Archive of SID

JESI

DOI:10.22117/JESI.2019.126643.1313

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۲۷۰-۲۵۵ ,(۳)۳۹ ,۱۳۹۸

JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2019, 39 (3), 255-270

اثر سن تخم *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) روی پراسنجه‌های زیستی و جدول زندگی *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

فاطمه تابع‌بردبار[۱و*]، پرویز شیشه‌بر[۱] و ابراهیم ابراهیمی[۳]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران و ۲- مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Fatemeh.tabebordbar@yahoo.com

چکیده

زنبور جنس *Trichogramma* یکی از مهم‌ترین عوامل مهار زیستی تخم بال‌پولک‌داران می‌باشد. این انگل‌واره در سرتاسر ایران گسترش دارد. در این مطالعه، اثر سنین مختلف تخم *Ephestia kuehniella* Zeller بر تعداد تخم‌های انگلی شده، طول دوره رشد پیش از بلوغ، نسبت جنسی، طول عمر و زادآوری زنبور *Trichogramma evanescens* Westwood ارزیابی شد. پنج سن تخم شامل ۱۲، ۲٤، ۳٦، ٤۸ و ٦۰ ساعت *E. kuehniella* در اختیار یک ماده *T. evanescens* جفت‌گیری کرده با طول عمر کمتر از ۲٤ ساعت قرار داده شد. تعداد تخم‌های انگلی شده در سنین مورد آزمایش به ترتیب ۳۲/٤۰±۰/۰٤، ۲۹/۸۰±۰/۰۵، ۲٦/۹۳±۰/۰٦، ۲۳/۸۳±۰/۰٦ و ۱۸/۹۱±۰/۰٤ بود. بر اساس نتایج حاصله، طول دوره رشد پیش از بلوغ، نسبت جنسی، طول عمر و زادآوری زنبور *T. evanescens* به طور معنی‌داری تحت تاثیر سن تخم‌ها قرار گرفت. نتایج نشان داد که نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) با افزایش سن تخم کاهش یافت. بیشترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی جمعیت به ترتیب ۰/۰۰٦ ± ۰/۳۹۰ (ماده/ ماده/ روز) و ۰/۰۰۸ ± ۱/٤۷ (روز) در تخم ۱۲ ساعت بود. نتایج این پژوهش نشان داد که سن تخم میزبان یک عامل موثر روی پراسنجه‌های رشد جمعیت زنبور *T. evanescens* است و تخم‌های *E. kuehniella* با سن ۱۲ ساعت، مناسب‌ترین سن برای رشد، تولید مثل و پرورش انبوه زنبور *T. evanescens* می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: *Trichogramma evanescens*، *Ephestia kuehniella*، سن تخم، جدول زندگی، پرورش انبوه

Effect age of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) egg on biological and life table parameters of *Trichogramma evanecens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Fatemeh Tabebordbar[1,*], Parviz Shishehbor[2] & Ebrahim Ebrahimi[3]

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran & 2. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

* Corresponding author, E-mail: Fatemeh.tabebordbar@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۷/۰٤/۰۵، پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۵.

دبیر تخصصی : مسعود امیرمعافی

www.SID.ir

Archive of SID

Abstract
Trichogramma evanescens Westwood is one of the most important biological control agents of lepidopteran pests. This parasitoid is widely distributed throughout Iran. Present study was conducted to assay influence of the age of *Ephestia kuehniella* Zeller egg on the number of parasitized eggs, developmental time, sex ratio, progeny longevity and fecundity of *T. evanescens.* Individual mated female parasitoids (<24 h age) were provided with 12, 24, 36, 48 and 60 hours eggs of *E. kuehniella* in no-choice experiments. Mean number of parasitized eggs were 32.40 ± 0.04, 29.80 ± 0.05, 26.93 ± 0.16, 23.83 ± 0.06 and 18.91 ± 0.04, respectively. The obtained results showed that different egg ages had a significant effect on the developmental time, sex ratio, progeny longevity and fecundity of the parasitoid wasp. Data analysis demonstrated significant decreasing of net reproductive rate (R_0), intrinsic rate of increase (r) and finite rate of increase (λ) with increasing the age of eggs. The highest values for r and λ were 0.390 ± 0.006 day^{-1} and 1.47 ± 0.008 days, respectively in the eggs with 12h egg. The results of the current study indicated that the egg age is one of the most important factors on life table parameters of *T. evanescens* and the eggs of *E. kuehniella* with 12h age are the most suitable eggs for development, reproduction and mass rearing of *T. evanescens*.
Key words: *Trichogramma evanescens*, *Ephestia kuehniella*, host eggs age, Life table, mass rearing.
Received: 26 June 2018, *Accepted:* 15 June 2019.

مقدمه

زنبورهای انگل‌وارهٔ تخم متعلق به خانوادهٔ Trichogrammatidae 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 تریکوگراماتیده در بیش از ۳۲ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی به منظور مهار آفات مختلف گزارش شده است (Li, 1994; Smith, 1996). در حال حاضر گونه‌های مختلف زنبور تریکوگراما به صورت تجاری پرورش یافته و در کشورهای چین، کلمبیا، ایالات متحده امریکا، کشورهای مختلف اروپایی و هندوستان مورد استفاده قرار می‌گیرند (Wajnberg & Hassan, 1994). رهاسازی انبوه زنبورهای تریکوگراما در بعضی گیاهان از قبیل 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 بوده که بیشترین نقش را در مهار زیستی نسبت به سایر جنس‌های این خانواده دارد. تاکنون ١٤ گونه زنبور از خانواده تریکوگراماتیده از نقاط مختلف ایران جمع‌آوری و گزارش شده است (Moddarres Awal, 2012). در طول دهه‌های اخیر، استفاده از زنبورهای تریکوگراما بسیار مورد استقبال قرار گرفته و از گونه‌های مختلف زنبور تریکوگراما به عنوان عوامل مهار زیستی بال‌پولک‌دارانی شامل *Helicoverpa armigera* Hubner (Iranipour *et al*., 2010)، *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Farrokhi *et al*., 2010)، *Tuta absoluta* (Meyrick) (Ahmadipour *et al*., 2015)، *Chilo suppressalis* Walker (Majidi-Shilsar, 2017)، کرم گلوگاه انار (*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller)) (Poorjavad *et al*., 2011) و کرم سیب (*Carpocapsa pomonella* (L.)) (Ebrahimi *et al*., 1998) استفاده شده است.

سن میزبان انگل‌واره یکی از مهم‌ترین عواملی است که اثرات قابل ملاحظه‌ای بر خصوصیات زیستی و فیزیولوژیکی انگل‌واره دارد (Vinson, 1976). نتایج مطالعات متعدد نشان داده است که در بیشتر گونه‌های زنبور تریکوگراما افزایش سن تخم‌های میزبان، بر پذیرش و مناسب بودن آن (Pak, 1986) و هم‌چنین بر میزان انگلی شدن اثر می‌گذارد (Hintz & Andow, 1990; Ruberson & Timothy, 1992; Reznik & Umarova, 1990; Jeffry & Robert, 2000; Pizzol *et al*., 2012).

زنبور انگل‌وارهٔ *Trichogramma brassicae* Bezdenko گونهٔ غالب کشور ما را تشکیل می‌دهد و هر ساله در حشره‌خانه‌ها (انسکتاریوم‌ها) به‌صورت انبوه روی تخم شب‌پره آرد *Ephestia kuehiniella* Zeller پرورش داده شده و رهاسازی می‌شود. دو گونه زنبور *T. evanescens* و *T. brassicae* از لحاظ ریخت شناسی بسیار شبیه به

www.SID.ir

Archive of SID

یکدیگر بوده و به عنوان گونه‌های سیبلینگ در نظر گرفته می‌شود (Ebrahimi *et al*., 1998). بررسی منابع نشان داده است که اثر عواملی مانند میزبان مناسب (Attaran *et a*l., 2004; Iranipour *et al*., 2009; Lashgari *et al*., 2010; Ranjbar Aghdam & Mahmoudian, 2014)، نژادهای مختلف (Ozder & Kara, 2010; Tabone *et a*l., 2010) و دما (Negahban *et al*., 2016) روی خصوصیات زیستی زنبور *T. brassicae* مورد مطالعه قرار گرفته است. اما تاکنون مطالعه‌ای در مورد بررسی عوامل مختلفی از جمله اثر سن تخم بر خصوصیات زیستی زنبور *T. evanescens* انجام نشده است. آگاهی از اثرات سن تخم میزبان بر نشوونما و میزان انگلی شدن توسط این زنبور در بالا بردن کارایی پرورش انبوه و برنامه‌های رهاسازی بسیار موثر می‌باشد. لذا در این مطالعه اثر سنین مختلف تخم *E. kuehniella* بر خصوصیاتی از قبیل تعداد تخم‌های انگلی شده، میزان تخم روزانه، میزان تخم کل و هم‌چنین بر پراسنجه‌های جدول زندگی زنبور *T. evanescens* بررسی شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و نگهداری زنبور *T. evanescens*

در این مطالعه زنبور *T. evanescens* از طریق قرار دادن تخم‌های شب‌پره آرد، *E. kuehniella* در یک باغ مرکبات در شهرستان باغملک، شمال خوزستان (31º 38′ 03″N, 49º 53′ 05″E) در تیرماه ۱۳۹۶جمع‌آوری شد. تخم‌های انگلی شده پس از جمع‌آوری، به آزمایشگاه منتقل شدند. انگل‌واره‌های خارج شده از تخم شب‌پره آرد (*E. kuehniella*) در شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. شناسایی نمونه‌ها بر اساس مطالعات ریخت‌شناسی در موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور و مطالعات مولکولی (اطلاعات منتشر نشده) صورت گرفت. نمونهٔ سند (Voucher specimen) این گونه در گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز نگهداری شد.

انجام آزمایش

آزمایش‌های مقدماتی نشان داد که زنبور *T. evanescens* به طور عمده تخم‌های کمتر از ۳ روز را برای تخم‌ریزی ترجیح می‌دهد که در نتیجه سنین تخم‌های ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۶۰ ساعت برای انجام آزمایش‌ها انتخاب شدند. به منظور بررسی اثر سنین مختلف تخم روی ویژگی‌های زیستی زنبورهای *T. evanescens*، از زنبورهای ماده جفت‌گیری کرده با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت استفاده شد. هرماده به صورت مجزا در یک استوانه شیشه‌ای به طول ۱۰ و قطر ۱ سانتی‌متر که حاوی توده‌های تخم (۱±۴۰) *E. kuehniella* بودند، وارد شد. تخم‌ها به وسیله نوعی چسب بی‌بو روی یک نوار کاغذی به طول ۵ و عرض یک سانتی‌متر چسبانده شد. دهانه لوله‌ها با پنبه مسدود شد. انگل‌واره‌ها قبل از شروع آزمایش هیچ نوع تماسی با تخم‌ها نداشتند. برای تغذیه ماده، یک قطره آب عسل ۱۰ درصد به دیواره لوله کشیده شد. بعد از ۲۴ ساعت زنبورها از لوله‌ها خارج شده و لوله‌های حاوی تخم‌های انگلی شده تا زمان خروج نوزادان در درون اتاقک‌های رشد (شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۵±۵۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. هر ۱۲ ساعت یک بار تخم‌ها بازدید شد و در نهایت تعداد تخم‌های انگلی شده، دوره رشد پیش از بلوغ زنبورهای نرو ماده، درصد بقاء (تعداد انگل واره‌های خارج شده) و نسبت جنسی زنبورها ثبت شد.

www.SID.ir

Archive of SID

پس از خروج بالغین، اثر سنین مختلف تخم میزبان روی طول عمر و میزان تخم نوزادان *T. evanescens* با قرار دادن یک جفت زنبور نر و ماده (با عمر کمتر از ۲٤ ساعت، حاصل از آزمایش قبل) در یک استوانه شیشه‌ای (مشابه آن‌چه که در آزمایش فوق توصیف شد) که حاوی یک دسته تخم (۱±٤۰) یک روزه *E. kuehniella* و عسل رقیق شده بود، مطالعه شد. سپس هر ۲٤ ساعت، تخم‌های یاد شده از لوله‌های آزمایش خارج و دسته تخم‌های جدید جایگزین شدند. آزمایش فوق در ٤۰ تکرار برای هر سن تخم انجام شد. تخم‌های جمع‌آوری شده مربوط به هر جفت به صورت جداگانه در لوله‌های آزمایش قرار داده شدند. این کار تا زمان مرگ زنبور ماده ادامه یافت. نوارهای حاوی تخم‌های انگلی شده در اتاقک‌های رشد (مشابه با شرایط ذکر شده) تا زمان رشد و سیاه شدن رنگ تخم میزبان نگهداری شدند. تخم‌های سیاه شده میزبان به عنوان معیار تعداد تخم‌های گذاشته شده *T. evanescens* بود. بدین ترتیب طول عمر زنبورهای نر و ماده و هم‌چنین تعداد تخم‌های روزانه و تخم کل *T. evanescens* شمارش و ثبت شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های بدست آمده از بررسی اثر سن تخم *E. kuehniella* روی تعداد تخم‌های انگلی شده، طول دوره‌ی رشد پیش از بلوغ نوزادان، درصد بقاء و نسبت جنسی بالغین خارج شده با استفاده از نرم افزار SPSS ver. 21 تجزیه واریانس (ANOVA) شدند. بدین منظور اعداد مربوط به درصد بقاء و نسبت جنسی قبل از انجام تجزیه واریانس به صورت $\sqrt{\text{Arcsine}}$ اصلاح شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از آزمایش‌های انجام شده در سنین مختلف تخم بر اساس نظریه جدول زندگی دوجنسی ویژه سن- مرحله رشدی (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988; Chi, 2016) انجام شد. پراسنجه‌های جدول زندگی دوجنسی که در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفتند عبارتند از:

S_{xj}: نرخ بقای ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی (x: سن حشره بر حسب روز و j مرحله‌ی (دوره‌ی) رشدی حشره می باشد. این پراسنجه نشان‌دهنده‌ی احتمال بقای تخم تا سن x در حالی‌که در مرحله‌ی رشدی j قرار دارد، می‌باشد. این پراسنجه علاوه بر توصیف مشروحی از بقاء، انتقال از یک مرحله‌ی رشدی به مرحله‌ی رشدی دیگر را نیز نشان می دهد.

f_{xj}: زادآوری ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی نشان‌دهنده‌ی تعداد نتاج تولید شده (نر و ماده) توسط هر فرد می‌باشد.

e_{xj}: امید به زندگی ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی نشان‌دهنده‌ی مدت زمانی است که یک فرد در سن x و مرحله رشدی j امید است زنده بماند.

v_{xj}: ارزش تولید مثل ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی یعنی انتظاری که از افراد با سن x و مرحله رشدی j می‌رود تا در تولید نتاج بعدی مشارکت داشته باشند.

l_x: نرخ بقای ویژه‌ی سنی که با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$l_x = \sum_{j=1}^{m} S_{xj}$$

m_x: زادآوری ویژه‌ی سنی (تعداد نتاج ماده‌ی ویژه‌ی سنی هر فرد ماده). این پراسنجه با بکارگیری فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{m} S_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{m} S_{xj}}$$

www.SID.ir

Archive of SID

پراسنجه‌های جدول زندگی شامل نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت(r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و میانگین طول دوره یک نسل (T) می‌باشد.

نرخ خالص تولیدمثل متوسط تعداد افرادی است که به ازای هر فرد ماده در هر نسل تولید می‌شود:

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} lxmx$$

نرخ ذاتی افزایش جمعیت از فرمول اویلر- لوتکا به‌دست آمد و شروع جدول زندگی بر اساس روش (Goodman, 1982) از صفر تعیین شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت، عبارت است از نرخ افزایش به ازای هر فرد در شرایط معین و بدون عامل محدود کننده. این پراسنجه مهم‌ترین شاخص رشد جمعیت در هر جدول زندگی بوده و پتانسیل افزایش جمعیت یک گونه را نشان می‌دهد و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

نرخ متناهی افزایش جمعیت، تعداد دفعاتی است که جمعیت در واحد زمان افزایش می‌یابد.

$$\lambda = e^r$$

میانگین طول یک نسل، متوسط زمانی است که طول می‌کشد تا جمعیت به اندازه R_0 افزایش یابد و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$T = \frac{l_n R_0}{r_m}$$

میانگین و خطای استاندارد پراسنجه‌های جدول زندگی با استفاده از روش بوت‌استرپ تخمین زده شد (Huang & Chi, 2012). به منظور ایجاد نتایج بوت‌استرپ با کمترین تغییرات از ۱۰۰ هزار تکرار در این مطالعه استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش بوت استرپ جفت شده (Paired bootstrap test) استفاده شد. شکل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 رسم شد.

نتایج

نتایج مربوط به اثر سنین مختلف تخم *E. kuehniella* بر تعداد تخم‌های انگلی شده، طول دوره‌ی رشد پیش از بلوغ زنبورهای ماده و نر، نرخ بقا و نسبت جنسی زنبور *T. evanescens* در جدول ۱ نشان داده شده است. سن تخم میزبان اثر معنی‌داری بر تعداد تخم‌های انگلی شده توسط زنبور *T. evanescens* داشت (F= 117.74 ;df= 4 , 20; P < 0.000). بیش‌ترین تعداد تخم‌های انگلی شده در تخم های ۱۲ ساعت (۰/۰٤ ± ۳۲/٤۰) دیده شد. طول دوره‌ی رشد پیش از بلوغ زنبورهای ماده و نر *T. evanescens* پرورش یافته در سنین مختلف تخم *E. kuehniella* اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (ماده F= 7.22; df= 4, 165; P < 0.000 و نر F= 8.24 ;df= 4 , 165; P < 0.000). کم‌ترین میانگین طول دوره رشد پیش از بلوغ زنبور ماده در تخم‌های ۱۲ ساعت (۰/۰۹±۹/۷۳) دیده شد. سن تخم *E. kuehniella* اثر معنی‌داری بر نرخ بقای زنبور *T. evanescens* داشت (F= 120.04; df= 4 , 20; P < 0.000). بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین میزان بقا به‌ترتیب در تخم‌های ۱۲ ساعت (۰/۰۱۳ ± ۰/۸۸) و ٦۰ ساعت (۰/۰۱٤ ± ۰/۵۸) دیده شد. نسبت جنسی (درصد ماده) *T. evanescens* به صورت معنی‌داری از سن تخم میزبان تاثیر پذیرفت (F= 162.35; df= 4 , 20; P < 0.000). یک نسبت جنسی متمایل به ماده در کلیهٔ سنین تخم مورد آزمایش دیده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

پراسنجه‌های زیستی زنبور *T. evanescens* در سنین مختلف تخم در جدول ۲ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری در نرخ بقا (خروج) افراد انتخاب شده برای بررسی پراسنجه‌های جدول زندگی مشاهده نشد. ماده‌های *T. evanescens* بلافاصله پس از خروج از تخم‌های میزبان، تخم‌گذاری کردند و بر این اساس دورهٔ قبل از تخم‌ریزی در حشرات بالغ (APOP) وجود نداشت. سنین مختلف تخم اثر معنی‌داری بر پراسنجه‌های مورد محاسبه از جمله مجموع طول دوره قبل از تخم‌گذاری (TPOP) و طول عمر حشرات نرها و ماده‌ها داشت. بیش‌ترین طول عمر زنبور ماده در زنبورهای خارج شده از تخم‌های ۱۲ ساعت دیده شد (۱۱ روز). نتایج به دست آمده از تجزیه آماری داده‌ها مشخص کرد که بین طول دوره تخم‌ریزی در انگل واره‌های خارج شده از سنین تخم مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری وجود داشت. طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین میانگین دوره تخم‌ریزی به ترتیب در تخم‌های ۱۲ ساعت (۰/۰٤ ± ۸/٤۷) و ٦۰ ساعت (۰/۱۰ ± ۷/۰۲) بود. سن تخم میزبان اثر معنی داری بر میزان تخم روزانه و میزان تخم کل داشت. بیش‌ترین میانگین تعداد تخم کل در ماده‌های خارج شده از تخم‌های ۱۲ ساعت (۲/٤۰ ± ۱٦۹/۳۸) دیده شد (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین تعداد تخم‌های انگلی شده، طول دوره رشد قبل از بلوغ، نرخ بقا و نسبت جنسی (درصد ماده) (± خطای معیار) زنبور *T. evanescens* روی سنین مختلف تخم *E. kuehniella*

Table 1. Mean number of parasitized eggs, development time, survival rate and sex ratio (Female %) (± SE) of *T. evanescens* parasitizing *E. kuehniella* eggs of different ages.

Parameters	Host age (Hour)				
	12	24	36	48	60
Number of parasitized eggs	32.40 ± 0.04^{a}	29.80 ± 0.05^{b}	26.93 ± 0.16^{c}	23.83 ± 0.06^{d}	18.91 ± 0.04^{e}
Pre-adult developmental time					
Female	9.73 ± 0.09^{c}	9.97 ± 0.07^{b}	10.05 ± 0.08^{ab}	10.23 ± 0.07^{ab}	10.29 ± 0.07^{a}
Male	7.79 ± 0.04^{c}	7.88 ± 0.05^{c}	8.00 ± 0.08^{bc}	8.23 ± 0.07^{ab}	8.29 ± 0.07^{a}
Pre- adult survival rate	0.88 ± 0.013^{a}	0.70 ± 0.008^{b}	0.67 ± 0.006^{c}	0.61 ± 0.009^{d}	0.58 ± 0.014^{e}
Sex ratio (% female)	0.85 ± 0.008^{a}	0.76 ± 0.009^{b}	0.74 ± 0.006^{b}	0.67 ± 0.005^{c}	0.62 ± 0.004^{d}

Means in each row followed by the same letter are not significantly different at P <0.05 (Tukey test)

جدول ۲- میانگین (± خطای معیار) نرخ بقا، دوره قبل از تخم‌گذاری حشرات کامل، مجموع طول دوره قبل از تخم‌گذاری، طول دوره تخم‌ریزی، طول عمر حشرات نر و ماده، طول دوره تخم‌ریزی و باروری روزانه وکل زنبور زنبور *T. evanescens* پرورش یافته در تخم‌های با سنین مختلف تخم *E. kuehniella*

Table 2. Means (± SE) of pre-adult survival rate, adults pre- oviposition period (APOP), total pre-oviposition period (TPOP), Mean longevity (day), oviposition period, daily fecundity and total fecundity of *T. evanescens* reared on *E. kuehniella* eggs of different ages.

Parameters	Host age (Hour)				
	12	24	36	48	60
Pre-adult survival rate (viable eggs)	1.00 ± 0.00^{a}	1.00 ± 0.00^{a}	1.00 ± 0.00^{a}	1.00 ± 0.00^{a}	1.00 ± 0.00^{a}
APOP	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
TPOP	9.99 ± 0.08^{b}	9.99 ± 0.02^{b}	10.14 ± 0.06^{ab}	10.23 ± 0.07^{b}	10.23 ± 0.08^{b}
Female longevity	10.00 ± 0.06^{Aa}	10.00 ± 0.06^{Aab}	9.92 ± 0.07^{Ab}	9.92 ± 0.05^{Ab}	8.91 ± 0.08^{Ab}
Male longevity	8.70 ± 0.15^{ba}	8.50 ± 0.15^{Bab}	8.40 ± 0.35^{Bab}	8.00 ± 0.30^{Bb}	7.88 ± 0.30^{Bc}
Oviposition period (day)	8.47 ± 0.04^{a}	8.17 ± 0.08^{a}	7.61 ± 0.10^{b}	7.00 ± 0.07^{c}	7.02 ± 0.10^{c}
Daily fecundity	16.94 ± 0.23^{a}	12.77 ± 0.11^{b}	10.58 ± 0.14^{c}	9.55 ± 0.14^{d}	9.00 ± 0.19^{e}
Total fecundity	169.38 ± 2.40^{a}	127.68 ± 1.07^{b}	103.97 ± 1.46^{c}	93.18 ± 1.37^{d}	80.06 ± 1.62^{e}

Means in each row followed by the same lower case letter are not significantly different at P <0.05 (paired bootstrap test).
Means in a column followed by the same capital letter denotes significant difference between male and female.

پراسنجه‌های رشد جمعیت (جدول ۳) نشان داد که تخم‌های ۱۲ ساعته *E. kuehniella*، مناسب‌ترین تخم برای*T. evanescens* نسبت به سایر سنین تخم مورد آزمایش بودند. زنبورهای پرورش یافته در تخم‌های ۱۲

www.SID.ir

Archive of SID

ساعت*E. kuehniella* بالاترین نرخ ناخالص تولیدمثل (*GRR*) (۹/۵۱ ± ۱٤٤/۳۱)، مقدار نرخ خالص تولیدمثل (*R0*) (۹/۷۷ ± ۱٤۳/۵۰)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (*r*) (۰/۰۰۷ ± ۰/۳۸) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (*λ*) (۰/۰۰۸ ± ۱/٤۷) و کم‌ترین طول دوره یک نسل (*T*) (۰/۰٦ ± ۱۲/۳۷) را داشتند.

جدول ۳- پراسنجه‌های جدول زندگی زنبور *T. evanescens* پرورش یافته در تخم‌های با سنین مختلف تخم *E. kuehniella*

Table 3. Life table parameters of *T. evanescens* reared on *E. kuehniella* eggs of different ages

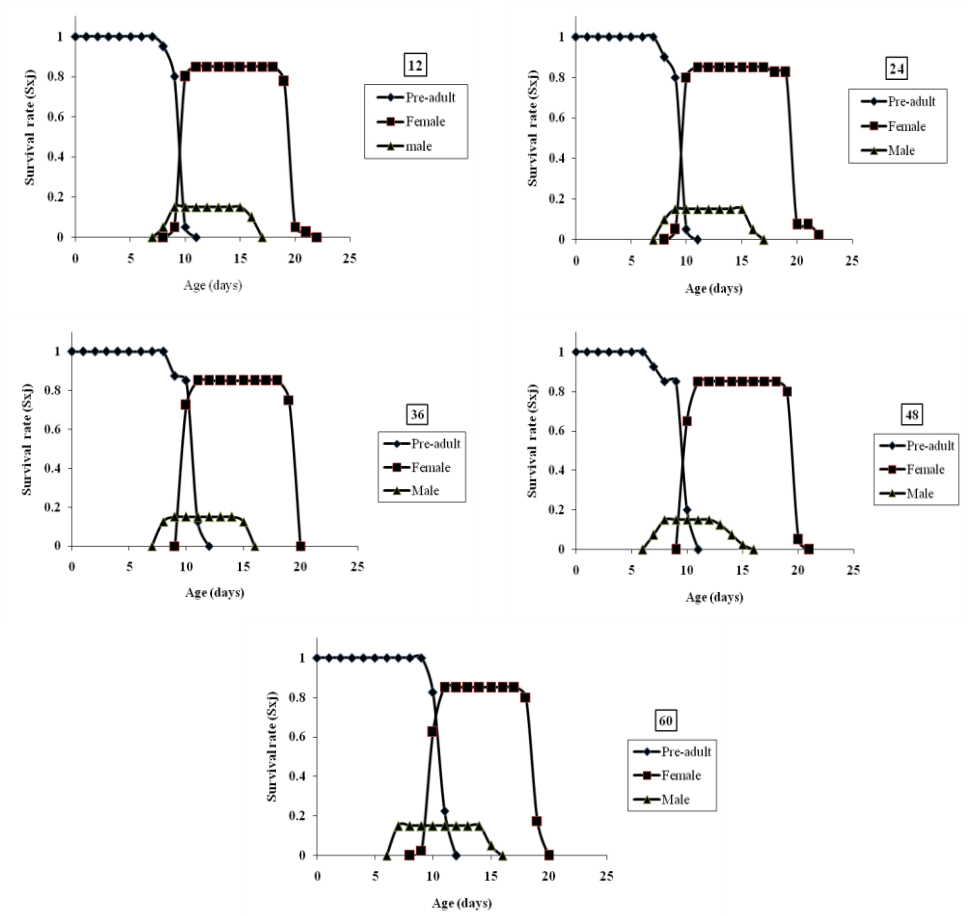
Parameters	Host age (Hour)				
	12	24	36	48	60
GRR (offspring)	144.31 ± 9.51^{a}	109.30 ± 6.98^{b}	89.02 ± 5.78^{c}	81.468 ± 4.66^{cd}	68.14 ± 4.18^{d}
R_0 (offspring)	143.48 ± 9.77^{a}	108.53 ± 7.25^{b}	88.38 ± 6.00^{c}	79.19 ± 5.378^{cd}	68.05 ± 4.71^{d}
r (day^{-1})	0.3800 ± 0.007^{a}	0.3719± 0.005^{b}	0.3550 ± 0.005^{c}	0.343 ± 0.008^{cd}	0.3275 ± 0.0059^{d}
λ (day^{-1})	1.47 ± 0.008^{a}	1.45 ± 0.008^{b}	1.42 ± 0.007^{c}	1.40 ± 0.013^{d}	1.38 ± 0.008^{d}
T (day)	12.37 ± 0.06^{c}	12.60 ± 0.05^{bc}	12.62 ± 0.06^{b}	12.73 ± 0.02^{a}	12.88 ± 0.08^{a}

R_0: Net reproduction rate, r_m: Intrinsic rate of increase, λ: Finite rate of increase, *T:* Mean generation time
Means in each row followed by the same letter are not different using paired bootstrap procedure.

شکل ۱، نرخ بقای ویژه سنی (S_{xj}) زنبور *T. evanescens* را در سنین مختلف تخم *E. kuehniella* نشان می‌دهد. این نمودار احتمال زنده ماندن یک تخم بارور تا سن x و مرحله j را بیان می‌نماید. این پراسنجه علاوه بر توصیف مشروح نرخ بقا، روند تغییرات نرخ رشدونمو در میان افراد مختلف را نیز نشان داده و ما را قادر می‌سازد تا بتوانیم مراحل رشدی را در مدت رشد و نمو انطباق دهیم. بر اساس منحنی مذکور احتمال رسیدن یک تخم به مرحله ماده بالغ در تخم‌های ۱۲، ۲٤، ۳٦، ٤۸ و ٦۰ ساعت *E. kuehniella* به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۸۵ ۰/۸۲ ۰/۸۱ و ۰/۸۱ می‌باشد که به ترتیب در روزهای ۱۱، ۱۰،۱۰،۱۰ و ۱۰ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



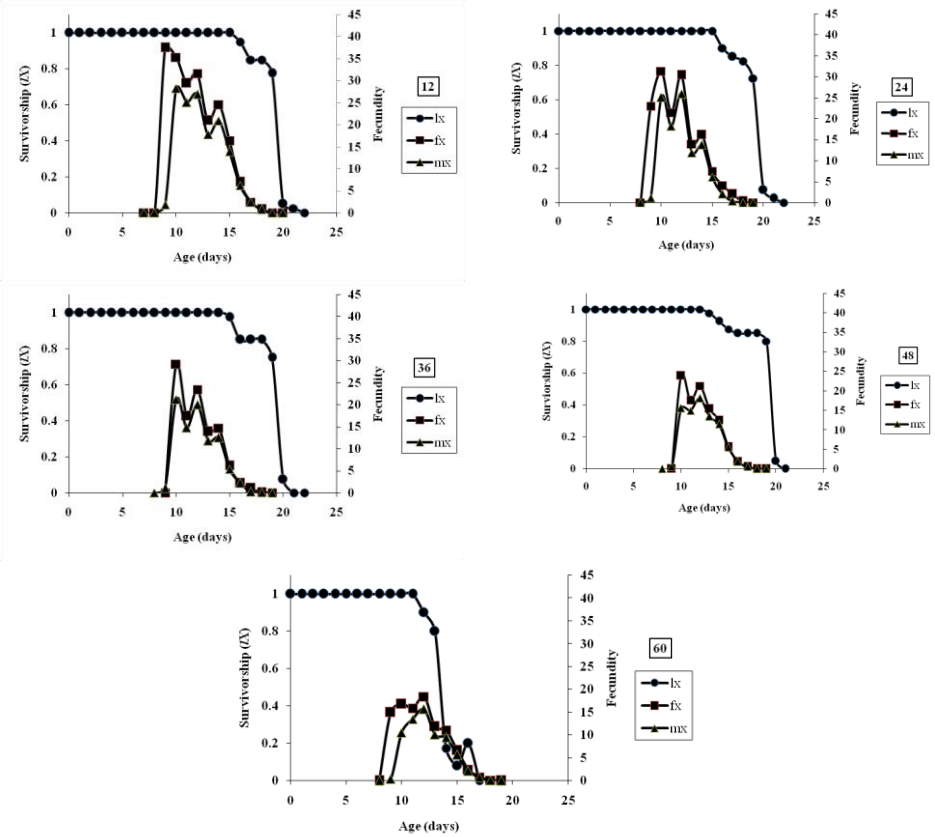
شکل ۱- نرخ بقای ویژه سنی–مرحله‌ی رشدی (s_{xj}) زنبور *T. evanescens* پرورش یافته در تخم‌های با سنین مختلف تخم *E. kuehniella*

Fig. 1. Age- stage survival rate (s_{xj}) of *T. evanescens* reared on *E. kuehniella* eggs of different ages

در شکل ۳، نمودار امید به زندگی ویژه سنی (e_{xj}) زنبور *T. evanescens* در سنین مختلف تخم *E. kuehniella* نشان داده شده است. تعداد روزهایی که فرد در هر سن و مرحله رشدی قادر به زنده ماندن است را با منحنی امید به زندگی ویژه سنی– مرحله رشدی (e_{xj}) نشان می‌دهند. به عبارت دیگر نمودار امید به زندگی مراحل سنی (e_{xj}) بیانگر مجموع مدت زمانی است که از یک فرد انتظار می‌رود تا سن x و مرحله j زنده بماند و امید زندگی با افزایش سن به آهستگی نزولی پیدا می‌کند. تغییرات امید به زندگی و نرخ مرگ و میر رابطه معکوس دارند. به طوری که در روزهای اول زندگی، نرخ مرگ و میر کم‌ترین مقدار است و امید به زندگی در بالاترین سطح خود قرار دارد. بالاترین و پایین‌ترین مقدار امید به زندگی به ترتیب در تخم‌های ۱۲ ساعت و ٦۰ ساعت ثبت شد. امید به زندگی یک فرد تازه متولد شده در تخم‌های ۱۲، ۲٤، ۳٦، ٤۸ و ٦۰ ساعت *E. kuehniella* به ترتیب ۱۱/٦٤، ۱۱/۵۵، ۱۰، ۹/۹۷ و ۹/۱٤ روز به دست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

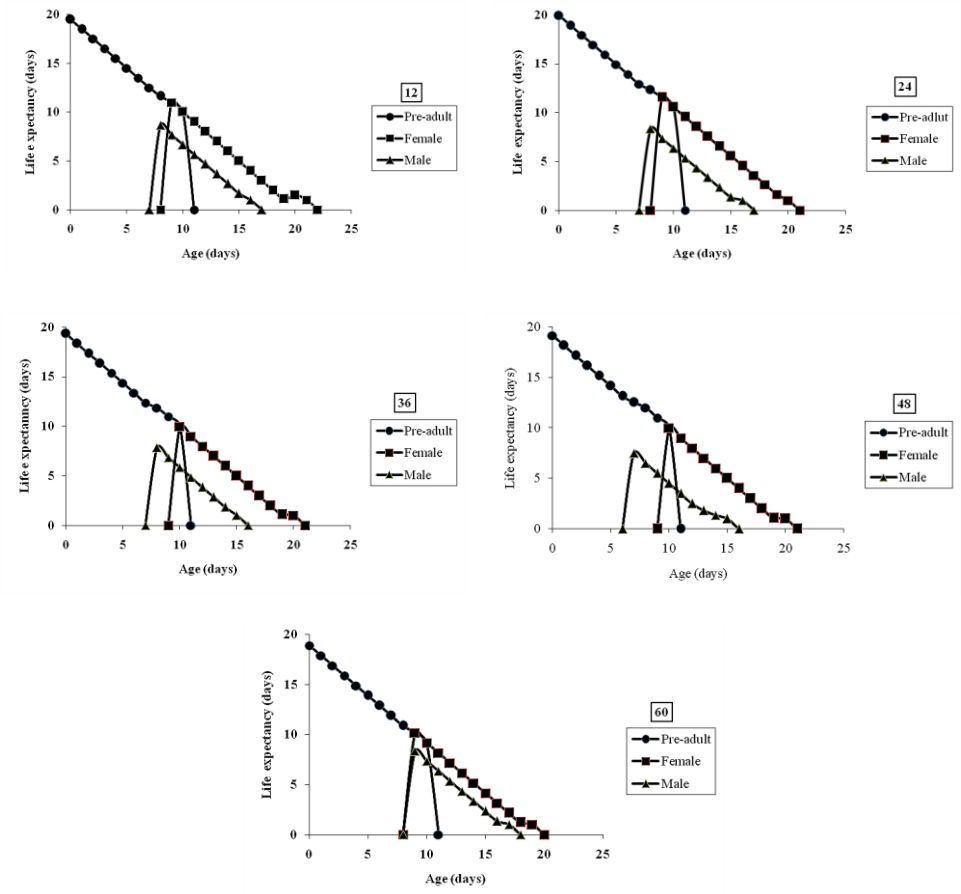


شکل ۲- باروری ویژه سنی- مرحله‌ی رشدی ماده (f_x)، نرخ بقای ویژه سن (l_x) و باروری ویژه سن (m_x) زنبور *T. evanescens* پرورش یافته در تخم‌های با سنین مختلف تخم *E. kuehniella*

Fig. 2. Age-specific survivorship (lx), age-stage fecundity (fx), and age-specific fecundity (mx) of *T. evanescens* reared on *E. kuehniella* eggs of different ages

www.SID.ir

Archive of SID



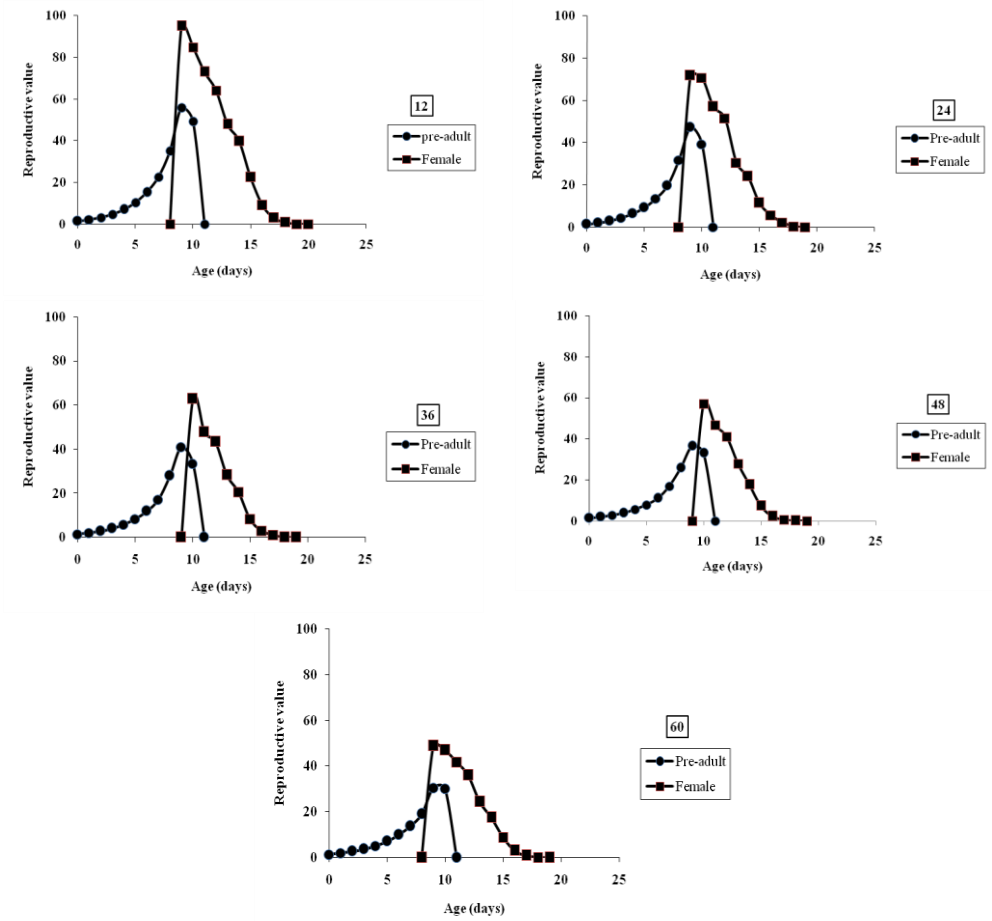
شکل ۳- امید به زندگی ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی (e_{xj}) زنبور *T. evanescens* پرورش یافته در تخم‌های با سنین مختلف تخم *E. kuehniella*

Fig. 3. Age-stage life expectancy (e_{xj}) of *T. evanescens* reared on *E. kuehniella* eggs of different ages

در شکل ٤ ارزش تولیدمثلی (v_{xj}) زنبور *T. evanescens* در سنین مختلف تخم *E. kuehniella* نشان داده شده است. منحنی‌های میزان تولیدمثل ویژه سن- مرحله رشدی در شکل ٤ ترسیم شده‌اند. اوج ارزش تولیدمثلی در روز نهم و برای تخم‌های ۱۲ ساعت ثبت شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- ارزش تولیدمثلی ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی (v_{xj}) زنبور *T. evanescens* پرورش یافته در تخم‌های با سنین مختلف تخم *E. kuehniella*

Fig. 4. Age-stage reproductive value (v_{xj}) of *T. evanescens* reared on *E. kuehniella* eggs of different ages.

بحث

زنبورهای انگل واره خانواده تریکوگراماتیده از مهم‌ترین عوامل مهار زیستی هستند که به طور وسیع 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 می‌باشد. بنابراین کیفیت عوامل تولیدی برای موفقیت در برنامه‌های مهار زیستی دارای اهمیت بالایی می‌باشد. سن تخم میزبان از جمله عوامل مهمی است که بر فاکتورهای اساسی از جمله رشدونمو، پارازیتیسم، نسبت جنسی و طول دوره زندگی اثر می‌گذارد. در این پژوهش تاثیر سنین مختلف تخم *E. kuehniella* بر دوره شد، تولیدمثل و پراسنجه‌های جمعیت-نگاری زنبور *T. evanescens* مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج حاصل از مطالعه‌ی جاری نشان داد که زنبور *T. evanescens* کلیه‌ی سنین تخم *E. kuehniella* را انگلی کرد. با این حال تعداد تخم‌های ۱۲ ساعت انگلی شده بیشتر از سایر سنین تخم مورد آزمایش بود. نتایج مشابهی برای سایر گونه‌های زنبورهای خانواده Trichogrammatid گزارش شده است (Schmidt, 1994). بر اساس نتایج

www.SID.ir

Archive of SID

Godin & Boivin (2000)، گونه‌های زنبور *Trichogramma* مورد آزمایش در تخم‌های جوان رشد سریع‌تری داشتند که نتایج حاصل از پژوهش فوق با یافته‌های این محققین مطابقت دارد. هنگامی که تخم‌ها پیرتر می‌شوند و در اثنای مراحل مختلف رشد جنینی، مواد غذایی موجود در تخم به تدریج به وسیله جنین *E. kuehniella* جذب شده و در نتیجه مناسب بودن تخم برای رشد انگل واره کاهش می‌یابد (Ruberson & Kring, 1993).

بر اساس یافته‌های Ruberson & Kring (1993) نیز مشخص شده است میزان بقای زنبور (Riley) *Trichogramma pretiosum* در تخم های مسن (Boddie) *Heliothis zea* کمتر از تخم‌های جوان بود. در واقع، تخم‌های مسن تر میزبان،به خصوص آن هایی که کپسول سر لارو در آن‌ها مشاهده می‌شود، معمولاً انگلی نمی‌شوند و در صورت انگلی شدن نیز احتمال بقای انگل‌واره‌ها کم‌تر است که نتایج تحقیق حاضر با نتیجه فوق مطابقت دارد. با این حال، Saour (2004) میزان خروج سه گونه زنبور *Trichogramma cacoeciae* Maechl، *Trichogramma principium* Sugonjaev & Sorokina و *T. evanescence* را روی سنین مختلف تخم *Phthorimaea operculella* (Zeller) بررسی کرد و گزارش نمود که سن تخم میزبان تاثیر معنی‌داری بر میزان بقای سه گونه زنبور فوق نداشت.

نتایج متفاوتی در مورد اثر سن تخم میزبان روی نسبت جنسی نوزادان گونه‌های مختلف حشرات جنس *Trichogramma* منتشر شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سن تخم *E. kuehniella* اثر معنی‌داری روی نسبت جنسی زنبور *T. evanescens* داشت. مشابه با نتایج حاصله در این مطالعه، Tuncbilek & Ayvaz (2003) نیز گزارش کردند که سن تخم *E. kuehniella* و *Sitotroga cerealella* (Olivier) اثر معنی‌داری روی نسبت جنسی *T. evanescens* داشته و تخم‌های جوان‌تر انگل وارهای ماده بیشتری تولید کردند. با این حال، تفاوت‌های غیر معنی‌داری در مورد اثر سن تخم میزبان روی نسبت جنسی زنبور*T. Pretiosum* روی تخم‌های *Diatraea grandio* sella Dyar (Calvin *et al.*, 1997)، *Trichogramma pricipium* Sug et Sor روی تخم‌های *S. cerealella* (Reznik *et al*., 1997)، *T. brassicae* روی تخم های *Trichoplusia ni* (Hubner) و *Pieris rapa* (L.) (Godin & Boivin, 2000)، *Trichogramma dendrolimi* Matsumura روی تخم‌های *Mamestra brassicae* (Linnaeus) (Takada *et al*., 2000)، *T. cacoeciae* روی تخم‌های *Lobesia botrana* Den. (Moreno *et al*., 2009)، *Trichogramma fuentesi* Torre روی تخم‌های *Cactoblasti scactorum* (Berg) (Paraiso *et al*., 2012) و *T. dendrolimi* روی تخم‌های *C. suppressalis* (Zhang *et al*., 2013) گزارش شده است.

نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر این مطلب است که افزایش سن تخم پراسنجه‌هایی نظیر نرخ بقا، امید به زندگی، میانگین تخم در روز و هم‌چنین پراسنجه‌های رشد جمعیت از جمله نرخ خالص تولیدمثل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت را به مقدار قابل توجهی کاهش می‌دهد. نرخ داتی افزایش جمعیت یک شاخص بسیار مفید و مناسب جدول زندگی برای مقایسه رشد جمعیت‌ها نسبت به شرایط محیطی و پرورشی است (Southwood & Henderson, 2000). نتایج پژوهش جاری نشان داد که سنین مختلف تخم *E. kuehniella* اثر معنی‌داری بر مقدار این پراسنجه داشتند. مقدار*r* گزارش شده توسط Iranipour *et al*., (2010) برای *T. brassicae* را روی *E. kuehniella* و سن تخم (۲٤ ساعت) و دمای ۱±۲۵ درجه برابر با ۰/۳٥٤ ماده/ ماده/ روز می‌باشد که نزدیک به مقدار *r* محاسبه شده در این پژوهش (۰/۳۸۰ ماده/ ماده/ روز) روی تخم ۲٤ ساعت می‌باشد. با این حال، سایر مطالعات مقادیر متفاوتی از *r* را برای *T. brassicae* گزارش کرده‌اند. برای مثال، مقدار ۰/٥۰٤ ماده/ ماده/ روز (Ozder &Kara, 2010)، ۰/۳۰۹ ماده/ ماده/ روز (Lashgari *et al*., 2010) را برای *T. brassicae* روی میزبان مشابه، سن تخم مشابه و دمای مشابه گزارش شده است. از جمله دلایل احتمالی در اختلاف میان مقادیر *r* می توان به تفاوت در جمعیت‌های مورد آزمایش اشاره کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان دریافت که امروزه با توجه به مصرف آفت‌کش‌ها و بروز مقاومت به آفات، نیاز به تغییر روش‌های مبارزه با آفات در کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. مهار زیستی از بهترین روش‌های جایگزین برای کاربرد آفت‌کش‌هاست. هر چند مهار زیستی تمام آفات ممکن نیست اما این روش می‌تواند در قالب یک برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفات باشد که در آن روش‌های مختلف کنترل آفات دریک سیستم اکولوژیکی با یکدیگر ترکیب و به کار برده می‌شوند. استفاده از مهار زیستی در مدیریت آفات، زمانی موفقیت‌آمیز خواهد بود که جنبه‌های مختلف زیستی، اکولوژیکی و رفتاری دشمنان طبیعی به دقت مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند (Dannel & Yokota, 1997).

سن تخم میزبان از جمله فاکتورهای مهم است که بر کیفیت و کارایی عوامل مهار زیستی اثر می‌گذارد. در پرورش انبوه حشرات مفید دو عامل میزان تولیدمثل و کیفیت افراد بالغ اهمیت زیادی دارند. میزان تولیدمثل حشره مورد نظر باید زیاد و کیفیت افراد بالغ تولید شده باید مناسب باشد. محققینی از جمله Ruberson و همکاران (۱۹۸۷) اظهار داشتند که در مرحله‌ی تولید انبوه عوامل مهار زیستی، بایستی از تخم‌های میزبان جوان استفاده نمود تا بدین وسیله بقا و تولیدمثل نوزادانی که باید در مزارع رهاسازی شوند، افزایش یابد. در واقع زنبور *T. evanescens* پرورش یافته در تخم‌های کمتر از ۲٤ ساعت میزبان تعداد نوزادان بیشتری نسبت به سایر تخم‌های مورد آزمایش تولید کردند. بنابراین توصیه می‌شود که در برنامه‌های تولید انبوه *T. evanescens* از تخم‌های بسیار جوان (کمتر از ۲٤ ساعت) شب‌پره آرد استفاده شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت‌های مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر حمایت‌های مالی تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Attaran, M. R., Shojaii, M. & 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).

Calvin, D. D., Losey, J. E., Knapp, M. C. & Poston, F. L. (1997) Oviposition and development of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in three age classes of southwestern corn borer eggs. *Environmental Entomology* 26 (2), 385- 390.

Chi, H. (1988) Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology* 17, 26- 34.

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

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

Daanel, K.M. & Yokota, G.Y. (1997) Release strategies affect survival and distribution of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) in augmentation programs. *Environmental Entomology* 26(2), 455-464.

www.SID.ir

Archive of SID

Ebrahimi, E. (2004) Investigation and identification of species of *Trichgramma* Westwood in Iran. In: Azma, M. and Mirabzadeh, A. (Editors). Issues on different aspects of applying natural enemies for biological control of insect pests, Nashremarkaz, Tehran, Iran.Pp: 1-17.

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

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

Godin, C. & Boivin, G. (2000) Effect of host age on parasitism and progeny allocation in Trichogrammatidae. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 97, 149- 160.

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

Hintz, J. L. & Andow, D. A. (1990) Host age and host selection by *Tricogramma bubilale*. *Entomophaga* 35, 141- 150.

Huang, Y. B. & 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. & Mashhadi Jafarloo, A. (2009) Demography and life history of the egg parasitoid, *Trichogramma brassicae*, on two moths *Anagastra 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. & 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., & 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. & 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.

Li, L. L. (1994) Worldwide use of *Trichogramma* for biological control in different crops. CAB International.

Moreno, F., Perez-Moreno, I. & Marco, V. (2009) Effects of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) egg age, Density, and uv treatment on parasitism and development of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Environmental Entomology* 38 (5), 1513- 1520.

www.SID.ir

Archive of SID

Negahban, M., Sedaratian- Jahromi, A., Ghane- Jahromi, M. & Haghani, M. (2016) Temperature - dependent parasitism in *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae), modeling finite parasitism rate. *Journal of Entomological society of Iran* 36 (1), 13- 27.

Ozder, M. & Kara, G. (2010) Comparative biology and life tables of *Trichogramma cacoeciae*, *T. brassicae* and *T. aveescens* (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. (1986) Behavioral variations among strains of *Trichogramma* spp.: A review of the literature on host-age selection. *Journal of Applied Entomology* 101,55- 64.

Paraiso, O., Hight, S. D., Kairo, M. T. K., Bloem, S., Carpenter, J. E. & Reitz, S. (2012) Laboratory biological parameters of *Trichogramma Funtesi* (Hymenoptera: Trichogrammatida), an egg parasitoid of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *Florida Entomologist* 95 (1), 1-7.

Parra, J. R.P. (2010) Egg parasitoids commercialization in the New World, pp. 373-378 in Consoli Fl, Parra JRP, Zucchi RA (eds.), Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma*. Springer, Dordrecht, the Netherlands.

Pizzol, J., Desneux, N., Wajnberg, E. & 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. & 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. & 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.

Reznik, S. Y. & Umarova, T. Y. (1990) The influence of host's age on the selectivity of parasitism and fecundity of *Trichogramma*. *Entomophaga* 35, 31- 37.

Reznik, S. Ya., Umarova, T. Ya. & Voinovich, N. D. (1997) The influence of previous host age on current host acceptance in *Trichogramma*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82, 153- 157.

Ruberson, J. R., & Timothy, J. K. 1992. Parasitism of developing eggs by *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) host age preference and suitability. *Biological Control*, 3, 39- 46.

Rubberson, J. R. & Kring, T. J. (1993) Parasitism of developing eggs by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae): host age preference and suitability. *Biological Control* 3, 39-46.

www.SID.ir

Archive of SID

Ruberson, J. R., Tauber, M. J. & 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.

Saour, G. (2004) Efficacy assessment of some *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in controlling the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Pest Science* 77, 229- 234.

Schmidt, J. M. (1994) Host recognition and acceptance by *Trichogramma*. In Wagnberg, E. & Hassan, S. A. (Eds.), Biological control with egg parasitoids. Guild Ford, UK. Pp: 166- 200.

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

Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000) *Ecological methods*.3rd ed. 575 pp. Blackwell, Oxford, United Kingdom.

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

Takada, Y., Kawamura, S. & Tanaka, T. (2000) Biological characteristic: growth and development of the parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on cabage armyworm *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae). *Applied Entomology and Zoology* 35, 369- 379.

Tuncbilek, A. S. & Ayvaz, A. (2003) Influence 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. & Hassan, S. A. (1994) Biological control with egg parasitoids. UK: CAB International.

Zhang, J. J., Ren, B. Z., Yuan, X. H., Zang, L. S., Ruan, C. C. Sun, G. Z. & Shao, X. W. (2013) Effect of host-egg ages on host selection and suitability of four Chinese *Trichogramma* species, egg parasitoids of the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis*.*Biocontrol* 59 (2), 159- 166.

www.SID.ir