

## مقایسه برخی از پارامترهای زیستی زنبورهای پارازیتوئید *Trichogramma pintoi* Voegelé پرورش یافته روی دو گونه میزبان آزمایشگاهی متداول

یعقوب فتحی پور<sup>۱</sup> و همت دادپور مغانلو<sup>۲</sup>

۱، ۲. استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۲/۱۰

### خلاصه

بررسی بیولوژی آزمایشگاهی زنبور *Trichogramma pintoi* و تاثیر نوع میزبان مورد استفاده برای پرورش در بهینه سازی پرورش انبوه آن می تواند حائز اهمیت باشد. در بیولوژی آزمایشگاهی زنبور *T. pintoi* مدت زمان هر یک از مراحل رشدی، زادآوری، نسبت جنسی و نرخ رشد زنبور پرورش یافته روی تخم های بید غلات (*Sitotroga cerealella* Olivier) و بید آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller) مورد مطالعه قرار گرفت. برای مطالعه بیولوژی آزمایشگاهی، ۴۰ زنبور ماده بارور از کلنی های پرورش زنبور روی تخم بیدهای آرد (TPE) و غلات (TPS) جدا گردید و روزانه ۱۵۰ عدد تخم تازه میزبان پرورشی مربوطه در اختیار هر زنبور قرار داده شد و تخم های روز قبل به تفکیک نگهداری شدند. آزمایشات در دمای  $1 \pm 25$  درجه سانتی گراد، دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی  $5 \pm 50$  درصد انجام گرفت. طول دوره پیش از بلوغ (جنینی، لاروی و شفیرگی) در زنبورهای TPE و TPS به ترتیب ۱۱ و ۱۲ روز بود. این زنبورها فاقد دوره پیش از تخمیزی بوده و قادرند بلافاصله بعد از خروج از تخم تخمیزی کنند. میانگین طول دوره تخمیزی، دوره بعد از تخمیزی، طول دوران بلوغ و طول عمر حشرات ماده در زنبورهای گروه TPE به ترتیب ۸/۲۴، ۲/۰۹، ۱۰/۳۳ و ۲۲/۳۳ روز و در زنبورهای TPS به ترتیب ۵/۱۷، ۱/۷۷، ۶/۹۳ و ۱۷/۹۳ روز تعیین شد که این مقادیر بصورت معنی داری در زنبورهای پرورش یافته بر روی بید آرد بیشتر از زنبورهای پرورش یافته بر روی بید غلات بود. تعداد کل تخم گذاشته شده توسط هر فرد ماده در طول عمر خود، درصد تفریح تخم ها و نسبت افراد ماده تولید شده در زنبورهای TPE به ترتیب ۹۷/۳، ۹۱/۸۶ و ۰/۵۳ و در زنبورهای TPS به ترتیب ۷۱/۶، ۹۵/۸۱ و ۰/۷۰ محاسبه گردید که تعداد تخم گذاشته شده در زنبورهای TPE بیشتر از TPS بود ولی درصد تفریح تخم ها و نسبت افراد ماده در زنبورهای TPS بیشتر از TPE بدست آمد. با اینکه درصد تفریح تخم و نسبت افراد ماده تولید شده در زنبورهای TPS بالاتر بود ولی از آنجاییکه زنبورهای TPE بصورت معنی داری تعداد تخم بیشتری تولید کرده بودند، لذا در نهایت تعداد افراد ماده تولید شده توسط زنبورهای TPE بیشتر از زنبورهای TPS بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبورهای TPE و TPS به ترتیب ۰/۲۵۷ و ۰/۲۸۱ محاسبه گردید که در زنبورهای پرورش یافته روی بید آرد اندکی پایتتر بود. با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای محاسبه شده می توان اظهار داشت که زنبور *T. pintoi* با تخم های بید آرد سازگاری بیشتری داشته است.

واژه های کلیدی: *Trichogramma pintoi*، بید آرد، بید غلات، بیولوژی

## مقدمه

جنس *Trichogramma* مهمترین و بزرگترین جنس خانواده Trichogrammatidae از بالاخانواده Chalcidoidea است که دارای انتشار جغرافیایی وسیع می‌باشد. بطوریکه از گرمترین بیابانها تا مناطق قطبی کره زمین فعالیت دارند (۱۴)، (۱۵). گونه‌های متعلق به این جنس بیش از سایر حشرات مفید دیگر در کنترل بیولوژیک مورد استفاده قرار گرفته‌اند و همه ساله تحقیقات زیادی در مورد کاربرد آنها انجام می‌گیرد.

در ایران نیز زنبورهای جنس *Trichogramma* از مرطوبترین تا خشکترین نواحی کشور گزارش شده (۳) و در حال حاضر در برخی نواحی مثل خراسان، مزند، مغان و مناطق شمالی و مرکزی کشور، علیه آفات پروانه‌ای مزارع و باغات، رهاسازی انبوه انجام می‌گیرد (۱).

یافته‌های متعددی در ارتباط با بیولوژی عمومی زنبورهای تریکوگراما منتشر شده است. تخم‌های تریکوگراما پس از گذاشته شدن بسرعت رشد کرده و پس از ۲۴ ساعت تفریح می‌شوند. به عقیده بیشتر محققین این زنبورها دارای سه سن لاروی هستند (۱۲). سه الی چهار روز بعد از پارازیت شدن تخم میزبان، گرانولهای سیاه‌رنگ ملانین در سطح داخلی کوریون بوجود آمده و سبب سیاه شدن تخم میزبان می‌شود و لارو بعد از تغذیه از محتویات داخل تخم، تبدیل به پیش‌شفیره می‌شود. در این مرحله طرح شکل حشره کامل از جمله بال‌های آن ظاهر می‌شود. بعد از مرحله شفیرگی، حشره کامل با ایجاد سوراخی در جدار پوسته تخم میزبان از آن خارج شده و بلافاصله شروع به پرواز و فعالیت برای ایجاد نسل بعدی می‌کند (۱۲).

زنبورهای تریکوگراما در محدوده دمایی ۱۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد فعال بوده و این زنبورها بدون دیاپوز حقیقی هستند و در شرایط مناسب محیط نسل‌های متوالی ایجاد می‌کنند (۱۸).

فعالیت حیاتی تریکوگراما بصورت حشره کامل اعم از جنس نر و ماده به فاصله چند دقیقه بعد از خروج از تخم میزبان و باز شدن کامل بال شروع می‌شود. خروج نرها زودتر از ماده‌ها صورت می‌گیرد. حشرات ماده در موقع تخم‌ریزی فضای نسبتاً سایه‌دار و کم نور را ترجیح می‌دهند و نور مستقیم موجب کاهش میزان تخم‌ریزی و طولانی‌تر شدن طول دوره تخم‌ریزی می‌شود. این زنبورها با روش جنسی تولید مثل می‌کنند و

ماده‌های جفت‌گیری نکرده، فقط نر تولید می‌کنند. تغذیه زنبورهای کامل از شیر و نوش گلها و مواد قندی صورت می‌گیرد.

چرخه زیستی زنبورهای تریکوگراما بطور متناوب بین مراحل پارازیت و آزاد طی می‌شود. در مرحله پارازیتویدی (نابالغ)، تخم‌های میزبان بوسیله زنبور مورد حمله واقع شده و این تخم‌ها فقط در مرحله ابتدایی، زندگی خود را حفظ می‌کند و در مراحل بعدی بصورت یک بستر یا محیط غذایی برای رشد و نمو زنبور درمی‌آیند. بعد از تکمیل سیکل زندگی تریکوگراما در داخل تخم، زنبور کامل از تخم میزبان خارج می‌شود. این زنبورها در مرحله بلوغ دارای زندگی آزاد هستند (۱۸).

در سال ۱۸۹۵ اولین بار تفکر پرورش انبوه تریکوگراما برای کنترل آفات پروانه‌ای در نشست حشره‌شناسی و جامعه تاریخ طبیعی لندن مطرح شد (۱۲). در پرورش انبوه این زنبورها موردی که حائز اهمیت است یافتن میزبان مناسب آزمایشگاهی است که ضمن پرورش آسان آن، بیشترین سازگاری بیولوژیک بین میزبان و پارازیتوئید وجود داشته باشد. مهمترین میزبان‌های آزمایشگاهی شناخته شده برای تولید انبوه زنبورهای تریکوگراما، تخم بید آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller) و بید غلات (*Sitotroga cerealella* Olivier) می‌باشد.

برای انتخاب گونه‌های مناسب و بهترین شرایط پرورش زنبورهای تریکوگراما، آزمایشهای استاندارد در آزمایشگاه انجام شده و پارامترهای متعددی از جمله طول عمر، طول دوره تخم‌ریزی، قدرت تولید مثل، نرخ رشد، درصد پارازیتیسیم، نسبت جنسی، درصد تفریح تخم‌های زنبور و مواردی از این قبیل محاسبه می‌شود. اندازه‌گیری این پارامترها اغلب در قالب بیولوژی این زنبورها مورد بحث و مطالعه قرار می‌گیرد (۱۲، ۱۳، ۱۹، ۲۰).

عوامل متعددی می‌توانند پارامترهای بیولوژیک زنبورهای تریکوگراما را تحت تاثیر قرار دهند که از مهمترین این عوامل می‌توان به گونه میزبان، سن تخم میزبان و شرایط فیزیکی محیط زندگی (میزان دما و رطوبت) اشاره کرد (۵، ۷، ۸، ۹، ۱۱، ۱۹).

هدف از انجام این تحقیق، مقایسه برخی از پارامترهای بیولوژیک زنبورهای *Trichogramma pintoi* Voegelé

برای انجام تمامی آزمایشات و نگهداری خط پرورش زنبور از اتاقت رشد با شرایط دمای  $25 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $50 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی استفاده شد. لوله‌های آزمایش مورد استفاده در این تحقیق برای پرورش زنبور و انجام آزمایشات از جنس شیشه و به ابعاد  $16 \times 100$  میلی‌متر بود.

در متن مقاله حاضر زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های بید غلات با علامت اختصاری TPS و زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های بید آرد با علامت TPE نشان داده شده‌اند.

#### نحوه انجام آزمایش بیولوژی زنبور

این آزمایش برای تعیین و مقایسه پارامترهای مختلف بیولوژیک زنبورهای *T. pintoi* پرورش یافته روی دو نوع میزبان آزمایشگاهی بید آرد و بید غلات انجام شد. در این آزمایش پارامترهای طول دوره‌های مختلف رشدی، طول عمر، میزان تولید مثل، درصد تفریح تخم‌ها، نسبت جنسی و نرخ رشد جمعیت زنبورهای پرورش یافته روی دو نوع میزبان محاسبه و با هم مقایسه شدند. برای محاسبه این پارامترها، تعداد ۴۰ عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده با عمر حداکثر ۲۴ ساعت بطور تصادفی از کلنی پرورش زنبور جدا شده و بطور جداگانه در ۴۰ لوله آزمایش قرار داده شدند. تخم‌های میزبان بصورت دایره‌ای روی کاغذ چسبانده شدند بطوریکه حدود ۱۵۰ عدد تخم میزبان در هر دایره قرار می‌گرفت. روی کاغذ مربوطه مشخصات هر زنبور به ترتیب از بالا به پایین، نام زنبور، تاریخ قرار دادن تخم و شماره تکرار ثبت شد. کاغذهای حامل یک دایره تخم میزبان، چیده شده و درون هر لوله آزمایش، در اختیار هر زنبور ماده قرار گرفت و سپس دهانه لوله‌های آزمایش با پنبه مسدود شد. بعد از ۲۴ ساعت تخم‌های مذکور برداشته شده و تخم‌های تازه جایگزین گردید. تعویض تخم‌ها هر ۲۴ ساعت یکبار انجام شد و تا زمان مرگ آخرین زنبور ادامه یافت. تخم‌های برداشت شده به تفکیک هر روز به لوله‌های آزمایش دیگری انتقال یافته و تا زمان ظهور حشرات کامل در شرایط استاندارد پرورش داده شدند. برای تغذیه زنبورها، عسل ۲۵ درصد به جداره داخلی لوله آزمایش مالیده شد. در مالیدن عسل روی جداره لوله آزمایش دقت لازم به عمل آمد تا تلفات ناشی از به دام افتادن زنبور در داخل عسل به حداقل برسد.

پرورش یافته روی دو میزبان تخم بید آرد و تخم بید غلات می‌باشد تا تاثیر نوع میزبان بر روی فعالیت‌های بیولوژیک و توانایی‌های زنبور مشخص شود. بدیهی است میزبانی که باعث افزایش توانایی‌های زنبور و تقویت پارامترهای بیولوژیک زنبور شود، مطلوبتر بوده و می‌تواند در تولید انبوه گونه مورد نظر زنبور تریکوگراما با مقیاس بیشتری مورد استفاده قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

#### پرورش زنبور پارازیتوئید *T. pintoi* و میزبان‌های آن

برای انجام آزمایشها از زنبور پارازیتوئید *Trichogramma pintoi* و دو میزبان آزمایشگاهی بید غلات *Sitotroga cerealella* و بید آرد *Ephestia kuehniella* استفاده شد. میزبان‌های آزمایشگاهی در اتاقهای پرورش جداگانه پرورش یافتند و تخم‌های آنها بصورت تازه، برداشت شده و در آزمایشگاه برای پرورش زنبور و انجام آزمایشها مورد استفاده قرار گرفتند. سوش زنبورهای *T. pintoi* اولیه از منطقه مغان بوده که با استفاده از اسلایدهای میکروسکوپی تهیه شده از آلت زادآوری تعدادی از آنها قبلاً شناسایی شده بودند، روی دو میزبان تخم بید آرد و تخم بید غلات به میزان ۱۵ نسل پرورش داده شدند و از زنبورهای بدست آمده برای انجام آزمایشها استفاده شد. تخم‌های تازه میزبان روی نوارهای کاغذی چسبانده شده و در اختیار زنبورها قرار داده شدند. همچنین مقدار کمی عسل رقیق ۲۵ درصد با سر سوزن به جداره لوله آزمایش مالیده شد تا زنبورهای بالغ خارج شده از تخم تغذیه نمایند. تغذیه از عسل باعث بالا رفتن باروری و افزایش طول عمر زنبور می‌شود. لاروهای بید آرد خاصیت همخواری (کانیبالیسم) دارند و بعد از تفریح، از لاروها و تخم‌های پارازیته شده و نشده تغذیه می‌کنند. حتی یک تخم پارازیته نشده ممکنست باعث از بین رفتن کل تخم‌های پارازیته شده داخل لوله آزمایش شود. برای مقابله با این مشکل، این تخم‌ها قبل از استفاده به مدت یک ساعت در معرض نور فرابنفش (UV) قرار گرفتند تا رشد جنین در آنها متوقف گردد.

در تخم‌های بید غلات مشکل همخواری دیده نمی‌شود اما بعد از ظهور لاروهای قرمز رنگ که در لوله آزمایش پراکنده می‌شوند، لوله کثیف شده و تمیز کردن این لوله‌ها ضروری می‌شود.

تخم‌ریزی TPE سه روز بیشتر از TPS بود که این مسئله احتمالاً به کیفیت غذایی و اندازه تخم بید آرد مربوط می‌باشد، چرا که این زنبورها همانند سایر پارازیتوئیدها بعد از سوراخ کردن تخم به وسیله تخم‌ریز از مواد غذایی درون تخم تغذیه می‌کنند (Host feeding). طول دوره پس از تخم‌ریزی ( $\beta-\omega$ ) و همچنین طول عمر کل زنبورهای TPE بطور معنی‌داری بیشتر از TPS بود ( $p < 0.01$ ). پس زنبورهای TPE دیرتر از TPS از تخم خارج شدند و طول دوره تخم‌ریزی بیشتری داشتند و بعد از تخم‌ریزی نسبت به TPS بیشتر عمر کردند (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین ( $\pm$  خطای استاندارد) مدت زمان هر یک از مراحل

رشدی زنبورهای ماده TPE و TPS		علائم	مرحله رشدی
TPS	TPE		
نابالغ (درون تخم میزبان)			
۱۱	۱۲	0-ε	ابتدای جنینی تا پایان شفیرگی
بالغ (خارج از تخم میزبان)			
۰	۰	ε-α	پیش از تخم‌ریزی
۵/۱۷ ± ۰/۴۹ <sup>b</sup>	۸/۲۴ ± ۰/۴۸ <sup>a</sup>	α-β	تخم‌ریزی
۱/۷۷ ± ۰/۱۳ <sup>b</sup>	۲/۰۹ ± ۰/۱۶ <sup>a</sup>	β-ω	بعد از تخم‌ریزی
۶/۹۳ ± ۰/۵ <sup>b</sup>	۱۰/۳۳ ± ۰/۴۸ <sup>a</sup>	ε-ω	طول دوران بلوغ
۱۷/۹۳ ± ۰/۵ <sup>b</sup>	۲۲/۳۳ ± ۰/۴۸ <sup>a</sup>	0-ω	طول عمر کل

\* حروف غیرمشابه در ردیف‌ها نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است.

جدول ۲- میانگین ( $\pm$  خطای استاندارد) زادآوری و نسبت جنسی در

زنبورهای TPS و TPE		پارامترها
TPS	TPE	
۷۱/۶ ± ۵/۰ <sup>b</sup>	۹۷/۳ ± ۵/۶ <sup>a</sup>	تعداد کل تخم تولید شده توسط ماده
۶۹/۱ ± ۴/۹ <sup>b</sup>	۸۹/۵ ± ۵/۴ <sup>a</sup>	تعداد تخم تفریح شده
۹۵/۸۱ ± ۰/۹۸ <sup>a</sup>	۹۱/۸۶ ± ۰/۹۲ <sup>b</sup>	درصد تفریح
۲۱/۲ ± ۲/۸ <sup>b</sup>	۴۱/۱ ± ۳/۵ <sup>a</sup>	تعداد نتاج نر
۴۵/۷ ± ۳/۰ <sup>a</sup>	۴۵/۳ ± ۳/۱ <sup>a</sup>	تعداد نتاج ماده
۰/۷۰۱ ± ۰/۰۲۳ <sup>a</sup>	۰/۵۳۴ ± ۰/۰۲۴ <sup>b</sup>	نسبت ماده‌ها به کل (ماده+نر)

\* حروف غیرمشابه در ردیف‌ها نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است.

این آزمایش برای زنبورهای TPS و TPE به روش مشابهی انجام گرفت با این تفاوت که در TPE برای پیشگیری از همخواری لاروهای بید آرد، قبل از انجام هر آزمایش، تخم‌ها به مدت یک ساعت در معرض نور فرابنفش (UV) قرار گرفتند تا عقیم گردند.

بعد از خروج حشرات کامل از تخم‌های میزبان، تعداد تخم پارازیت، تعداد نتاج نر و ماده، درصد تفریح تخم‌ها، طول دوره تخم‌ریزی و طول عمر زنبورها و در مرحله بعد نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبورها محاسبه گردید. تکرارهای تلف شده در اثر عوامل غیرطبیعی از آزمایش حذف گردیدند و در نهایت برای TPS و TPE به ترتیب ۳۰ و ۳۳ تکرار مورد تجزیه قرار گرفت.

کری (۲۰۰۱) معتقد است نقطه شروع دموگرافی، مطالعه بیولوژی فرد است و مرحله سنی مهمترین عامل در بیولوژی است بنابراین در نوشته حاضر مراحل سنی مختلف با علائم زیر نشان داده شده‌اند:

ε (اپسیلون) سن اولین خروج حشرات کامل

α (آلفا) سن اولین تخمگذاری

β: (بتا) سن آخرین تخمگذاری

ω (امگا) آخرین سن ممکن

برای محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور در دو وضعیت

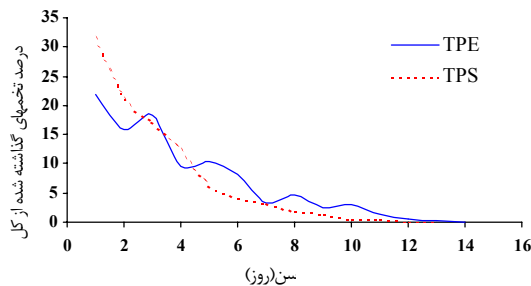
مختلف از فرمول بیرچ  $1 = \sum_{\alpha}^{\beta} e^{-rx} I_x m_x$  استفاده شد. این

پارامتر که معمولاً جزو پارامترهای جمعیت پایدار طبقه‌بندی می‌شود (۶) نشانگر توانایی زنبور در افزایش جمعیت خود بوده و تعداد ماده‌های اضافه شده به جمعیت توسط هر ماده در هر روز را نشان می‌دهد. در فرمول بالا  $x$  نشانگر سن،  $I_x$  نشانگر میزان بقا در هر مرحله سنی و  $m_x$  میانگین تعداد ماده‌های تولید شده به ازای هر فرد ماده در هر سن  $x$  می‌باشد.

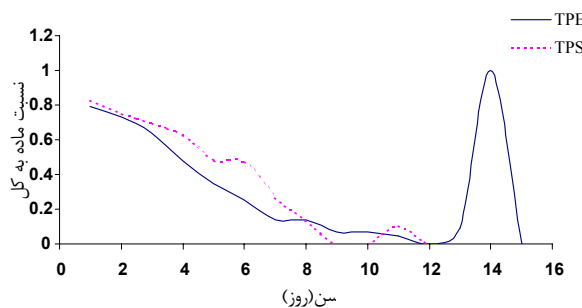
## نتایج و بحث

نتایج مربوط به مقایسه پارامترهای بیولوژیک زنبورهای *T. pintoi* پرورش یافته روی دو میزبان آزمایشگاهی در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. طول دوره پیش از بلوغ برای TPS و TPE به ترتیب ۱۱ و ۱۲ روز بود و حشرات کامل بلافاصله بعد از خروج از تخم میزبان قادر به تخم‌ریزی بودند و دوره پیش از تخم‌ریزی نداشتند یعنی ε با α مساوی بود. طول دوره

زیادتر باشد از نظر کارایی و اقتصادی مقرون به صرفه‌تر خواهد بود (۱).



شکل ۱- درصد تخمهای گذاشته شده طی سنین مختلف بلوغ توسط زنبورهای TPE و TPS



شکل ۲- روند ماده‌زایی در طی دوره تخم‌ریزی زنبورهای TPE و TPS

در مجموع درصد تفریح تخم و نسبت افراد ماده تولید شده در زنبورهای TPS بالاتر بود اما از آنجائیکه زنبورهای TPE بصورت معنی‌داری تعداد تخم بیشتری تولید کرده بودند ( $p < 0.01$ )، لذا در نهایت تعداد افراد ماده تولید شده توسط زنبورهای TPE بیشتر از زنبورهای TPS بود.

کنسولی و پستالی پارا (۱۹۹۶) در مورد تاثیر نوع میزبان روی سیکل زندگی و میزان پارازیتیسیم دو گونه *T. pretiosum* Riley و *T. galloi* Zucchi مطالعاتی را انجام داده‌اند. این محققین برای پرورش این زنبورها از میزبان طبیعی (تخم ساقه‌خوار نیشکر و هلیوتیس)، میزبان آزمایشگاهی (تخم بید آرد) و میزبان مصنوعی (ترکیبی از همولف حشرات، زرده تخم مرغ و مواد شیمیایی) استفاده کرده و پارامترهای بیولوژیک زنبورها را روی میزبان‌های مختلف مقایسه کرده‌اند. نامبردگان چنین نتیجه گرفتند که رشد زنبورها از تخم تا حشره بالغ روی میزبان مصنوعی با تاخیر همراه بوده و روی دو میزبان طبیعی و آزمایشگاهی تفاوت معنی‌داری ندارند. میزان بقای هر دو گونه

میانگین تعداد کل تخم‌های تولید شده، میانگین تعداد و درصد تخم‌های تفریح شده، میانگین تعداد نتاج نر و ماده و میانگین نسبت ماده‌ها به کل در هر یک از دو گروه زنبور در جدول ۲ و نوسانات تخم‌ریزی و نسبت ماده‌ها به کل در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصله نشان داد که در هر دو زنبور روند تخم‌ریزی به ازای سن بتدریج کم می‌شود. گونه‌های مختلف جنس تریکوگراما در صورتیکه روزانه تعداد میزبان نامحدودی در اختیار داشته باشند در روز اول حداکثر تخم‌ریزی را انجام می‌دهند (۴). در تحقیق حاضر نیز در روز اول، زنبورهای TPS و TPE بطور متوسط ۲۲/۵۰ و ۲۲/۱ عدد تخم میزبان را پارازیته کردند که حداکثر تعداد پارازیتیسیم در یک روز بشمار می‌رود. بعد از گذشت روز اول با کاهش ذخیره تخم زنبور، میزان تخم‌ریزی کاهش شدیدی نشان داد ولی با گذشت زمان، در اثر تغذیه از عسل رقیق و تجدید ذخیره غذایی مجدداً میزان تخم‌ریزی افزایش یافت. این روند در هر دو گروه از زنبورها تا انتهای دوره تخم‌ریزی، بصورت نوسانات منظم و کاهشی ادامه داشت (شکل ۱). زنبور *T. pintoii* همانند سایر حشرات Synovigenic تنها تعدادی تخم کامل دارد و بقیه با گذشت زمان و تجدید انرژی به تدریج می‌رسند. در مقابل گروه فوق گروه Preovigenic وجود دارد که در زمان بلوغ صاحب تخم‌های رسیده‌اند و قادرند بلافاصله بعد از بلوغ تخم‌ریزی نمایند (۲۱). همانطور که در جدول ۲ نیز نشان داده شده است میزان تخم‌ریزی TPE بطور معنی‌داری بیشتر از TPS می‌باشد ( $p < 0.01$ ). با اینحال تعداد تخم‌های تفریح شده TPS بیشتر از TPE محاسبه گردید. روند ماده‌زایی با افزایش سن ماده‌ها در هر دو گروه از زنبورها کاهش پیدا کرد و در عوض نسبت نر‌زایی بتدریج افزایش یافت (شکل ۲). این تغییر حالت تدریجی ناشی از اتمام ذخیره اسپرم و یا عدم وجود اسپرم‌های زنده در بدن ماده‌ها می‌باشد (۱۷).

ماده‌زایی (درصد نتاج ماده به کل) زنبورهای TPS بالاتر از TPE بود و این اختلاف از لحاظ آماری نیز معنی‌داری بود ( $p < 0.01$ ). درصد ماده‌ها در پرورش انبوه و رهاسازی پارازیتوبید در برنامه‌های کنترل بیولوژیک اهمیت فراوانی دارد چرا که در مؤثر رهاسازی زنبورها، افراد ماده هستند که تخم‌های میزبان‌ها را پارازیته می‌کنند و در پرورش انبوه نیز تعداد ماده‌ها هرچقدر

غلات به ترتیب ۰/۳۰۹ و ۰/۳۰۵ ماده در روز بدست آوردند که این مقدار بیشتر از *T. pintoi* زنبور روی میزبان مشابه می‌باشد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای *T. pretiosum* روی تخم *Phthorimaea operculella* Zeller و *Tuta absoluta* Meyrick به ترتیب ۰/۳۳ و ۰/۳۱ عدد ماده در روز محاسبه شده است (۱۶). مقادیر بدست آمده در هر دو آزمایش فوق بالاتر از مقادیر محاسبه شده در تحقیق حاضر بود. اما حقانی (۱۳۸۰) نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور *T. embryophagum* Hartig را روی تخم بید غلات و آرد به ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۲۳ محاسبه کرده است که نشان دهنده سرعت رشد پایین آن در مقایسه با زنبور *T. pintoi* می‌باشد.

با مقایسه کلی پارامترهای بیولوژیک محاسبه شده برای زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های بید آرد و بید غلات می‌توان نتیجه گرفت که تخم‌های بید آرد میزبان مناسبتری برای پرورش زنبور *T. pintoi* بوده و تاثیر مطلوبتری روی تولید مثلی و سایر پارامترهای بیولوژیک داشته است. البته این نکته را نباید از نظر دور داشت که نرخ رشد زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های بید آرد اندکی پایینتر از زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های بید غلات بود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات و همکاری‌های ارزشمند آقایان دکتر عطاران و دکتر رضایانه اعضای محترم هیات علمی بخش مبارزه بیولوژیک موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی و سایر کارکنان آن بخش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

زنبور روی میزبان مصنوعی کاهش یافت. طبق نتایج بدست آمده توسط این محققین، میزان پارازیتیسیم و طول عمر افراد ماده پرورش یافته روی میزبان‌های آزمایشگاهی و مصنوعی کاهش معنی‌داری نشان داد. کابلو و وارگاس (۱۹۸۷) دوره رشدی زنبور *T. pintoi* را در داخل تخم میزبان در دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد اندازه گرفته و این میزان را به ترتیب ۱۴ و ۷/۸ روز بدست آورده‌اند. در تحقیق حاضر، طول این دوره برای زنبورهای TPE و TPS در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۱۲ و ۱۱ روز محاسبه شده است که این مقدار تقریباً معادل میانگین طول دوره رشدی در دو دمای ذکر شده توسط محققین نامبرده در بالا می‌باشد.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) نرخ طبیعی افزایش جمعیت توسط هر زنبور ماده در روز است و به عبارت دیگر نشان‌دهنده سرعت رشد جمعیت در حالت نامحدود است، این پارامتر تفاضل بین نرخ ذاتی تولد و مرگ در جمعیت پایدار می‌باشد. از این پارامتر در مبارزه بیولوژیک به عنوان شاخصی برای درجه‌بندی گونه‌های پارازیتوئید و نیز سوسه‌های یک پارازیتوئید استفاده می‌شود. پارازیتوئیدها زمانی مؤثرند که با در نظر گرفتن سایر ویژگیها،  $r$  آن برابر یا بیشتر از  $r$  آفت هدف باشد. نتایج حاصله نشان داد که هر روز تعداد ۰/۲۸۱ و ۰/۲۵۷ عدد ماده به ازای هر فرد ماده به ترتیب به جمعیت TPS و TPE اضافه می‌شود که نشان دهنده سرعت بالای رشد جمعیت TPS نسبت به TPE می‌باشد. در آزمایشهای مشابهی، هایل و حسن (۱۹۹۹) مقدار  $r$  را برای *T.sp. nr. mwanzai* Schulten & Feijen و *T. bourneri* Pintureae & Babault روی تخم‌های بید

### مراجع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، ا. ۱۳۷۸. مطالعه مرفولوژیک و آنزیماتیک گونه‌های جنس *Trichogramma* Westwood در ایران، رساله دکتری تخصصی حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. حقانی، م. ۱۳۸۰. بررسی دموگرافی و رفتار زنبور *Trichogramma embryophagum* روی میزبانهای آزمایشگاهی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۳. شجاعی، م. ۱۳۷۶. حشره‌شناسی (مبارزه بیولوژیک) (ج ۳). انتشارات دانشگاه تهران.
4. Bai, B. B. & S.M. Smith. 1994. Patterns of host exploitation by the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) when attacking eggs of the spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) in Canadian forests. Ann. Entomol. Soc. Am. 87: 546- 553.
5. Cabello, T. & P. Vargas. 1987. Influence of temperature on the biology of *Trichogramma pinto* Voegelé (Hym: Trichogrammatidae). Graellsia, 43:169-177.

6. Carey, J. R. 2001. Insect biodemography. *Annu. Rev. Entomol.*, 46: 79-110.
7. Chihirane, J., G. Lauge & N. Hawlitzky. 1993. Effects of high temperature shocks on the development and biology of *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae). *Entomophaga*, 38:185-192.
8. Consoli, F.L. & J.R. Postali Parra. 1995. Effects of constant and alternating temperatures on *Trichogramma galloi* Zucchi (Hym., Trichogrammatidae) biology. *J. Appl. Entomol.*, 119:415-418.
9. Consoli, F.L. & J.R. Postali Parra. 1996. Biology of *Trichogramma galloi* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared in vitro and in vivo. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 89:828-834.
10. Haile, A.T. & S.A. Hassan. 1999. Life table parameters of two Kenyan locally occurring *Trichogramma* species. Institute for biological control, BBA, [on-line], Available on the www: *url : http://www.bba.de/abstracts.htm*.
11. Hoffmann, M.P., D.L. Walker & A.M. Shelton. 1995. Biology of *Trichogramma ostrinae* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae) and survey for additional hosts. *Entomophaga*, 40:387-402.
12. Knutson, A. 1998. The *Trichogramma* manual. Texas Agricultural Extension service[on-line], Available on the www: *url : http://entowww.tamu.edu/extension/bulletins/b-6071.htm*.
13. Li, L. Y. 1994. World wide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: A survey. pp: 37-53. In: Wajenberg, E., Hassan, S. A. (Eds.), *Biological control with egg parasitoid*, C.A.B. international .
14. Pinto, J. D. & R. Stouthammer. 1994. Systematic of the Trichogrammatidae with emphasis on *Trichogramma*. pp: 1- 36. In: Wajenberg, E., Hassan, S. A. (Eds.), *Biological control with egg parasitoid*, C.A.B. international .
15. Pintureau, B. 1991. We know *Trichogramma* but else in Trichogrammatidae?, *REDIA*, Vol. LXXIV, pp: 375-377, n. 3.
16. Pratissoli, D. & J.R. Postali Parra. 2000. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* and *Phthorimaea operculella* (Gelechiidae) at different temperatures. *J. Appl. Entomol.*, 124: 339-342.
17. Quick, D. L. J. 1997. *Parasitic Wasps*. Chapman & Hall. London, 470p.
18. Schmidt, M. J. 1994. Host recognition and acceptance by *Trichogramma*. Pp: 165- 200. In: Wajenberg, E., Hassan, S. A. (Eds.), *Biological control with egg parasitoid*, C.A.B. international .
19. Schoeller, M. & S.A. Hassan. 2001. Comparative biology and life tables of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* with *Ephestia elutella* as host at four constant temperatures. *Entomol. Exp. Appl.*, 98:35-40.
20. Smith, S. M. 1996. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. *Annu. Rev. Entomol.*, 41: 375-406.
21. van Driesche, R. G. & T.S. Bellows. 1996. *Biological control*. p: 538. London: Chapman and Hall, U.K

## Comparative Biology of *Trichogramma pintoi* Voegelé Wasps Reared on Two of Laboratory Hosts

Y. FATHIPOUR<sup>1</sup> AND H. DADPOUR MOGHANLOO<sup>2</sup>

1, 2, Assistant Professor and Former Graduate Student, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

Accepted April. 30, 2003

### SUMMARY

The study of biology of *Trichogramma pintoi* Voegelé and the effects of the type of host used for its rearing, can be important in the improvement of mass rearing techniques. In this research, developmental and ovipositional time, fertility, sex ratio and intrinsic rate of increase of wasps reared on *Ephestia kuehniella* Zeller and *Sitotroga cerealella* Olivier eggs were studied. Forty fertile female wasps were selected randomly from colonies reared on *E. kuehniella* (TPE) and *S. cerealella* (TPS). On a daily basis, 150 host fresh eggs were presented to each wasp. The eggs of previous day were taken and kept in the incubator. Experiments were conducted at  $T 25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , RH  $50 \pm 5\%$  and a photoperiod of 16:8 (L:D) h. Preadult period for TPE and TPS was 12 and 11 days, respectively. The wasps lacked preovipositional period and could oviposit immediately after appearance. Reproductive period, post reproductive period, adult life span and total life span for TPE were 8.24, 2.09, 10.33, 22.33 and for TPS were 5.17, 1.77, 6.93 and 17.93 days, respectively. Total egg laid by TPE was greater than that by TPS. Percentage of egg hatching and female ratio were greater for TPS than those for TPE. Although percentage of egg hatching and female ratio were greater for TPS, the number of female progenies in TPE was greater than that of TPS, since TPE parasitized more eggs as compared to TPS. Intrinsic rate of increase of TPE and TPS wasps were 0.257 and 0.281, respectively. The comparison of total biological parameters showed that the match and fitness of *T. pintoi* on *Ephestia kuehniella* was greater.

**Key words:** *Trichogramma pintoi*, *Ephestia kuehniella*, *Sitotroga cerealella*, Biology