

اثر مدت زمان‌های مختلف ذخیره‌سازی تخم‌های *Anagasta kuehniella* (Zeller) در سرما روی *Trichogramma brassicae* Bezdenko زنبور ویژگی‌های زیستی

ناهید واعظ^{۱*}، زهرا پورقلی^۲ و داود محمدی^۱

۱- استادیاران گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان.

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان.

* مسئول مکاتبه: naheedvaez@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲۰

چکیده

تولید انبوه عوامل کنترل زیستی از جمله ارکان اصلی برنامه‌های کنترل زیستی به شمار می‌آید. مهم‌ترین مانع بر سر راه اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های رهاسازی اشیاعی، پرهزینه بودن پرورش انبوه این حشرات و به خصوص رهاسازی آن‌ها در زمان مناسب است. در سال‌های اخیر، ذخیره‌سازی عوامل کنترل زیستی در دماهای پایین به عنوان یک روش ارزشمند جهت افزایش ماندگاری دشمنان طبیعی و فراهم ساختن ذخیره کافی و پایدار از آن‌ها برای استفاده در برنامه‌های کنترل زیستی شناخته شده است. در این پژوهش اثر مدت زمان‌های مختلف نگهداری (۱، ۴، ۷، ۱۵ و ۳۰ روز) تخم بید آرد، *Anagasta kuehniella* (Zeller) در دمای ۴ درجه سلسیوس روی ویژگی‌های زیستی و جمعیتی زنبور *Trichogramma brassicae* Bezdenko مورد بررسی قرار گرفت. یک تیمار هم به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که در آن تخم‌های سرما ندیده بید آرد در اختیار زنبور قرار گرفت. بر اساس نتایج مقایسات میانگین دانکن، دوره نشو و نمای مراحل نابالغ، طول عمر، زادآوری، درصد پارازیتسم، درصد خروج و دوره تخم‌ریزی زنبور بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت. بیشترین طول عمر زنبور ماده در شاهد با میانگین $0/66 \pm 9/56$ روز و کمترین در تیمار ۳۰ روزه با میانگین $0/71 \pm 5/12$ روز به دست آمد. همچنین مشخص شد که تمامی فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار زنبور *T. brassicae* به غیر از مدت زمان یک نسل، بین شاهد و تیمارهای سرمایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. کمترین نرخ خالص تولید مثل ($0/71 \pm$) ۱۲/۲۲ ماده/ماده/روز) و نرخ ذاتی افزایش جمعیت ($3/80 \pm 0/2178$ ماده/ماده/روز) در تیمار ۳۰ روزه به دست آمد. بدین ترتیب افزایش مدت زمان نگهداری تخم‌های بید آرد در دمای پایین، فراسنجه‌های زیستی زنبور و همچنین ویژگی‌های جمعیتی آن را کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ذخیره‌سازی، درصد پارازیتسم، نرخ ظهور، *Trichogramma brassicae*.

حدود ۵۰ شرکت بزرگ، کار پرورش و فروش این دشمنان طبیعی را بر عهده دارند که ۵۲٪ از آن‌ها در اروپا واقع شده‌اند (ون لنترن و بیگلر ۲۰۱۰).

مهم‌ترین مانع بر سر راه اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های رهاسازی اشیاعی، پرهزینه بودن پرورش انبوه حشرات مفید و بخصوص رهاسازی آن‌ها در زمان مناسب می‌باشد (ون لنترن و توماسینی ۲۰۰۲). برخلاف حشره‌کش‌ها، بیشتر دشمنان طبیعی از قابلیت نگهداری پایینی برخوردار هستند و به همین دلیل، اغلب آن‌ها مدت کوتاهی قبل از رهاسازی پرورش داده

مقدمه

تولید انبوه عوامل کنترل زیستی از گذشته‌های دور به عنوان یکی از ارکان اصلی برنامه‌های کنترل زیستی به-ویژه برنامه‌های مبتنی بر رهاسازی اشیاعی^۱ شناخته شده است. در حال حاضر، در حدود ۱۵۰ گونه دشمن طبیعی برای کنترل زیستی آفات به شکل تجاری به بازار ارایه شده‌اند که از میان آن‌ها، ۳۰ گونه در انسکتاریوم‌های بسیار بزرگ و به تعداد بسیار زیادی تولید می‌شوند.

^۱Augmentative releases

کنترل زیستی بال پولکداران آفت مانند کرم گلوگاه انار *Spectrobates (=Ectomyelois) ceratoniae* (Zeller)، ساقه‌خواربرنج *Chilo suppressalis* (Walker)، ساقه‌خوار اروپایی ذرت *Ostrinia nubilalis* (Hübner)، کرم غوزه‌ی پنبه *Helicoverpa armigera* (Hübner) و کرم سیب *Cydia pomonella* (L.) در مناطق مختلف ایران استفاده شده است و در سال‌های اخیر، این روند شتاب بیشتری به خود گرفته است (آزما و میراب‌زاده، ۱۳۸۳؛ رنجبراقدم و عطاران ۱۳۹۴). عدم دسترسی به تعداد کافی از این زنبور در زمان‌های مورد نیاز و دشواری نگهداری کلنی جهت استمرار فرایند پرورش در طول سال، از جمله مهم‌ترین مشکلات موجود در پرورش انبوه این زنبور به شمار می‌روند. ذخیره‌سازی در شرایط یخچال یکی از راه‌های پیشنهاد شده برای حل این مشکلات می‌باشد که در حال حاضر در انسکتاریوم‌های موجود، مورد استفاده قرار می‌گیرد (عطاران و دادپورمغانلو ۱۳۹۰). به دلیل اهمیت زنبورهای تریکوگراما در کنترل زیستی آفات، جنبه‌های مختلف ذخیره‌سازی آن‌ها در دماهای پایین، از گذشته‌های دور مورد توجه محققان بوده است. آن‌ها تلاش نموده‌اند تا مناسب‌ترین دما و مدت زمان نگهداری در سرما را برای ذخیره‌سازی این گروه از زنبورها مورد ارزیابی قرار دهند (تز و بوتو ۲۰۰۴؛ راندل و همکاران ۲۰۰۴؛ بیلماز و همکاران ۲۰۰۷؛ لوزینسکی و همکاران ۲۰۰۷؛ ندیم و همکاران ۲۰۱۰؛ وینوویچ و همکاران ۲۰۱۳؛ سیلوا و همکاران ۲۰۱۳؛ اسپینولافیهو و همکاران ۲۰۱۴).

نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که *T. brassicae* را در حالت شفیرگی در دمای 4°C می‌توان تا نه ماه ذخیره نمود، ولی پس از گذشت دو ماه میزان کارایی زنبور (قدرت باروری، طول عمر و میزبان‌یابی) به طور چشمگیری کاهش می‌یابد (اسمیت، ۱۹۹۶). کارابویکلو و آیواز (۲۰۰۷) تخم‌های بید آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller) و بید غلات، *Sitotroga cerealella* Olivier پارازیت شده توسط *T. evanescens* Westwood را به مدت ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز در دمای 4°C نگهداری کرده و گزارش

می‌شوند. توسعه روش‌های کارآمد ذخیره‌سازی از طریق افزایش دوره زمانی تولید، هزینه‌های کنترل زیستی را کاهش داده و امکان هماهنگی رهاسازی دشمن طبیعی در مزرعه با مرحله بحرانی آفت را فراهم می‌کند (کولینت و بووین ۲۰۱۱). در سال‌های اخیر، ذخیره‌سازی عوامل کنترل زیستی در دماهای پایین به عنوان یک روش ارزشمند جهت افزایش ماندگاری دشمنان طبیعی و فراهم ساختن یک ذخیره کافی و پایدار از آن‌ها برای استفاده در برنامه‌های کنترل زیستی شناخته شده است (ون لنترن ۲۰۱۲). علاوه بر این، ذخیره‌سازی در دماهای پایین می‌تواند یک برنامه تولید مقرون به صرفه‌تر را فراهم کند که به معنای نگهداری از عوامل کنترل زیستی است که بلافاصله مورد نیاز نیستند (پیچر و همکاران ۲۰۰۲؛ تز و بوتو ۲۰۰۴). از سوی دیگر توسعه روش‌های موثر ذخیره‌سازی پارازیتوئیدها بدون ایجاد تغییر در شایستگی آنها، گام مهمی در روند تولید انبوه محسوب می‌شود (لئوپولد ۱۹۹۸). در مورد پارازیتوئیدها می‌توان به جای خود پارازیتوئید، میزبان آن‌ها را ذخیره‌سازی کرد. در این روش به دلیل عدم ضرورت زنده مانی حشرات میزبان بعد از ذخیره‌سازی، محدوده دمایی و دوره نگهداری میزبان، می‌تواند بسیار بیشتر از این دو فراسنجه در پارازیتوئیدها و شکارگرها باشد (ناظری و همکاران ۱۳۹۲).

در بین عوامل کنترل زیستی، خانواده Trichogrammatidae به عنوان پارازیتوئیدهای تخم بیشتر مورد توجه بوده‌اند و از سال ۱۹۷۰ به بعد پرورش انبوه و رهاسازی آن‌ها در سطح وسیعی آغاز شده است (اسمیت ۱۹۹۶؛ کنسولی و همکاران ۲۰۱۰). تاکنون ۱۲ گونه از زنبورهای جنس *Trichogramma* از مناطق مختلف ایران گزارش شده‌اند که از میان آن‌ها گونه *Trichogramma brassicae* Bezdenko فراوان‌ترین گونه جمع‌آوری شده به ویژه در استان‌های شمالی کشور می‌باشد (شجاعی و همکاران ۱۳۶۹؛ ابراهیمی و همکاران ۱۳۷۷؛ درسوئی و همکاران ۱۳۹۲). از گونه‌های مختلف تریکوگراما به منظور

مواد و روش‌ها

پرورش و خالص‌سازی بیدآرد، *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lep.: Pyralidae)

تخم‌های بیدآرد از محیط‌های پرورش انسکتاریوم دانشگاه شهید مدنی آذربایجان که روی آرد پرورش می‌یافت، تهیه گردید. ماده غذایی مورد استفاده برای این میزبان، آرد گندم (رقم الوند) بود که از شهرستان ایلخچی تهیه شد. جهت تقویت بستر غذایی و برای بالا بردن ظرفیت زیستی و فیزیکی، بیدآرد روی رژیم غذایی آرد گندم (با نسبت ۷۵ گرم آرد و ۲۵ گرم سبوس گندم) پرورش داده شد (یزدانیان ۱۳۷۹). غذای تهیه شده به ارتفاع سه سانتی‌متر در ظروف پلاستیکی مستطیلی شکل به ابعاد ۱۰×۱۲×۲۵ سانتی‌متر ریخته شد و سپس ۰/۲۵ گرم تخم جمع‌آوری شده بیدآرد در سطح ماده غذایی موجود در هر ظرف پخش گردید. به‌منظور تأمین تهویه در قسمت وسط ظرف، منفذی ایجاد شده و با پارچه توری پوشانیده شد. حشرات کامل ظاهر شده جهت تخم‌گیری و ادامه پرورش با استفاده از آسپیراتور برقی از داخل ظروف پرورشی جمع‌آوری می‌شدند (یزدانی ۱۳۸۲).

پرورش زنبور *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hym.: Trichogrammatidae)

زنبور مورد استفاده در این تحقیق به‌صورت سفیره داخل تخم‌های پارازیت بید آرد از انسکتاریوم تولید زنبور تریکوگراما وابسته به جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی واقع در شهرستان کلبر تهیه شده و داخل لوله‌های آزمایش به طول ۱۰ و قطر یک سانتی‌متر قرار داده شدند. جهت یکسان کردن شرایط پرورش، به مدت پنج نسل درون اطاقک رشد در دمای 26 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش داده شدند. کاغذهای حاوی تخم میزبان به‌منظور پرورش زنبور به قطعات کوچک‌تر بریده شده و در اختیار زنبورها قرار داده شدند. بعد از سه الی چهار روز که تخم‌ها سیاه شدند،

دادند که درصد خروج، طول عمر و میزان پارازیتسم افراد بالغ با افزایش مدت زمان ذخیره‌سازی در سرما کاهش می‌یابد. بیلماز و همکاران (۲۰۰۷) نیز افراد بالغ همین گونه را به مدت یک، دو، سه و چهار هفته در دمای 10°C نگهداری نموده و مشاهده کردند که هر چند درصد پارازیتسم، درصد خروج و طول عمر افراد بالغ با افزایش زمان نگهداری در دمای پایین کاهش یافت، اما نرخ پارازیتسم ماده‌های حاصل از آن‌ها کاهش معنی‌داری نشان نداد. غربی (۲۰۱۴) تخم‌های بید آرد را به مدت یک تا ۱۰ هفته در دمای 4°C نگهداری کرد و اثر آن را روی کارایی و میزان پارازیتسم گونه *T. oleae* Voegelé & Pointel مورد ارزیابی قرار داد. وی عنوان نمود که ذخیره‌سازی تخم‌های بید آرد در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت سه هفته، تأثیر سویی روی طول عمر و سرعت راه رفتن زنبور مورد بررسی ندارد.

از آن جایی که در کشور ما هنوز اطلاعات کافی و قابل استنادی از کیفیت و کارایی زنبورهای رهاسازی شده در مزرعه، که قبلاً مدت زمانی را در سرما نگهداری شده‌اند وجود ندارد، لذا به نظر می‌رسد با آگاهی از مدت زمان بهینه ذخیره‌سازی زنبور *T. brassicae* در سرما که کمترین تأثیر منفی را بر فراسنجه‌های زیستی و تولیدمثل آن بگذارد، می‌توان جمعیت‌های پرورش یافته آن را برای مدت زمان معینی در شرایط یخچال نگهداری نمود و از این راه، مشکلاتی مانند عدم دسترسی به جمعیت کافی از زنبور به هنگام رهاسازی و حفظ کلنی را حل کرد. با توجه به اثرات منفی احتمالی دماهای پایین نگهداری بر کیفیت زنبورهای تریکوگراما (میزان زنده‌مانی، نشو و نما، قدرت پارازیتسم و سایر ویژگی‌های زیستی)، در این پژوهش تأثیر مدت زمان‌های مختلف نگهداری تخم میزبان در داخل یخچال (دمای ۴ درجه سلسیوس) روی برخی فراسنجه‌های زیستی زنبور *T. brassicae* مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول زندگی - زادآوری زنبور *T. brassicae*

به منظور بررسی اثرات مدت زمان‌های مختلف سرمادهی روی نتاج نسل اول زنبور *T. brassicae* از جدول زندگی زادآوری ویژه سنی استفاده شد (کری ۱۹۹۳). فراسنجه‌های نرخ بقا (l_x)، باروری ویژه سنی (m_x)، احتمال بقا بین دو سن متوالی (P_x)، احتمال مرگ بین دو سن متوالی (q_x)، اختلاف نسبت بقا بین دو سن متوالی (d_x)، بقای میان‌دوره (L_x)، تعداد روزهایی که زنبور پس از سن x زنده می‌ماند (T_x) و امید زندگی (e_x) در تهیه این جدول زندگی با استفاده از روابط مربوطه برآورد شدند. برای تعیین نوع منحنی بقا از کمیتی موسوم به انتروپی^۱ استفاده شد. در این آزمایش نیز برای هر تیمار ۲۵ تکرار در نظر گرفته شد.

اجزای اصلی برای محاسبه فراسنجه‌های رشد جمعیت، سن فرد ماده (x)، نرخ بقای فرد ماده در سن x (l_x)، و میانگین تعداد نتاج ماده حاصل از تولیدمثل هر فرد ماده در سن x (m_x) هستند که فراسنجه‌های ذکر شده در جدول ۱ با استفاده از آن‌ها، توسط نرم افزار Excel محاسبه شدند. خطای استاندارد فراسنجه‌های جمعیت پایدار طبق روش جک‌نایف^۲ محاسبه گردید (مایا و همکاران ۲۰۰۰).

طرح آزمایشی و نحوه‌ی تجزیه داده‌ها

آزمایش‌ها در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی پیاده شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با روش یک‌طرفه و مقایسه میانگین بین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد توسط نرم‌افزار آماری (SAS 2006) انجام شد و نمودارهای مربوطه در محیط Excel (2016) رسم شدند.

تعدادی از آن‌ها برای ادامه کلنی درون اطاقک رشد نگهداری شدند و تعدادی دیگر برای انجام آزمایش‌ها به درون یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس منتقل گردیدند.

نحوه انجام آزمایش تعیین فراسنجه‌های زیستی زنبور روی تخم‌های میزبان سرمادیده

ابتدا تخم‌های بیدآرد روی کاغذ A_4 (2×0.5 سانتی-متر) چسبانده شده و به مدت صفر (به‌عنوان شاهد)، ۱، ۴، ۷، ۱۵ و ۳۰ روز داخل یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. پس از طی زمان‌های ذکر شده، هر کدام از برگه‌های تخم که حاوی ۳۰ عدد تخم میزبان بودند، به مدت ۲۴ ساعت در اختیار یک جفت نر و ماده زنبور پارازیتویید (که پنج نسل روی بید آرد پرورش داده شده بودند) قرار داده شدند. پس از طی این زمان، زنبورها از روی دسته‌های تخم جدا شده و این تخم‌ها تا زمان سیاه شدن آن‌ها، داخل انکوباتور نگهداری شدند. پس از گذشت ۳-۴ روز، تعداد تخم‌های پارازیتیه (سیاه) یادداشت شده و درصد پارازیتیسیم زنبور برای هر تیمار تعیین شد. زنبورهای خارج شده از این تخم‌های پارازیتیه شده، بر اساس شاخص افراد نر و ماده تفکیک شد (واعظ ۱۳۹۲). افراد بالغ سالم ظاهر شده به طور جداگانه تا روز مرگ نگهداری شده و روزانه ۴۰ - ۳۰ تخم ۲۴ ساعته بید آرد روی کاغذهایی به ابعاد 5×1 سانتی‌متر با محلول آب‌قند چسبانیده و در اختیار زنبورهای ماده ظاهر شده از هر تیمار قرار داده شد. هر دسته تخم به مدت ۲۴ ساعت در اختیار زنبور ماده قرار گرفته، پس از طی این مدت، تخم‌ها درون یک لوله آزمایشی مجزا نگهداری شدند تا زمانی که علایم پارازیتیسیم مشاهده گردد. برای تغذیه زنبورها از محلول آب‌عسل ۲۰٪ استفاده شد. تمامی موارد ذکر شده تا مرگ آخرین زنبور ماده برای هر گروه تیماری انجام گرفت و فراسنجه‌های زیستی زنبور از قبیل درصد پارازیتیسیم، درصد خروج و نسبت جنسی برای هر تیمار تعیین شد. برای هر تیمار ۲۵ تکرار در نظر گرفته شد.

¹ Entropy

² Jackknife

جدول ۱- فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار و نحوه‌ی محاسبه آن‌ها

معادله مورد استفاده برای تعیین فراسنجه	فراسنجه برآورد شده
$GRR = \sum_{x=\alpha}^{\beta} m_x$	نرخ تولید مثل ناخالص
$R_0 = \sum_{x=\alpha}^{\beta} l_x m_x$	نرخ تولید مثل خالص
$\sum_{x=0}^w l_x m_x e^{-r_m x} = 1$	نرخ ذاتی افزایش جمعیت
$\lambda = e^{r_m}$	نرخ متناهی رشد
$T = \frac{\ln R_0}{r_m}$	میانگین طول مدت یک نسل
$b = \frac{1}{\sum_{\alpha}^{\beta} e^{-r_m x} l_x}$	نرخ ذاتی تولد
$d = 1 - r_m$	نرخ ذاتی مرگ

نتایج

فراسنجه‌های زیستی زنبور

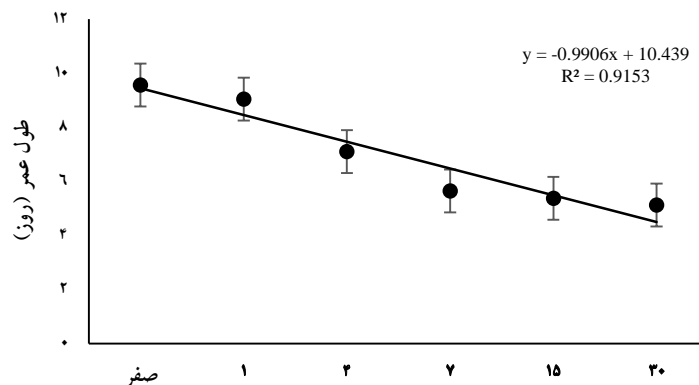
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دوره‌ی نشو و نمای مراحل نابالغ ($F=39/11$, $df=5$, $P < 0/0001$)، طول عمر ($F=9/16$, $df=5$, $P < 0/0001$)، زادآوری ($F=5/60$, $df=5$, $P < 0/0001$)، درصد پارازیت‌یسم ($F=27/79$, $df=5$, $P < 0/005$)، درصد خروج ($F=9/48$, $df=5$, $P < 0/0001$) بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. دوره نشو و نمای مراحل نابالغ زنبور *T. brassicae* در شاهد $0/01 \pm 8/08$ روز و در تیمارهای ۱، ۴، ۷، ۱۵ و ۳۰ روزه به ترتیب، $0/03 \pm 9/17$ ، $0/05 \pm 9/36$ ، $0/09 \pm 10/20$ و $0/09 \pm 9/30$ روز به دست آمد که اختلاف معنی‌داری بین شاهد و بقیه تیمارها دیده شد. بیشترین طول عمر زنبور ماده *T. brassicae* در شاهد با میانگین $0/66 \pm 9/56$ روز و کمترین در تیمار ۳۰ روزه با میانگین $0/71 \pm 5/12$ روز به دست آمد (جدول ۲). بر اساس نتایج این بررسی افزایش زمان نگهداری تخم

میزبان باعث کاهش طول عمر شد (شکل ۱). همچنین مشخص شد که بیشترین زادآوری زنبور در شاهد ($4/87 \pm 54/48$ تخم) بود که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. اختلاف بین بقیه تیمارها معنی‌دار نبود. می‌توان عنوان کرد که مدت زمان نگهداری تخم میزبان اثر منفی روی زادآوری زنبور داشته است هرچند اختلاف‌های موجود معنی‌دار نبوده است (شکل ۲). روند تخم‌گذاری روزانه افراد ماده زنبور در تمامی تیمارها در شکل ۳ نشان داده شده است.

منحنی بقای زنبور در هر شش تیمار آزمایشی از نوع یک به دست آمد که در شکل ۳ نشان داده شده است. در این نوع منحنی، مرگ‌ومیر عمدتاً در افراد مسن اتفاق می‌افتد، یعنی با افزایش سن پارازیت‌یوید، نرخ بقا کاهش می‌یابد و به همین دلیل منحنی عمدتاً افقی و با شیبی ملایم پیش رفته، در آخر ناگهان حالت نزولی پیدا می‌کند. بنابراین روند کاهش نرخ بقا در حشرات کامل سریع‌تر از مراحل نابالغ بود. خط راست افقی در ابتدای سمت چپ منحنی بقا مربوط به مراحل نابالغ آن است که تلفات این

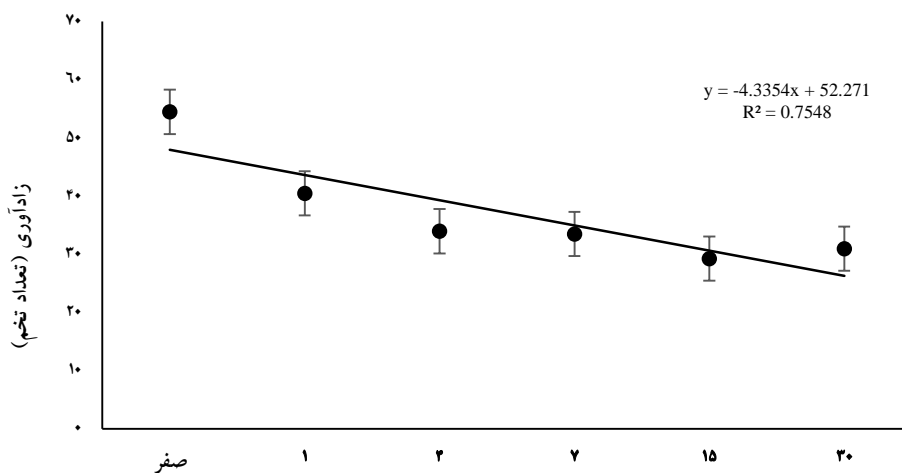
مؤید نوع اول بودن منحنی بقا است. نتایج مشخص کرد که مدت زمان‌های مختلف ذخیره‌سازی در دمای ۴ درجه سلسیوس تاثیری روی نوع منحنی زنبور نداشته است.

دوره یک‌جا در آخر محاسبه شده و قابل تفکیک از نظر سنی نمی‌باشند. مقدار انتروپی منحنی بقای *T. brassicae* در شاهد، ۰/۱۷ و در تیمارهای ۱، ۴، ۷، ۱۵ و ۳۰ روزه به ترتیب، ۰/۱۲، ۰/۲۵، ۰/۱۷، ۰/۲۲ و ۰/۱۵ به دست آمد که



شکل ۱- رابطه‌ی طول عمر زنبورهای *T. brassicae* با زمان نگهداری تخم‌های بید آرد *A. keuhniella* در سرما

شکل ۲- رابطه‌ی زادآوری زنبورهای *T. brassicae* با زمان نگهداری تخم‌های بید آرد *A. keuhniella* در سرما



شکل ۲- رابطه‌ی زادآوری زنبورهای *T. brassicae* با زمان نگهداری تخم‌های بید آرد *A. keuhniella* در سرما

شکل ۳- رابطه‌ی زادآوری زنبورهای *T. brassicae* با زمان نگهداری تخم‌های بید آرد *A. keuhniella* در سرما

نرخ بقای افراد در زمان ورود به مرحله حشره کامل در شاهد و پنج تیمار آزمایشی به ترتیب، ۰/۸، ۰/۹۶، ۰/۹۶، ۰/۹۶ و ۰/۹۶ بود (شکل ۳). امید به زندگی (e_x) زنبور *T. brassicae* در آغاز آزمایش در شاهد، ۱۸/۷۸ روز و در پنج تیمار آزمایشی به ترتیب، ۱۶/۸۶، ۱۴/۵، ۱۷/۷۱، ۱۶/۸۶ و ۱۴/۵ بود (شکل ۴). نشان داده شده است.

کمترین درصد پارازیت‌یسم ($1/84 \pm 15/42$)، درصد خروج ($7/98 \pm 48/02$) و دوره‌ی تخم‌ریزی زنبور

نرخ بقای افراد در زمان ورود به مرحله حشره کامل در شاهد و پنج تیمار آزمایشی به ترتیب، ۰/۸، ۰/۹۶، ۰/۹۶، ۰/۹۶ و ۰/۹۶ بود (شکل ۳). امید به زندگی (e_x) زنبور *T. brassicae* در آغاز آزمایش در شاهد، ۱۸/۷۸ روز و در پنج تیمار آزمایشی به ترتیب، ۱۶/۸۶، ۱۴/۵، ۱۷/۷۱، ۱۶/۸۶ و ۱۴/۵ بود (شکل ۴). نشان داده شده است.

این تخم‌ها، طول دوره‌ی رشدی زنبورهای پارازیتوبید افزایش یافته است. ممکن است علت این امر، کیفیت متفاوت مواد غذایی تخم‌های با زمان نگهداری متفاوت باشد که اثر خود را به صورت تاخیر در رشد و نمو پیش از بلوغ پارازیتوبیدها نمایان کرده است (اسپینولافیهو و همکاران ۲۰۱۴). بر اساس نتایج مشخص شد که نرخ پارازیتسیم زنبور روی تخم‌های سرمادیده بید آرد تا روز چهارم حدود ۲۰ درصد، تا روز هفتم حدود ۴۰ درصد و در تیمار ۳۰ روزه تا ۸۰ درصد کاهش داشت. احتمالاً نگهداری تخم میزبان تا چهار روز در دمای پایین کاهش معنی‌داری در نرخ پارازیتسیم زنبور به وجود نمی‌آورد ولی اگر تخم‌ها به مدت یک هفته و یا بیشتر در دمای پایین قرار گیرند نرخ پارازیتسیم زنبور به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت. نتایج مطالعات متعدد نشان داده است که درصد پارازیتسیم با افزایش طول مدت ذخیره‌سازی در دماهای پایین کاهش می‌یابد (خوسا و بارر ۲۰۰۰؛ پیچر و همکاران ۲۰۰۲؛ ازدر ۲۰۰۴؛ ازدر و سالام ۲۰۰۴؛ بردلی و همکاران ۲۰۰۴؛ راندل و همکاران ۲۰۰۴؛ تز و بوتو ۲۰۰۴؛ کومار و همکاران ۲۰۰۵؛ کارابورکلو و همکاران ۲۰۰۷؛ ییلماز و همکاران ۲۰۰۷؛ آیواز و همکاران ۲۰۰۸؛ کولینت و هنس ۲۰۱۰؛ ندیم و همکاران ۲۰۱۰؛ اسپینولافیهو و همکاران ۲۰۱۴؛ غربی ۲۰۱۴). اکثر مطالعات صورت گرفته در این زمینه، مربوط به اثر ذخیره‌سازی شفیره زنبوران تریکوگراما در دماهای پایین روی کارایی آن‌ها می‌باشد و تنها تحقیقات اندکی به بررسی اثر ذخیره‌سازی تخم‌های میزبان در دمای پایین روی کارایی زنبوران تریکوگراما پرداخته است. تحقیقات ناظری و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که با افزایش مدت زمان نگهداری تخم‌های بید آرد در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس، میزان پارازیتسیم زنبور *T. brassicae* به شدت کاهش می‌یابد. اگرچه آن‌ها عنوان نمودند که ماندگاری تخم تا ۱۶ روز تاثیر معنی‌داری بر میزان پارازیتسیم زنبور ندارد اما نگهداری طولانی مدت تخم میزبان می‌تواند تاثیر منفی روی میزان پارازیتسیم زنبور داشته باشد و زنبور ماده ترجیح می‌دهد با کاهش

(۰/۶۳ ± ۴/۴۲ روز) مربوط به تیمار ۳۰ روزه بود. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که با افزایش مدت زمان نگهداری تخم میزبان در دمای پایین، هر سه فراسنجه کاهش پیدا می‌کنند (جدول ۲). با توجه به نتایج مشخص شد که هرچند نسبت جنسی (ماده/کل افراد) زنبور بین شاهد و تیمارهای سرمایی اختلاف معنی‌داری نداشت ($F=0/71$, $df=5$, $P < 0/61$) اما با افزایش زمان نگهداری در دمای پایین، نرزیایی تقریباً افزایش یافته است به جز تیمار ۱۵ روزه که افزایشی نسبی در تعداد ماده‌ها اتفاق افتاده است (جدول ۲).

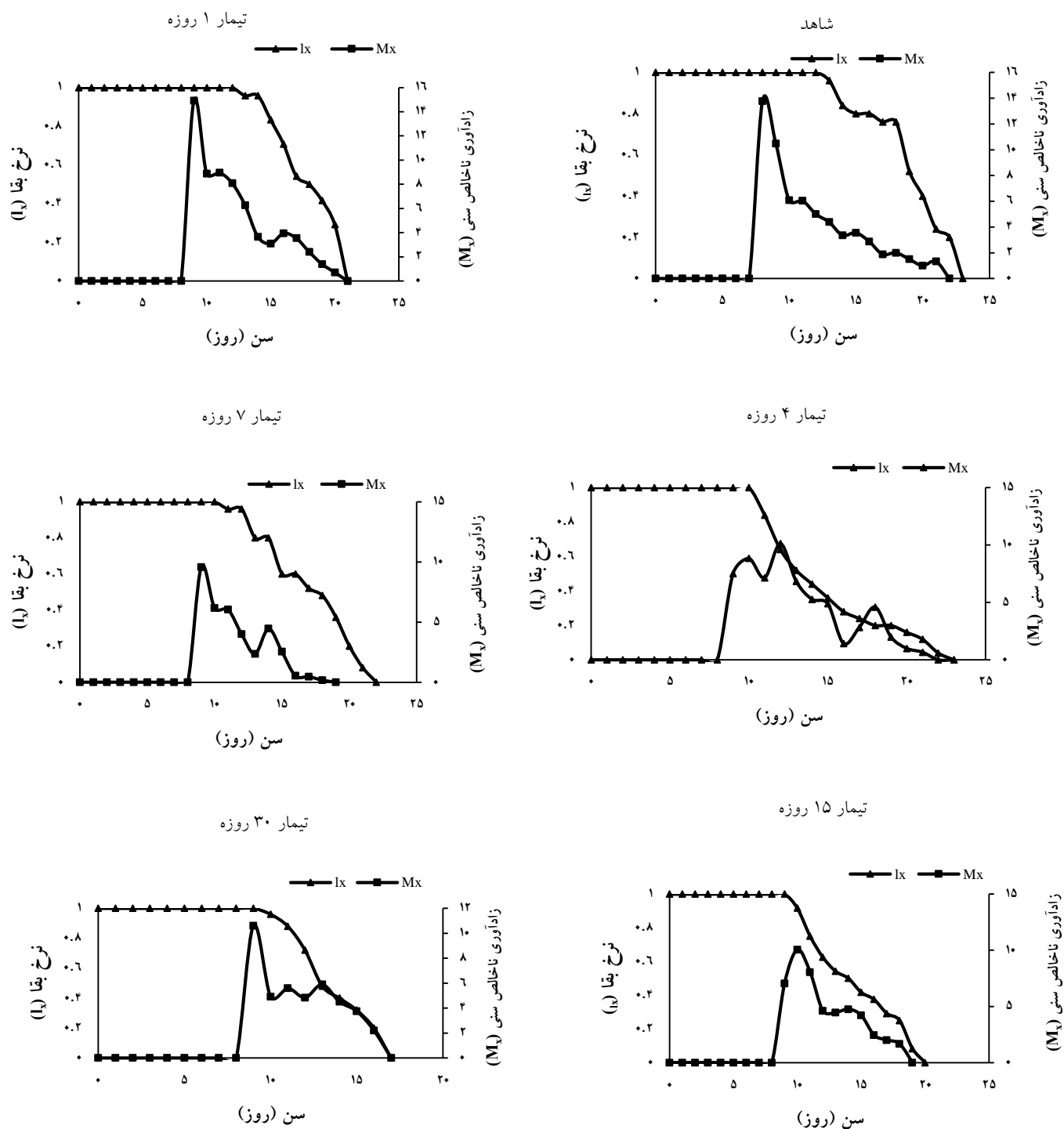
فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار زنبور *T. brassicae*

مقادیر مربوط به هشت فراسنجه رشد جمعیت پایدار زنبور *T. brassicae* شامل نرخ تولیدمثل ناخالص (GRR)، نرخ تولیدمثل خالص (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی رشد (λ)، طول مدت یک نسل (T)، نرخ ذاتی تولد (b) و نرخ ذاتی مرگ (d) در شاهد و پنج تیمار در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که تمامی فراسنجه‌های زنبور *T. brassicae* به جز طول مدت یک نسل (T) بین شاهد و بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند (جدول ۳).

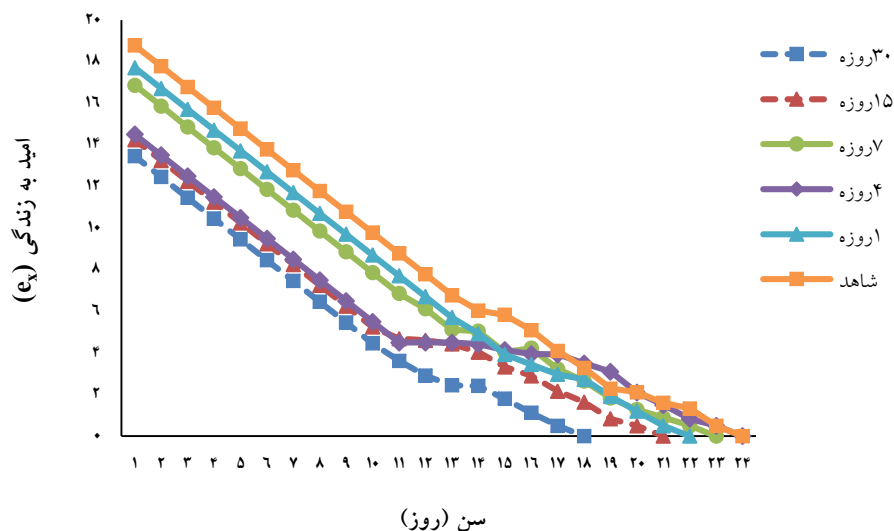
بحث

نتایج آزمایش حاضر بیانگر اثر منفی زمان نگهداری تخم میزبان روی بعضی ویژگی‌های زیستی زنبور *T. brassicae* بود. طول دوره‌ی رشد و نمو، درصد پارازیتسیم، درصد خروج، زادآوری و طول عمر به طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان نگهداری تخم میزبان در دمای پایین قرار گرفتند.

طول دوره‌ی نشو و نمای نابالغ زنبورهای خارج شده از تخم‌های میزبان سرمادیده در تمامی تیمارها به جز شاهد بیشتر از ۹ روز به طول انجامید و در تیمار ۷ روزه بیشتر از بقیه تیمارها بود. به نظر می‌رسید به خاطر سرعت کم نشو و نمای قبل از بلوغ زنبور تریکوگراما در



شکل ۳- روند تخم‌گذاری روزانه و منحنی بقای *T. brassicae* در شش تیمار آزمایشی.



شکل ۴- تغییرات سنی امید به زندگی *T. brassicae* در شش تیمار آزمایشی.

کاهش نرخ پارازیتیسیم خواهد شد (گوبالت و همکاران ۲۰۱۱؛ اسپینولافیهو و همکاران ۲۰۱۴). از طرف دیگر ذخیره‌سازی تخم‌های میزبان در دماهای پایین می‌تواند شکل تخم را تغییر دهد که این امر خود روی پارازیتیسیم زنبور تاثیر می‌گذارد (کوتتی و همکاران ۱۹۹۶). بنابراین ذخیره‌سازی تخم میزبان در دماهای پایین به مدت‌های طولانی می‌تواند منجر به بروز شرایط نامناسب برای پارازیتوبید گردد و تنها افرادی قادر به تولید مثل باشند که متحمل‌تر هستند (اسپینولافیهو و همکاران ۲۰۱۴). هم- چنین در این تحقیق مشخص شد که نگهداری تخم میزبان در دمای پایین تا ۷ روز در مقایسه با شاهد، کاهش معنی- داری روی نرخ خروج زنبور ندارد. نرخ خروج زنبور در تیمار ۳۰ روزه حدوداً ۵۰ درصد کاهش نشان داد. برخلاف نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، تانک بلیک و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر سه ماه نگهداری تخم‌های عقیم شده *E. kuehniella* و *S. cerealella* روی کیفیت زنبور *T. evanescens*، تفاوت معنی‌داری در درصد خروج افراد نر و ماده بین تخم‌های عقیم شده توسط پرتو گاما و تخم‌های عقیم نشده که تا ۳۰ و ۶۰ روز نگهداری شده بودند، مشاهده نکردند. احتمال می‌رود علت اختلاف بین

سرمایه‌گذاری روی چنین تخم‌هایی، تا پیدا شدن میزبان مناسب از تخم‌ریزی اجتناب نماید. آبرون و همکاران (۱۳۹۲) عنوان کردند که درصد پارازیتیسیم زنبور *T. brassicae* روی تخم‌های بید آرد نگهداری شده در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس به مدت ۲۰ روز، تفاوت معنی‌داری (حدوداً ۷۳ درصد) با تخم‌های نگهداری شده به مدت ۴۰ روز در یخچال داشت. ازدر (۲۰۰۴) که تخم‌های بید آرد را در سه دمای صفر، ۴ و ۸ درجه‌ی سلسیوس نگهداری کرده و سپس در اختیار زنبور *T. cacaoeciae* Marchal قرار داده بود، گزارش کرد که در دمای ۴ درجه، درصد پارازیتیسیم زنبور از ۹۶/۸۰ درصد (تیمار ۳ روزه) تا ۳۷/۶۰ درصد (تیمار ۳۱ روزه) کاهش یافت که نسبت به شاهد (۹۹ درصد)، ۶۲ درصد کاهش داشت. این محقق گزارش کرد که میزان پارازیتیسیم زنبور در هر سه دما با افزایش مدت زمان ذخیره‌سازی تخم میزبان کاهش می- یابد. هم‌راستا با نتایج این محققین، نرخ پارازیتیسیم زنبور در تیمار ۳۰ روزه هم کاهش چشم‌گیری نسبت به شاهد نشان داد. پارازیتوبیدهای ماده توانایی عدم پذیرش تخم- های میزبانی که تغییری در محرک‌های شیمیایی و فیزیکی‌شان ایجاد شده است، را دارند که این خود موجب

نشان می‌دهند. طبق داده‌های به‌دست آمده مشخص شد که هرچند با افزایش زمان نگهداری تخم میزبان در دمای پایین، زادآوری زنبور کاهش می‌یابد اما اختلاف بین تیمارهای سرمایی معنی‌دار نبود. زادآوری زنبور در تیمارهای ۱، ۴، ۷، ۱۵ و ۳۰ روزه به‌ترتیب، ۳۷/۶۶، ۳۸/۵۵، ۴۶/۳۳ و ۴۳/۱۷ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. ازدر (۲۰۰۴) پس از نگهداری تخم‌های بید آرد در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس تا ۶ هفته، زادآوری زنبور *T. cacoeciae* را در شاهد ۵۰/۲ تخم و در تیمارهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ هفته به‌ترتیب، ۴۴، ۴۲/۶، ۴۰/۸، ۳۱، ۲۶ و ۲۱ تخم گزارش کرد که نشان می‌دهد با افزایش زمان نگهداری تخم میزبان در سرما، زادآوری زنبور کاهش یافته است که مشابه یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد. نگهداری تخم‌های میزبان در دمای پایین تا ۱ روز کاهش معنی‌داری در دوره تخم‌ریزی زنبور نسبت به شاهد نداشت. در تیمار ۷ روزه این دوره، با کاهش ۵۰ درصدی نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری با آن نشان داد.

تاکنون گزارش مکتوبی مبنی بر این که نگهداری تخم میزبان در دمای پایین چه تاثیری روی فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار زنبوران خانواده Trichogrammatidae دارد مشاهده نشده است و می‌توان عنوان کرد که تحقیق حاضر اولین گزارش از این گونه اثرات می‌باشد. بر اساس نتایج مشخص شد که تمامی فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار زنبور *T. brassicae* به غیر از مدت زمان یک نسل (T)، بین شاهد و تیمارهای سرمایی اختلاف معنی‌داری دارد. با افزایش مدت زمان ذخیره‌سازی تخم میزبان در دمای پایین، فراسنجه‌های نرخ خالص تولید مثل، نرخ رشد ذاتی جمعیت، نرخ متناهی رشد، نرخ تولد و نرخ مرگ و میر زنبور نسبت به شاهد کاهش نشان داد. نرخ خالص تولید مثل در تیمارهای ۴، ۷، ۱۵ و ۳۰ روزه به‌ترتیب، حدود ۴۶، ۴۷، ۵۳ و ۶۴ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. با افزایش زمان سرمادهی تخم‌های میزبان، کاهش نسبت افراد ماده

نتایج محققین ذکر شده و بررسی حاضر، مربوط به سوش زنبور و میزبان مورد استفاده باشد. مدت زمان نگهداری طولانی‌تر تخم میزبان در دمای پایین ممکن است سبب کاهش کیفیت غذا برای جنین پارازیتوئید از طریق زوال زرده شود که این خود موجب افزایش مرگ و میر زنبور و در نتیجه کاهش درصد خروج زنبور و درصد پارازیتیسیم زنبور خواهد شد (پراتیسولی و همکاران ۲۰۰۲). هم‌چنین بایستی متذکر شد که فرایند ظهور حشرات کامل یک فرایند انرژی‌بر است که نیاز به ماهیچه‌های قوی و رشد کرده دارد. به احتمال زیاد کمبود انرژی همراه با اختلالات عضلانی که افراد بالغ ظاهر شده از تخم‌های سرمادیده متحمل آن شده‌اند، از دلایل عمده شکست ظهور حشرات کامل و مرگ‌ومیر افراد قبل از ظهور باشد (چن و لئوپولد ۲۰۰۷). زنبورهای خارج شده از تخم میزبان شاهد ۱ روز نگهداری در دمای پایین، به طور معنی‌داری طول عمر بیشتری (بیشتر از ۹ روز) نسبت به بقیه تیمارها داشتند و به‌ترتیب با افزایش زمان نگهداری در دمای پایین، طول عمر زنبوران خارج شده حتی تا ۴۶ درصد در تیمار ۳۰ روزه کاهش یافت (شکل ۱). ازدر (۲۰۰۴) تخم‌های بید آرد را در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس تا ۳۱ روز نگهداری کرده و طول عمر زنبور *T. cacoeciae* را در شاهد ۱۵/۶ روز و در تیمارهای ۳، ۷، ۱۴ و ۳۱ روزه به‌ترتیب، ۱۱/۴، ۱۰/۴، ۱۰/۲ و ۷ روز گزارش کرد. طول عمر زنبور در تیمار ۳۱ روزه این محقق، حدود ۵۵ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. با نگاهی به نتایج بررسی حاضر و گزارشات ازدر (۲۰۰۴) به نظر می‌رسد افزایش مدت زمان نگهداری تخم میزبان، کاهش طول عمر زنبورهای بالغ خارج شده را به‌دنبال داشته است. در تایید نتایج حاضر، ندیم و همکاران (۲۰۱۰) نیز عنوان نمودند که طول عمر زنبور *T. cacoeciae* خارج شده از تخم‌های بید غلات نگهداری شده در سرما با افزایش زمان نگهداری کمتر می‌شود. احتمالاً تخم‌های با زمان نگهداری کمتر، مواد غذایی با کیفیت‌تری دارند که با افزایش طول عمر حشرات بالغ اثر خود را

شاهد می‌شود ولی به علت عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین نگهداری تخم‌های میزبان به مدت ۴ تا ۱۵ روز در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس، در صورت نیاز و ضرورت می‌توان تا دو هفته تخم‌های میزبان را در دمای ذکر شده نگهداری نمود.

از یک طرف و افزایش مرگ و میر افراد بالغ زنبور، موجب کاهش نرخ خالص تولید مثل زنبور نسبت به نرخ ناخالص تولید مثل آن شده است. نرخ خالص تولیدمثل (R_0) نشان‌دهنده متوسط تعداد نتاج ماده تولید شده توسط هر فرد ماده در طول یک نسل می‌باشد. به بیان دیگر فراسنجه R_0 نشان می‌دهد که هر ماده در پایان یک نسل با چند ماده دیگر جایگزین می‌شود. این فراسنجه بعد از نرخ ذاتی افزایش جمعیت (I_m) مهم‌ترین فراسنجه جدول زندگی محسوب شده و به نام نسبت جایگزینی خالص نیز نامیده می‌شود (کری ۱۹۹۳). نگهداری تخم میزبان در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۴، ۷ و ۱۵ روز کاهش معنی‌داری روی فراسنجه‌های نرخ تولید مثل خالص، نرخ رشد ذاتی جمعیت، نرخ متناهی رشد و نرخ تولد افراد ندارد و اگر بنا باشد تخم میزبان ذخیره شود نگهداری آن تا دو هفته در دمای ۴ درجه سلسیوس تفاوتی با نگهداری میزبان به مدت یک هفته و یا کمتر نخواهد داشت. به عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان اظهار داشت که روش‌های مختلف ذخیره‌سازی زنبوران *Trichogrammatidae* بایستی به گونه‌ای باشد که نه تنها در زمان رهاسازی تعداد کافی از افراد را تامین نماید (بیگلر ۱۹۹۴) بلکه باید کیفیت آنها را نیز تضمین نماید (استیدیل و همکاران ۲۰۰۱). از طرف دیگر توسعه روش‌های موثر ذخیره‌سازی پارازیتوئیدها بدون ایجاد تغییر در شایستگی آنها، گام مهمی در روند تولید انبوه محسوب می‌شود (لئوپولد ۱۹۹۸). نتایج بررسی حاضر نشان داد که با افزایش مدت زمان نگهداری تخم‌های بید آرد در دمای پایین، ویژگی‌های زیستی زنبور از جمله درصد پارازیتیسیم، نرخ ظهور و طول عمر و هم چنین ویژگی‌های جمعیتی آن از جمله نرخ خالص تولید مثل، نرخ رشد ذاتی جمعیت، نرخ متناهی رشد، نرخ تولد و نرخ مرگ و میر زنبور *T. brassicae* کاهش چشم‌گیری یافت. بر اساس داده‌های به‌دست آمده مشخص شد که نگهداری تخم‌های بید آرد تا دو هفته در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس، هرچند موجب کاهش فراسنجه‌های جمعیت پایدار زنبور *T. brassicae* نسبت به

جدول ۲- میانگین (\pm SE) فراسنجه‌های زیستی *T. brassicae* در مدت زمان‌های مختلف ذخیره‌سازی در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس.

میانگین \pm اشتباه استاندارد						فراسنجه
۳۰ روزه	۱۵ روزه	۷ روزه	۴ روزه	۱ روزه	شاهد	
۹/۵۸ \pm ۰/۲ ^b	۹/۳۰ \pm ۰/۱ ^{bc}	۱۰/۲۰ \pm ۰/۰۸ ^a	۹/۳۶ \pm ۰/۰۹ ^{bc}	۹/۱۷ \pm ۰/۰۸ ^c	۸/۰۸ \pm ۰/۰۵ ^d	نشو و نمای مراحل نابالغ (روز)
۵/۱۲ \pm ۰/۷۱ ^c	۵/۳۷ \pm ۰/۴۱ ^c	۵/۶۴ \pm ۰/۷۹ ^c	۷/۱۰ \pm ۰/۵۸ ^{bc}	۹/۰۴ \pm ۰/۵۱ ^{ab}	۹/۵۶ \pm ۰/۶۶ ^a	طول عمر (روز)
۳۰/۹۶ \pm ۳/۸۰ ^b	۲۹/۲۴ \pm ۲/۳۲ ^b	۳۳/۴۸ \pm ۳/۵۷ ^b	۳۳/۹۶ \pm ۴/۰۹ ^b	۴۰/۴۶ \pm ۴/۶۳ ^b	۵۴/۴۸ \pm ۴/۸۷ ^a	زادآوری
۱۵/۴۲ \pm ۱/۸۴ ^e	۲۸/۶۰ \pm ۴/۳۳ ^d	۴۴/۶۱ \pm ۶/۰۲ ^c	۵۸/۶۶ \pm ۳/۷۴ ^{abc}	۶۲/۶۸ \pm ۴/۶۵ ^{ab}	۷۳/۵۹ \pm ۲/۰۸ ^a	درصد پارازیتسم
۴۸/۰۲ \pm ۷/۹۸ ^c	۶۴/۴۰ \pm ۸/۰۵ ^{bc}	۶۲/۱۴ \pm ۷/۷۳ ^{bc}	۸۰/۰۴ \pm ۴/۰۷ ^{ab}	۷۸/۵۰ \pm ۱/۰۶ ^{ab}	۹۵/۲۰ \pm ۱/۱۹ ^a	درصد خروج
۰/۴۷ \pm ۵/۹۹ ^a	۰/۶۰ \pm ۸/۹۹ ^a	۰/۵۲ \pm ۷/۰۲ ^a	۰/۵۵ \pm ۶/۰۳ ^a	۰/۵۸ \pm ۱/۵۸ ^a	۰/۶۹ \pm ۳/۷۸ ^a	نسبت جنسی (ماده/ کل افراد)
۴/۴۲ \pm ۰/۶۳ ^b	۵/۱۲ \pm ۰/۷۵ ^b	۴/۱۶ \pm ۰/۴۴ ^b	۵/۴۲ \pm ۰/۵۴ ^b	۸/۱۲ \pm ۰/۵۴ ^a	۸/۴۴ \pm ۰/۶۸ ^a	دوره تخم‌ریزی (روز)

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند

جدول ۳- میانگین (\pm SE) فراسنجه‌های جمعیت پایدار *T. brassicae* در مدت زمان‌های مختلف ذخیره‌سازی در دمای ۴ درجه‌ی سلسیوس.

میانگین \pm اشتباه استاندارد						فراسنجه
روزه ۳۰	روزه ۱۵	روزه ۷	روزه ۴	روزه ۱	شاهد	
$31/34 \pm 0/2^{bc}$	$25/74 \pm 0/1^c$	$22/40 \pm 0/08^c$	$35/90 \pm 0/09^{bc}$	$55/94 \pm 0/08^a$	$42/63 \pm 0/05^{ab}$	نرخ ناخالص تولید مثل (GRR) (ماده/ماده/نسل)
$13/22 \pm 0/71^b$	$17/36 \pm 0/41^b$	$19/15 \pm 0/79^b$	$19/95 \pm 0/58^b$	$31/27 \pm 0/51^a$	$36/78 \pm 0/66^a$	نرخ خالص تولید مثل (R ₀) (ماده/ماده/روز)
$0/2178 \pm 3/80^c$	$0/2566 \pm 2/32^b$	$0/2652 \pm 3/57^b$	$0/2616 \pm 4/09^b$	$0/3034 \pm 4/63^a$	$0/3101 \pm 4/87^a$	نرخ رشد ذاتی جمعیت (r _m) (ماده/ماده/روز)
$1/24 \pm 1/84^c$	$1/29 \pm 4/33^b$	$1/30 \pm 6/02^b$	$1/29 \pm 3/74^b$	$1/35 \pm 4/65^a$	$1/36 \pm 2/08^a$	نرخ متناهی رشد (λ) (ماده/ماده/روز)
$11/90 \pm 7/98^a$	$11/17 \pm 8/05^a$	$11/20 \pm 7/73^a$	$11/47 \pm 4/07^a$	$11/37 \pm 1/06^a$	$11/64 \pm 1/19^a$	مدت زمان یک نسل (T) (روز)
$0/2305 \pm 0/63^c$	$0/2665 \pm 0/75^b$	$0/2718 \pm 0/44^b$	$0/2712 \pm 0/54^b$	$0/3134 \pm 0/54^a$	$0/3128 \pm 0/68^a$	نرخ تولد (b) (ماده/ماده/روز)
$0/0127 \pm 0/63^a$	$0/0098 \pm 0/75^a$	$0/0066 \pm 0/44^{ab}$	$0/0096 \pm 0/54^a$	$0/0100 \pm 0/54^a$	$0/0028 \pm 0/68^b$	نرخ مرگ و میر (d) (ماده/ماده/روز)

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند

منابع مورد استفاده

- ابراهیمی، پنیورو ب و شجاعی م، ۱۳۷۷. مطالعه مرفولوژیک و آنزیماتیک گونه‌های جنس *Trichogramma* در ایران. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی، شماره ۶۶. ۵۵-۷۴.
- آبرون پ، موسوی ق، عاشوری ا و کیشانی ح، ۱۳۹۲. تاثیر کیفیت‌های مختلف تخم بیدآرد، *Ephestia kuehniella* بر میزان پارازیتسیم زنبور *Trichogramma brassicae*. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، ۱۰ بهمن ماه، تهران، صفحات ۸-۱ (قابل دسترس در: https://www.civilica.com/Paper-NACONF01-NACONF01_1191.html).
- آزما م و میرابزاده ع، ۱۳۸۳. مباحثی پیرامون کاربرد دشمنان طبیعی در کنترل آفات. انتشارات مرکز نشر سپهر.
- درسوئی ر، کریمی ج، جهانبخش و، ۱۳۹۲. مطالعه گروه‌بندی باکتری *Wolbachia*، همزیست گونه‌های غالب زنبور *Trichogramma* در ایران. فصل‌نامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی، جلد ۵ شماره ۳، ۲۱۹-۲۳۶.
- رنجبر اقدم ح و عطاران م، ۱۳۹۴. جمع‌آوری، شناسایی و انتخاب سوش بومی زنبورهای انگل‌واره *Trichogramma* به منظور کنترل بیولوژیک کرم سیب، *Cydia pomonella* در منطقه دماوند. دانش گیاهپزشکی ایران، دوره ۶۴، شماره ۱، صفحات ۱-۸.
- شجاعی م، تیرگری س، آزما م و نصرالهی ع، ۱۳۶۹. تحقیقی در فون زنبورهای پارازیتوئید مفید تریکوگراما در زمینه‌های زیست‌محیطی و کاربرد آنها در ایران. نشریه سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، شماره ۱۸، صفحات ۳۳-۴۷.
- عطاران م و دادپور مغانلو ه، ۱۳۹۰. تحلیل وضعیت فعلی و چشم انداز استفاده از زنبور تریکوگراما در کنترل بیولوژیک آفات محصولات کشاورزی. همایش ملی توسعه کنترل بیولوژیک در ایران، ۶-۵ مرداد ماه، تهران. صفحات ۹۴-۱۱۲.
- ناظری م، عاشوری ا و حسینی م، ۱۳۹۲. بررسی اثر زمان نگهداری تخم میزبان و آلودگی به باکتری همزیست *Wolbachia* در ویژگی‌های کیفی زنبور پارازیتوئید (*Trichogrammatidae*: Hym.: *Trichogramma brassicae* Bezdenko). نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۷ شماره ۴. ۴۴۲-۴۵۱.
- واعظ ن، ۱۳۹۲. مدلسازی آزمایشگاهی کنترل تلفیقی کرم قوزه پنبه با استفاده از توکسین باکتری *Bacillus thuringiensis* Berliner. پارازیتوئید تخم *Trichogramma brassicae* و پارازیتوئید لارو *Habrobracon hebetor*. رساله دکتری حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- یزدانی ع، ۱۳۸۲. بررسی برخی ویژگی‌های نشوونمایی قدرت باروری زنبور *Trichogramma brassicae* Bez. در پرورش آزمایشگاهی آن بر روی تخم‌های بید غلات *Sitotroga cerealella* Oliv. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
- یزدانیان م، ۱۳۷۹. بررسی میزان نشو و نما و قدرت باروری شب‌پره مدیترانه‌ای آرد *Anagast kuehniella* Zeller روی چند رژیم غذایی تهیه شده از آرد و سیوس گندم به صورت خشک و مرطوب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

- Ayvaz A, Karasu E, Karabörklü S, Tunçbilek AS, 2008. Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Stored Products Research* 44: 232-240.
- Bigler F, 1994. Quality control in *Trichogramma* production. Pages 93-111. In: *Biological Control with Egg Parasitoids*, Wajnberg, E., Hassan, S.A. (Eds.), CAB International, and Wallingford, UK.
- Bradley JR, Thomson LJ, Hoffmann AA, 2004. Effects of cold storage on field and laboratory performance of *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and the response of three *Trichogramma* spp. (*T. carverae*, *T. nr. brassicae*, and *T. funiculatum*) to cold. *Journal of Economic Entomology* 97: 213-221.
- Carey JR, 1993. *Applied demography for biologists with special emphasis on insects*. Oxford University Press UK.
- Chen WL, Leopold RA, 2007. Progeny quality of *Gonatocerus ashmeadi* (Hymenoptera: Mymaridae) reared on stored eggs of *Homalodisca coagulata* (Hemiptera: Cicadellidae). *Journal of Economic Entomology* 100: 685-694.
- Colinet H, Boivin G, 2011. Insect parasitoids cold storage: a comprehensive review of factors of variability and consequences. *Biological Control* 58: 83-95.
- Colinet H, Hance T, 2010. Interspecific variation in the response to low temperature storage in different aphid parasitoids. *Annals of Applied Biology* 156: 147-156.
- Consoli FL, Parra JRP, Zucchi RA, 2010. *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma*. Springer Dordrecht.
- Conti E, Jones WA, Bin F, Vinson SB, 1996. Physical and chemical factors involved in host recognition behavior of *Anophes iole* Girault (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of *Lygus hesperus* Knight (Heteroptera: Miridae). *Biological Control* 7: 10-16.
- Gharbi N, 2014. Influences of cold storage period and rearing temperature on the biological traits of *Trichogramma oleae*. *Tunisian Journal of Plant Protection* 9: 143-153.
- Greenberg SM, 1991. Evaluation techniques for *Trichogramma* quality. Pages 138-145. In: *Proceedings of Fifth Workshop of the IOBC Working Group, Quality Control of Mass Reared Arthropods*, 25-28 March, 1991, Wageningen, the Netherlands.
- Goubault M, Cortesero AM, Paty C, Fourrier J, Dourlot S, Le Ralec A, 2011. Abdominal sensory equipment involved in external host discrimination in a solitary parasitoid wasp. *Microscopy Research and Technique* 74: 1145-1153.
- Herz A, Hassan SA, 2006. Are indigenous strains of *Trichogramma* sp. (Hym.: Trichogrammatidae) better candidates for biological control of Lepidopterous pests of the olive tree?. *Biocontrol Science and Technology* 16: 841-857.
- Karabörklü S, Ayvaz A, 2007. Soğukta depolamanın farklı konukçularda yetişen *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym: Trichogrammatidae)'in farklı evreleri üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 23: 30-36.
- Khosa SS, Brar KS, 2000. Effect of storage on the emergence and parasitization efficiency of laboratory reared and field collected populations of *Trichogramma chilonis* Ishii. *Journal of Biological Control* 14:71-74.
- Kumar P, Shenhmar M, Brar, KS, 2005. Effect of low temperature storage on the efficiency of three species of trichogrammatids. *Journal of Biological Control* 19: 17-21.

- Leopold RA, 1998. Cold storage of insects for integrated pest management. Pages 235-267. In: Temper temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management, Hallman, G.J., Denlinger, D.L. (Eds.), Westview Press, Boulder, CO.
- Luczynski A, Nyrop JP, Shi A, 2007. Influence of cold storage on pupal development and mortality during storage and on post-storage performance of *Encarsia formosa* and *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Biological Control* 40: 107–117.
- Maia AHN, Luiz AJB, Campanhola C, 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspect. *Journal Economic Entomology* 93:511-518.
- McDougall SJ, Mills NJ, 1997. The influence of host, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 83: 195-203.
- Nadeem S, Ashfaq M, Hamed M, Ahmed S, 2010. Optimization of short and long term storage duration for *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) at low temperatures. *Pakistan Journal of Zoology* 42: 63-67.
- Özder N, 2004. Effect of different cold storage periods on parasitization performance of *Trichogramma cacoeeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) *Biocontrol Science and Technology* 14: 441-7.
- Ozder N, Saglam O, 2004 .Effect of short term cold storage on the quality of *Trichogramma brassicae* ,*T. cacoeeciae*, and *T. evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Australian Entomological Society* 37:183–187.
- Pitcher SA, Hoffmann MP, Gardner J, Wright MG, Kuhar TP, 2002. Cold storage of *Trichogramma ostrinae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs. *BioControl* 47: 525-535.
- Pratissoli D, Vianna UR, Oliveira HN, Pereira FF, 2003. Efeito do armazenamento de ovos de *Anagasta kuehniella*, (Lepidoptera: Pyralidae) nas características biológicas de três espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Revista Ceres* 50: 95-105.
- Rundle BJ, Thomson LJ, Hoffmann AA, 2004. Effects of cold storage on field and laboratory performance of *Trichogramma carverae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and the response of three *Trichogramma* spp. (*T. carverae*, *T. nr. brassicae*, and *T. funiculatum*) to cold. *Journal of Economic Entomology* 97: 213-221.
- SAS Institute, 2006: SAS/STAT User's Guide, Version 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Silva RJ, Cividanes FJ, pedrosoe C, barbosa JC, matta DH, Correia ET, Otuka AK, 2013. Effect of low-temperature storage on *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Biological Control* 42: 527–533.
- Smith SM, 1996. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes and potential of their use. *Annual Review of Entomology* 41:375–406.
- Spínola-Filho PRC, Leite GLD, Soares MA, Alvarenga AC, de Paulo PD, Tuffiantos LD, Zanuncio JC, 2014. Effects of duration of cold storage of host eggs on percent parasitism and adult emergence of each of ten Trichogrammatidae (Hymenoptera) species. *Florida Entomologist* 97: 14-21.
- Steidle JLM, Rees D, Wright EJ, 2001. Assessment of Australian *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) as control agents of stored product moths. *Journal of Stored Products Research* 37: 263-275.
- Tezze AA, Botto EN, 2004. Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma nerudai* (Hym.: Trichogrammatidae). *Biological control* 30: 11-16.

- Tuncbilek AS, Canpolat U, Summer F, 2005. Use of radiation in extending the duration of host suitability for managing *Ephesia kuehniella* and *Sitotroga cerealella* by the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens*. FAO/IAEA International conference on area wide control of insect pests: Integrating the sterile insect and related nuclear and other techniques, 2005, Vienna, Austria.
- van Lenteren JC, 2012. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57: 1-20.
- van Lenteren JC, Bigler F, 2010 Quality control of mass reared egg parasitoids laboratory of entomology. Wageningen University, PO Box 8031, 6700EH Wageningen, The Netherlands *Biological Control* 9, DOI: 10.1007/978-1-4020-9110-0_12.
- van Lenteren JC, Tommasini M, 2002. Mass production, storage, shipment and quality control of natural enemies. In: Albajes R., Gullino ML, van Lenteren JC, Elad Y. (Eds.), Mass production, storage, shipment and quality control of natural enemies, integrated pest and disease management in greenhouse crops. Springer, Netherlands, pp. 276–294.
- Voinovich ND, Vaghina NP, Reznik SY, 2013. Effects of cold shock on host egg parasitization by females of *Trichogramma buesi* Voegelé (Hymenoptera, Trichogrammatidae) *Entomological Review* 93 (4): 405–41.
- Yilmaz S, Karabörklü S, Ayvaz A, 2007. Effect of cold temperature durations on the performance of the adult *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Turkish Journal of Entomology* 31:269–278.

Influences of Cold Storage Period of *Anagasta kuehnieela* (Zeller) Eggs on Biological Parameters of *Trichogramma brassicae* Bezdenko

N Vaez^{1*}, Z Pourgholi² and D Mohammadi¹

¹Assistant Professors, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz

²Former MSc Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz

*Corresponding author: naheedvaez@gmail.com

Received: 12 March 2017

Accepted: 10 June 2018

Abstract

The mass production of insects is a key element in biological control programs. The most important problem in successful release programs is the cost-effectiveness of mass rearing, and release at right time. In recent years, cold-storage of biocontrol agents has been considered as an effective method for increasing survival and providing sufficient number of natural enemies for using in biological control programs. In this study the effect of cold storage of *Anagasta kuehniella* eggs was investigated on *Trichogramma brassicae* at 4 °C for 0, 1, 4, 7, 15 and 30 days in terms of life history parameters. Results showed that developmental time, longevity, fecundity, parasitism rate, emergence rate and oviposition period were significantly different (1%). The highest longevity was in control (9.56±0.66 days) while the lowest one was in 30 day treatment (5.12±0.71 days). It was also found that all population parameters except life generation time (T) differed significantly between control and cold-stored treatments. The lowest net reproductive rate (R₀) (13.22±0.71) and intrinsic rate of increase (r_m) (0.2178±3.80) were recorded in 30-day storage treatment. The results showed that by increasing cold-storage duration of the host eggs, the efficiency of the *T. brassicae* declined.

Keywords: Cold storage, Parasitism rate, Emergency rate, *Trichogramma brassicae*.