دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ٤٦٦٨-٢٠٠٨
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)

جلد۲، شماره ۱، سال ۱۳۸۹، (٤٩-٦٠)

دموگرافی زنبور *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) (Hym.,Trichogrammatidae) روی سه گونه میزبان در شرایط آزمایشگاه

علی‌اصغر لشگری[1]، علی‌اصغر طالبی[1]، یعقوب فتحی‌پور[1]، سمیرا فراهانی[1]*

۱- به ترتیب دانش‌آموخته، دانشیار، استاد و دانش‌آموخته، گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

چکیده

در این تحقیق آماره‌های جدول زندگی، تولیدمثل و رشد جمعیت زنبور *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) روی کرم قوره پنبه، *Helicoverpa armigera* (Hubner)، به‌عنوان میزبان طبیعی و بید آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller، و بید غلات، *Sitotroga cerealella* Oliver به‌عنوان دو میزبان آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در شرایط اتاق رشد با دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد و دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد. امید به زندگی زنبور در زمان ظهور حشرات‌کامل زنبور روی تخم‌های کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات به‌ترتیب ٥/٦٥ ، ٩/٤٥ و ٤/٩٥ روز بود. نرخ ناخالص باروری و میانگین تعداد تخم روزانه زنبور روی تخم‌های بید آرد از دو میزبان دیگر بیشتر بود. نرخ خالص تولیدمثل زنبور روی تخم‌های کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات به‌ترتیب ٤١/٩٨، ٥٥/٦٥ و ٤٢/١٧ ماده/ماده/نسل به‌دست آمد. نرخ‌ذاتی افزایش جمعیت برای زنبور روی تخم کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات به‌ترتیب ۰/۲۹۸، ۰/۳۰۹ و ۰/۳۰۱ ماده/ماده/روز محاسبه گردید. متوسط زمان هر نسل زنبور روی تخم‌های بید آرد نسبت به دو میزبان دیگر بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: تریکوگراما، کرم قوزه پنبه، بید آرد، بید غلات، جدول زندگی، تولیدمثل، رشد جمعیت

مقدمه

زنبورهای جنس *Trichogramma* Westwood از مهمترین پارازیتوییدهای تخم آفات به‌ویژه بالپولکداران می‌باشند و امروزه در میان دشمنان‌طبیعی بیشترین کاربرد را در کنترل آفات دارند. دلیل این موفقیت سادگی پرورش انبوه و دامنه وسیع

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: talebia@modares.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله (٨٨/٦/٢٦) - تاریخ پذیرش مقاله (٨٩/٢/١٢)

میزبانی این زنبورها می‌باشد. امروزه کاربرد زنبورهای تریکوگراما در بیش از ۵۰ کشور جهان به‌طور موثر و عملی توسعه یافته است. این حشرات باعث مرگ و میر درصد قابل توجهی از تخم‌های کرم قوزه پنبه، *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lep., Noctuidae) در مزارع می‌شوند و میزان پارازیتیسم طبیعی تخم‌های این آفت توسط زنبورهای تریکوگراما تا ٦٥ درصد گزارش شده است (Knutson, 1998). همچنین مطالعات متعدد نشان داده است که پارازیته شدن تخم‌های کرم قوزه پنبه با تکثیر و رهاسازی انبوه زنبورهای تریکوگراما افزایش چشمگیری یافته است (Suh *et al.*, 2000). کرم قوزه پنبه یکی از میزبان‌های مهم زنبورهای تریکوگراما و از آفات مهم پنبه و گوجه‌فرنگی است (Behdad, 1982). این آفت دارای دامنه میزبانی وسیعی است و به تعدادی از محصولات مهم کشاورزی خسارت اقتصادی وارد می‌کند (Kumar & Kumar, 2004) و در دنیا حدود ۲۰۰ گونه میزبان برای آن گزارش شده است (Dong *et al.*, 2005). کرم قوزه پنبه در اکثر مناطق ایران به‌ویژه در نواحی پنبه کاری شمال کشور شیوع دارد. میزان خسارت آن روی پنبه در سال‌های عادی ۱۰ تا ۲۵ درصد و در سال‌های طغیانی ۵۰ تا ۷۵ درصد ذکر شده است. میزان خسارت این آفت در کرج روی نخود تا ۷۸ درصد و در گیلان روی ذرت علوفه‌ای ۳۰ تا ۵۰ درصد تعیین شده است (Behdad, 1982).

در ایالات متحده آمریکا گونه‌های *T. pretiosum* Riley و*T. exiguum* Pinto and Platner از مزارع پنبه گزارش شده‌اند (Knutson, 1998). در ایران فعالیت زنبور *T. brassicae* Bezdenko روی تخم شب‌پره‌های جنس *Helicoverpa* از استان‌های گیلان، مازندران وگلستان روی گیاه پنبه گزارش شده است (Ebrahimi, 1999). زنبور *T. brassicae* دارای طیف میزبانی گسترده‌ای است و بیش از ٤٥ گونه بالپولکدار را در شرایط آزمایشگاهی پارازیته می‌کند (Kuske *et al.*, 2003). این زنبور در سراسر اروپا به‌عنوان عامل کنترل بیولوژیک*Ostrinia nubilalis* Hubner مورد استفاده قرار گرفته است (Chiharne *et al.*, 1993). در کشور آلمان هر ساله برای کنترل *O. nubilalis* تقریبا در ۷۰۰۰ هکتار از مزارع ذرت از این زنبور استفاده می‌شود (Hassan & Zhang, 2001).

مطالعات کمّی جمعیت حشرات، پایه‌ای برای توسعه استراتژی‌های مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد (Dent, 1997). بررسی علت‌های مرگ و میر جمعیت آفات (Kuhar *et al.*, 2002)، پرورش حشرات، مقایسه جمعیت‌های آزمایشگاهی و وحشی (Carey, 1993)، کنترل کیفیت دشمنان‌طبیعی در پرورش انبوه آن‌ها (Lundgern & Heimpel, 2003) و همچنین، ارزیابی کارایی دشمن‌طبیعی در کنترل آفت (Hoffman *et al*., 2001; Wang *et al*., 1999; Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002) نیز در این حوزه قرار می‌گیرند. تجزیه کمّی جمعیت با استاندارد کردن علایم و اعداد، ایجاد یک چارچوب تجزیه و تحلیل با مدل‌های گروهی و جمعیتی و همچنین وحدت عمل در بررسی‌های پایه‌ای و عملی به تحقیقات پیشرفته کمک می‌کند (Carey, 1989). در مورد ویژگی‌های جمعیتی گونه‌های مختلف زنبورهای جنس *Trichogramma* بررسی‌های زیادی صورت گرفته است (Gratti *et al.*, 1993; Dutton *et al.*, 1996; Steidle *et al.*, 2001; Cerutti & Bigler, 1995; Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002).

در این تحقیق آماره‌های جدول زندگی، جدول تولیدمثل و رشد جمعیت زنبور *T. brassicae* روی کرم قوزه پنبه *H. armigera*، بید آرد، *Ephestia kuehniella* و بید غلات، *Sitotroga cerealella* مورد مطالعه قرار گرفت. هدف از انجام این تحقیق تعیین مناسب‌ترین میزبان جهت پرورش زنبور *T. brassicae* بر اساس مقایسه آماره‌های دموگرافیک می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مربوط به محاسبات جدول زندگی، تولیدمثل و رشد جمعیت زنبور *T. brassicae* روی تخم‌های کرم قوزه پنبه به‌عنوان میزبان طبیعی و بید آرد و بید غلات به‌عنوان دو میزبان آزمایشگاهی در شرایط اتاق رشد با دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد و دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد. زنبور *T. brassicae* و دو میزبان آزمایشگاهی آن از انسکتاریوم مرکز حفظ نباتات ورامین تهیه شده و برای پرورش به محل آزمایش منتقل شدند. کرم قوزه پنبه در مرحله لاروی از مزارع پنبه و سویا در دشت ناز ساری و مزارع پنبه گرگان جمع‌آوری و جهت تکثیر به آزمایشگاه منتقل گردید.

نحوه انجام آزمایش‌ها

برای انجام آزمایش‌ها تعداد زیادی تخم (بیش از ۱۰۰۰ تخم) روی تریکوکارت به‌مدت ۱۲ ساعت در اختیار ۱۰ جفت زنبور نر و ماده که حدود ٢٤ ساعت از ظهور آن‌ها گذشته بود قرار داده شد. پس از آن حشرات‌کامل زنبور پارازیتویید از محیط آزمایش خارج و تخم‌ها در شرایط ذکر شده در فوق نگهداری شدند. پس از گذشت ٤٨ ساعت و تغییر رنگ تخم‌های پارازیته شده تعداد ۱۰۰ تخم پارازیته انتخاب و تا خروج حشرات‌کامل در شرایط اتاق رشد نگهداری شدند. میزان مرگ و میر و طول دوره رشد قبل از بلوغ هر یک از تخم‌ها محاسبه و ثبت شد. پس از ظهور حشرات‌کامل تعداد ۲۰ زنبور ماده *T. brassicae* با عمر حداکثر ٢٤ ساعت انتخاب شد و هر زنبور ماده به‌همراه یک زنبور نر در یک لوله آزمایش به قطر ۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر که دیواره داخلی آن‌ها با چند قطره عسل رقیق شده آغشته شده بود، قرار داده شدند. روی هر لوله آزمایش گونه میزبان، شماره تکرار و تاریخ تخمگذاری زنبور ثبت شد. برای اطمینان از جفت‌گیری حشره ماده در صورت مرگ زنبور نر یک زنبور نر دیگر جایگزین گردید. روزانه ۱۵۰ عدد تخم یک روزه از هر کدام از میزبان‌ها در اختیار هر زنبور ماده قرار گرفت و پس از ٢٤ ساعت تخم‌ها خارج شده و دسته تخم دیگری جایگزین شد. آزمایش تا مرگ آخرین زنبور ماده ادامه یافت. دسته‌های تخم میزبان که روزانه برداشت شدند، هر کدام در یک ظرف نگهداری شده و پس از ظهور حشرات‌کامل، تعداد و جنسیت آن‌ها یادداشت گردید و تخم‌هایی که پارازیته شده ولی حشرات‌کامل از آن‌ها خارج نشده بود نیز شمارش و ثبت گردید.

جدول زندگی

برای تشکیل جدول زندگی، محاسبه، تجزیه و تحلیل آماره‌های مربوط به آن از روش کری استفاده شد (Carey, 1993). در این جدول داده‌های حاصل از انجام آزمایش شامل سن زنبور ماده (x) و تعداد افراد زنده مانده در سن (Nx) x در دو ستون قرار داده شدند و سایر آماره‌ها با استفاده از اعداد این دو ستون و فرمول‌های مربوطه محاسبه شدند.

جدول تولیدمثل

جدول تولیدمثل با استفاده از داده‌های حاصل از تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط ماده در فاصله زمانی بین x تا $x+1$ (M_x)، سن (x)، بقای میان دوره یا بقای میان دو گروه سنی x و x+1 (L_x) و نسبتی از تخم‌های تولید شده که تفریخ شده‌اند (h_x) (نرخ تفریخ) به‌روش جک نایف (Halting *et al*., 1990; Maia *et al*., 2000) و فرمول‌های ارایه شده توسط کری محاسبه شدند (Carey, 1993).

آماره‌های رشد جمعیت

برای محاسبه آماره‌های 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 یک جدول وارد و سایر آماره‌ها با استفاده از روش جک نایف (Halting *et al*., 1990; Maia *et al*., 2000) و فرمول‌های ارایه شده توسط کری محاسبه شدند (Carey, 1993).

تجزیه داده‌های آزمایش

داده‌های مربوط به آزمایش‌ها (جدول زندگی، جدول تولیدمثل و رشد جمعیت) با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 5.0.1 (SAS Institute, 2003) و Minitab (MINITAB, 2000) تجزیه و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

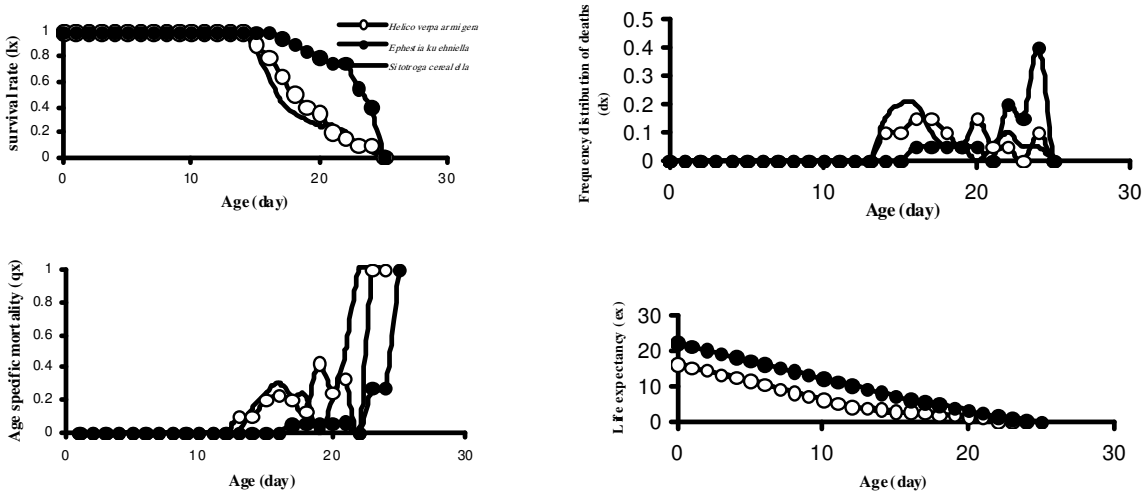
جدول زندگی

نتایج به‌دست آمده از محاسبه آماره‌های جدول زندگی زنبور روی تخم‌های کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات شامل نرخ بقاء (l_x)، مرگ و میر در فاصله سنی x تا $x+1$ (d_x) که نشان دهنده توزیع فراوانی مرگ و میر افراد اولیه می‌باشد، نرخ مرگ و میر یا مرگ و میر ویژه سنی(q_x) که احتمال مرگ هر فرد در فاصله سنی x تا $x+1$ را نشان می‌دهد و امید به زندگی (e_x) که عبارت از متوسط روزهای باقی مانده افراد در سن x می‌باشد در شکل ۱ نشان داده شده است.

نرخ بقا با افزایش سن پارازیتویید روی تخم هر سه میزبان کاهش یافت که روند کاهش آن در حشرات‌کامل سریع بود. نرخ بقا با نرخ مرگ و میر رابطه معکوس داشت و مرگ و میر ویژه سنی زنبور با افزایش سن پارازیتویید افزایش یافت که حداکثر مقدار آن روی تخم‌های کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات در روزهای ۲۵، ۲٤ و ۲۳ به‌دست آمد. حداکثر نرخ مرگ و میر ویژه سنی زنبور *T. embryophagum* Htg. روی تخم‌های بید آرد و بید غلات را به‌ترتیب در روزهای ۳۰ و ۲۸ تعیین شده است (Haghani, 2002).

میانه سن مرگ و میر زنبور روی تخم‌های کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات به‌ترتیب در روزهای ۱۸–۱۹، ۲۳–۲٤ و ۱۷–۱۸ به‌دست آمد که تقریبا برابر امید به زندگی در زمان ظهور حشرات‌کامل می‌باشد. حقانی میانه سن مرگ و میر زنبور *T. embryophagum* روی تخم‌های بید آرد و بید غلات را در روزهای ۲۳–۲٤ و ۲۱–۲۲ محاسبه نمود (Haghani, 2002).

امید به زندگی زنبور روی تخم‌های بیدآرد از دو میزبان دیگر بیشتر بود و مقدار آن با افزایش سن پارازیتوویید کاهش یافت. امید به زندگی در زمان ظهور حشرات‌کامل زنبور روی تخم‌های کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات ٥/٦٥ ، ٩/٤٥ و ٤/٩٥ روز بود. امید به زندگی زنبوری *T. pintoi* Voegele در زمان ظهور حشرات‌کامل روی تخم‌های بید آرد و بید غلات به‌ترتیب ٩/٨٣ و ٦/٤٣ روز تعیین شده است (Dadpour Moghanlo, 2002).



شکل ۱- مقایسه آماره‌های جدول زندگی زنبور *T. brassicae* روی تخم سه میزبان

Fig. 1- Comparision of life table parameters of *T. brassicae* on the eggs of three host species.

جدول تولید مثل

بر اساس نتایج به‌دست آمده نرخ ناخالص باروری زنبور که عبارت از متوسط تعداد تخم تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر می‌باشد، روی کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات به‌ترتیب۱/٤٧±٨٤/٤٥، ۰/۸۰±۱۰۲/٦۳ و۰/٤۰±۹۰/٦٥ تخم بود که نشان می‌دهد بیشترین تخم روی بید آرد و کمترین تعداد تخم روی کرم قوزه پنبه تولید شده است. باروری زنبورهای پارازیتوویید یکی از ویژگی‌های مهم برای انتخاب دشمن‌طبیعی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک می‌باشد (Bigler, 1994). نرخ ناخالص باروری زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد به‌ترتیب ۱۳۱/٥ و ۱۰٦/٤۹ تخم و روی بید غلات به‌ترتیب ۱۰٦ و ۹۰/۹۸ تخم به‌دست آمد (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002). میزان باروری در گونه‌های مختلف جنس *Trichogramma* با هم اختلاف زیادی دارد (Steidle *et al.*, 2001).

بر اساس مطالعات استیدل و همکاران باروری زنبور *T. brassicae* روی بیدغلات از ۱۲/۸ تا ۷٦/۳ تخم به ازای هر ماده متغیر است (Steidle *et al.*, 2001). بررسی باروری زنبور *T. brassicae* روی تخم بید آرد در دماهای مختلف نشان داد بیشترین تعداد تخم به ازای هر ماده ۷۲/۱ عدد بود که در دمای ۲۷ درجه سلسیوس به‌دست آمد (Uzun, 1994). در حالی که چیهارن و همکاران باروری این گونه را روی تخم بید آرد ۱۱۰/٤ تخم محاسبه نمودند (Chiharne *et al.*, 1993). در این آزمایش با افزایش دما (از ۳٥ تا ٤٤ درجه سلسیوس) باروری زنبور ماده به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. باروری زنبور

T. brassicae روی تخم *E. kuehniella* در دماهای ۱۸، ۲۲، ۲۷، ۳۰ و ۳۲ درجه سلسیوس به‌ترتیب ۲۲/۹۵، ۴۲/۶۸، ۷۲/۱۰، ۳۲/۷ و ۲۹/۸ عدد تعیین شده است (Uzun, 1994). اثر دما روی باروری در آزمایش‌هایی که توسط سایر محققین انجام شده نیز به اثبات رسیده است (Maia *et al.*, 2000; Hoffman *et al.*, 2001). مطالعه کیفیت ۵۲ جمعیت *T. brassicae* در آزمایشگاه نشان داد ویژگی‌هایی شامل نرخ ظهور، نسبت جنسی، نسبت ماده‌های بدشکل، طول عمر، فعالیت راه رفتن و باروری روی تخم‌های میزبان‌های طبیعی و آزمایشگاهی با هم متفاوت هستند (Cerutti & Bigler, 1995).

بر اساس مطالعات استیدل و همکاران در مورد گونه‌های *T. brassicae*، *T. pretiosum* Riley و *T. caverae* Oatman & Pinto بیشترین میزان تخم‌گذاری زنبورهای ماده مربوط به روز اول ظهور آن‌ها می‌باشد (Steidle *et al.*, 2001). به همین دلیل پیشنهاد شده است که تریکوکارت‌ها حاوی مراحل مختلف رشدی زنبور باشند تا ظهور حشرات‌کامل زنبور برای مدت بیشتری در مزرعه فراهم شود. این روش برای رهاسازی زنبورهای جنس *Trichogramma* در آلمان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Prozell & Schoeller, 1998). همچنین مطالعه تأثیر کاربرد *T. brassicae* برای کنترل *O. nubilalis* Hübner نشان داد که بیشترین میزان پارازیتیسم هم‌زمان با اوج تخمگذاری آفت اتفاق می‌افتد (Greatti *et al.*, 1993).

نرخ ناخالص زادآوری این زنبور که نشان دهنده متوسط تعداد تخم تفریخ شده از کل تخم‌های تولید شده توسط یک حشره ماده می‌باشد، روی بیدآرد نسبت به کرم قوزه پنبه و بید غلات بالاتر بود. نرخ ناخالص زادآوری زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد به ترتیب ۱۲۴/۵۶ و ۹۷/۷۷ تخم و روی تخم‌های بیدغلات به ترتیب ۹۸/۷۰ و ۸۶/۷۶ تخم محاسبه شد (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002).

نرخ ناخالص تفریخ که نسبت نرخ خالص زادآوری به نرخ ناخالص بارآوری است برابر یا کمتر از یک می‌باشد. این آماره روی کرم قوزه پنبه نسبت به بید آرد و بید غلات بالاتر بود. با توجه به این که درصد تفریخ تخم‌های زنبور *T. brassicae* روی تخم کرم قوزه پنبه بیشتر از دو میزبان دیگر و در بید غلات بیشتر از بید آرد بود احتمالا، این موضوع باعث می‌شود زنبورماده بخش قابل توجهی از کمبود تعداد کل تخم را نسبت به بید آرد جبران نماید و نرخ ناخالص زادآوری زنبور روی این سه میزبان به‌هم نزدیک‌تر شود. نرخ ناخالص تفریخ زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد به ترتیب ۰/۹۴۷ و ۰/۹۲۰ تخم و روی تخم‌های بیدغلات به‌ترتیب ۰/۹۳۲ و ۰/۹۵۰ تخم محاسبه شد (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002).

نرخ خالص باروری برای زنبور *T. brassicae* روی بید آرد نسبت به دو میزبان دیگر بالاتر بود. این آماره عبارت از متوسط تعداد تخم تولید شده توسط یک حشره‌ماده در طول عمر با در نظر گرفتن احتمال بقای آن فرد می‌باشد. نرخ خالص زادآوری یا متوسط تعداد تخم تفریخ شده از تخم‌های تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر با در نظر گرفتن احتمال بقای ماده‌ها، روی تخم بید آرد بیشتر از دو میزبان دیگر بود. میزان نرخ ناخالص زادآوری، نرخ ناحالص تفریخ، نرخ خالص باروری و نرخ خالص زادآوری، همچنین آماره‌های تولیدمثل روزانه زنبور *T. brassicae* روی سه میزبان در جدول ۱ ذکر شده است.

کاهش نسبت بقای زنبورهایی که روی کرم قوزه پنبه و بید غلات پرورش یافته‌اند باعث شده تا اختلاف آماره‌های نرخ خالص باروری و زادآوری روی این سه میزبان زیاد باشد. در حالی که وقتی درصد تفریخ تخم هم به این رابطه اضافه شود این اختلاف روی این سه میزبان کمتر می‌شود. به‌طورکلی درصد تفریخ تخم زنبور روی کرم قوزه پنبه به‌عنوان یک فاکتور

مثبت و روی بید آرد به‌عنوان یک فاکتور منفی و همچنین نرخ بقا زنبور روی تخم کرم قوزه پنبه یک فاکتور منفی و روی تخم بید آرد به‌عنوان یک فاکتور مثبت عمل کرده است. تأثیر مجموع این فاکتورها باعث شده تا نرخ خالص زادآوری برای زنبور روی بید آرد از دو میزبان دیگر بیشتر باشد. حقانی و دادپور نرخ خالص باروری زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* را روی تخم‌های بید آرد به‌ترتیب ۹٦/۳۲ و ۹۵/۹٦ و روی تخم‌های بیدغلات به‌ترتیب ۷۰/٤۹ و ٦۹/۰۳ و نرخ خالص زادآوری را روی تخم‌های بید آرد به‌ترتیب ۹۱/٦۳ و ۸۸/۲۹ و روی تخم‌های بید غلات به‌ترتیب ٦۵/۸٦ و ٦٦/٦۹ محاسبه نمودند (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002).

جدول ۱- آماره‌های تولیدمثلی زنبور *T. brassicae* روی تخم‌های سه گونه میزبان

Table 1- Reproduction parameters of *T. brassicae* on the eggs of three host species

Parameter	Host species			Unit
	H. armigera	*E. kuehniella*	*S. cerealella*	
Life time reproductive rate				
Gross fecundity rate	84.45±1.47[c]	102.63±0.80[a]	90.65±0.40[b]	eggs
Gross fertility rate	75.16±1.31[b]	83.13±0.65[a]	77.05±0.34[b]	eggs
Gross hatch rate	0.89	0.81	0.85	
Net fecundity rate	67.74±3.63[b]	98.25±1.85[a]	64.36±4.19[b]	eggs
Net fertility rate	60.29±3.23[b]	79.61±1.50[a]	54.70±3.56[b]	eggs
Daily reproductive rate				
Mean eggs/day	8.45±0.15[c]	12.83±0.10[a]	9.07±0.04[b]	eggs/day
Mean ferile eggs/day	7.52±0.13[b]	10.39±0.08[a]	6.42±0.03[c]	eggs/day

* The different letters in each row are significatly different at 5% level.

آماره‌های رشد جمعیت

آماره‌های رشد جمعیت زنبور *T. brassicae* روی تخم کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات در جدول ۲ ذکر شده است. نرخ ناخالص تولیدمثل زنبور روی تخم‌های بید آرد نسبت به تخم‌های کرم قوزه پنبه و بید غلات بالاتر بود. در این آماره فقط تعداد حشرات ماده به‌وجود آمده از یک فرد محاسبه می‌شود. از آن‌جایی که نسبت جنسی نتاج ماده زنبور روی تخم‌های کرم قوزه پنبه (۵۸/۵ درصد) نسبت به بید آرد (٥٦/۵ درصد) بیشتر بود لذا نرخ ناخالص تولیدمثل زنبور روی این دو میزبان به‌هم نزدیک شده است. البته اثر نسبت جنسی نتاج زنبور روی تخم بید غلات (٦۲/٦ درصد) با شدت بیشتری نرخ ناخالص تولیدمثل را تحت تأثیر قرار داده است. نرخ ناخالص تولیدمثل زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد به‌ترتیب ۵۵/۲٤ و ٤٦/۳۰ تخم و روی بید غلات به‌ترتیب ٤۱/۷٦ و ٤۹/۱۹ تخم محاسبه شده است (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002).

نرخ خالص تولیدمثل زنبور(R_o) که نشان دهنده میانگین تعداد نتاج ماده اضافه شده توسط یک ماده در هر نسل می‌باشد روی تخم‌های بید آرد بیشتر از دو میزبان دیگر بود ولی اختلاف معنی‌داری بین میزبان‌ها مشاهده نشد (F=0.002; df=2,57; P=0.998). برای محاسبه این آماره نرخ بقاء (l_x) در فرمول وارد می‌شود. نرخ بقا زنبور روی تخم کرم قوزه از بید آرد کمتر می‌باشد بنابراین اختلاف این دو آماره برای دو میزبان فوق نسبت به نرخ ناخالص تولیدمثل افزایش یافته است. این اختلاف در مورد زنبور ماده روی بید غلات و بید آرد نیز مشاهده می‌شود. نرخ خالص تولیدمثل زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد به‌ترتیب ٤۸/۸۸ و ٤۵/۳۰ تخم و روی بید غلات به‌ترتیب ۳۷/٦۳ و ٤۵/٦۸ تخم محاسبه شده است (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002).

نرخ ذاتی افزایش جمعیت عبارت از نرخ افزایش به ازای هر ماده تحت شرایط محیطی معین و در جمعیت با توزیع سنی پایدار می‌باشد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت یکی ازمهم‌ترین شاخص‌های زیستی و جمعیتی حشرات بوده و بیانگر نرخ افزایش جمعیت یک گونه در شرایط معین می‌باشد. این آماره به‌عنوان شاخصی در موفقیت یک حشره مفید یا عامل بیولوژیک علیه آفت به‌کار می‌رود (Fathipour *et al.,* 2004). داده‌های آزمایشی مورد نیاز برای محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت بر پایه جمعیت ماده است و شامل یک گروه هم‌سن (cohort) از افرادی است که در شرایط خاص برای تعیین باروری و بقا مورد بررسی قرار می‌گیرند. دو یا چند جمعیت ممکن است نرخ خالص تولیدمثل (R_o) یکسانی داشته باشند ولی نرخ ذاتی افزایش جمعیت آن‌ها به‌دلیل اختلاف در طول هر نسل با هم تفاوت داشته باشد. بنابراین مقایسه نرخ خالص تولیدمثل دو گونه یا جمعیت‌های منطقه‌ای یک گونه زمانی انجام می‌شود که میانگین زمان نسل آن‌ها با هم برابر باشد (Dent, 1997).

در تحقیق حاضر نرخ ذاتی افزایش جمعیت این زنبور روی تخم‌های بید آرد نسبت به دو میزبان دیگر بالاتر بود. این رابطه بین نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور روی تخم‌های بید غلات و کرم قوزه پنبه نیز وجود داشت. نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد به‌ترتیب ۰/۲۳۸ و ۰/۲۵۷ و روی بید غلات به‌ترتیب ۰/۲۱۸ و ۰/۲۸۱ تعیین شد (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002). همچنین هیل و حسن نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور *T. bournieri* Pintureae and Babault را روی تخم *S. cerealella* ۰/۳۰۹ محاسبه نمودند (Haile & Hassan, 1991).

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) نشان دهنده میزان افزایش جمعیت در هر روز نسبت به روز قبل می‌باشد. میزان این آماره برای زنبور روی تخم‌های کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات تفاوت معنی‌داری داشت و به‌ترتیب ۱/۳٤٦، ۱/۳٦۲ و ۱/۳۵۲ بود (F=15.855; df=2,57; P<0.01). نرخ متناهی افزایش جمعیت زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد به‌ترتیب ۱/۲٦۸ و ۱/۲۹٤ و روی بید غلات به‌ترتیب ۱/۲٤٤ و ۱/۳۲۵ محاسبه شده است (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002).

مدت زمان دو برابر شدن جمعیت زنبور روی تخم‌های کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات به‌ترتیب ۲/۳۳، ۲/۲۵ و ۲/۳۰ روز به‌دست آمد که نشان می‌دهد جمعیت این زنبور روی تخم‌های بید آرد نسبت به دو میزبان دیگر در زمان کوتاه‌تری دو برابر می‌شود. مدت زمان دو برابر شدن جمعیت زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد به‌ترتیب ۲/۹۱۷ و ۲/٦۹۰ و روی بید غلات به ترتیب ۳/۱۷٤ و ۲/٤٦۰ محاسبه شد (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002).

میانگین طول هر نسل (T) عبارت از مدت زمان لازم برای R_o برابر شدن جمعیت زنبور روی تخم هر یک از سه میزبان می‌باشد. اگرچه این زمان برای زنبور روی تخم بید آرد بالاتر از دو میزبان دیگر بود ولی R_o بیشتر زنبور روی تخم بید آرد باعث شده است، نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور روی تخم بید آرد بیشتر از دو میزبان دیگر باشد. متوسط زمان نسل زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد به‌ترتیب ۱٦/۳٦۷ و ۱٤/۸۱۰ و روی تخم‌های بید غلات به‌ترتیب ۱٦/٤۸۷ و ۱۳/۵۹۰ روز محاسبه شده است (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002). پراتیسولی و پارا باروری زنبور *T. pretiosum* را روی دو میزبان *Phthorimaea operculella* Zeller و *Tuta absoluta* Meyrick در دماهای مختلف بررسی کردند. نتایج تحقیق نامبردگان نشان داد که با افزایش دما میانگین طول یک نسل زنبور کاهش می‌یابد

(Pratissoli & Parra, 2000). همچنین هیل و حسن میانگین طول یک نسل زنبور *T. bournieri* Pintureau &. Babault روی تخم *S. cerealella* را ۱۱/۵۳ روز محاسبه نمودند (Haile & Hassan, 1999).

جدول ۲- آماره‌های رشد جمعیت زنبور *T. brassicae* روی تخم‌های سه گونه میزبان

Table 2- Population growth parameters of *T. brassicae* on the eggs of three host species

Parameter	Host species			unit
	H. armigera	*E. kuehniella*	*S. cerealella*	
Population growth rate				
Net reproducion rate	41.98±1.88[a]	55.65± 0.95[a]	42.17±2.49[a]	Females/female/generation
Intrinsic rate of increase	0.298±0.001[b]	0.309±0.001[a]	0.301±0.002[b]	Females/female/day
Finite rate of increase	1.346±0.002	1.362±0.001[a]	1.352±0.002[b]	day
Doubling time	2.33±0.013[a]	2.25±0.005[b]	2.30±0.014[a]	day
Generation time	12.51±0.10[b]	13.02± 0.07[a]	12.42±0.16	day
Stable age distribution				
Immature stages	97.3	97.2	97.5	Percentage
Adults	2.7	2.8	2.5	Percentage

* The different letters in each row are significatly different at 5% level.

توزیع سنی پایدار نسبت افرادی را که در هر کلاس سنی (x) وجود دارند نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به‌دست آمده درصد افراد نابالغ زنبور روی تخم کرم قوزه پنبه، بید آرد و بید غلات بسیار به‌هم نزدیک است. از آن‌جایی که فاکتور مهم در محاسبه این آماره نرخ بقا می‌باشد و میزان آن در افراد نابالغ بیشتر است به همین دلیل توزیع سنی پایدار برای افراد نابالغ بسیار بیشتر از افراد بالغ است، به عبارت دیگر نقش افراد نابالغ در پایداری جمعیت به مراتب بیشتر از افراد بالغ می‌باشد. در یک جمعیت پایدار درصد افراد نابالغ زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد ۹٦ و روی بید غلات به‌ترتیب ۹۵ و ۹٦ درصد و درصد افراد بالغ زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* روی تخم‌های بید آرد ٤ و روی بید غلات به‌ترتیب ۵ و ٤ درصد تعیین شده است (Haghani, 2002; Dadpour Moghanlo, 2002).

مجموع نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد پرورش زنبور *T. brassicae* روی تخم میزبان‌های آزمایشگاهی تأثیر نامطلوبی روی ویژگی‌های زیستی، رشد، تولیدمثل و عملکرد زنبور روی میزبان طبیعی ندارد. پرورش این زنبور روی تخم بید آرد باعث شده که عملکرد پارازیتویید روی تخم کرم قوزه پنبه در بسیاری از آماره‌ها نزدیک به عملکرد آن روی تخم بید آرد باشد. بر اساس مطالعات دوتون و همکاران عواملی شامل سرعت راه رفتن، باروری روی میزبان طبیعی و آزمایشگاهی و طول عمر زنبورها، عملکرد *T. brassicae* را در شرایط مزرعه تحت تأثیر قرار می‌دهند. نتیجه بررسی این آماره‌ها نشان داد که باروری زنبور ماده روی *E. kuehniella* می‌تواند شاخص خوبی برای عملکرد *T. brassicae* در مزرعه باشد. بنابراین می‌توان استنباط نمود زنبور *T. brassicae* در شرایط مزرعه نیز می‌تواند درصد قابل توجهی از تخم‌های کرم قوزه پنبه را پارازیته نموده و در کاهش جمعیت این آفت همراه با سایر روش‌های کنترل مدیریت تلفیقی موثر باشد (Dutton *et al.*, 1996). البته انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای نیز برای کاربرد تجاری این زنبور پارازیتویید در سطح وسیع مورد نیاز می‌باشد. همچنین با توجه به اهمیت باروری و سرعت افزایش جمعیت که دو آماره مهم در ارزیابی عملکرد پارازیتوییدها روی جمعیت میزبان هستند و همچنین بالاتر بودن سایر فاکتورهای زیستی و جمعیتی این زنبور روی تخم‌های بید آرد، به‌نظر می‌رسد بید آرد میزبان مناسب‌تری برای پرورش انبوه زنبور *T. brassicae* می‌باشد.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر محسن بیگدلی، مهندس شهاب سهرابی و دکتر هرمز حمیدیه به‌خاطر فراهم نمودن وسایل این تحقیق، از خانم مهندس ربابه ارباب‌تفتی به‌جهت در اختیار گذاشتن زنبور *T. brassicae* و میزبان‌های آزمایشگاهی آن و از آقایان دکتر عبدالصمد کلیدری، مهندس کاووس نظری و مهندس محسن آهنگری برای همکاری ارزنده در این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین نگارندگان از نظرات و پیشنهادات ارزشمند دو داور محترم سپاسگزاری می‌نمایند.

References

Behdad, E. 1982. Pests and Field Crops in Iran. Esfahan, 601 pp. [In Persian with English summary]

Bigler, F. 1994. Quality control in *Trichogramma,* production species for use in biological control. Pp. 93-111. In:E. Wajnberg and S. A. Hassan (eds), Biological Control with Egg Parasitoids. Wallingford, CAB International, UK.

Carey, J. R. 1989. Demographic analysis of fruit flies. Pp. 253-265. In: S. A. Robinson and G. Hooper (eds), World Crop Pests: Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control. vol. 3B. Amesterdam, Elsevier, Netherlands.

Carey, J. R. 1993. Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press, UK.

Cerutti, F. and Bigler, F. 1995. Quality assessment of *Trichogramma brassicae* in laboratory. Entomologia Experimentalis et Applicata, 75 : 19-26.

Chiharne, J., Lauge, G. and Hawlitzky, N. 1993. Effects of high temperature shocks on the development and biology of *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). Entomophaga, 38: 185-192.

Dadpour-Moghanlo, H. 2002. An investigationon the host-parasitoid system between *Trichogramma pintoi* (Voegele) and the Mediterranean flour and Angoumois grain moth, in laboratory condotions. M.S. thesis, Tarbiat Modares University, 94pp. [In Persian with English summary]

Dent, D. R. 1997. Quantifying Insect Populations: Estimates and Parameters. Pp. 57-99. In: Dent, D. R. and M. P. Walton(eds), Methods in Ecological and Agricultural Entomology. Wallingford, CAB International, UK.

Dong, W. X., Han, B. Y. and Du, J. V. 2005. Inhibiting the Sexual Behavior of Female Cotton Bollworm *Helicoverpa armigera*. *Journal of Insect Behavior,* 18(4): 453-463.

Dutton, A., Cerutti, F. and Bigler, F. 1996. Quality and environmental factors affecting *Trichogramma brassicae* efficiency under field conditions. Entomologia Experimentalis et Applicata, 81 : 71-79.

Ebrahimi, E. 1999. Morphological and enzymatic study of the genus *Trichogramma* in Iran. PhD thesis, Tarbiat Modares University, 148pp. [In Persian with English summary]

Fathipour, Y., Jafari, A. and Hosseini, S. M. 2004. Population growth statistics of *Creontiades pallidus* (Het.: Miridae) and associated predators *Nabis capsiformis* (Het.: Nabidae) and *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae). Journal of Entomological Society of Iran. 23 (2): 15-31. [In Persian with English summary]

Greatti, M., Zandigiacomo, P. and Barbattini, R. 1993. *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae) on maize in Friuli. Frustula Entomologica, 16: 187-197.

Haghani, M. 2002. Investigation on demography and behaviour of the *Trichogramma embryophagum* (Hym.: Trichogrammatidae) on Laboratory hosts. M.S. Thesis, Tarbiat Modares University, 97pp. [In Persian with English summary]

Haile, A. T. and Hassan, S. A. 1999. Life table parameters of two kenyan locally occuring *Trichogramma* species. Institute for Biological Control, B. B. A., [on-line], *http:// www.bba.de/abstracts/ html.*

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

Hassan, S. A. and Zhang, W. Q. 2001. Variability in quality of *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) from commercial supplier in Germany. Biological Control, 22: 115-121.

Hoffmann, M. P., Ode, P. R., Walker, D. L., Gardner, J., vanNouhuys, S. and Shelton, A. M. 2001. Performance of *Trichogramma ostriniae* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on factitious hosts including the target pest, *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Carmbidae). Biological Control, 21: 1-10.

Knutson, A. 1998. The *Trichogramma* manual. Texas Agricultural Extension Service [on line], Available on the http://entowww.tamu.edu/extension/bulletins/b-6071.html.

Kuhar, T. P., Wright, M. G., Hoffmann, M. P. and Chenus, S. A. 2002. Life table studies of european corn borer (Lep.: Crambidae) with and without inoculative releases of *Trichogramma ostriniae* (Hym.: Trichogrammatidae). Environmental Entomology, 31:482-489.

Kumar, H. and Kumar, V. 2004. Tomato expressing Cry1A(b) insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis* protected against tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lep.: Noctuidae) damage in the laboratory, greenhouse and field. Crop Protection, 23(2): 135-139.

Kuske, S., Widmer, F., Edwards, P. J., Turlings, T. C. J., Badendreier, D. and Bigler, F. 2003. Dispersal and persistence of mass released *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). Biological Control, 27: 181-193.

Lundgren, J. G. and 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.

Maia, A. H. N., Luiz, A. J. B. and Camonhola, C. 2000. Statistical infrernce on associated fertility life table parameters using jakknife technique: Computational aspects. Journal of Economic Entomology, 93 (2): 411-418.

MINITAB. 2000. MINITAB User's Guide, version 13.20. MINITAB Ltd, UK.

Pratissoli, D. and Parra, J. R. D. 2000. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* and *Phthorimaea operculella* (Gelechiidae: Lepidoptera) at different temperatures. Journal of Applied Entomology, 124: 339-342.

Prozell, S. and Schoeller, M. 1998. Insect fauna of a bakery, processing organic grain and applying *Trichogramma evanescens* Westwood. IOBC Bulletin, 21:39-44.

SAS Institute. 2003. JMP: A Guide to Statistical and Data Analysis, version 5.0.1. SAS Institute, Cary, NC.

Steidle, J. L. M., Rees, D. and Wright, E. J. 2001. Assessment of Australian *Trichogramma* species (Hym.: Trichogrammatidae) as control agents of stored product moths. Journal of Stored Products Research, 37: 263-275.

Suh, C. P., Orr, D. B. and vanDuyn, J. W. 2000. *Trichogramma* releases in North Carolina cotton: Why releases fail to suppress Heliothine pests. Journal of Economic Entomology, 93: 1137-1145.

Uzun, S. 1994. Studies on parasitoid-host relationship of *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) and eggs of mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zell. Under different temperatures and storage periods. In "Turkiye III Biyolojik Mucadele Kongresi pp 431-440".

Wang, B., Ferro, D. N. and Hosmer, D. W. 1999. Effectiveness of *Trichogramma ostriniae* for controlling European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 91: 279-303.

Journal of Entomological Research

Volume 2, Issue 1, pages: 49 - 60

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
http://jer.iau-arak.ac.ir

Study on demographic parameters of *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) (Hym., Trichogrammatidae) on three host species in laboratory conditions

A. A. Lashgari[1], A. A. Talebi[1*], Y. Fathipour[1], S. Farahani[1]

1-Graduated student, Associate Professor, Professor and Graduated student respectively, Entomology Department, Agricultural faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Abstract

Life table, reproduction and population growth parameters of *Trichogramma brassicae* Bezdenko were studied on eggs of two laboratory hosts, *Ephestia kuehniella* Zeller and *Sitotroga cerealella* Oliver and one natural host species eggs, *Helicoverpa armigera* Hubner. The experiments were carried out in a growth chamber with temperature of 25±1 °C, 50±5 % relative humidity and a photoperiod of 14L:10D hours. Adult life expectancy were 5.65, 9.45 and 4.95 days on eggs of *H. armigera*, *E. kuehniella* and *S. cerealella*, respectively. Gross fecundity rate of *T. brassicae* on eggs of *E. kuehniella* was higher than eggs of two other hosts. Net reproductive rate were 41.98, 55.65 and 42.17 females/female on *H. armigera*, *E. kuehniella* and *S. cerealella*, respectively. Intrinsic rate of increase of *T. brassicae* on eggs of *H. armigera*, *E. kuehniella* and *S. cerealella* were 0.298, 0.309 and 0.301 females/female/day, respectively. Mean generation time of *T. brassicae* was longer then on eggs of *E. kuehniella.*

Key words: *Trichogramma brassicae, Helicoverpa armigera, Ephestia kuehniella, Sitotroga cerealella,* Life table, Reproduction table, population growth

* Corresponding Author, E-mail: *talebia@modares.ac.ir*
Received: 17 Sep. 2009 - Accepted: 2 May. 2010