

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 پذیرش: ۹۴/۰۹/۲۲

۴۷-۵۸ (۲) ۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۳/۱۷

چکیده

یکی از مهم‌ترین آفات باغات انار ایران، شب‌پره‌ی کرم گلوگاه انار، (*Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) می‌باشد که این آفت سالانه خسارت‌های قابل توجهی به باغات انار وارد می‌سازد. زنبورهای تریکوگراما یکی از عوامل اصلی کنترل بیولوژیک این آفت در سطح باغ‌ها هستند که می‌توان در آن‌ها به شکل 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 به ترتیب ۷/۸۰، ۰/۹۰، ۸/۷۰ روز و در زنبور *T. embryophagum* به ترتیب ۸/۲۰، ۱/۰۰، ۹/۲۰ روز و در زنبور *T. pintoi* به ترتیب ۷/۴۰، ۱/۱۰، ۸/۵۰ روز محاسبه شد و 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 به ترتیب ۳۸/۰۲۱ تخم، ۰/۲۸۶ بر روز، ۱۲/۶۵۹ روز، ۱/۳۳۰ بر روز و در زنبور *T. embryophagum* به ترتیب ۳۹/۲۴۷ تخم، ۰/۳۱۱ بر روز، ۱۱/۶۴۵ روز و ۱/۳۶۵ بر روز و در زنبور *T. pintoi* به ترتیب ۲۸/۶۲۶ تخم، ۰/۲۶۲ بر روز، ۱۲/۵۵۸ روز و ۱/۳۰۰ بر روز به دست آمد که بین آن‌ها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. باتوجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که کارایی زنبور *T. embryophagum* نسبت به دو گونه‌ی 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

(et al., 2010). ایران با تولید سالانه بیش از ۷۰۰ هزار تن انار، اولین تولید کننده و صادر کننده این محصول در جهان به‌شمار می‌آید (Tabatabaie, 2008). تقریباً ۱۳۸۰۴ هکتار از اراضی استان قم اختصاص به باغ‌های انار دارد (Anonymous, 2001).

انار یکی از محصولات باغی پر ارزش و صادراتی کشور محسوب می‌شود که به دلیل کیفیت میوه و عدم سمپاشی روی آن، توجه بازارهای جهانی را به ویژه در سال‌های اخیر، به خود جلب کرده است (Kishani Farahani

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 به اعتقاد برخی محققین غیرمطلع هنوز اثرات رضایت بخشی از کاربرد آن‌ها به دست نیامده است (Poorjavad *et al.*, 2011). براساس مطالعات معزی پور (۲۰۰۶) زنبورهای تریکوگراما به ترتیب قادر به پارازیتیسیم ۳۷/۴ و ۵۷/۸۴ درصد تخم‌های کرم گلوگاه انار در باغ‌های 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 به مرحله‌ی شفیرگی وارد شده و سپس حشرات کامل از شفیره‌ها خارج شده و به تعداد ۲۰ جفت شب‌پره‌ی نر و ماده درون ظروف تخم‌ریزی، به ابعاد ۱۳×۳۰×۳۰ سانتی‌متر نگهداری شدند. دیواره و کف

یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی انار، کرم گلوگاه انار، *Ectomyeloides (Spectrobates) ceratoniae* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) (Mozaffarian *et al.*, 2005) است. کرم گلوگاه انار آفتی با گسترش جهانی است که در ایران دارای میزبان‌های متعددی است و علاوه بر انار به مرکبات، انجیر، گردو و سیب نیز حمله می‌کند (Shakeri, 2003). شب‌پره‌های 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 خانوادگی *Trichogrammatodea* 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 به لحاظ انتشار وسیع جغرافیایی و سازگاری نسبت به شرایط مختلف اقلیمی 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 به کار 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 پارازیت می‌کنند (Moemeni *et al.*, 1989) و قابلیت استفاده به‌عنوان عوامل

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 پرازیت، نسبت جنسی، درصد تفریح 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 به ازای هر ماده در سن x (m_x) در جدول زیستی مربوطه وارد و بر اساس داده‌های به دست آمده، مقادیر فراسنجه‌های مهم جدول زندگی هر گونه 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 به وسیله‌ی 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٪ قرار گرفته و سپس زیر لوپ توسط شاخک از یکدیگر متمایز شده و نسبت جنسی (نسبت ماده به مجموع 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 ناهنجر به میزان تفریح 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.

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 پرها محسوب می‌شد. ظروف تخم‌ریزی به‌صورت روزانه بازدید شده و تخم‌های گذاشته شده استحصال می‌شد. پرورش کرم گلوگاه انار در شرایط دمایی 28 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 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. pintoii* استفاده شده و کلنی اولیه‌ی هر سه گونه از بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور تهیه شد. این گونه‌ها به ترتیب از مناطق قم، زهک (سیستان و بلوچستان) و ایوانکی جمع آوری شده بودند و برای چندین نسل در شرایط آزمایشگاهی روی تخم پید 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 $16 \times 1/5$ سانتی‌متر به مدت دو نسل پرورش داده شدند تا زنبورها با شرایط محیط و میزبان سازگار شوند. سپس از زنبورهای به دست آمده برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. پرورش و آزمایش‌ها در شرایط دمایی 25 ± 2 درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی 50 ± 10 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان پرازیت‌یسم 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

۱۱±۰/۵۲ روز و طول عمر حشره‌ی بالغ زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* به ترتیب برابر با ۸/۷۰±۰/۵۴، ۹/۲۰±۰/۷۰، ۸/۵۰±۰/۷۶ روز بود. درصد تفریخ تخم زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* روی کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با ۷۳/۰۲۸±۰/۸۸، ۷۳/۱۱۸±۱/۷۳۳ و ۷۳/۷۴۷±۱/۵۱ محاسبه شد که بیشترین درصد خروج از تخم در بین گونه‌های مختلف مربوط به گونه‌ی *T. embryophagum* بود. در گونه‌ی *T. embryophagum* حاصل از کرم گلوگاه انار حالت چندجینی 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 ۵۸/۵۴۰±۲/۳۸ بیشترین میزان ماده زایی را داشت (جدول ۱).

نرخ تولیدمثل خالص (R_0) 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 می‌باشد.

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

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

نتایج و بحث

زیست‌شناسی آزمایشگاهی

طول دوره‌ی مراحل زیستی نابالغ در زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* روی کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با ۱۱±۰/۶۵، ۱۰±۰/۵۴،

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

Table 1. Mean of time period (day± SE) of each developmental stage of *T. brassicae*، *T. embryophagum* and *T. pintoii* on the carab moth, *Ectomyelois ceratoniae* under laboratory conditions.

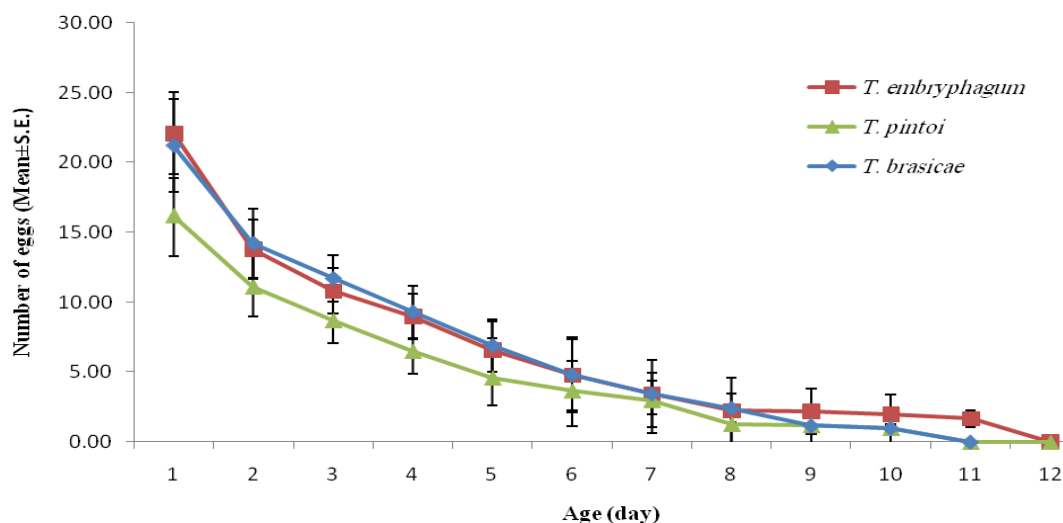
Growth period	Species		
	<i>T. brassicae</i>	<i>T. embryophagum</i>	<i>T. pintoii</i>
Immature life period	11±0.65	10±0.54	11±0.52
Pre-reproductive period	0	0	0
Reproductive period	7.80±0.49	8.20±0.70	7.40±0.64
Post-reproductive period	0.90±0.10	1.00±0.00	1.10±0.18
Adult lifespan	8.70±0.54	9.20±0.70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

ماده‌ها در پرورش انبوه و رهاسازی زنبورهای پارازیتوید در برنامه‌ی کنترل بیولوژیک اهمیت فراوانی دارد چرا که دز مؤثر رهاسازی زنبورها، افراد ماده هستند که تخم‌های آفت را پارازیت می‌کنند و در پرورش انبوه نیز تعداد ماده‌ها هر چقدر زیادتر باشد از نظر کارایی و اقتصادی مقرون به صرفه تر خواهد بود (Ebrahimi et al., 1998). در پژوهش‌های قبلی نسبت جنسی زنبور *T. brassicae* روی کرم قوزه‌ی پنبه، بید آرد و بید غلات به ترتیب برابر با ۵۸/۵، ۵۶/۵ و ۶۲/۶ درصد به دست آمد (Lashkari et al., 2010). همچنین نسبت جنسی زنبور *T. brassicae* روی کرم گلوگاه انار ۵۷/۳۵۰ درصد می‌باشد که میزان آن به آزمایش فوق نزدیک است. البته نسبت جنسی خود تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله کیفیت میزبان، دما و دوره‌ی نوری قرار دارد (Deng & Tasi, 1998).

میزان پارازیتسم زنبورهای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* روی کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با ۲۸/۴۱۶±۱/۲۲، ۲۸/۱۰۳±۰/۸۴ و ۲۱/۴۵۸±۱/۲۳ درصد محاسبه شد که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود داشت. همچنین درصد ناهنجاری زنبورهای فوق روی کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با ۰/۶۷۳±۰/۵۲، ۰/۳۴۳±۰/۳۸ و ۰/۰±۰/۰۰ محاسبه شد. کمترین میزان ناهنجاری مربوط به گونه‌ی *T. pintoii* پرورش یافته روی کرم گلوگاه انار می‌باشد (جدول ۲). پایین بودن تعداد افراد کوتاه بال یا بی‌بال نشان‌گر مطلوب بودن شرایط پرورش است. زنبوران کوتاه بال یا بی‌بال، طول عمر و قدرت جستجوگری پایین‌تری داشته و در کل میزان کارایی آن‌ها کم می‌شود (Arbab Tafti et al., 2001).

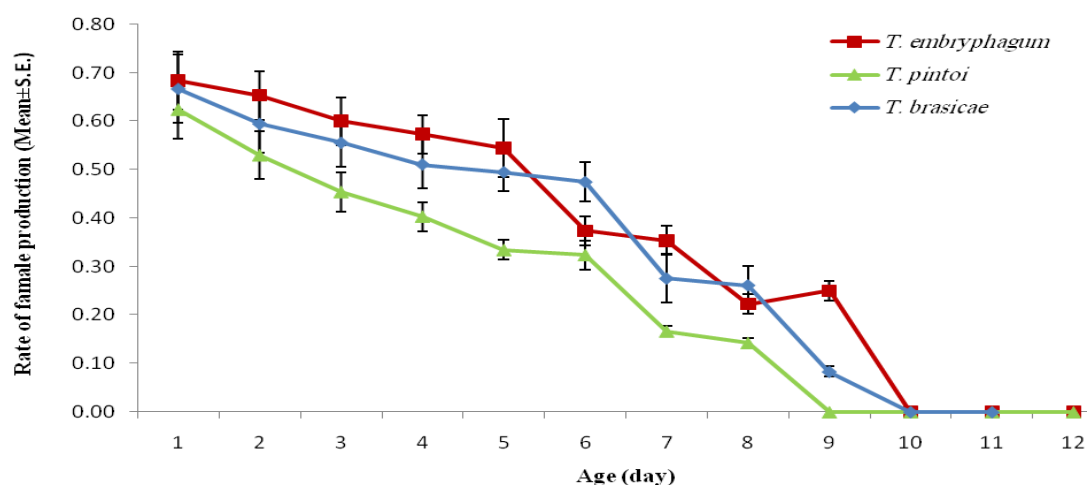
در این بررسی زنبورهای تریکوگراما در روز اول بیشترین میزان تخم‌ریزی را داشتند که میانگین آن در زنبورهای *T. pintoii* و *T. embryophagum*، *T. brassicae* روی کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با ۲۱/۲۰، ۲۲/۱۰، ۱۶/۲۰ تخم بود. براساس نتایج به دست آمده بیشترین میانگین تخم‌ریزی در روز اول مربوط به گونه‌ی *T. embryophagum* بود، اما با گذشت روز اول با کاهش ذخیره تخم زنبور، میزان تخم‌ریزی روند کاهشی داشت (شکل ۱). براساس تحقیقات گذشته، حشرات کامل بلافاصله سپس از خروج از تخم میزبان با نرها جفت‌گیری کرده و آماده تخم‌ریزی می‌شوند و دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی نداشتند، یعنی α با β مساوی بود (Fathipour & Dadpour Moghanloo, 2003).

تعداد کل تخم تولید شده توسط زنبورهای گونه‌های *T. pintoii* و *T. embryophagum*، *T. brassicae* روی کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با ۷۳/۹۰±۵/۱۰، ۷۴/۴۰±۵/۳۶ و ۵۴/۳۰±۵/۱۲ تخم محاسبه شد. همچنین تعداد تخم تفریخ شده زنبورهای فوق روی کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با ۶۸/۸۰±۴/۸۰، ۵۴/۰±۳/۸۲، ۳۹/۵۰±۳/۲۰ زنبورهای *T. pintoii* و *T. embryophagum*، *T. brassicae* روی کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با ۵۷/۳۵۰±۲/۹۳، ۵۸/۵۴۰±۲/۳۸ و ۵۰/۰۷۴±۲/۱۱ درصد محاسبه شد که بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). روند ماده‌زایی با افزایش سن ماده‌ها در هر سه گروه از زنبورها کاهش پیدا کرد (شکل ۲). این تغییر حالت تدریجی می‌تواند ناشی از اتمام ذخیره‌ی اسپرم و یا عدم وجود اسپرم‌های زنده در بدن ماده‌ها باشد (Quick, 1997). درصد



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

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



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

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

جدول ۲- داده‌های مربوط به آماره‌های مختلف جدول زادآوری زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* 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. pintoii* wasps on the carab moth, *Ectomyelois ceratoniae* under laboratory conditions.

Parameter	Species		
	<i>T. brassicae</i>	<i>T. embryophagum</i>	<i>T. pintoii</i>
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.

نرخ ناخالص تولید مثل (GRR) برای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* روی تخم کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با $۰/۲۱±۲/۴۴$ ، $۳۸/۰۲۱±۲/۴۴$ و $۳۹/۲۴۷±۲/۱۷$ و $۲۸/۶۲۶±۲/۳۶$ عدد تخم برآورد شد که اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. اعداد ذکر شده نشان‌گر 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 به ترتیب $۳۸/۰۲۱$ ، $۳۹/۲۴۷$ و $۲۸/۶۲۶$ فرد ماده تولید کند. همچنین نرخ تولید مثل خالص (R_0) برای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* روی تخم کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با $۳۶/۹۵۰±۲/۵۴$ ، $۳۶/۹۵۰±۲/۵۴$ و $۳۷/۲۰۰±۲/۶۸$ و $۲۷/۱۵۰±۲/۵۶$ 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. evanescens* روی تخم بید آرد به ترتیب 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

فراسنجه‌های مهم جدول زندگی

مقدار برآورد شده با استفاده از روش جکک نایف برای نرخ ذاتی رشد (r_m) برای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* روی تخم کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با $۰/۲۸۶±۰/۰۰$ ، $۰/۳۱۱±۰/۰۰$ و $۰/۲۶۲±۰/۰۰$ 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 به دست آمده این است که در نهایت به جمعیت ماده‌ی زنبورهای *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* روی تخم کرم گلوگاه انار، به ترتیب $۰/۲۸۶$ ، $۰/۳۱۱$ و $۰/۲۶۲$ عدد ماده به‌ازای هر فرد ماده در هر روز اضافه می‌شود. 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 متنهای افزایش جمعیت (λ) برای گونه‌های *T. brassicae*، *T. embryophagum* و *T. pintoii* روی تخم کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با $۱/۳۳۰ \pm ۰/۰۰$ ، $۱/۳۶۵ \pm ۰/۰۱$ و $۱/۳۰۰ \pm ۰/۰۰$ بر روز برآورد شد. همچنین مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) برای گونه‌های فوق روی تخم کرم گلوگاه انار به ترتیب برابر با $۲/۴۲۸ \pm ۰/۰۳$ ، $۲/۲۲۹ \pm ۰/۰۳$ و $۲/۶۴۳ \pm ۰/۰۵$ روز به دست 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. pintoii* روی تخم کرم گلوگاه انار به ترتیب $۱۲/۶۵۹ \pm ۰/۱۲$ ، $۱۱/۶۴۵ \pm ۰/۱۹$ و $۱۲/۵۵۸ \pm ۰/۲۶$ روز نیاز دارد تا برابر با نرخ خالص تولید مثل شود (جدول ۳).

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

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

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

Table 3. Population growth parameters of *T. brassicae*، *T. embryophagum* and *T. pintoii* on the carab moth, *Ectomyelois ceratoniae* under laboratory conditions.

Parameter	Species		
	<i>T. brassicae</i>	<i>T. embryophagum</i>	<i>T. pintoii</i>
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 ± 0.00 a	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.

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 میزان مناسب‌تری برای پرورش انبوه

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 به دو گونه دیگر برای پارازیته کردن تخم‌های کرم گلوگاه انار بیشتر

حمایت مالی دانشگاه شاهد انجام شد و بدین وسیله از همکاری دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه شاهد، آقایان مهندس محمدرضا صادقی و مهندس رضا مهرآذین کارشناسان گیاه‌پزشکی جهاد کشاورزی استان قم تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

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

سپاس‌گزاری

این تحقیق بخشی از پایان‌نامه نویسنده اول بوده و با

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: Aphididae) 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 Phytopathology, 66: 122-141.
- Farzaneh, A. 1987. Carob moth in Iran. The first seminar of pomegranate problems in Iran. Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, (In Farsi).
- Fathipour, Y. & Dadpour Moghanloo, H. 2003. Comparative biology of *Trichogramma pinto* Voegelé 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., Sithanatham, 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, collected 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., Hosseinaveh, 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., Esmacili, 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].
- Tabatabaai, S.Z. 2008. Pomegranate guide program. Survey 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., Vanriijn, 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 life table characteristics of three species of the genus *Trichogramma* on the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* under laboratory conditions

Elahe Mohseni¹, Habib Abbasipour², Mohammad Reza Attaran³, Alireza Askarianzadeh²

1. 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. embryophagum* 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 was 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