تحقیقات آفات گیاهی
۱۳۹۹ -۱۰(۴): ۲۷-۴۰

علمی پژوهشی

پارازیتیسم زنبور پارازیتوئید *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae) پرورش یافته روی سنین مختلف تخم *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae)

فاطمه تابع‌بردبار[1*]، پرویز شیشه‌بر[1] و ابراهیم ابراهیمی[2]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، ۲- موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۳)

چکیده

زنبور پارازیتوئید *Trichogramma evanescens* Westwood یکی از مهم‌ترین عوامل مهار زیستی بال‌پولک‌داران آفت می‌باشد که در سراسر ایران گسترش دارد. در پژوهش حاضر، نرخ پارازیتیسم زنبور *T. evenescens* پرورش یافته روی تخم‌های یک، دو، سه و چهار روزه شب‌پره آرد *Anagasta =Ephestia kuehniella* Zeller در شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، پارامترهای پارازیتیسم زنبور *T. evanescens* به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سنین مختلف تخم میزبان قرار گرفت. بیش‌ترین (۶۷/۶۹ میزبان) و کم‌ترین (۱۵/۹۲ میزبان) مقادیر نرخ خالص پارازیتیسم (C_0) به ترتیب در تخم‌های یک و چهار روزه شب‌پره آرد ثبت شد. مقادیر محاسبه شده نرخ تبدیل جمعیت میزبان به نتاج پارازیتوئید (Q_P) در تمام سنین مورد مطالعه برابر با ۱ بود. با افزایش سن تخم از یک به چهار روز، مقادیر نرخ پایدار پارازیتیسم (ψ) از ۰/۴۱۲ میزبان/ پارازیتوئید به ۰/۲۶۶ میزبان/ پارازیتوئید کاهش یافت. نرخ متناهی پارازیتیسم (ω) نیز تحت تأثیر سنین مختلف تخم میزبان قرار گرفت و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار این پارامتر به ترتیب در تخم‌های یک‌روزه (۰/۵۸۳ بر روز) و چهار روزه شب‌پره آرد (۰/۳۳۷ بر روز) ثبت شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پارازیتیسم زنبور *T. evanescens* تحت تأثیر سنین مختلف تخم شب‌پره آرد قرار گرفت. نتایج این مطالعه می‌تواند اطلاعات مفیدی در مورد استفاده از سن مناسب تخم شب‌پره آرد جهت پرورش انبوه *T. evanescens* فراهم نماید.

واژه‌های کلیدی: پارازیتوئید تخم، سنین مختلف تخم، مهار زیستی

*نویسنده مسئول: Fatemeh.tabebordbar@yahoo.com

مقدمه

زنبورهای پارازیتوئید تخم متعلق به خانواده تریکوگراماتیده[1] از مهم‌ترین عوامل مهار زیستی محسوب می‌شوند که به صورت گسترده‌ای علیه چندین آفت از راسته بال‌پولکداران به کار گرفته می‌شوند. رهاسازی گونه‌های مختلف زنبور تریکوگراما در بیش از ۳۲ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی به منظور مهار آفات مختلف گزارش شده است (Li, 1994; Smith, 1996). کارایی زیستی مناسب، دامنه میزبانی گسترده و سهولت نسبی پرورش آزمایشگاهی، گونه‌های مختلف این خانواده را به یکی از پرکاربردترین دشمنان طبیعی مورد استفاده در کشورهای چین، کلمبیا، ایالات متحده آمریکا، کشورهای مختلف اروپایی و هندوستان تبدیل کرده است (Wajnberg and Hassan, 1994; Pizzol *et al*., 2012). رهاسازی انبوه زنبورهای تریکوگراما در بعضی سامانه‌های کشاورزی نظیر مزارع نیشکر، گندم، ذرت و کلم در چندین کشور از جمله چین، سوئیس، کانادا و شوروی سابق، خسارت آفات بال‌پولکدار را به میزان ۷۷-۹۲ درصد کاهش داده است (Li, 1994; Parra, 2010).

جنس *Trichogramma* مهم‌ترین و گسترده‌ترین جنس از خانواده تریکوگراماتیده می‌باشد که بیش‌ترین نقش کاربردی را در برنامه‌های مهار زیستی آفات کشاورزی نسبت به سایر جنس‌های این خانواده دارد. تاکنون ۱۴ گونه زنبور از خانواده تریکوگراماتیده از نقاط مختلف ایران جمع‌آوری و گزارش شده است (Modarres Awal, 2012). در طول دهه‌های اخیر، استفاده از زنبورهای تریکوگراما بسیار مورد استقبال قرار گرفته و از گونه‌های مختلف زنبور تریکوگراما هم‌چون *Trichogramma brassicae* Bezdenko، *Trichogramma pintoi* Voegele و *Trichogramma embryophagum* (Hartig) به عنوان عوامل مهار زیستی بال‌پولک‌دارانی از جمله کرم غوزه پنبه *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Iranipour *et al*., 2010)، بید غلات *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Farrokhi *et al*., 2010)، شب‌پره مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) (Ahmadipour *et al*., 2015)، کرم ساقه خوار برنج *Chilo suppressalis* (Walker) (Majidi-Shilsar, 2017)، کرم گلوگاه انار *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Poorjavad *et al*., 2011) و کرم سیب *Carpocapsa pomonella* (Linnaeus) (Ebrahimi *et al*., 1998) استفاده شده است.

به منظور اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های مهار زیستی آفات گیاهی، ضروری است که تأثیر عوامل مختلف بر میزان کارایی دشمنان طبیعی به دقت مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. بررسی منابع نشان داده است که اثر عوامل وابسته به میزبان مانند گونه (Attaran *et al*., 2004; Iranipour *et al*., 2009; Lashgari *et al*., 2010; Ranjbar Aghdam and Mahmoudian, 2014)، نژاد (Ozder and Kara, 2010; Tabone *et al*., 2010) و سن (Jeffry and Robert, 2000; Tuncbilek and Ayvaz, 2003; Tabebordbar *et al*., 2020) روی ویژگی‌های زیستی زنبورهای *Trichogramma* مورد مطالعه قرارگرفته است. علاوه بر این، برخی پژوهش‌ها نیز تأثیر عوامل محیطی مانند دما را روی ویژگی‌های زیستی این گروه از عوامل زیستی مورد مطالعه قرار داده‌اند (Scholler and Hassan, 2001; Negahban *et al*., 2016).

در میان عوامل مختلف تأثیرگذار، سن میزبان اهمیت ویژه‌ای داشته و اثر قابل ملاحظه‌ای بر خصوصیات زیستی و فیزیولوژیکی پارازیتوئیدهای مختلف مورد استفاده در برنامه‌های مهار زیستی آفات کشاورزی دارد (Vinson, 1976). نتایج بررسی‌های تابع‌بردبار و همکاران (Tabebordbar *et al*., 2020) نشان داد که افزایش سن تخم میزبان، بر تعداد تخم‌های پارازیته شده، درصد خروج بالغین و هم‌چنین نسبت جنسی نوزادان زنبور پارازیتوئید *Trichogramma evanescens* Westwood اثر می‌گذارد.

[1]. Trichogrammatidae

در میان گونه‌های مختلف زنبورهای خانواده تریکوگراماتیده، زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* بیش‌ترین گسترش را در نقاط مختلف استان خوزستان دارا می‌باشد و به‌عنوان گونه غالب استان شناخته شده است (Tabebordbar, unpublished data). بررسی منابع موجود نشان می‌دهد تاکنون مطالعه جامعی در مورد اثرات سن تخم میزبان روی کارایی زیستی این گونه صورت نگرفته است؛ بنابراین در پژوهش حاضر پارامترهای پارازیتیسم زنبور *T. evanescens* پرورش یافته روی سنین مختلف تخم شب‌پره آرد[1] *Anagasta = Ephestia kuehniella* Zeller مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش کمک قابل توجهی به بهینه‌سازی برنامه‌های پرورش انبوه این زنبور پارازیتوئید به عنوان یکی از عوامل مهم مورد استفاده در برنامه‌های مهار زیستی خواهد نمود.

مواد و روش‌ها

پرورش شب‌پره آرد

برای تشکیل کلنی شب‌پره آرد (*A. kuehniella*)، ابتدا تخم‌های این حشره از اینسکتاریوم موعود شهر اهواز تهیه شد. مواد غذایی به کار برده شده برای پرورش شب‌پره آرد شامل آرد گندم، سبوس و مخمر بود. مخلوط آرد و سبوس به نسبت ۳ به ۱ داخل ظروف پلاستیکی (۸×۱۵×۱۵ سانتی‌متر) ریخته شده و سپس، درون آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۹۰ دقیقه استریل شد. بعد از سرد شدن آرد به ازای هر ۱۰۰ گرم، ۳ گرم مخمر به مخلوط اضافه شد. سپس، ۰/۳ گرم تخم شب‌پره آرد به طور یکنواخت روی آرد پاشیده شد و یک لایه نازک از آرد نیز روی تخم‌ها پخش شد. روی این ظرف‌ها با توری‌های ریز پوشانده شد تا از خارج شدن حشرات کامل جلوگیری به عمل آید. شرایط محیطی برای پرورش شب‌پره آرد دمای ۱ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و دوره تاریکی کامل در نظر گرفته شد (Brindley, 1930).

جمع‌آوری و نگهداری زنبور پارازیتوئید *T. evanescens*

در این مطالعه، زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* در تیرماه ۱۳۹۶ از طریق قرار دادن تله‌های تخم شب‌پره آرد در یک باغ مرکبات واقع در شهرستان باغملک (شمال استان خوزستان 31º 38′ 03″ N, 49º 53′ 05″ E) جمع‌آوری شد. تخم‌های پارازیته شده پس از جمع‌آوری به آزمایشگاه منتقل شدند. پارازیتوئیدهای خارج شده از تخم شب‌پره آرد در شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. نمونه‌ها بر اساس ویژگی‌های مرفولوژیک و بررسی‌های مولکولی با استفاده از توالی فضای رونویسی داخلی ۲ (ITS2)[2] شناسایی شدند. نمونه سند[3] این گونه در گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز نگهداری می‌شود.

انجام آزمایش

آزمایش‌های مقدماتی نشان داد که تخم‌های شب‌پره آرد در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بعد از گذشت پنج روز تفریخ می‌شوند. بنابراین، تخم‌های یک، دو، سه و چهار روزه این شب‌پره برای انجام آزمایش‌ها انتخاب شدند. در این آزمایش، از زنبورهای ماده جفت‌گیری کرده با طول عمر کم‌تر از ۲۴ ساعت استفاده شد. هرماده به صورت مجزا به یک استوانه شیشه‌ای به طول ۱۰ و قطر ۱ سانتی‌متر که حاوی ۱±۵۰ تخم شب‌پره آرد در یکی از سنین ذکر شده در بالا بود، وارد شد. تخم‌ها با استفاده از چسب بدون‌بو (چسب کاغذ پلیکان، شرکت پلیکان ایران) روی یک نوار کاغذی به طول ۵ و عرض ۱ سانتی‌متر چسبانده شده بودند. دهانه استوانه‌ها نیز با پنبه مسدود شد. پارازیتوئیدهای مورد استفاده قبل از شروع آزمایش تجربه قبلی تماس با تخم میزبان را نداشتند.

1. Flour moth

2. Internal Transcribed Spacer 2
3. Voucher specimen

برای تغذیه زنبور ماده یک قطره آب عسل رقیق شده (۲۰ درصد) با استفاده از پنس روی دیواره داخلی استوانه‌های شیشه‌ای قرار گرفت. بعد از ۲۴ ساعت زنبورها از استوانه‌ها خارج شده و استوانه‌های حاوی تخم‌های پارازیته شده تا زمان خروج نوزادان درون اطاقک رشد (دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. با اتمام مرحله رشدی نابالغ، افراد نر و ماده پرورش یافته در هرگروه سنی تخم با یکدیگر جفت شده و هر جفت به یک استوانه شیشه‌ای جدید (۱×۱۰ سانتی‌متر) که حاوی یک دسته تخم (۱±۵۰) یک روزه شب‌پره آرد و عسل رقیق شده بود، منتقل شد. روزانه تخم‌های مذکور از لوله‌های آزمایش خارج و با دسته تخم‌های جدید جایگزین شدند. تخم‌های جمع‌آوری شده مربوط به هر جفت به صورت جداگانه در لوله‌های آزمایش قرار داده شدند. این کار تا زمان مرگ آخرین زنبور ماده ادامه یافت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های به دست آمده مربوط به پارازیتیسم روزانه زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* در هر سن تخم در محاسبه نرخ پارازیتیسم ویژه سن- مرحله رشدی[1] (C_{xj}) مورد استفاده قرار گرفتند. این پارامتر نشان‌دهنده تعداد تخم‌های پارازیت شده توسط یک زنبور پارازیتوئید در سن x و مرحله رشدی j می‌باشد. نرخ پارازیتیسم ویژه سنی[2] (k_x) که بیانگر میانگین تخم‌های پارازیت شده توسط زنبورهای پارازیتوئید در سن x می‌باشد با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Chi and Yang, 2003):

$$k_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj} C_{xj}}{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj}}$$

در فرمول فوق β نشان‌دهنده تعداد مراحل زیستی و S_{xj} نرخ بقای ویژه سن- مرحله رشدی (x سن به روز و j مرحله رشدی) می‌باشند. علاوه بر این، نرخ خالص پارازیتیسم ویژه سنی (q_x)[3] نیز از معادله زیر محاسبه شد:

$$q_x = l_x k_x$$

نرخ خالص پارازیتیسم[4] (C_0) که بیانگر میانگین تخم‌های پارازیت شده توسط یک فرد در تمام طول عمر خود می‌باشد، نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Chi and Yang, 2003):

$$C_0 = \sum_{x=0}^{\infty} \sum_{j=1}^{\beta} S_{xj}\, C_{xj} = \sum_{x=0}^{\infty} l_x\, k_x$$

براساس فرمول فوق، تعداد کل تخم‌های پارازیت شده توسط یک کوهورت با تعداد افراد N از طریق رابطه NC_0 محاسبه می‌شود.

نرخ تبدیل[5] از جمعیت میزبان به نتاج پارازیتوئید (Q_P) که بیانگر میانگین میزبان مورد نیاز برای یک پارازیتوئید به منظور تولید یک تخم می‌باشد، نیز از طریق رابطه زیر تعیین شد (Chi *et al*., 2011; Nikooei *et al*., 2015):

$$Q_p = \frac{C_0}{R_0}$$

نرخ پایدار پارازیتیسم (φ) نیز که بیانگر ظرفیت کل پارازیتیسم یک جمعیت پایدار (وقتی اندازه کل برابر با ۱ است) می‌باشد، از طریق رابطه زیر محاسبه گردید. در این رابطه، a_{xj} نسبتی از افراد یک جمعیت پایدار در سن x و مرحله رشدی j می‌باشد (ساختار پایدار ویژه سن- مرحله رشدی).

$$\varphi = \sum_{x=0}^{\infty} \sum_{j=1}^{\beta} a_{xj} C_{xj}$$

با توجه به این‌که جمعیت پارازیتوئید به اندازه نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) افزایش می‌یابد، بنابراین ظرفیت کل پارازیتیسم نیز به صورت $\lambda\varphi$ افزایش خواهد یافت. نرخ متناهی پارازیتیسم[6] (ω) که بیان‌گر پتانسیل پارازیتیسم یک جمعیت پارازیتوئید می‌باشد، از تلفیق نرخ متناهی افزایش

[1]. Age-stage specific parasitism rate
[2]. Age-specific parasitism rate
[3]. Age-specific net parasitism rate
[4]. Net parasitism rate
[5]. Translation rate
[6]. Finite parasitism rate

جمعیت (λ)، نرخ پارازیتیسم ویژه سن- مرحله رشدی (C_{xj}) و ساختار پایدار ویژه سن- مرحله رشدی[1] (a_{xj}) و براساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\omega = \lambda\varphi = \sum_{x=0}^{\infty}\sum_{j=1}^{\beta} a_{xj}C_{xj}$$

با در نظر گرفتن مطالب فوق، نرح ذاتی پارازیتیسم نیز از طریق رابطه $ln\ (\omega)$ محاسبه خواهد شد. به عبارت دیگر، ظرفیت پارازیتیسم به صورت نمایی افزایش خواهد یافت.

داده‌های مربوط به نرخ پارازیتیسم زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* با استفاده از نرم‌افزار آماری MSChart CONSUME تجزیه و تحلیل شدند (Chi, 2016 a). میانگین، واریانس و خطای معیار پارامترهای پارازیتیسم با ۱۰۰/۰۰۰ بوت‌استرپ محاسبه شد. به منظور مقایسه داده‌های به‌دست آمده نیز از تکنیک بوت‌استرپ جفت شده و نرم افزار آماری TWOSEX MSChart استفاده شد (Chi, 2016 b). تمام نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 ترسیم شدند.

نتایج و بحث

زنبورهای پارازیتوئید خانواده تریکوگراماتیده از مهم‌ترین عوامل مهار زیستی هستند که به‌طور گسترده در نواحی مختلف جهان استفاده می‌شوند (Li, 1994). تولید انبوه حشرات مفید از گذشته‌های دور به عنوان یکی از ارکان اصلی برنامه‌های مهار زیستی به ویژه برنامه‌های مبتنی بر رهاسازی انبوه مد نظر قرار گرفته است. بنابراین، کیفیت عوامل تولید شده برای موفقیت در برنامه‌های مهار زیستی از اهمیت بالایی برخوردار است. سن میزبان یکی از مهم‌ترین عواملی است که اثرات قابل ملاحظه‌ای بر خصوصیات زیستی و فیزیولوژیکی پارازیتوئیدهای مورد استفاده در برنامه‌های مهار زیستی دارد (Vinson, 1976). بر اساس نتایج گزارش شده توسط تابع‌بردبار و همکاران (Tabebordbar *et al*., 2020) زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های یک‌روزه شب‌پره آرد، بالاترین مقادیر نرخ ناخالص تولیدمثل[2] (GRR) (۳/۱۹ ± ۶۸/۷۷ نتاج/فرد)، نرخ خالص تولیدمثل[3] (R_0) (۴/۵۹ ± ۶۷/۷۰ نتاج/فرد)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت[4] (r) (۰/۰۰۶± ۰/۳۴۵ بر روز) و نرخ متناهی افزایش جمعیت[5] (λ) (۰/۰۰۸ ± ۱/۴۱ روز) و هم‌چنین کم‌ترین طول متوسط مدت زمان یک نسل[6] (T) (۰/۰۷± ۱۲/۱۰ روز) را داشتند.

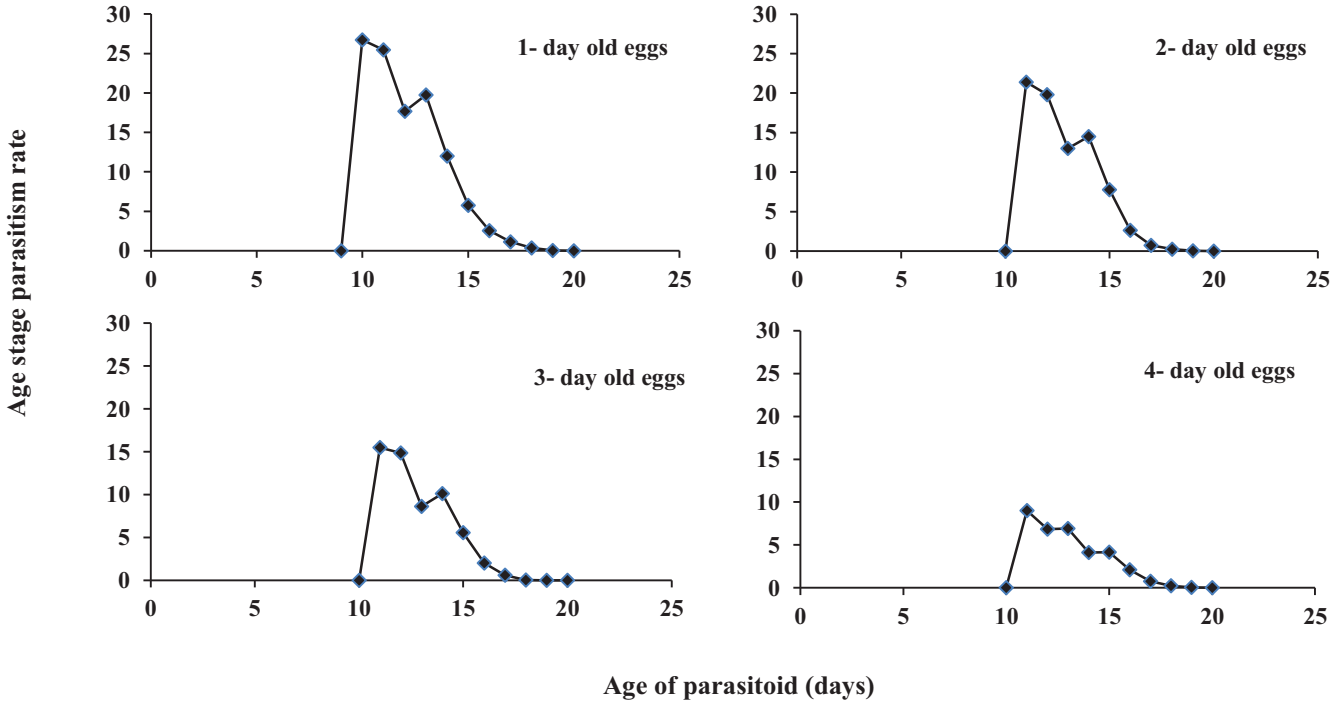
در پژوهش حاضر، تأثیر سنین مختلف تخم شب‌پره آرد بر نرخ‌های پارازیتیسم زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* مورد بررسی قرار گرفت. نرخ پارازیتیسم ویژه سن- مرحله رشدی (C_{xj}) زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* پرورش یافته روی سنین مختلف تخم شب‌پره آرد در شکل ۱ نشان داده شده است. در این شکل با توجه با این‌که تنها پارازیتوئیدهای بالغ ماده قادر به پارازیت کردن تخم‌های میزبان می‌باشند، بنابراین در هر سن تخم تنها یک نمودار مشاهده می‌شود. همان‌گونه که در این شکل نیز مشخص است، فاصله زمانی میان اولین مرحله زندگی (تخم) تا شروع پارازیتیسم در زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های چهار روزه شب‌پره آرد نسبت به سایر سنین طولانی‌تر می‌باشد. علاوه بر این، تعداد میزبان پارازیت شده به ازای هر فرد پارازیتوئید نیز با افزایش سن تخم کاهش یافت و بیش‌ترین مقدار این پارامتر در زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های یک‌روزه شب‌پره آرد (۲۶/۷۵ میزبان/ پارازیتوئید) و کم‌ترین مقدار آن روی تخم‌های چهار روزه (۹ میزبان/ پارازیتوئید) ثبت شد. در نهایت، می‌توان به این نتیجه رسید که تخم‌های یک‌روزه شب‌پره آرد مناسب‌ترین سن برای فعالیت پارازیتیسم این پارازیتوئید می‌باشند. بررسی منابع نشان داد که تاکنون مطالعه‌ای در خصوص ارزیابی تأثیر سنین مختلف تخم میزبان بر نرخ پارازیتیسم زنبور

[1]. Stable age- stage structure

[2]. Gross reproductive rate
[3]. Net reproductive rate
[4]. Intrinsic rate of increase
[5]. Finite rate of increase
[6]. Mean generation time

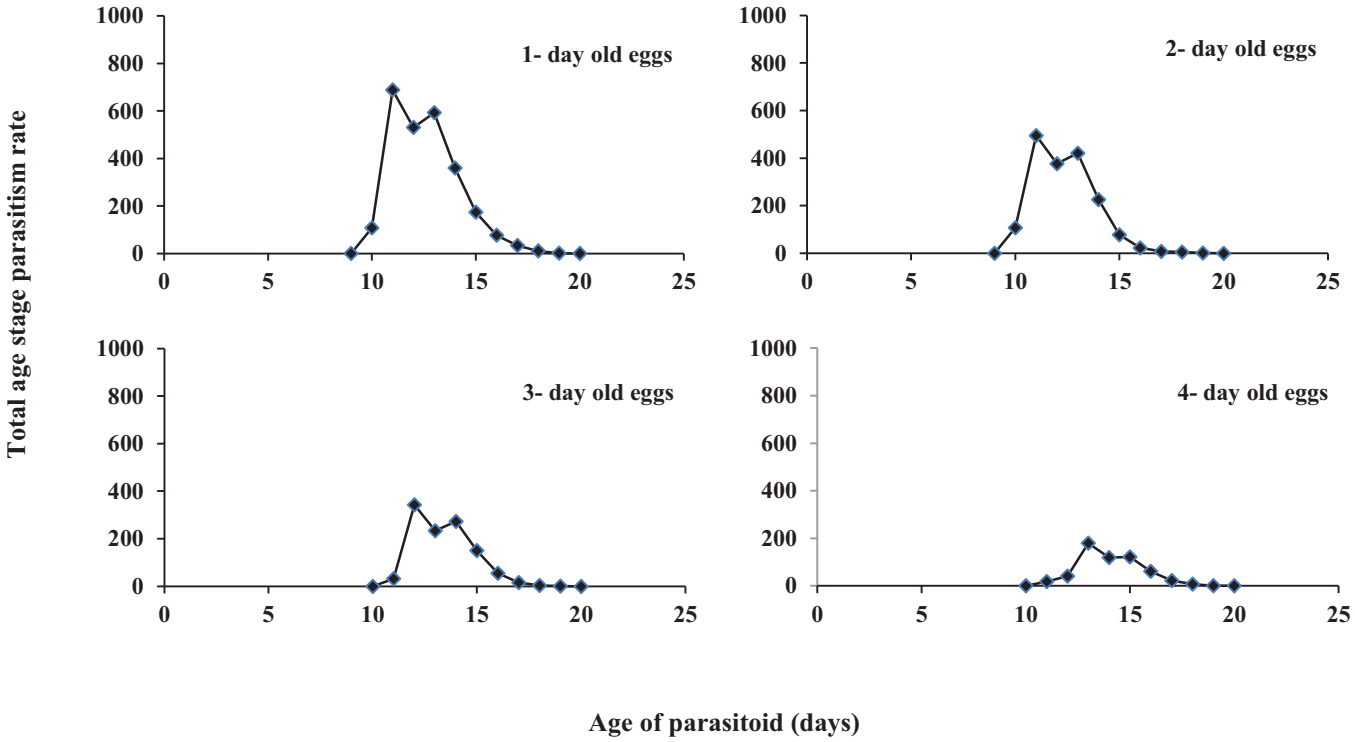
T. evanescens انجام نشده است، اما در سایر گونه‌های مورد مطالعه، نرخ پارازیتیسم زنبور *T. brassicae* روی تخم شب‌پره پشت الماسی (*Plutella xylostella* L.) ۵۲/۸۷ میزبان/ پارازیتوئید (Akbari *et al*., 2012) و روی تخم بید غلات (*S. cerealella*) ۴۰/۲۵ میزبان/ پارازیتوئید (Negahban *et al*., 2016) گزارش شده است. مقدار محاسبه شده در این پژوهش کم‌تر از گزارش‌های پژوهشگران مذکور بود که این مسأله را می‌توان به تفاوت در گونه زنبور پارازیتوئید مورد مطالعه، گونه میزبان و هم‌چنین شرایط محیطی از جمله دما، رطوبت و دوره نوری مرتبط دانست.

نرخ کل پارازیتیسم ویژه سن- مرحله رشدی پرورش یافته روی سنین مختلف تخم شب‌پره آرد در شکل ۲ نشان داده شده است و بیان‌گر مجموع میزبان پارازیت شده توسط تمامی زنبورهای پارازیتوئید در سن x و مرحله رشدی j می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، با رسیدن زنبورهای پارازیتوئید به مرحله بالغ، بلافاصله بیشترین میزان تخم‌ریزی در تمام تیمارهای مورد مطالعه مشاهده شد. پس از رسیدن میزان پارازیتیسم به بیشترین میزان خود، به‌تدریج با افزایش سن زنبورهای بالغ از میزان پارازیتیسم نیز کاسته شد و در نهایت با مرگ افراد ماده به صفر رسید. این نکته نشان‌گر آن است که زنبورهای ماده *T. evanescens* ترجیح می‌دهند بیش‌تر تخم‌های خود را بلافاصله پس از بلوغ درون تخم میزبان قرار دهند. بیش‌ترین میزان پارازیتیسم کل نیز در زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های یک‌روزه شب‌پره آرد بود.



شکل ۱- نرخ پارازیتیسم ویژه سن- مرحله رشدی (C_{xj}) زنبور پارازیتوئید *Trichogramma evanescens* پرورش یافته روی سنین مختلف تخم شب‌پره آرد (*Anagasta kuehniella*) در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی

Figure 1. Age-stage specific parasitism rate (C_{xj}) of *Trichogramma evanescens* reared on different age of *Anagasta kuehniella* eggs in 25±1°C, 55±5% RH with a photoperiod of 16:8 (L:D) h



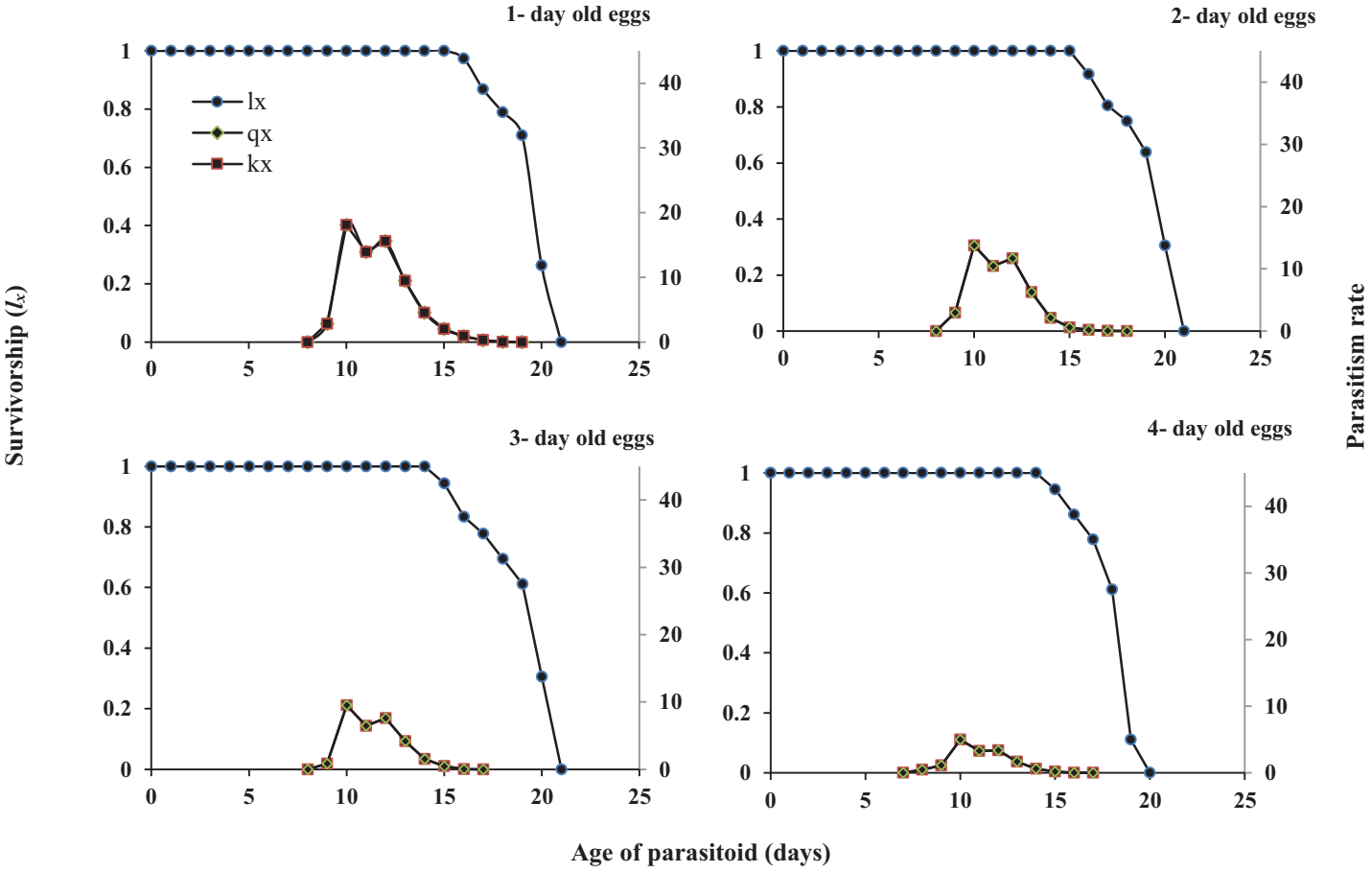
شکل ۲- نرخ کل پارازیتیسم ویژه سن- مرحله رشدی زنبور پارازیتوئید *Trichogramma evanescens* پرورش یافته روی سنین مختلف تخم شب‌پره آرد (*Anagasta kuehniella*) در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی

Figure 2. Total age-stage specific parasitism rate of *Trichogramma evanescens* reared on different age of *Anagasta kuehniella* eggs in 25±1°C, 55±5% RH with a photoperiod of 16:8 (L:D) h

تغییرات نرخ پارازیتیسم ویژه سنی (k_x) زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* در شکل ۳ نشان داده شده است. نرخ پارازیتیسم ویژه سنی نشان‌دهنده میانگین تعداد میزبان پارازیت شده توسط زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* در سن x می‌باشد. با در نظر گرفتن احتمال بقای افراد، می‌توان نرخ خالص پارازیتیسم ویژه سنی (q_x) را نیز در شکل ۳ مشاهده نمود. بر همین اساس، مقادیر محاسبه شده نرخ خالص پارازیتیسم ویژه سنی در تمامی سنین مورد آزمایش مساوی و کم‌تر از نرخ پارازیتیسم ویژه سنی بود.

در شکل ۳ علاوه بر k_x و q_x، روند تغییرات نرخ بقای ویژه سنی (l_x) زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* پرورش یافته در سنین مختلف شب‌پره آرد نیز نمایش داده شده است. همان‌گونه که در این نمودار مشخص می‌باشد، به دلیل آن‌که تا زمان پایان دوره نابالغ زنبورهای پارازیتوئید نرخ بقای ویژه سنی برابر با ۱ می‌باشد، بنابراین در کل تفاوتی میان نرخ پارازیتیسم ویژه سنی و نرخ خالص پارازیتیسم ویژه سنی مشاهده نمی‌شود و نمودارهای مربوطه نیز تا انتهای مرحله نابالغ به طور کامل منطبق بر یکدیگر می‌باشند. البته لازم به ذکر است که به‌دلیل آن‌که زنبورهای پارازیتوئید این خانواده

رشد و نمو مراحل نابالغ خود را درون تخم میزبان سپری می‌نمایند، امکان ثبت میزان مرگ و میر مراحل نابالغ رشدی آن‌ها میسر نمی‌باشد. بر همین اساس، تا انتهای دوره رشدی نابالغ این گروه از دشمنان طبیعی روند کاهشی در نرخ بقای ویژه سنی و پارامترهای متأثر از آن مانند نرخ خالص پارازیتیسم ویژه سنی مشاهده نمی‌شود.



شکل ۳- نرخ بقای ویژه سنی (l_x)، نرخ پارازیتیسم ویژه سنی (k_x) و نرخ خالص پارازیتیسم ویژه سنی (q_x) زنبور پارازیتوئید *Trichogramma evanescens* پرورش یافته روی سنین مختلف تخم شب‌پره آرد (*Anagasta kuehniella*) در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی

Figure 3. Age-specific survivorship (l_x), age-specific parasitism rate (k_x) and age-specific net parasitism rate (q_x) of *Trichogramma evanescens* reared on different age of *Anagasta kuehniella* eggs in 25±1°C, 55±5% RH with a photoperiod of 16:8 (L:D) h

نرخ خالص پارازیتیسم (C_0) زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* در سنین مختلف تخم شب‌پره آرد در جدول ۱ نشان داده شده است. نرخ خالص پارازیتیسم نشان‌دهنده تعداد کل میزبان پارازیت شده توسط یک پارازیتوئید در تمام عمر خود می‌باشد. نتایج نشان داد که بین مقادیر نرخ خالص پارازیتیسم زنبور *T. evanescens* در تیمارهای مختلف مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. با افزایش سن تخم میزبان، مقادیر محاسبه شده این پارامتر نیز کاهش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر نرخ خالص پارازیتیسم به‌ترتیب در زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های یک‌روزه (۶۷/۶۹ میزبان/ پارازیتوئید) و چهار روزه شب‌پره آرد (۱۵/۹۲ میزبان/ پارازیتوئید) مشاهده شد. نگهبان و همکاران نرخ خالص پارازیتیسم زنبور *T. brassicae* را روی تخم‌های یک‌روزه بید غلات (*S. cerealella*) در دمای مشابه (۲۵ درجه سلسیوس) ۲۵/۳۵ میزبان/ پارازیتوئید گزارش کردند که در مقایسه با یافته‌های پژوهش حاضر کم‌تر می‌باشد (Negahban *et al.*, 2016). تفاوت در گونه زنبور پارازیتوئید و میزبان آزمایشگاهی مورد مطالعه از دلایل اصلی چنین اختلافاتی می‌باشد.

مقادیر محاسبه شده نرخ تبدیل جمعیت میزبان به نتاج پارازیتوئید (Q_P) نیز در جدول ۱ نشان داده شده است. نرخ تبدیل تخمینی دموگرافیک از ارتباط بین نرخ پارازیتیسم و نرخ تولیدمثل ارائه می‌نماید (Nikooei *et al.*, 2015) و مقدار آن در تمام تیمارهای مورد مطالعه در پژوهش حاضر برابر با ۱ بود. اگر پارازیتوئید در بدن میزبان خود تنها یک تخم بگذارد و تخم‌های مذکور نیز پس از تفریخ بتوانند میزبان خود را از پای در بیاورند، نرخ خالص پارازیتیسم برابر با نرخ تولیدمثل می‌باشد. اما اگر برخی تخم‌ها پس از تفریخ موفق به از بین بردن میزبان خود شوند، ولی به هر دلیلی به مرحله بلوغ نرسند، آن‌گاه مقادیر محاسبه شده نرخ پارازیتیسم با نرخ تولیدمثل متفاوت خواهد بود (Ebrahimi *et al.*, 2013). در پژوهش چی و یانگ (Chi and Yang, 2003)، از این پارامتر به منظور تشریح رابطه میان جمعیت طعمه و نتاج شکارگر استفاده شد. در جمعیت یک شکارگر نرخ شکارگری ویژه سنی برابر با تعداد طعمه‌های شکار شده توسط یک فرد شکارگر در سن x می‌باشد، در صورتی‌که نرخ باروری ویژه سنی مساوی با تعداد نتاج تولید شده توسط یک فرد ماده در همان سن بوده و بر همین اساس، به طور معمول در جمعیت شکارگرها نرخ شکارگری با باروری متفاوت می‌باشد. در جمعیت پارازیتوئیدها در صورتی‌که تمامی تخم‌های تولید شده به مرحله بلوغ رسیده و با موفقیت از میزبان خارج شوند (نرخ بقای مراحل نابالغ برابر با ۱ باشد)، در آن صورت $R_0 = C_0$ خواهد بود. بر همین اساس، اگر پارازیتوئیدها تنها یک تخم در بدن میزبان خود قرار دهند، آن‌گاه مقادیر محاسبه شده نرخ تبدیل برابر با ۱ یا بسیار نزدیک به ۱ می‌باشد (همانند نتایج حاصل از پژوهش حاضر). اما در صورتی که تعداد تخم‌های گذاشته شده بیش‌تر از ۱ باشد، آن‌گاه مقادیر محاسبه شده Q_P کم‌تر از ۱ خواهد بود.

مقادیر مربوط به نرخ پایدار پارازیتیسم (ψ) زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* پرورش یافته روی سنین مختلف تخم شب‌پره آرد در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، مقادیر نرخ پایدار پارازیتیسم از ۰/۴۲۱ (میزبان/ پارازیتوئید) در زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های یک روزه تا ۰/۲۶۶ (میزبان/ پارازیتوئید) در زنبورهای پرورش یافته روی تخم‌های چهار روزه متغیر بود. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با یافته‌های نگهبان و همکاران (Negahban *et al.*, 2016) که نرخ پایدار زنبور پارازیتوئید *T. brassicae* را روی تخم بید غلات برابر با ۰/۳۰۲ (میزبان/ پارازیتوئید) گزارش کردند، متفاوت است. تفاوت در گونه پارازیتوئید مورد آزمایش و هم‌چنین پیشینه پرورش گونه پارازیتوئید روی میزبان‌های متفاوت می‌تواند از دلایل اصلی این اختلاف باشد. مقادیر ثبت شده نرخ متناهی پارازیتیسم (ω) زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* پرورش یافته روی سنین مختلف تخم میزبان نشان داد که ظرفیت پارازیتیسم در

تخم‌های یک، دو، سه و چهار روزه شب‌پره آرد به‌ترتیب ۰/۵۸۳، ۰/۵۲۶، ۰/۴۳۳ و ۰/۳۳۷ (بر روز) می‌باشد که حاکی از تأثیر معنی‌دار سن تخم میزبان بر این پارامتراست (جدول ۱).

جدول ۱- نرخ پارازیتیسم زنبور پارازیتوئید *Trichogramma evanescens* پرورش یافته روی سنین مختلف تخم شب‌پره آرد (*Anagasta kuehniella*) در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی

Table 1. Parasitism rate of *Trichogramma evanescens* reared on different age of *Anagasta kuehniella* eggs in 25±1°C, 55±5% RH with a photoperiod of 16:8 (L:D) h

Parameters	Host age (day)			
	1	2	3	4
Net parasitism rate (C_0)	67.69 ± 5.76^a	48.17 ± 4.03^b	30.57 ± 3.06^c	15.92 ± 1.57^d
Transformation rate (Q_P)	$\cong 1$	$\cong 1$	$\cong 1$	$\cong 1$
Stable parasitism rate (ψ)	0.412 ± 0.002^a	0.381 ± 0.001^b	0.327 ± 0.025^c	0.266 ± 0.027^d
Finite parasitism rate (ω)	0.583 ± 0.003^a	0.526 ± 0.003^b	0.433 ± 0.034^c	0.337 ± 0.001^d

Means with the same letters are not significantly different using paired bootstrap procedure ($P< 0.05$).

سن میزبان از جمله فاکتورهای مهمی است که بر مطلوبیت، پذیرش، میزان پارازیته شدن و در نهایت،کیفیت و کارایی عوامل مهار زیستی تأثیرگذار می‌باشد. زنبورهای پارازیتوئید بر اساس تماس فیزیکی شاخک (Schmidt, 1994) و یا بوهای متصاعد شده از تخم (Gontijo *et al*., 2019) میزبان خود را انتخاب می‌کنند. پاک و همکاران معتقدندکه بیشترین تخم‌های بال‌پولک‌داران در صورتی برای زنبورهای *Trichogramma* مناسب هستند که کم‌تر از ۷۵ درصد از رشدشان سپری شده باشد (Pak *et al*., 1986). هم‌زمان با افزایش سن تخم میزبان و توسعه رشد جنین، مواد غذایی موجود در تخم میزبان به وسیله جنین مصرف می‌شود و در نتیجه مناسب بودن تخم برای پارازیتوئید کاهش می‌یابد. گوآنگ و آلوو (Guang and Oloo, 1990) گزارش کردند که گاهی اوقات زنبورهای *Trichogramma* نمی‌توانند در تخم‌های مسن رشد نمایند. این پدیده به چرخیدن جنین میزبان درون تخم و یا به اسکلریته شدن کپسول سر جنین میزبان نسبت داده شده است. این مسأله در پژوهش‌های صورت گرفته توسط لوئیز و یانگ (Lewis and Yung, 1972) نیز تأیید شده است. در پرورش انبوه و رهاسازی حشرات مفید از جمله زنبور *Trichogramma* میزان تولیدمثل، عملکرد و بازدهی افراد بالغ رهاسازی شده اهمیت زیادی دارند. پژوهشگرانی از جمله رابرسون و همکاران (Ruberson *et al*., 1987) اظهار داشتند که در مرحله تولید انبوه عوامل زیستی، باید از تخم‌های تازه استفاده نمود تا بدین‌وسیله بقا و تولیدمثل افراد بالغ مورد استفاده، افزایش یابد. هم‌چنین، افراد بالغ رهاسازی شده بایستی ویژگی‌های مناسبی از جمله قدرت جستجوگری، پارازیتیسم بالا و قدرت تطابق با شرایط محیطی را داشته باشند و برای رسیدن به این هدف باید در پرورش انبوه آن‌ها از سن مناسب میزبان آزمایشگاهی استفاده نمود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که زنبورهای *T. evanescens* پرورش یافته روی تخم‌های جوان باروری بیش‌تری نسبت به سایر تخم‌های مورد مطالعه داشتند. بنابراین، توصیه می‌شود که در برنامه‌های تولید انبوه زنبور پارازیتوئید *T. evanescens* از تخم‌های بسیار جوان (یک‌روزه) شب‌پره آرد استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز (شماره گرنت: SCU.AP98.400) به خاطر حمایت‌های مالی و هم‌چنین از نظرات ارزنده داوران محترم که در بهبود کیفیت مقاله مؤثر بوده است، تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference

Ahmadipour, R., Shakarami, J., Farrokhi, S. and Jafari, S. 2015. Evaluation of *Trichogramma brassicae* native strains as egg parasitoid of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) in the laboratory conditions. **Biocontrol in Plant Protection** 3: 109- 122.

Akbari, F., Askarianzadeh, A. R., Zamani, A. A. and Hosseinpour, M. H. 2012. Biological characteristics of three *Trichogramma* species on the eggs of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.). **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 45 (19): 2364- 2368.

Attaran, M. R., Shojaii, M. and Ebrahimi, E. 2004. Comparison of some quality parameters of *Trichogramma brassicae* (Hym., Trichogrammatidae) populations in north of Iran. **Journal of Entomological Society of Iran** 24 (1): 29- 47 (In Persian with English summary).

Brindley, T. A. 1930. The growth and development of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera) and *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera) under controlled conditions of temperature and relative humidity. **Annals of the Entomological Society of America** 24(1): 1- 17.

Chi, H. 2016 a. CONSUME-MSChart: computer program for consumption rate analysis based on the age stage, two-sex life table analysis. (http://140.120.197.173/Ecology/Download/TWOSEX-MSCart.rar)(accessed February 2018).

Chi, H. 2016 b. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. (http://140.120.197.173/Ecology/Download/TWOSEX-MSCart.rar)(accessed February 2018).

Chi, H., Huang, Y. B., Allahyari, H., Yu, J. Z., Mou, D. F., Yang, T. C., Farhadi, R. and Gholizadeh, M. 2011. Finite predation rate: a novel parameter for the quantitative measurement of predation potential of predator at population level. Nature Proceedings, hdl:10101/npre.2011.6651.1.

Chi, H. and Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica** 24: 225- 240.

Chi, H. and Yang, T. C. 2003. Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Col.: Coccinellidae) fed on *Myzus persica* Sulzer (Hom.: Aphididae). **Environmental Entomology** 32: 327- 333.

Ebrahimi, E., Pintureau, B. and Shojai, M. 1998. Morphological and enzymatic study of the genus *Trichogramma* in Iran (Hym., Trichogrammatidae). **Applied Entomology and Phytopathology** 66: 122-141.

Ebrahimi, M., Sahragard, A., Talaei- Hassanloui, R., Kavousi, R. and Chi, H. 2013. Life table and parasitism rate of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared on larvae of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), with special reference to the variable sex ratio of the offspring and comparison of Jackknife and Bootstrap techniques. **Annals of the Entomological Society of America** 106 (3): 279- 287.

Farrokhi, S., Ashouri, A., Shirazi, J., Allahyari, H. and Huigens, M. E. 2010. A comparative study on the functional response of Wolbachia- infected and uninfected forms of the parasitoid wasp *Trichogrammabrassicae*. **Journal of Insect Science**10 (167): 1- 11.

Gontijo, L., Cascone, P., Giorgini, M., Michelozzi, M. and Rodrigues, H. R., Spiezia, G., Lodice, L. and Guerrieri, E. 2019. Relative importance of host and plant semiochemicals in the foraging behavior of *Trichogramma achaeae*, an egg parasitoid of *Tuta absoluta*. **Journal of Pest Science** 92: 1479- 1488.

Goodman, D. 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. **The American Naturalist** 119(6): 803- 823.

Guang, L. Q. and Oloo, G. W. 1990. Host preference studies on *Trichogramma* sp. nr. Mwanzai Schulten and Feijen (Hym: Trichogrammatidae) in Kenya. **Insect Science and its Application** 11: 757- 763.

Huang, Y. B. and Chi, H. 2012. Life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): with an invalidation of the jackknife technique. **Journal of Applied Entomology** 64 (1): 1- 9.

Iranipour, S., Farazmand, A., Saber, M. and Mashhadi Jafarloo, A. 2009. Demography and life history of the egg parasitoid, *Trichogramma brassicae*, on two moths *Anagasta kuehniella* and *Plodia interpunctella* in the laboratory. **Journal of Insect Science** 9 (1): 1- 8.

Iranipour, S., Vaez, N., Nouri Ghanbalani, G., Asghari Zakaria, R. and Mashhadi Jafarloo, M. 2010. Effect of host change on demographic fitness of the parasitoid, *Trichogramma brassicae*. **Journal of Insect Science** 10 (78): 1- 12.

Jeffry, Y. H. and Robert, F. L. 2000. Age and suitability of *Amorbia cuneana* (Lep.: Tortricidae) and *Sabulodes aegrotata* (Lep.: Geometridae) egg for *Trichogramma planter* (Hym.: Trichogrammatidae). **Biological Control** 18: 79- 85.

Lashgari, A., Talebi, A. A., Fathipour, Y. and Farahani, S. 2010. Study on demographic parameters of *Trichogramma brassicae* (Bezdenko) (Hym., Trichogrammatidae) on three host species in laboratory conditions. **Journal of Entomological Research** 2 (1): 46- 90.

Lewis, W. J. and Young, J. R. 1972. Parasitism by *Trichogramma evanescens* of egg from tepa-sterlized and normal *Heliothis Zea*. **Journal of Economic Entomology** 65(3): 705- 708.

Li, L. Y. 1994. Worldwide use to *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. In Wajnberg, E. and Hassan, S. A. (Eds). Biological control with egg parasitoids, CAB International, Wallingford. pp. 37-53.

Majidi-Shilsar, F. 2017. Evaluation releasing of parasitoid wasp *Trichogramma brassicae* with other methods for the control of rice striped stem borer (*Chilo suppressalis*) in field conditions. **Plant Pest Research** 7: 67- 81.

Modarres Awal, M. 2012. List of Iranian agricultural pests and their natural enemies. (4thed.) Ferdowsi University of Mashhad Press.

Negahban, M., Sedaratian- Jahromi, A., Ghane- Jahromi, M. and Haghani, M. 2016. Temperature-dependent parasitism in *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae), modeling finite parasitism rate. **Journal of Entomological Society of Iran** 36 (10): 13- 27.

Nikooei, M., Fathipou, Y., Jalali Javaran, M. and Soufbaf, M. 2015. Influence of genetically manipulated *Brassica* genotypes on parasitism capacity of *Diadegma semiclausum* Parasitizing *Plutella xylostella*. **Journal of Agricultural Science and Technology** 17: 1743- 1753.

Ozder, M. and Kara, G. 2010. Comparative biology and life tables of *Trichogramma cacoeciae, T. brassicae* and *T. evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) with *Ephestia kuehniella* and *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) as hosts at three constant temperatures. **Biocontrol Science and Technology** 20 (3): 245- 255.

Pak, G. A., Buis, H. C. E. M., Heck, I. C. C. and Hermans, M. L. G. 1986. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp.: Host-age selection. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 40: 247- 58.

Parra, J. R. P. 2010. Egg parasitoids commercialization in the new world. In Consoli, F. l., Parra, J. R. P., Zucchi, R. A. (Eds.). Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma*. Springer, Dordrecht, the Netherlands. pp. 373- 378.

Pizzol, J., Desneux, N., Wajnberg, E. and Thiery, D. 2012. Parasitoid and host egg ages have independent impact on various biological traits in a *Trichogramma* species. **Journal of Pest Science** 85: 489- 496.

Poorjavad, N., Goldansaz, S. H., Hosseininaveh, V., Nozari, J., Dehghaniy, H. and Enkegaard, A. 2011. Fertility life table parameters of different strains of *Trichogramma* spp. collected from eggs of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae*. **Entomological Science** 14 (3): 245- 253.

Ranjbar Aghdam, H. and Mahmoudian, R. 2014. Effect of different rice varieties on age specific life table and population growth parameters of *Trichogramma brassicae,* the egg parasitoid of striped stem borer, *Chilo suppressalis.* **Iranian Plant Protection Science** 45 (1): 1- 11.

Ruberson, J. R., Tauber, M. J. and Tauber, C. A. 1987. Biotypes of *Edovum puttleri* (Hymeoptera: Eulophidae): response to developing eggs of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America** 80: 451- 455.

Schmidt, J. M. 1994. Host recognition and acceptance by *Trichogramma*. In Wajnberg, E. and Hassan. S. A. (Eds.). Biological control with egg parasitoids. Wallingford: CAB International, UK. pp. 165-200.

Scholler, M. and Hassan, Sh. A. 2001. Comparative biology and life table of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* with *Ephestia elutella* as host at four constant temperatures. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 98: 35-40.

Smith, S. M. 1996. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential for their use. **Annual Review of Entomology** 41: 375-406.

Tabebordbar, F., Shishehbor, P. and Ebrahimi, E. 2020. Suitability of different egg ages of *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae) for the development, reproduction and life table parameters of *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae). **Journal of Crop Protection** 9 (1): 89- 99.

Tabone, E., Bardon, C., Desneux, N. and Wajnberg, E. 2010.Parasitism of different *Trichogramma* species and strainson *Plutella xylostella* L. on greenhouse cauliflower. **Journal of Pest Science** 83: 251- 256.

Tuncbilek, A. S. and Ayvaz, A. 2003. Influences of host age, sex ratio, population density, and photoperiod on parasitism by *Trichogramma evanescens* West. (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Pest Science** 76: 176- 180.

Vinson, S. B. 1976. Host selection by insect parasitoids. **Annual Review of Entomology** 21: 109- 133.

Wajnberg, E. and Hassan, S. A. 1994. Biological control with egg parasitoids. UK: CAB International.

Plant Pest Research
2020- 10(4): 27-40

Research paper

Parasitism of *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on different egg ages of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae)

F. Tabebordbar[1*], P. Shishehbor[1] and E. Ebrahimi[2]
1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, 2. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran

(Received: June 21, 2020- Accepted: December 23, 2020)

Abstract

Trichogramma evanescens Westwood is an important biological control agent of lepidopteran pests and is widely distributed throughout Iran. In the current study, parasitism rate of *T. evenescens* on different egg ages of the *Anagasta= Ephestia kuehniella* Zeller (1, 2, 3 and 4- day- old) was studied at 25±1ºC, 55±5% RH and 16: 8 h L: D photoperiod. The results obtained showed a significant effect on parasitism rate. The highest and the lowest values of net parasitism rate (C_0) were 67.69 hosts and 15.92 hosts for 1 and 4- day- old eggs, respectively. The transformation rate of host population to parasitoid offspring (Q_P) was equal to 1 at all egg ages. The values of stable parasitism rate (ψ) decreased from 0.412 to 0.266 (host/parasitoid) with increasing host age from 1 to 4 day. Finite parasitism rate (ω) was significantly affected by different egg ages and the highest (0.583 day^{-1}) and lowest (0.337 day^{-1}) values were recorded for 1 and 4- days- old eggs, respectively. The results of the current study indicated that parasitism of *T. evanescens* was strongly affected by different egg ages of *A. kuehniella*. This finding provide helpful information for mass rearing of *T. evanescens.*

Key words: egg parasitoid, different egg ages, biological control

*Corresponding author: Fatemeh.tabebordbar@yahoo.com