. 1997. Final report of applied *Trichogramma* (parasitic wasp) against the carob moth in Yazd city. Iranian Research Organization for Science and Technology.

Noori, P. Bayatasadi, H., Farzaneh, A. & Safdari, S. 1993. Efficiency investigation of *Trichogramma* spp. in biological control against *Ectomyelois ceratoniae*. 12th Iranian plant protection congress, 209 pp.

Poorjavad, N., Goldansaz, S.H., Hosseininaveh, V., Nozari, J. Dehghniy, H. & Enkegaard, A. 2011. Fertility life table parameters of different strains of *Trichogramma* spp. collected from eggs of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*. Entomological Science, 14(3): 245-253.

Quick, D.L.J. 1997. Parasitic Wasps. Chapman and Hall, London, 470p.

Scholler, M. & Hassan, S.A. 2001. Comparative biology and life tables of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* with *Ephestia elutella* as host at four constant temperatures. Entomologia Experimentalis et Applicata, 98: 35–40.

Shahrokhi, M.B. & Zare, A. 1994. Effect of collecting and burning of infected fruits in reduction of the population of pomegranate fruit moth. Final report of Research project, Khorasan Agricultural Research Center, 79 pp. [In Persian].

Shakeri, M. 2003. Pomegranate Pests and Diseases. Tasbih publication, Yazd, 126 pp. [In Persian].

Sheikhali, T., Farazmand, H. & Vafaei-Shoushtari, R. 2009. Effect of stamens elimination methods on reducing damages of pomegranate fruit moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae). Journal of Entomological Research, 1(2): 159-167. [In Persian with English summary].

Shojaei, M. 1987. Entomology (3rd edition): Social life and Natural enemies. No. 1681, University of Tehran Publication, 406 p.

Shojaei, M., Esmaeili, M. & Najafi, M. 1987. The preliminary studies on pomegranate fruit moth and its integrated control. Proceeding of the 1st study of pomegranate seminar problems in Iran. Agricultural Faculty of Tehran University, Karaj, P: 149-153. [In Persian].

Tabatabaii, S.Z. 2008. Pomegranate guide program. Survay on Situation of Pomegranate for the Present Time. Pomegranate Research Center, Saveh, 1: 88.

Van Lenteren, J.C., Babedeier, D., Bigler, F., Burgio, G., Hokkanen, H.M.T., Kuske, S., Loomans, A.J.M., Menzler-hokkanen, I., Vanrijn, P.C.J., Thomas, M.B., Tommasini, M.G. & Zeng, Q.Q. 2003. Environmental risk assessment of exotic natural enemies used in inundative biological control. Biocontrol, 48: 3-38.

Zhang, W.Q., Agamy, E. & Hassan, S.A. 2001. Life table characteristics of four candidate species of the genus *Trichogramma* to control the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). Journal of Plant Diseases and Protection, 108: 413-418.

Evaluation of the life table characteristics of three species of the genus *Trichogramma* on the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* under laboratory conditions

Elahe Mohseni[1], Habib Abbasipour[2], Mohammad Reza Attaran[3], Alireza Askarianzadeh[2]

1. Entomology, Plant Protection Department, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran
2. Plant Protection Department, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran
3. Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Corresponding author: Elahe Mohseni, email: s.emohseni@yahoo.com

Received: June 07, 2015 3 (2) 47-58 Accepted: Dec. 12, 2015

Abstract

The carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) is the most important pest of pomegranate in Iran which annually causes considerable damages. *Trichogramma* wasps are one of the main factors in biological control of this pest, which can be used effectively to reduce damage. In this research, biological parameters of three species of Trichogrammatids *viz. T. brassicae*, *T. emryophagum* and *T. pintoi* were evaluated on the carob moth, (*E. ceratoniae*) eggs under the laboratory conditions. The results showed that reproductive period, post-reproductive period and adult life span for *T. brassicae* reared on the carob moth were 7.8, 0.9, 8.7 days, respectively. These parameters for *T. embryophagum* were 8.2, 1.00, 9.2 days and for *T. pintoi* were 7.4, 1.1, 8.5 days, respectively. The studied species lacked pre-reproductive period. The results also showed that gross reproductive rate (*GRR*), intrinsic rate of natural increase (r_m), mean generation time (*T*) and finite rate of population increase (λ) for *T. brassicae* reared on the carob moth were 38.021 (eggs), 0.286 (day^{-1}), 12.659 (days), 1.330(day^{-1}), respectively. The above calculated parameters for *T. embryophagum* reared on the same host were 39.247 (eggs), 0.311 (day^{-1}), 11.659 (days), and 1.365 (day^{-1}), and for *T. pintoi* they were 28.626 (eggs), 0.262 (day^{-1}), 12.558 (days), and 1.300 (day^{-1}), respectively, that were significantly different. It can be concluded that efficiency of *T. embryophagum* species compared with two other species, *T. brassicae* and *T. pintoi* on the carob moth eggs was higher. Therefore, it is recommended to use this species in integrated pest management program.

Keywords: *Ectomyelois ceratoniae, T. brassicae*, *T. embryophagum*, *T. pintoi*, biological parameters