



بررسی برخی ویژگی‌های زیستی زنبور *Trichogramma brassicae* Bezd. روی بید غلات *Sitotroga cerealella* Oliv.

علی یزدانی خوراسگانی

دانشجوی سابق حشره‌شناسی - دانشکده کشاورزی - دانشگاه تبریز

شهلا حسینی بای

دانشجوی سابق حشره‌شناسی - دانشکده کشاورزی - دانشگاه تبریز

کریم حداد ایرانی نژاد

دانشیار حشره‌شناسی - دانشکده کشاورزی - دانشگاه تبریز

محمد مشهدی جعفرلو

کارشناس ارشد حشره‌شناسی - مرکز تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی تبریز

چکیده

در این مطالعه، میزان زادآوری، طول عمر، درصد ظهور، نسبت جنسی، طول ساق پای عقبی و درصد افراد کوتاه بال حشرات کامل زنبور *Trichogramma brassicae* Bezd. در پنج نسل پرورش آن بر روی تخم‌های *Sitotroga cerealella* Oliv. در دمای $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $50 \pm 60\%$ و رژیم نوری (L : D) ۱۰ : ۱۴ محاسبه شد. میانگین صفات مورد بررسی برای افراد کامل زنبور در پنج نسل پرورش متوالی آن، بدین قرار بود: زادآوری: $34/55$ تخم به ازای هر ماده، دوره نشو و نما $11/61$ روز، درصد ظهور $93/52$ ، طول عمر $3/04$ روز، نسبت افراد ماده $64/56$ درصد، طول ساق پای عقبی $160/48$ میکرون و نسبت افراد کوتاه بال $6/02$ درصد. کارایی زنبور تا نسل سوم افزایش و سپس در دو نسل بعد، کاهش یافت. به نظر می‌رسد پرورش مکرر بر روی این گونه میزبان آزمایشگاهی، موجب کاهش کارایی زنبور شده باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که بید غلات می‌تواند میزبان مناسبی تا سه نسل متوالی در تولید انبوه تریکوگراما باشد.

واژه‌های کلیدی: تریکوگراما، بید غلات، پارازیتوئیدیسم، نشو و نما، ظهور، طول عمر، نسبت جنسی، اندازه بدن، کوتاه بال

مقدمه

کنترل بیولوژیک حشرات زیان آور دارای سابقه طولانی است و تاکنون نمونه‌های برجسته‌ای از آن در کشورهای مختلف از جمله ایران به کار گرفته شده است. در این میان از بین مجموعه غنی حشرات حشره‌خوار، زنبورهای پارازیتوئید تریکوگراما از نظر کارایی (۳۱)، فن آوری تولید انبوه و وسعت کاربرد در جایگاه ممتازی قرار دارند (۲). زنبورهای تریکوگراما به لحاظ انتشار وسیع جغرافیایی (۵ و ۲۱) و استعداد بی‌نظیر در سازگاری نسبت به شرایط مختلف اقلیمی در خور توجه هستند (۵). تحولات مربوط به تحقیق در زمینه‌های بیولوژیکی، ژنتیکی، فیزیولوژیکی (۵) و به خصوص تکنولوژی پرورش و تولید انبوه آنها منحصر به چند دهه اخیر می‌باشد (۵، ۲۲ و ۲۵).

تاکنون قریب به ۱۴۵ گونه از جنس تریکوگراما شناسایی و ثبت شده است. این زنبورها که همگی پارازیتوئید تخم می‌باشند، دارای طیف میزبانی گسترده‌ای از راسته‌های مختلف حشرات از قبیل بالپولکداران، دوبالان، سخت بالپوشان، بال غشاییان و بالتوری‌ها هستند (۱۶، ۲۹ و ۳۳). بسیاری از آنها محدود خوار بوده و ترجیح میزبانی خاصی از خود نشان می‌دهند (۱۳ و ۲۴)، با این وجود بعضی از افراد آن چند خوار هستند. به علت حساسیت زیاد پدیده ترجیح میزبانی تریکوگراما و ناپایداری سازگاری آن در اثر عوامل متعدد بیواکولوژیک، تخصص انگلی این حشرات پیچیده شده و انتخاب میزبان مناسب و با کارایی مؤثر آن به علت بی‌ثباتی گونه‌ها در سازش موقتی با میزبان را مشکل می‌گرداند و این خصوصیات رفتاری تریکوگراما، پدیده ترجیح میزبانی آنها را در شرایط عادی به صورت یک صفت متغیر و بی‌ثبات معرفی می‌کند. در حال حاضر تحقیقات مربوط به ترجیح میزبانی این زنبور محدود است و برای تجزیه و تحلیل این پدیده در گونه‌های مختلف این حشرات کافی نمی‌باشد ولی مطالعات بیشتر برای دستیابی به معیارهای مؤثر در ارزیابی ترجیح میزبانی مخصوصاً در گونه‌هایی که جنبه کاربردی در مبارزه بیولوژیک پیدا کرده‌اند، به صورت یک ضرورت مورد توجه می‌باشد (۵). با این حال داشتن تنوع میزبانی یک ویژگی مثبت برای این عامل مفید محسوب می‌شود و امکان می‌دهد که با بررسی میزبان‌های جایگزین، روش مقرون به صرفه و تضمین کننده کیفیت تولید را انتخاب نموده و در دایره تولید انبوه قرار گیرند.

هر چند تعیین دامنه میزبانی *Trichogramma brassicae* Bezd. مشکل می‌باشد ولی تاکنون ۴۵ گونه از راسته بالپولکداران به عنوان میزبان این گونه به ثبت رسیده است (۹). از جمله بید غلات^۱، بید آرد^۲، بید برنج^۳ و شب پره هندی^۴ (۳ و ۴). در حال حاضر از بید غلات به دلیل سهولت پرورش و پایین بودن هزینه‌های تولید در اکثر مراکز تولید انبوه زنبوران تریکوگراما، به عنوان میزبان جایگزین استفاده می‌نمایند (۸ و ۲۰).

در این مطالعه تغییرات عوامل مؤثر در تعیین کیفیت تولید انبوه مد نظر بوده و سعی شده است با بررسی صفات مهم بیولوژیکی زنبور تریکوگراما در پرورش آزمایشگاهی آن بر روی تخم‌های بید غلات به عنوان میزبان، عملکرد آن در چند نسل متوالی مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

شرایط عمومی آزمایش

کلیه آزمایش‌ها در واحدی از گلخانه‌های تحقیقاتی گروه گیاهپزشکی دانشگاه تبریز در دمای 1 ± 24 درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و رژیم نوری (L:D) ۱۰:۱۴ صورت گرفت. نور مورد نیاز توسط دو لامپ مهتابی که به فاصله ۱۰

1- *Sitotroga cerealella* Oliv.

2- *Ephestia kouhniella* Zell.

3- *Corcyra cephalonica* Staiman.

4- *Plodia interpunctella* Hub.

سانتیمتری از یکدیگر و ۴۰ سانتیمتری از سطح مواد آزمایشی قرار داشتند، تأمین شد. مواد آزمایشی بر روی سکویی به ابعاد ۸۰ × ۲۲۰ سانتیمتر و به ارتفاع یک متری از سطح زمین قرار گرفته بود.

نحوه انجام آزمایش‌های اصلی

کلیه مراحل این آزمایش‌ها از مهرماه ۱۳۸۱ تا شهریور ۱۳۸۲ انجام شد. تمامی صفات مورد آزمایش در ۵ نسل متوالی مورد بررسی قرار گرفت. طول عمر زنبور مورد استفاده در هر آزمایش از مبدا بین ۲۴ - ۱ ساعت بعد از تولد بود. در هر نسل ۶۰ زنبور ماده سالم به طور تصادفی برای انجام آزمایش‌ها انتخاب شد و به ازای هر زنبور ماده، ۶۰ تخم یکروزه میزبان با در نظر گرفتن امکان حداکثر میزان پارازیتویدیسم زنبور، در نظر گرفته شد (۴). تخم‌های میزبان توسط قلم موی چهار صفر و کمی آب مقطر بر روی قطعات کاغذ به ابعاد ۵ × ۱ سانتیمتر که مشخصات تکرار روی آن نوشته شده بود، تثبیت می‌گردید و سپس داخل لوله‌های آزمایش به طول ۱۰ سانتیمتر و قطر ۱ سانتیمتر قرار داده می‌شد. دهانه لوله آزمایش توسط پنبه‌ای که داخل تور ارگانزا قرار می‌گرفت مسدود می‌شد. بسترهای تخم هر روز تجدید شده و تخم‌های روز قبل از دسترس زنبورها خارج می‌گردید و داخل لوله‌های جدید آزمایش به صورت مجزا نگهداری می‌شد. این کار تا زمان مرگ زنبور ادامه می‌یافت.

صفات مورد اندازه‌گیری

میزان پارازیتویدیسم و روند آن

این صفت در ضمن به منظور تعیین میزان تخم‌ریزی زنبورهای ماده، مورد آزمایش قرار گرفت. کلیه تخم‌های پارازیت شده میزبان پس از گذشت پنج روز از پارازیتویدیسم، سیاه‌رنگ و به راحتی قابل شمارش می‌شوند.

طول دوره نشو و نما

فاصله زمانی اولین روزی که بستر حاوی تخم در اختیار زنبور ماده قرار می‌گرفت تا زمان ظهور حداکثر نتاج، به عنوان طول دوره نشو و نما که شامل مراحل رشدی جنین، لارو، پیش شفیره و شفیره است، منظور شد.

درصد ظهور افراد کامل

تعیین درصد ظهور حشرات کامل بر مبنای تعداد سوراخ‌های خروجی برجا مانده روی پوسته تخم‌های تفریخ شده که نمایانگر تعداد نتاج خارج شده است، استوار می‌باشد.

نسبت جنسی افراد کامل

زنبورهای نر و ماده در انتهای هر آزمایش، پس از مرگ، داخل الکل ۷۵٪ قرار گرفته و سپس زیر لوپ توسط شاخک از یکدیگر متمایز می‌شدند. نسبت جنسی افراد هر لوله آزمایش به طور جداگانه حساب شد.

طول عمر افراد کامل

فاصله زمانی ظهور زنبور ماده تا مرگ آن، به عنوان طول عمر زنبور بر حسب روز در نظر گرفته شد. این عمل برای ۶۰ زنبور ماده سالم در هر نسل که به صورت تصادفی انتخاب شدند انجام پذیرفت.

اندازه بدن

از آنجایی که در بسیاری از منابع ساق پای عقبی به عنوان شاخصی از جثه بدن معرفی شده است، در این پژوهش نیز در هر نسل، ۶۰ حشره کامل ماده به طور تصادفی انتخاب شده و پای عقبی آنها با استفاده از تیغ جدا شد. سپس با استفاده از لاکتوفنل، اسلایدهای میکروسکوپی تهیه گردید. طول ساق پای زنبور با استفاده از میکرومتری که روی عدسی چشمی میکروسکوپ با درشت‌نمایی ۴۰× نصب و با استفاده از لام هموسیستمتر درجه‌بندی شده بود، اندازه‌گیری و یادداشت گردید.

درصد افراد کوتاه بال

کلیه نتایج حاصله در هر دوره آزمایشی مورد بررسی قرار گرفته و پس از مشاهده تعداد افراد کوتاه بال یا بی بال، درصد آنها تعیین شد.

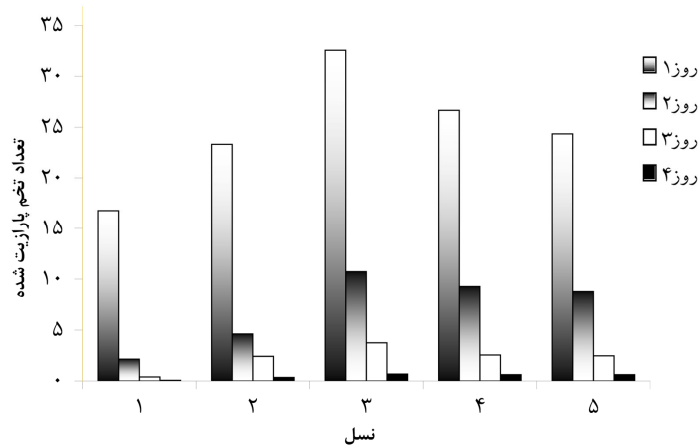
تجزیه و تحلیل داده‌ها

با منظور کردن نسل‌های پرورشی زنبور به عنوان تیمار، در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) در ۶۰ تکرار، نتایج تجزیه شد. مقایسات میانگین با استفاده از نرم افزار SAS 12 توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. برای تست نرمال بودن داده‌ها و تعیین همبستگی صفات از نرم افزار SPSS 11.5 و در ترسیم نمودارها از نرم افزار EXCEL 2000 بهره گرفته شد.

نتایج

میزان پارازیتوییدیسم و روند آن

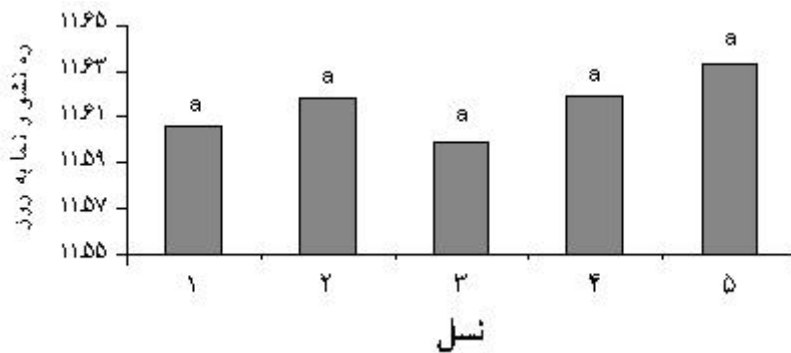
مطابق جدول ۱، بین میزان پارازیتوییدیسم تخم‌های میزبان در پنج نسل در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در بین نسل‌ها، نسل سوم با دارا بودن بالاترین میزان پارازیتوییدیسم و نسل اول با کمترین مقدار، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشته‌اند (نمودار ۱). همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، میانگین پارازیتوییدیسم در پنج نسل بین ۱۹/۴ و ۴۴/۸۶ و میانگین کل تخم‌ریزی، ۳۴/۵۵ عدد به ازای هر ماده بوده است. میزان پارازیتوییدیسم ابتدا روند رو به رشدی داشته ولی به نظر می‌رسد که در اثر تکرار پرورش بر روی همان میزبان، به تدریج از کارایی آن کاسته شده است. در تایید این مطلب، نتایج حاصله از چند محقق ذکر می‌گردد: شیران و لاگی (۱۴) اظهار داشته‌اند که اگر *T. brassicae* بیشتر از ۶ نسل روی میزبانی واحد پرورش یابد، در کنترل آفت هدف و کارایی آن در مزرعه اختلال ایجاد می‌شود. نیکونوف و همکاران (۲۸) معتقدند که تریکوگراما نباید بیشتر از ۷ نسل روی یک میزبان نظیر *Sitotroga cerealella* پرورش یابد، در غیر این صورت از کارایی زنبور در مزرعه به میزان قابل توجهی کاسته می‌شود. بنا به اعتقاد پارا و همکاران (۳۰) بالاترین میزان پارازیتوییدیسم *S. cerealella* توسط *T. pretiosum* در دمای ۲۵ - ۲۰ درجه سانتیگراد، در نسل‌های دوم و سوم اتفاق می‌افتد. مشهدی جعفرلو و همکاران (۷) میانگین میزان پارازیتوییدیسم این زنبور را بر روی بید غلات در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و رژیم نوری ۸ : ۱۶ ، ۳۱/۷۲ تخم به ازای هر ماده به دست آورده‌اند که تا حدودی با نتیجه این آزمایش تطابق دارد. کلم و شاترر (۲۳) میزان پارازیتوییدیسم این زنبور را بر روی *Ephestia kuehniella* در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، ۱۸ تخم به ازای هر ماده به دست آوردند که علت تفاوت فاحش آن با آزمایش اخیر، متفاوت بودن گونه میزبان می‌تواند باشد. با توجه به جدول ۳ و نمودار ۱ با افزایش سن زنبور از ۱ به ۴ روز، میزان پارازیتوییدیسم آن به طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند به طوری که میانگین آن از ۲۴/۶۹ عدد در روز اول به ۲/۳۵ عدد در روز چهارم، کاهش یافته است. کریمیان (۶) با بررسی روند تخم‌ریزی *T. brassicae* در روزهای مختلف بر روی *S. cerealella* مشاهده کرد که زنبور بالاترین تعداد تخم خود را در روز اول پس از ظهور گذاشته و در روزهای بعدی به تدریج کاهش می‌یابد. بای و اسمیت (۱۱) نیز معتقدند که در *T. minutum* بیشترین تخم‌ریزی در روز اول انجام می‌گیرد و در روزهای بعدی به تدریج از میزان آن کاسته می‌شود. بنا به اظهار مانیکا و همکاران (۲۷) *T. chilonis* حاصل از *Sitotroga cerealella* در دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتیگراد بیش از ۵۰ درصد تخم‌های خود را در اولین روز پس از ظهور می‌گذارد. این نتایج موید آزمایش اخیر است.



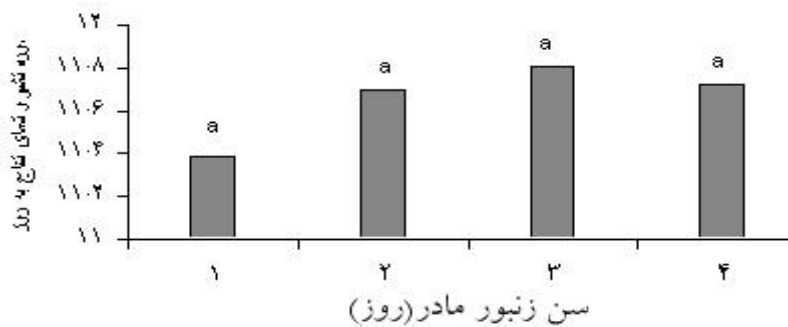
نمودار ۱: مقایسه تغییرات روزانه میزان پارازیتویدیسیم تخم‌های *S. cerealella* توسط *T. brassicae* در پنج نسل متوالی

طول دوره نشو و نما

مطابق جدول ۱ و نمودار ۲، طول دوره نشو و نمای زنبور در پنج نسل، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، میانگین دوره نشو و نمای زنبور در نسل‌های پرورش بین ۱۱/۶۰ و ۱۱/۶۳ و میانگین کل این دوره، ۱۱/۶۱ روز بوده است. همچنین دوره نشو و نمای نتاج حاصل از زنبورهای یک، دو، سه و چهار روزه نیز هیچگونه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته است (نمودار ۳)



نمودار ۲: مقایسه تغییرات دوره نشو و نمای *T. brassicae* در تخم *S. cerealella* در پنج نسل متوالی

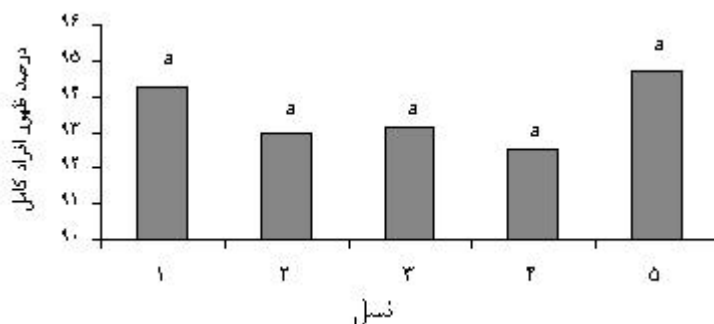


نمودار ۳: مقایسه تفاوت دوره نشو و نمای نتاج *T. brassicae* حاصل از سنین مختلف زنبور مادر بر روی تخم‌های *S. Cerealella*

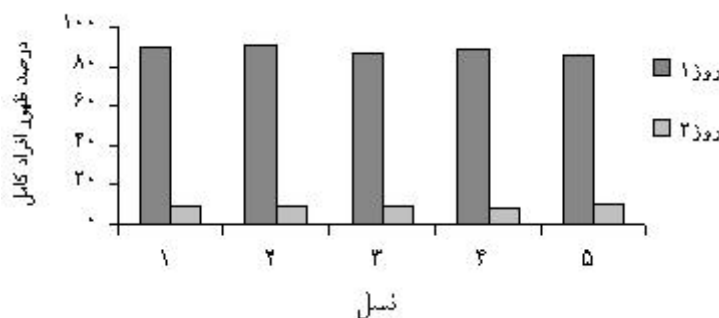
به نظر می‌رسد، با توجه به اینکه دمای محیط در این آزمایش همواره ثابت بوده، طول دوره نشو و نمای زنبور در نسل‌های مختلف، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشته است. طبق آزمایش‌ها انجام شده، با ثابت بودن دما، دوره نشو و نمای نتاج حاصل از یک دسته تخم میزبان که به طور همزمان پارازیت شده‌اند، یکنواخت است، به طوری که تقریباً در یک روز، اکثر حشرات کامل آن از تخم خارج می‌گردند و این امر باعث می‌گردد که در هنگام رهاسازی در مزرعه، زنبوران کمتر در معرض خطر عوامل نامساعد محیطی قرار گیرند (۲۴ و ۳۲). اوزون (۳۴) دوره نشو و نمای *T. brassicae* حاصل از *Ephestia kuehniella* را در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد $0/28 \pm 10/1$ روز گزارش کرد که علت کوتاه‌تر بودن این دوره نسبت به آزمایش اخیر، بیشتر بودن دمای محیط آزمایش و به احتمال، متفاوت بودن گونه میزبان بوده است. لوندگرن و بومگرن (۲۶) طول این دوره را برای *T. brassicae* در دمای 1 ± 24 درجه سانتیگراد معادل $1 \pm 12/5$ روز گزارش کرده‌اند که به نتیجه آزمایش حاضر نزدیک می‌باشد.

درصد ظهور افراد کامل

مطابق جدول ۱، درصد ظهور افراد کامل زنبور در نسل‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت (نمودار ۴). میانگین درصد ظهور افراد کامل زنبور در پنج نسل، در جدول ۲ آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود این مقدار بین ۹۲/۹۶ و ۹۴/۷۳ و میانگین کل ۹۳/۵۲ بوده است. با توجه به نمودار ۵، به طور متوسط پس از طی دوره نشو و نما، ۸۸/۳۸ درصد تخم‌های پارازیت شده در روز اول و تخم‌های سالم باقیمانده، در روز بعدی تفریح می‌شوند. گارسیا و تاوارس (۱۷)، درصد ظهور افراد کامل *T. maidis* حاصل از *Ephestia kuehniella* را در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ۷۰ درصد، ۸۸/۲ گزارش کرده است که علت تفاوت آن با نتیجه آزمایش حاضر، متفاوت بودن گونه میزبان می‌تواند باشد. الوکیل (۱۵) درصد ظهور افراد کامل این زنبور حاصل از *Sitotroga cerealella* را در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، ۹۹/۸ درصد به دست آورده است که تا حدودی با نتیجه آزمایش اخیر مطابقت دارد.



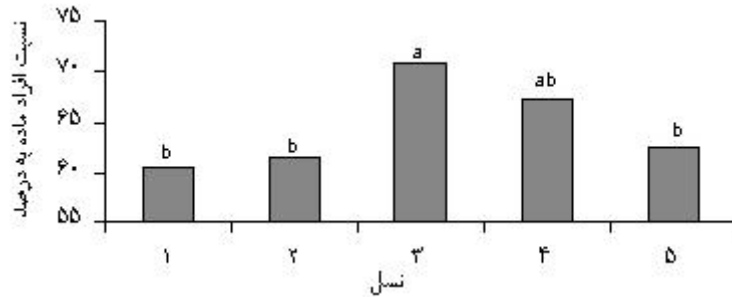
نمودار ۴: مقایسه تغییرات درصد ظهور حشرات کامل *T. brassicae* حاصل از *S. cerealella* در پنج نسل متوالی



نمودار ۵: مقایسه درصد ظهور روزانه حشرات کامل *T. brassicae* حاصل از *S. cerealella* در پنج نسل متوالی

نسبت جنسی افراد کامل

مطابق جدول ۲، در نسل‌های اولیه پرورش زنبور، نسبت افراد ماده افزایش یافت به طوری که در نسل سوم بالاترین میزان را دارا بود و بعد از آن با یک کاهش تدریجی رو به رو می‌شد. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد، نسبت جنسی در پنج نسل با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشته و این نسبت به نفع ماده‌ها بوده است. میانگین نسبت جنسی در نسل‌های مختلف بین ۶۰/۸ و ۷۰/۸۸ و میانگین کل ۶۴/۵۶ درصد بوده است (نمودار ۶).

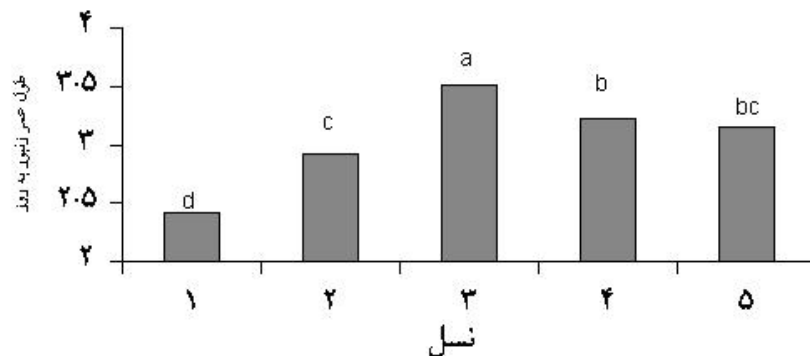


نمودار ۶: مقایسه تغییرات نسبت افراد ماده *T. brassicae* حاصل از *S. cerealella* در پنج نسل متوالی

در تایید نتیجه به دست آمده، حسن و همکاران (۱۸) نیز درصد افراد ماده *T. brassicae* حاصل از *S. cerealella* $1/9 \pm$ به دست آورده و معتقدند که پرورش متوالی زنبور نباید فقط بر روی یک میزبان صورت گیرد. لوندگرن و همکاران (۲۶) نسبت افراد ماده *T. brassicae* حاصل از *Ephestia kuehniella* را ۵۶ درصد به دست آورده است که علت تفاوت آن با آزمایش حاضر، متفاوت بودن گونه میزبان می‌تواند باشد.

طول عمر افراد کامل

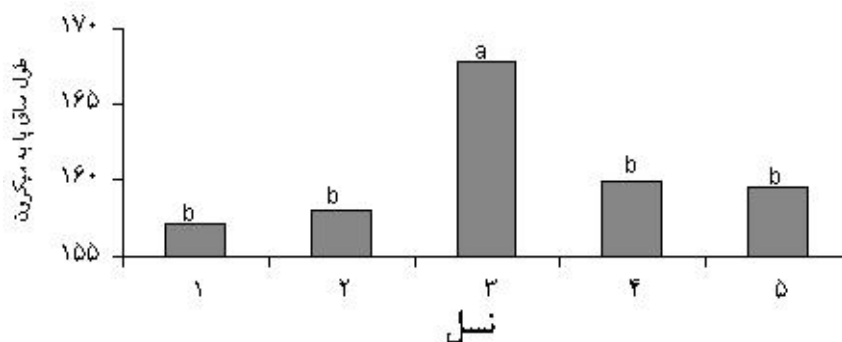
مطابق جدول ۱، طول عمر حشرات کامل ماده در پنج نسل در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشت. نسل سوم با دارا بودن بالاترین طول عمر از اختلاف معنی‌داری با سایر نسل‌ها برخوردار بود. میانگین طول عمر نسل‌های مختلف در جدول ۲ آمده است. این رقم بین ۲/۴۲ و ۳/۵۲ و میانگین کل ۳/۰۴ روز بوده است (نمودار ۷). هومان و همکاران (۱۹) میانگین طول عمر *T. brassicae* حاصل از *Sitotroga cerealella* را در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد $0/2 \pm 2/9$ به دست آوردند که با نتیجه آزمایش اخیر همخوانی دارد، ولی باندیری و همکاران (۱۰) این میزان را در همین شرایط، برای این زنبور که بر روی تخم میزبان‌های دیگر پرورش یافته بود $0/5 \pm 2/5$ روز تعیین کرده‌اند.



نمودار ۷: مقایسه تغییرات طول عمر حشرات کامل *T. brassicae* حاصل از *S. cerealella* در پنج نسل متوالی

اندازه بدن

مطابق جدول ۲، در نسل‌های اولیه پرورش، طول ساق پای عقبی حشرات کامل ماده افزایش یافت به طوری که در نسل سوم بالاترین مقدار را دارا بود ولی در نسل‌های بعدی به طور تدریجی کاهش پیدا کرد. طبق جدول ۱، این کاهش و افزایش در نسل‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر داشته است. میانگین طول ساق پای عقبی در پنج نسل، بین ۱۵۷/۱۶ و ۱۶۷/۷۸ و میانگین کل ۱۶۰/۴۸ میکرون بوده است (نمودار ۸).

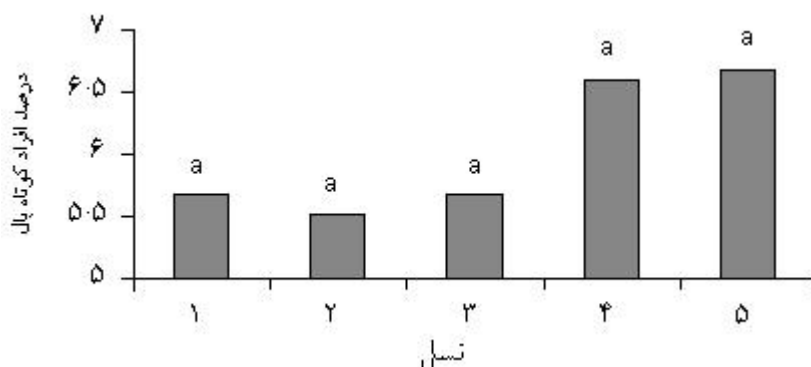


نمودار ۸: تغییرات جثه حشرات کامل *T. brassicae* حاصل از *S. cerealella* بر حسب طول ساق پای عقبی

در تایید این نتیجه، بیگلر (۱۲) اندازه HTL گونه *T. maidis* حاصل از *Sitotroga cerealella* را در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد ۱۵۹ میکرون گزارش کرده است که به نتیجه آزمایش اخیر بسیار نزدیک می‌باشد. همچنین نامبرده ذکر می‌کند که در صورت تکرار پرورش بر روی میزبان واحد، جثه نتاج به دست آمده به تدریج کوچک‌تر خواهد شد.

درصد افراد کوتاه بال

مطابق جدول ۱ و نمودار ۹، درصد افراد کوتاه بال یا بی‌بال تولید شده در پنج نسل، هیچگونه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت ولی به تدریج روند افزایشی پیدا کرده است. پایین بودن تعداد افراد کوتاه بال یا بی‌بال نمایانگر مطلوب بودن شرایط پرورش است. زنبوران کوتاه بال یا بی‌بال، طول عمر و قدرت جستجوگری پایین‌تری داشته و در کل میزان کارایی آنها کم می‌باشد (۱). در این آزمایش‌ها، تعداد افراد کوتاه بال در نسل‌های مختلف، در حد استاندارد مورد نیاز برای پرورش انبوه این زنبور بوده است.



نمودار ۹: مقایسه درصد افراد کامل کوتاه بال *T. brassicae* حاصل از *S. cerealella* در پنج نسل متوالی

بحث

در این تحقیق، برخی ویژگی‌های زیستی زنبور *Trichogramma brassicae* Bez. در پرورش آزمایشگاهی آن بر روی تخم‌های بید غلات *Sitotroga cerealella* Oliv. در پنج نسل متوالی مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین صفات مورد سنجش برای افراد کامل زنبور در پنج نسل بدین قرار بود: زادآوری ۳۴/۵۵ تخم به ازای هر ماده، دوره نشو و نما ۱۱/۶۱ روز، درصد ظهور ۹۳/۵۲ طول عمر ۳/۰۴ روز، نسبت افراد ماده ۶۴/۵۶ درصد، طول ساق پای عقبی ۱۶۰/۴۸ میکرون و نسبت افراد کوتاه بال ۶/۰۲ درصد. بالاترین کارایی زنبور که شامل میزان تخم‌ریزی، طول عمر، نسبت جنسی و جثه آن می‌باشد در نسل سوم از نسل‌های پنجگانه پرورشی حادث شد و اختلاف هر یک از این صفات در پنج نسل از لحاظ آماری معنی‌دار بود. میزان پارازیتسم زنبور در روزهای مختلف عمر آن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشت به طوری که در روز اول ظهور فرد ماده، بالاترین میزان را دارا بود و در روزهای بعدی به تدریج از مقدار آن کاسته می‌شد. دوره نشو و نما زنبور در نسل‌های مختلف پرورشی و همچنین دوره نشو و نما نتاج حاصل از زنبوران مادر با سن یک، دو، سه و چهار روز، هیچگونه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. درصد ظهور افراد کامل زنبور در پنج نسل، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. بیشترین تعداد حشرات کامل زنبور در روز اول و تعداد افراد باقی مانده، در روز بعدی ظاهر شدند. نسبت افراد ماده به نر در پنج نسل بالاتر از ۱:۱ بود. طول عمر افراد کامل، در پنج نسل هیچگونه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. جثه حشرات کامل زنبور در این آزمایشات، از میزان خوبی برخوردار بود. درصد افراد کوتاه بال یا بی بال زنبور در پنج نسل، پایین و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت.

این نتایج نشان داد که زنبور *T. brassicae* می‌تواند از *S. cerealella* به عنوان یک میزبان آزمایشگاهی با کیفیت خوب استفاده نماید، مشروط بر آنکه بعد از گذشت سه یا چهار نسل از میزبان دیگری استفاده گردد.

جدول ۱- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به پرورش زنبور *T. brassicae* بر روی تخم‌های بید غلاتدر دمای $24 \pm 1^\circ C$ ، رطوبت نسبی $60 \pm 5\%$ و رژیم نوری (تاریکی: روشنایی) ۱۴:۱۰

منابع تغییرات	درجه آزادی	میزان پارازیتسم کل	میزان پارازیتسم				دوره نشو و نما	میانگین مربعات				
			روز ۱	روز ۲	روز ۳	روز ۴		روز ۱	روز ۲	روز ۳	روز ۴	
نسل پرورش	۴	۵۷۷۹/۴۳**	۱۹۳۵/۵۹**	۷۷۰/۹۷**	۸۷/۲۲**	۳/۹۸*	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۱۹/۷۳	۲۳/۵۹	ns
اشتباه آزمایشی	۲۹۵	۱۴۱/۶۹	۳۳/۵۶	۴۶/۸۱	۱۴/۷	۱/۵۹	۰/۱	۰/۱۳	۰/۰۵	۲۹/۷۸	۳۳/۱۹	
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۷/۰۹	۱۱/۹۱	۲۳/۳۶	۱۸/۳۴	۱۲/۱۴	۲/۸۳	۳/۲۱	۲/۰۱	۴/۲۶	۱۴/۹۹	

ادامه جدول ۱

میانگین مربعات				
درصد ظهور	طول عمر	نسبت جنسی	ساق پای عقبی	درصد افراد بی‌بال
۵۱/۷۹ ^{ns}	۱۰/۱۱**	۱۱۶۵/۶۵*	۱۷۸/۶۹*	۱۳/۱۶ ^{ns}
۴۴/۶۶	۰/۷۶	۷۴/۶۵	۱۰۷/۵۹	۱۷/۷۸
۷/۱۴	۲۸/۴۲	۸/۶۴	۶/۴۶	۱۶/۸

* و ** به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مربوط به پرورش زنبور *T. brassicae* بر روی تخم‌های بید غلات

نسل	میزان	میزان پارازیتیسیم توسط زنبوران ماده				دوره نشو و نما نتاج زنبوران ماده				
		یکروزه	دوروزه	سه‌روزه	چهارروزه	نما	یکروزه	دوروزه	سه‌روزه	چهارروزه
۱	۱۹/۴ ^d	۱۶/۷۸ ^c	۲/۱۵ ^b	۰/۴ ^a	۰/۰۷ ^a	۱۱/۶۰ ^a	۱۱/۳۵ ^a	۱۱/۶۱ ^a	۱۱/۷۶ ^a	۱۱/۶۹ ^a
۲	۳۱/۰۸ ^c	۲۳/۳۲ ^b	۴/۶۲ ^b	۲/۴۷ ^a	۰/۶۸ ^a	۱۱/۶۱ ^a	۱۱/۵۰ ^a	۱۱/۷۳ ^a	۱۱/۵۶ ^a	۱۱/۵۸ ^a
۳	۴۴/۸۶ ^a	۳۲/۵۷ ^a	۹/۲۷ ^a	۲/۴۲ ^a	۰/۶۲ ^a	۱۱/۶۰ ^a	۱۱/۲۳ ^a	۱۱/۳۶ ^a	۱۰/۹۶ ^a	۱۱/۹۴ ^a
۴	۳۹/۹ ^b	۲۶/۲۷ ^b	۱۰/۷۳ ^{ab}	۲/۵۵ ^a	۰/۳۵ ^a	۱۱/۶۲ ^a	۱۱/۵۰ ^a	۱۱/۰۸ ^a	۱۱/۸۸ ^a	۱۱/۹۲ ^a
۵	۳۷/۵ ^b	۲۴/۳۵ ^b	۸/۷۸ ^b	۳/۷۵ ^a	۰/۶۲ ^a	۱۱/۶۳ ^a	۱۱/۴۱ ^a	۱۱/۸۱ ^a	۱۱/۹۷ ^a	۱۲/۲۹ ^a

ادامه جدول ۲

درصد ظهور	طول عمر	نسبت جنسی	ساق پای عقبی	درصد افراد کوتاه بال
۹۴/۲۵ ^a	۲/۴۲ ^d	۶۰/۴۸ ^b	۱۵۷/۱۶ ^b	۵/۶۷ ^a
۹۲/۹۶ ^a	۲/۹۲ ^b	۶۱/۵ ^b	۱۵۶/۰۸ ^b	۵/۵۲ ^a
۹۳/۱۴ ^a	۳/۵۲ ^a	۷۰/۸۸ ^a	۱۶۷/۷۸ ^a	۵/۶۷ ^a
۹۲/۵۲ ^a	۳/۲۱ ^b	۶۷/۳۶ ^{ab}	۱۵۷/۹۲ ^b	۶/۶۰ ^a
۹۴/۷۳ ^a	۳/۱۵ ^{bc}	۶۲/۵۷ ^b	۱۵۱/۴۶ ^b	۶/۶۷ ^a

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۳- تجزیه واریانس روند تغییرات میزان پارازیتیسیم و دوره نشو و نما با افزایش طول سن زنبور *T. brassicae*

در دمای ۲۴ ± ۱ °C، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰٪ و رژیم نوری (تاریکی: روشنایی) ۱۴:۱۰

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
سن زنبور	۳	۳۶۵۶۶/۲۴**
اشتباه آزمایشی	۱۱۹۶	۲۴/۱۶
ضریب تغییرات	-	۵۶/۹۱

* و ** به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می‌باشند. ns اختلاف غیر معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۴- مقایسه میانگین مربوط به تغییرات میزان پارازیتیسیم و دوره نشو و نما زنبور *T. brassicae* در سنین مختلف زنبور مادر

سن زنبور مادر (روز)	میزان پارازیتیسیم	دوره نشو و نما
۱	۲۴/۶۶ ^a	۱۱/۳۹ ^a
۲	۷/۱۱ ^b	۱۱/۷۰ ^a
۳	۲/۳۲ ^c	۱۱/۸۱ ^a
۴	۰/۴۷ ^d	۱۱/۷۲ ^a

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

منابع و مأخذ:

۱. ارباب تفتی، ر.، صحرا گرد، الف. و صالحی، ل. ۱۳۸۰. تعیین قدرت پارازیتیسیم زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* در پرورش آن روی تراکم‌های مختلف تخم بید غلات. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران. دانشگاه رازی کرمانشاه. ۱۶ تا ۲۰ شهریور ۱۳۸۱.

۲. اسماعیلی، م.، میر کریمی، الف. و آزمایش فرد، پ. ۱۳۷۲. حشره شناسی کشاورزی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۵۰ صفحه.
۳. زمردی، ع. ۱۳۷۰. بهداشت گیاهان و فراورده های کشاورزی. ناشر مولف. ۵۹۲. صفحه.
۴. سپاسگزاریان، ح. ۱۳۷۵. آفات انباری ایران و طرق مبارزه با آنها. چاپ دوم. انتشارات ۱۰۲۶ دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۲۷۸ صفحه.
۵. شجاعی، م. ۱۳۶۶. حشره‌شناسی جلد سوم: زندگی اجتماعی و دشمنان طبیعی. انتشارات شماره ۱۶۸۱ دانشگاه تهران. ۴۰۶ صفحه.
۶. کریمیان، ز. و صحراگرد، الف. ۱۳۷۷. بیولوژی و اکولوژی زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) در مزارع برنج استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه گیلان. ۹۹ صفحه.
۷. مشهدی جعفرلو، م.، عطاران م و دانیالی، م. ۱۳۷۸. بررسی نقش درجه حرارت در میزان باروری اکوتیپ های زنبور تریکوگراما. گزارش پژوهشی، بخش تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی، تبریز.
8. Alenchikova, T. F. and Tkacheva, L. B. 1988. Influence of the host on *Trichogramma*. *Zashchita Rastenii Moskva*. 12: 20-21.
9. Babendreier, D., Kuske, S., and Bigler, F. 2002a. Non-target host acceptance and parasitism by *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) in the laboratory. *Biol. Control* (in press).
10. Babendreier, D., Kuske, S., and Bigler, F. 2002b. Overwintering of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) in Northern Switzerland. *Biol. Control* (in press).
11. Bai, B. and Smith, S. M. 1993. Effect of host availability on reproduction and survival of the parasitoid wasp *Trichogramma minutum*. *Ecol. Entomol.*, 18:276-286.
12. Bigler, F., Meyer, A., and Bosshart, S. 1987. Quality assessment in *Trichogramma maidis* reared from eggs of the factitious hosts *Ephestia kuehniella* and *Sitotroga cerealella*. *J. App. Ent.*, 104: 340-353.
13. Chen, Y. and Huang, F. 1993. A study of the development zero and effective accumulated temperature of *Trichogramma ostriniae*. *Ent. Exp. App.*, 72: 45-55.
14. Chihrane, J. and Lauge, G. 1994. Effects of high temperature shocks on male germinal cells of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Entomophaga*, 39: 11-20.
15. El Wakeil, N. M. E. 2003. New aspects of biological control of *Helicoverpa armigera* in organic cotton production. Doctoral Dissertation, Cairo University, Egypt, 141 pp.
16. Fulmek, L. 1955. Wirtsbereich von *Trichogramma evanesens* Westwund T. *minutum* Ril. *Anzeiger fur Schudingkunde*, 8: 113-116.
17. Garcia, P. and Tavares, J. 1994. Parasitic capacity, longevity and development of *Trichogramma maidis* (Hym.: Trichogrammatidae) at three temperature regimes. *Trichogramma and Other Egg Parasitoids.*, 4: 71-74.
18. Hassan. S. A. and Guo, M. F. 1991. Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) to control the ECB, *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lep.: Pyralidae). *J. Appl. Entomol.*, 111: 335-341.
19. Hohmann, C. L., Luck, R. F., and Oatman, E. R. 1989. Effects of different biological and fecundity of *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). *Ann. Soc. Entomol. Brasil*, 18:61- 70.
20. Holloway, T. E. 1912. An experiment on the oviposition of hymenopterous egg parasite. *New Entomology*. 23: 329-330.
21. Johannes, L. M. and Steidle, J. L. M. 2001. Assessment of Australian *Trichogramma* spp. (Hym.: Trichogrammatidae) as control agents of stored product moths. *J. Stored Prod. Res.*, 37: 263-275.

22. Kilincer, N. and Teerunk, B. 1993. Studies on mass rearing and release techniques for *Trichogramma turkeiensis* and *T. embryophagum*, parasitoids of *Ephestia kuehniella*. *J. Appl. Entomol.*, 111: 335-341.
23. Klemm, U. and Schmutterer, H. 1992. Selection of effective egg parasitoids of the genera *Trichogramma* and *Trichogrammatoidea* (Hym.: *Trichogrammatidae*) and diamondback moth control in Taiwan. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 8: 82-86.
24. Knipling, E. F. and Mc Guire, J. U. 1968. Population models to appraise the limitations and potentialities of *Trichogramma* in managing host populations. USDA. *Technol. Bull.*, 1-44.
25. Lim, G. T. 1986. Biological studies on *Trichogramma bactrae* Nagaraja in the laboratory. *J. Appl. Entomol.*, 101: 48-54.
26. Lundgren, J. G. and Heimpel, G. E. 2002. Quality assessment of three species of commercially produced *Trichogramma* and the first report of thelytoky in commercially produced *Trichogramma*. *Biol. control*, 26: 68-73.
27. Manicka, V. S. and Frooqi, S. 1994. Biological attribute of four species of *Trichogramma* (Hym.: *Trichogrammatidae*) a comparative study. *Biol. Control*, 25: 225-237.
28. Nikony, P. V., Lebedev, G. I., and Startchevsky, I. P. 1990. *Trichogramma* production in the USSR. *Trichogramma and other egg parasitoids*, 3: 151-152.
29. Orr, D. B., Landis, D. A., and Salazar, C. 2000. *Trichogramma* nontarget impacts: A method for biological control risk assessment. Kluwer Academic Publishers, Norvell, USA., pp. 111-125.
30. Parra, J. R. P., Zucchi, R. F., and Silveria, N. S. 1988. Perspective of biological control using *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea* in the state of Sao Paulo, Brazil. *Colloques de L' I. N. R. A.*, 43: 527-540.
31. Scholler, M. and Prozell, S. 2002. Response of *Trichogramma evanescens* to the main sex pheromone component of *Ephestia* spp. and *Plodia interpunctella*, (Z,E)-9, 12- tetra – decadenyl acetate (ZETA). *J. Stored Prod. Res.*, 38: 177-184.
32. Smith, S. M. 1996. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes and potential of their use. *Annu. Rev. Entomol.*, 41: 375-406.
33. Stinner, R. E., Ridgway, R. L., and Morrison, R. K. 1974. Longevity, fecundity and searching ability of *Trichogramma pretiosum* reared by three methods. *Environ. Entomol.*, 3: 558-560.
34. Uzun, S. 1994. Studies on the parasitoid host relationship of *Trichogramma brassicae* Bezd. (Hym.: *Trichogrammatidae*) and eggs of the Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zell. under different temperatures and storage periods. *J. App. Ent.*, 119: 431-440.

An investigation on some biological traits of *Trichogramma brassicae* Bezd. on the eggs of angoumois grain moth *Sitotroga cerealella* Oliv

A. Yazdani Khorasgani

Former Grad. Student of Ent., College of Agric., Tabriz University

Sh. Hosseini Bai

Former Grad. Student of Ent., College of Agric., Tabriz University

K. Hadad Irani Nezhad

Assoc. Prof. of Ent., College of Agric., Tabriz University

M. Mashhadi Jafarloo

Senior Researcher of Ent., Tabriz Plant Pests and Diseases Researches Center

Keywords: *Trichogramma*, *Sitotroga cerealella*, parasitism, development, emergency, longevity, sex ratio, size of body, brachypterous..

Abstract

In this study, the fecundity, development period, emergency percent, longevity, sex ratio, hind tibia length and brachypterous or apterous adults wasps of *Trichogramma brassicae* Bezd. in its rearing on eggs of *Sitotroga cerealella* Oliv. were evaluated in $24\pm 1^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ RH and 14:10 (L:D) for five generations. The mean amount of investigated characteristics for adult wasps were obtained: fecundity: 34.55 eggs per female, development period: 11.61 days, emergency: 93.52%, longevity: 3.04 days, females ratio: 64.56%, hind tibia length: 160.48 microns and brachypterouses or apterous: 6.02%. The efficacy of *T. brassicae* increase until 3th generation and then decrease in following generation. The results indicated the suitability of *S. cerealella* as a host for rearing of *T. brassicae*.