Archive of SID

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۲۷٤-۲٦۱ ,(۳)۳۸ ,۱۳۹۷
JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2018, 38 (3), 261-274
DOI: 0.22117/JESI.2018.120756.1196

تأثیر دما بر پراسنجه‌های جدول زندگی زنبور پارازیتویید تخم *Telenomus busseolae* (Hym.: Platygastridae) روی ساقه‌خوار نیشکر *Sesamia cretica* (Lep.: Noctuidae)

امیر چراغی[۱و*]، پرویز شیشه‌بر[۱]، فرحان کچیلی[۱]، آرش راسخ[۱] و ارسلان جمشیدنیا[۲]

۱-گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز و ۲- گروه حشره‌شناسی و بیماری‌شناسی گیاهی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: amircheraghi2009@gmail.com

چکیده

با توسعه کشت نیشکر در خوزستان، آفاتی در مزارع نیشکر بروز یافتند که مهمترین آنها ساقه‌خواران .*Sesamia* spp بود. دوره رشد، تولیدمثل و پراسنجه‌های جدول زندگی زنبور پارازیتویید *Telenomus busseolae* Gahan به عنوان مهمترین پارازیتویید ساقه‌خوار نیشکر *Sesamia cretica* Lederer در پنج دمای ثابت ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶: ۸ ساعت روشنایی: تاریکی مورد مطالعه قرار گرفت. دورهٔ رشد پیش از بلوغ زنبور با افزایش دما کاهش یافت و از ۲۶/۶۷ روز در ۲۰ درجهٔ سلسیوس به ۱۰/۲۵ روز در ۳۵ درجهٔ سلسیوس رسید. دوره تخم‌گذاری در دماهای مورد نظر به ترتیب ۴/۱۶، ۴/۶، ۴/۹۹، ۴/۰۴ و ۳/۳۱ روز بود و ماده‌ها به طور میانگین در این دوره‌ها ۵۶/۳۷، ۶۵/۴۵، ۹۸/۵۹، ۵۷/۴۴ و ۳۳/۸۶ تخم گذاشتند. داده‌های جدول زندگی با استفاده از روش جدول زندگی دو جنسی تحلیل شدند. بیشترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r=۰/۲۶۲ بر روز)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ=۱/۳ بر روز) و نرخ خالص تولیدمثل (R_0=۴۹/۲۸ نتاج / فرد) در دمای ۲۸ درجهٔ سلسیوس دیده شد. کمترین دوره یک نسل زنبور (T=۱۲/۱۷ روز) در دمای ۳۵ درجهٔ سلسیوس دیده شد. نتایج این پژوهش نشان داد دما یک عامل مهم در پراسنجه‌های رشد جمعیت زنبور *T. busseolae* است و دمای ۲۸ درجهٔ سلسیوس به‌عنوان یک دمای بهینه برای پرورش انبوه این زنبور پارازیتویید می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: *Telenomus busseolae*، *Sesamia cretica*، ویژگی‌های زیستی، رشد جمعیت

Effect of temperature on life table parameters of the egg parasitoid *Telenomus busseolae* (Hym.: Platygastridae) on the sugarcane stem borer, *Sesamia cretica* (Lep.: Noctuidae)

Amir Cheraghi[1&*], Parviz Shishehbor[1], Farhan Kocheili[1], Arash Rasekh[1]& Arsalan Jamshidnia[2]

1- Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahwaz, Ahwaz, Iran & 2- Department of Entomology and Plant Pathology, Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran.
*Corresponding author, Email: amircheraghi2009@gmail.com

Abstract

Following sugarcane production extension in Khuzestan province, some pests appeared in sugarcane fields and sugarcane stem borers, *Sesamia* spp. were the most important among them. Development, reproduction and life table parameters of the parasitoid wasp, *Telenomus busseolae* Gahan on the sugarcane stem borer *Sesamia cretica* Lederer were studied at five constant temperatures (20, 25, 28, 30 and 35±1°C, 60±5% RH and a photoperiod of 16L:8D h.). The duration of pre-adult stage decreased with increasing temperature from 26.67 days at 20°C to 10.25 days at 35°C. The oviposition period was 4.16, 4.6, 4.99, 4.04 and 3.31 days at 20, 25, 28, 30 and 35°C, respectively, with females laying an average of 56.37, 65.45, 98.59, 57.44 and 33.86 eggs, respectively, at these five temperatures. Life table

دریافت: ۱۳۹٦/۱۱/۲٦، پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲٦.
دبیر تخصصی: یعقوب فتحی‌پور

www.SID.ir

Archive of SID

data were analyzed using an age-stage, two-sex life table method. The intrinsic rate of increase (r=0.262 day^{-1}), finite rate of increase (λ=1.3 day^{-1}) and net reproductive rate (R_0=49.28 offspring/individual) were greatest at 28°C. The shortest mean generation time (T=12.17 day) was recorded at 35°C. The results of the current study indicated that temperature is one of the most important factors on life table parameters of *T. busseolae*. Also the optimum temperature for population growth of this parasitoid was 28°C, therefore this temperature suggests for mass rearing of *T. busseolae*.

Keywords: *Telenomus busseolae*, *Sesamia cretica*, biological characteristics, population growth

Received: 15 February 2018, *Accepted*: 15 April 2018

مقدمه

در سال‌های اخیر در خوزستان اراضی شوره‌زار وسیعی پس از زهکشی به زیر کشت نیشکر رفته‌اند و سیاست دولت در راستای افزایش سطح زیر کشت این گیاه در خوزستان بوده است (Soleyman-Nejadiyan, 2003). پس از توسعه کشت نیشکر در خوزستان، آفاتی در مزارع نیشکر بروز یافتند که مهمترین آنها ساقه‌خواران *Sesamia* spp. (Lep.: Noctuidae) می‌باشند. در واقع از عوامل محدود کننده کشت نیشکر در ایران دو گونه ساقه‌خوار به نام‌های *Sesamia cretica* Lederer و *S. nonagrioides* Lefebvre را می‌توان ذکر کرد. هر دو آفت مذکور در منطقه خوزستان دارای ٤ تا ٥ نسل می‌باشند. در نسل اول علائم خسارت بصورت مرگ جوانه مرکزی و در نسل‌های بعدی به صورت آلودگی میانگره‌ها در مزرعه مشاهده می‌شود. همچنین دالان‌های حاصل از تغذیه لاروها محیط مناسبی برای فعالیت قارچ‌ها و میکروارگانیسم‌های ساپروفیت فراهم کرده که این موضوع خسارت را تشدید می‌نماید (Daniyali, 1985; Askariyanzadeh, 2005). در سال‌های اولیه کشت نیشکر در خوزستان علیه این آفات مبارزه شیمیایی صورت می‌گرفت که با مطالعه Daniyali (1976) مشخص شد که بدلیل مخفی بودن لاروها در داخل ساقه، سمپاشی علیه آنها بی تأثیر است. زنبور پارازیتویید *Telenomus busseolae* Gahan (Hym.: Platygastridae) به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل کنترل بیولوژیک این آفت است. با توقف سمپاشی‌ها، جمعیت زنبور یاد شده افزایش یافت و جمعیت آفت را کاهش داد (Daniyali, 1985). اما خسارت آفت، به ویژه در مناطقی که به تازگی زیر کشت نیشکر رفته‌اند، هم چنان قابل توجه است.

در ایران پرورش و رهاسازی زنبور پارازیتویید *T. busseolae* مهمترین راهکار مدیریتی در مزارع ذرت و نیشکر محسوب می‌شود (RanjbarAghdam & Kamali, 2005). زنبور یاد شده از مناطق مختلف جهان گزارش شده است. برای مثال Polaszek & Kimani (1990) در بررسی‌های خود نشان دادند گونه‌های *Telenomus* spp. در آفریقا، یونان، عراق و ایران گسترش دارند و گونه‌های *Sesamia* spp.، *Busseola fusca* Fuller (Lep.: Noctuidae) و *Coniesta ignefusalis* Hampson (Lep.: Crambidae) را به عنوان میزبان آنها گزارش نمودند. پارازیتیسم این زنبور روی تخم‌های *S. cretica* در مزارع ذرت و سورگوم در سودان و مزارع نیشکر و ذرت مصر گزارش شده است (Alexandri & Tsitsipis, 1990). در بررسی که Hafez *et al.* (1977) روی کارایی زنبور تلنموس در مصر انجام داده بودند، تخم بسیاری از گونه‌های بالپولکداران در معرض حمله این پارازیتویید قرار داده شد؛ اما تنها تخم‌های گونه *S. cretica* پارازیت شدند. بیش از ١٦ نسل از *Telenomus* sp. در منطقه Giza مصر فعالیت دارد، در صورتی که تنها ٣–٤ نسل از سزامیا در این زمان گزارش شد؛ این موضوع می‌تواند عاملی مهم در مورد کارایی زنبور تلنموس علیه آفت سزامیا باشد (Hafez *et al.*, 1977).

در ایران زنبور *T. busseolae* علاوه بر استان خوزستان از مزارع ذرت ورامین، اصفهان و استان مازندران نیز گزارش شده است (Abbasipour, 1991). زنبور مذکور برای اولین بار در ایران توسط دانیالی در سال ١٣٥٢ روی

www.SID.ir

Archive of SID

تخم‌های پارازیت شده سزامیا از مزارع نیشکر منطقه هفت‌تپه جمع‌آوری شد. در سال ۱۳۶۵ نیز این زنبور توسط شجاعی با نام *Platytelenomus hylas* Nixon (Hym: Scelionidae) شناسایی شد که جنس آن مترادف *Telenomus* است (RanjbarAghdam, 2000). این زنبور در مزارع ذرت خوزستان قادر است تا ۹۰ درصد تخم‌های *S. nonagrioides* را پارازیته نماید (Abbasipour, 2004). در کشت و صنعت کارون شوشتر اوج پارازیتیسم این زنبور در مزارع بازرویی ۶۷/۷۹ درصد و در مزارع تازه کشت شده ۷۸/۸۴ درصد و بیشترین و کمترین درصد پارازیتیسم نسلی به ترتیب در خرداد و شهریور ماه گزارش شده است (Sayadmansour, 2007).

مطالعات انجام شده روی زیست‌شناسی زنبور *T. busseolae* نشان می‌دهد که این زنبور پارازیتوید انفرادی و Proovigenic است و همچنین دوره قبل از تخم‌ریزی قابل اندازه‌گیری در آن مشاهده نمی‌شود. زنبور یاد شده در طول ۳ روز اول ۷۸ درصد تخم‌ریزی خود را انجام می‌دهد (Chabi-Olaye *et al.*, 1997). هر زنبور ماده قادر است بطور متوسط ۶۹ عدد تخم *S. nonagrioides* را پارازیته نماید. تخم‌های پارازیته معمولاً ٤ تا ۵ روز پس از پارازیتیسم، تغییراتی ظاهری پیدا می‌کنند و به رنگ تیره در می‌آیند که این موضوع تخم‌های پارازیت شده را از تخم‌های سالم متمایز می‌نماید (Ranjbar Aghdam, 2000; Abbasipour, 2004).

با توجه به اینکه حشرات موجودات خونسردی هستند دما تأثیر بسیار قابل توجهی روی رشد آنها دارد. بنابراین اگر دما (تا محدوده‌ی معینی) افزایش یابد رشد حشرات سریع‌تر خواهد شد (Wagner *et al.*, 1984). در اثر افزایش دما فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بدن حشرات افزایش یافته و در نتیجه رشد و نمو تسریع خواهد شد (Sharpe & DeMichele, 1977; Lamb, 1992; Lewis *et al.*, 2015).

بررسی منابع نشان می‌دهد که تاکنون مطالعه جامعی در مورد بررسی تأثیر دماهای مختلف ثابت بر ویژگی‌های زیستی و پراسنجه‌های جدول زندگی *T. busseolae* روی ساقه‌خوار نیشکر *S. cretica* انجام نشده است. بر این اساس، مطالعه حاضر طراحی شد تا تأثیر دماهای مختلف بر خصوصیاتی از قبیل طول دوره رشد پیش از بلوغ، میزان مرگ و میر، طول عمر زنبورهای بالغ نر و ماده، میزان تخم روزانه، میزان تخم کل و همچنین پراسنجه‌های جدول زندگی *T. busseolae* ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

پرورش ساقه‌خوار نیشکر

برای تشکیل کلنی آفت، لاروهای *S. cretica* از سطح مزارع نیشکر آلوده به آفت در کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر (48° 10' E, 30° 4' N) جمع‌آوری شدند. لاروها پس از انتقال به آزمایشگاه، با استفاده از رژیم غذایی طبیعی (ساقه نیشکر واریته CP69-1062) داخل ظروف پلاستیکی استوانه‌ای با ارتفاع ۲۵ و قطر ۱۶ سانتی‌متر تغذیه و نگهداری شدند. پس از طی مرحله لاروی، شفیره‌ها بر مبنای درزهای تناسلی، تفکیک جنسی شده و در ظروف پلاستیکی استوانه‌ای مجزا، با قطر ۱۰ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر نگهداری شدند. پس از خروج شب‌پره‌های بالغ، آنها را در ظروف پلاستیکی با ارتفاع ۲۵ و قطر ۱۶ سانتی‌متر قرار داده تا جفت‌گیری و تخم‌ریزی نمایند. روزانه تعدادی سرنی نیشکر (قسمت انتهایی ساقه نیشکر) به منظور تخم‌ریزی در اختیار شب‌پره‌های موجود در ظروف پلاستیکی مذکور قرار می‌گرفت. تخم‌ریزی در زیر غلاف نیشکر صورت می‌گرفت و تخم‌های حاصل به آرامی از غلاف برگ جدا شده و برای آزمایش‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفتند. ظروف پلاستیکی حاوی *S.*

www.SID.ir

Archive of SID

cretica داخل اتاقک رشد و در دمای ۱±۲۸ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ٥±٦۰ درصد و دوره روشنایی: تاریکی ١٤: ١۰ ساعت نگهداری شدند.

پرورش زنبور *T. busseolae* و همسان‌سازی جمعیت

برای پرورش زنبور پارازیتویید *T. busseolae*، از میزبان طبیعی آن یعنی تخم‌های *S. cretica* استفاده شد. ابتدا کلنی اولیه زنبور از دسته‌های تخم پارازیت شده *S. cretica* از مزارع کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر جمع‌آوری شد. در آزمایشگاه تخم‌های ساقه‌خوار *S. cretica* با عمر کمتر از ٢٤ ساعت در اختیار زنبورهای تازه خارج شده از تخم‌های پارازیته قرار داده شد. تخم‌های آفت با استفاده از محلول آب عسل ١٤ درصد روی نوارهایی از فیلم رادیوگرافی (از جنس پلی استر) با ابعاد ۲×١٥ سانتی‌متر چسبانده و در اختیار زنبورها قرار داده شد. نوارهای حامل تخم‌های *S. cretica* همراه با زنبورها در درون لوله‌های شیشه‌ای استوانه‌ای، به طول ١٧ و قطر ٣ سانتی‌متر، نگهداری شدند. دهانهٔ لوله‌های استوانه‌ای به وسیله گلوله‌های پنبه‌ای مسدود می‌شد. به منظور تغذیه زنبورهای بالغ از محلول آب عسل ٢۰ درصد، از تکه‌های کاغذ صافی آغشته به آب عسل استفاده شد. کار پرورش زنبور برای همسان‌سازی جمعیت تا ٣ نسل ادامه یافت. لوله‌های شیشه‌ای حاوی زنبور و تخم ساقه‌خوار در دماهای آزمایش (٢۰، ٢٥، ٢٨، ٣۰ و ٣٥ درجهٔ سلسیوس)، رطوبت نسبی ٥±٦۰ درصد و دوره روشنایی: تاریکی ١٦: ٨ ساعت در اتاقک رشد نگهداری شدند.

بررسی خصوصیات زیستی زنبور *Telenomus busseolae*

به منظور بررسی تاثیر دما روی ویژگی‌های زیستی زنبورهای *T. busseolae*، ابتدا ٥۰ عدد تخم *S. cretica* در اختیار ٥ عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده با عمر کمتر از ٢٤ ساعت قرار داده شد. برای این کار از لوله‌های شیشه‌ای استوانه‌ای مشابه آنچه که برای پرورش کلنی زنبور ذکر شد، استفاده شد. پس از ٢٤ ساعت زنبورها از لوله‌ی آزمایش خارج شدند و تخم‌های پارازیته شده *S. cretica* داخل ژرمیناتورهایی با دمای ٢۰، ٢٥، ٢٨، ٣۰ و ٣٥ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ٥±٦۰ درصد و دوره روشنایی: تاریکی ١٦: ٨ (ساعت) گذاشته شدند. هر ١٢ ساعت تخم‌ها مورد بازرسی قرار گرفتند و زمان خروج پارازیتوییدها ثبت شد. بدین ترتیب طول دوره پیش از بلوغ، میزان مرگ و میر پیش از بلوغ و نسبت جنسی در دماهای مختلف یادداشت شد. پس از خروج بالغین، یک جفت زنبور نر و ماده با عمر کمتر از ٢٤ ساعت همراه با ١۰۰ عدد تخم یک روزه *S. cretica* درون لوله‌های استوانه‌ای (مشابه آزمایش قبل) گذاشته شد. این لوله‌ها نیز در پنج دمای ٢۰، ٢٥، ٢٨، ٣۰ و ٣٥ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ٥±٦۰ درصد و دوره روشنایی: تاریکی ١٦: ٨ (ساعت) نگهداری شدند. روزانه ١۰۰ عدد تخم جدید در اختیار زنبورها قرار گرفت و هر روز تعداد تخم‌های پارازیته شده شمارش شد. این آزمایش با مرگ آخرین زنبور ماده پایان یافت. بدین ترتیب طول عمر زنبورهای نر و ماده و همچنین میزان تخم‌ریزی روزانه و کل زنبور *T. busseolae* در دماهای مختلف شمارش و ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های جدول زندگی بر اساس تئوری جدول زندگی دوجنسی ویژه سن- مرحله رشدی (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988) انجام شد. برای محاسبه از نرم افزار TWOSEX-MSChart (Version 2014) استفاده شد (Chi, 2015). میانگین دوره رشد و نمو پیش از بلوغ، طول عمر بالغین، کل دوره پیش از تخم‌ریزی و باروری ماده محاسبه شد. در ادامه نرخ بقای ویژه سنی- مرحله رشدی (s_{xj})، باروری ویژه سنی- مرحله رشدی (f_{xj})، نرخ بقای ویژه سنی (l_x) و باروری ویژه سنی (m_x) و همچنین پراسنجه‌های رشد جمعیت مانند نرخ ذاتی

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) و میانگین مدت زمان یک نسل (T) محاسبه شد. میانگین و خطای استاندارد پراسنجه‌های جدول زندگی با استفاده از روش بوت استرپ (با ۱۰۰۰۰ تکرار) محاسبه شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش بوت استرپ جفت شده (Paired bootstrap) استفاده شد. نمودارها نیز توسط نرم افزار SigmaPlot 12.0 ترسیم شدند.

نتایج

نتایج مربوط به طول دوره رشد پیش از بلوغ *T. busseolae* در دماهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. دما تأثیر معنی‌داری بر طول دوره رشد پیش از بلوغ این پارازیتوییید داشت. با افزایش دما طول دوره رشد پیش از بلوغ *T. busseolae* کاهش یافت. طولانی‌ترین دوره رشد پیش از بلوغ در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و کوتاه‌ترین دوره در دمای ۳۵ درجه سلسیوس دیده شد.

نتایج مربوط به میزان مرگ و میر پیش از بلوغ *T. busseolae* در دماهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری در میزان مرگ و میر پیش از بلوغ *T. busseolae* در دماهای مختلف دیده نشد.

نسبت جنسی (ماده به کل افراد) *T. busseolae* در پنج دمای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۰/۵۳، ۰/۵۹، ۰/٦۳، ۰/٦۰ و ۰/۵۲ درصد بود (جدول ۱). تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری را در نسبت جنسی *T. busseolae* در دماهای مختلف نشان داد. بیشترین نسبت جنسی (ماده به کل افراد) در دمای ۲۸ درجه سلسیوس مشاهده شد.

جدول ۱- میانگین طول دوره رشد پیش از بلوغ، مرگ و میر پیش از بلوغ و نسبت جنسی (ماده/کل) *Telenomus busseolae* روی *Sesamia cretica*

Table 1. Mean (±SE) pre-adult developmental time, mortality and sex ratio (female/total) of *Telenomus busseolae* parasitizing *Sesamia cretica*

Parameters	Temperature ºC				
	20	25	28	30	35
Pre-adult developmental time (days)	26.67±0.09^{a}	15.68±0.08^{b}	13.02±0.02^{c}	12.32±0.07^{d}	10.25±0.07^{e}
Pre-adult mortality%	0.47±0.003^{a}	0.61±0.006^{a}	0.52±0.005^{a}	0.74±0.006^{a}	0.81±0.012^{a}
Female sex ratio (female/total)	0.53±0.018^{b}	0.59±0.013^{ab}	0.63±0.017^{a}	0.60±0.015^{ab}	0.52±0.015^{b}

The means followed by the same letters in each row are not significantly different (P<0.05)

ماده‌های *T. busseolae* بلافاصله پس از خروج از تخم‌های میزبان، تخم‌گذاری را شروع کردند و بر این اساس دورهٔ قبل از تخم‌گذاری در حشرات بالغ (APOP) وجود نداشت (جدول ۲). اختلاف معنی‌داری بین مجموع طول دوره قبل از تخم‌گذاری (TPOP)، دوره تخم‌گذاری، طول عمر زنبورهای ماده، طول عمر زنبورهای نر، همچنین میزان تخم کل زنبورهای ماده در دماهای مختلف مشاهده شد. در کلیه دماهای مورد آزمایش طول عمر زنبورهای ماده بیشتر از زنبورهای نر بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین (±SE) دوره قبل از تخم‌گذاری حشرات کامل، مجموع طول دوره قبل از تخم‌گذاری، طول دوره تخم‌ریزی، طول عمر حشرات ماده و نر و باروری کل زنبور ***Telenomus busseolae*** روی ***Sesamia cretica*** در دماهای مختلف.

Table 2. Means (±SE) of adult pre-oviposition period (APOP), total pre-oviposition period (TPOP), oviposition period, female and male longevity and fecundity of *Telenomus busseolae* on *Sesamia cretica* at different temperatures.

Parameters	Temperature ºC				
	20	25	28	30	35
APOP (days)	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00
TPOP (days)	26.79±0.132^{a}	15.87±0.104^{b}	13.03±0.039^{c}	12.31±0.094^{d}	10.31±0.119^{e}
Oviposition period (days)	4.16±0.076^{c}	4.60±0.127^{b}	4.99±0.099^{a}	4.04±0.09^{c}	3.31±0.073^{d}
Female longevity (days)	31.16±0.184^{a}	20.80±0.127^{b}	18.79±0.128^{c}	16.43±0.151^{d}	13.72±0.161^{e}
Male longevity (days)	30.95±0.183^{a}	20.28±0.145^{b}	17.72±0.107^{c}	16.11±0.143^{d}	13.27±0.116^{e}
Fecundity (egg/female)	56.37±0.733^{c}	65.45±0.596^{b}	98.59±0.813^{a}	57.44±0.666^{c}	33.86±0.398^{d}

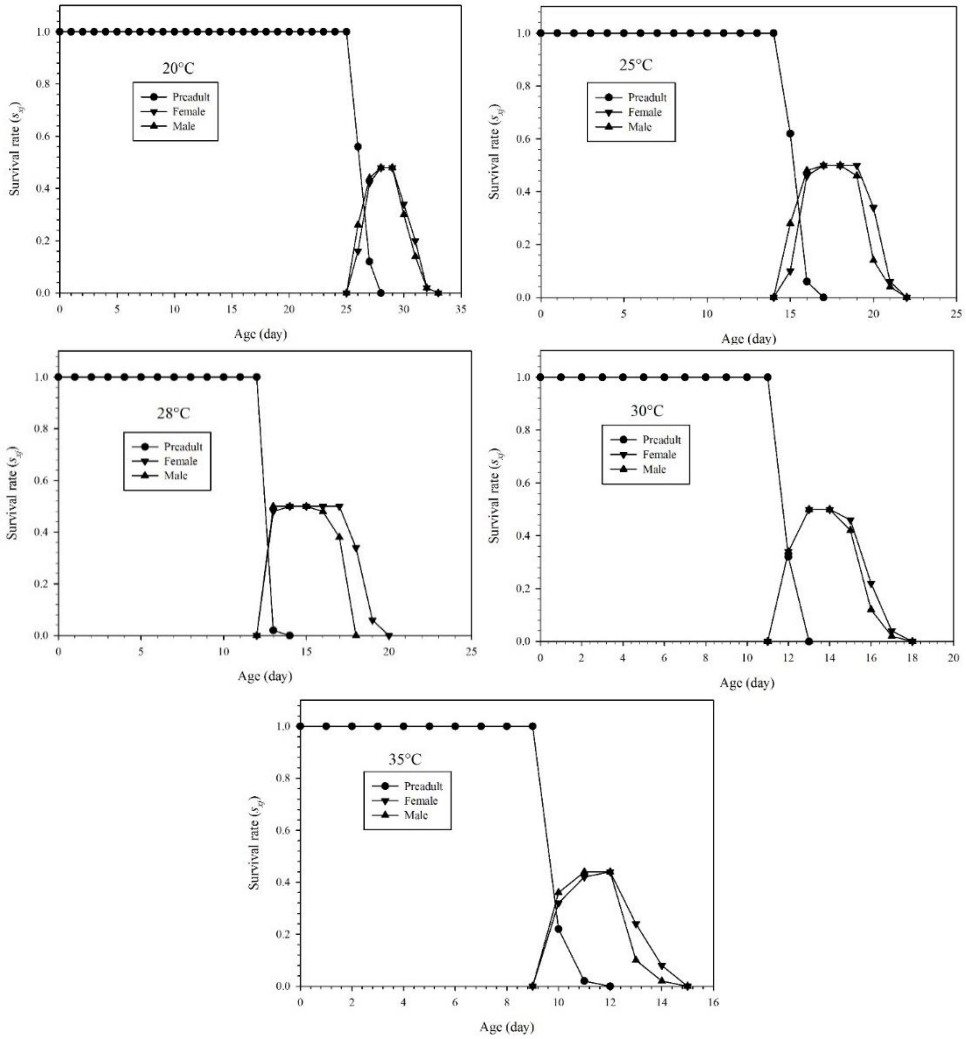
The means followed by the same letters in each row are not significantly different (P<0.05)

شکل ۱، نرخ بقای ویژه سنی (s_{xj}) زنبور ***T. busseolae*** را در دماهای مختلف نشان می‌دهد. این شکل احتمال زنده ماندن یک تخم بارور را تا سن x و مرحله j بیان نشان می‌دهد. بیشترین مقدار نرخ بقا در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و کمترین میزان آن در دمای ۳۵ درجه سلسیوس حاصل شده است. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود احتمال رسیدن یک تخم تازه به مرحله ماده بالغ در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۰/۱٦، ۰/۱، ۰/٤۸، ۰/۳٤ و ۰/۳۲ می‌باشد که به ترتیب در روزهای ۲٦، ۱۵، ۱۳، ۱۲ و ۱۰ می‌باشد (شکل ۱).

شکل ۲، نرخ بقا (lx) و باروری (f_x) ویژه سنی، زادآوری سنی کل جمعیت (m_x) و تولیدمثل خالص روزانه (l_xm_x) زنبور ***T. busseolae*** را در دماهای مختلف نشان می‌دهد. به عنوان مثال باروری ویژه سنی- مرحله رشدی (f_{xj})، که میانگین تعداد تخم‌هایی است که توسط هر فرد ماده در هر روز تولید می‌شود در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین مقدار آن در دمای ۲۸ درجه سلسیوس و در روز ۱۳ (با ٤۹/۰۸ تخم بر ماده) حادث شده است. تخم‌ریزی زنبور مذکور در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به ترتیب در روزهای ۲٦، ۱۵، ۱۳، ۱۲ و ۱۰ آغاز شد. حداکثر نرخ باروری در دماهای مذکور به ترتیب در روزهای ۲۸، ۱۷، ۱۳، ۱۳ و ۱۱ رخ داد که در این روزها زنبورهای پارازیتویید ***T. busseolae*** به طور میانگین و به ترتیب ۱۹/۰۸، ۲۳، ٤۹/۰۸، ۲۰/۸ و ۱۳/٦۱ عدد تخم‌گذاری کردند. با توجه به شکل ۲ و داده‌های به‌دست آمده از جدول زندگی، تخم‌ریزی زنبور مذکور در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به ترتیب در یک بازه زمانی ٦ روزه (از روز ۲٦ تا روز ۳۱)، ۷ روزه (از روز ۱۵ تا روز ۱٤)، ٦ روزه (از روز ۱۳ تا روز ۱۸)، ٦ روزه (از روز ۱۲ تا روز ۱۷) و ۵ روزه (از روز ۱۰ تا روز ۱٤) اتفاق افتاده است (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



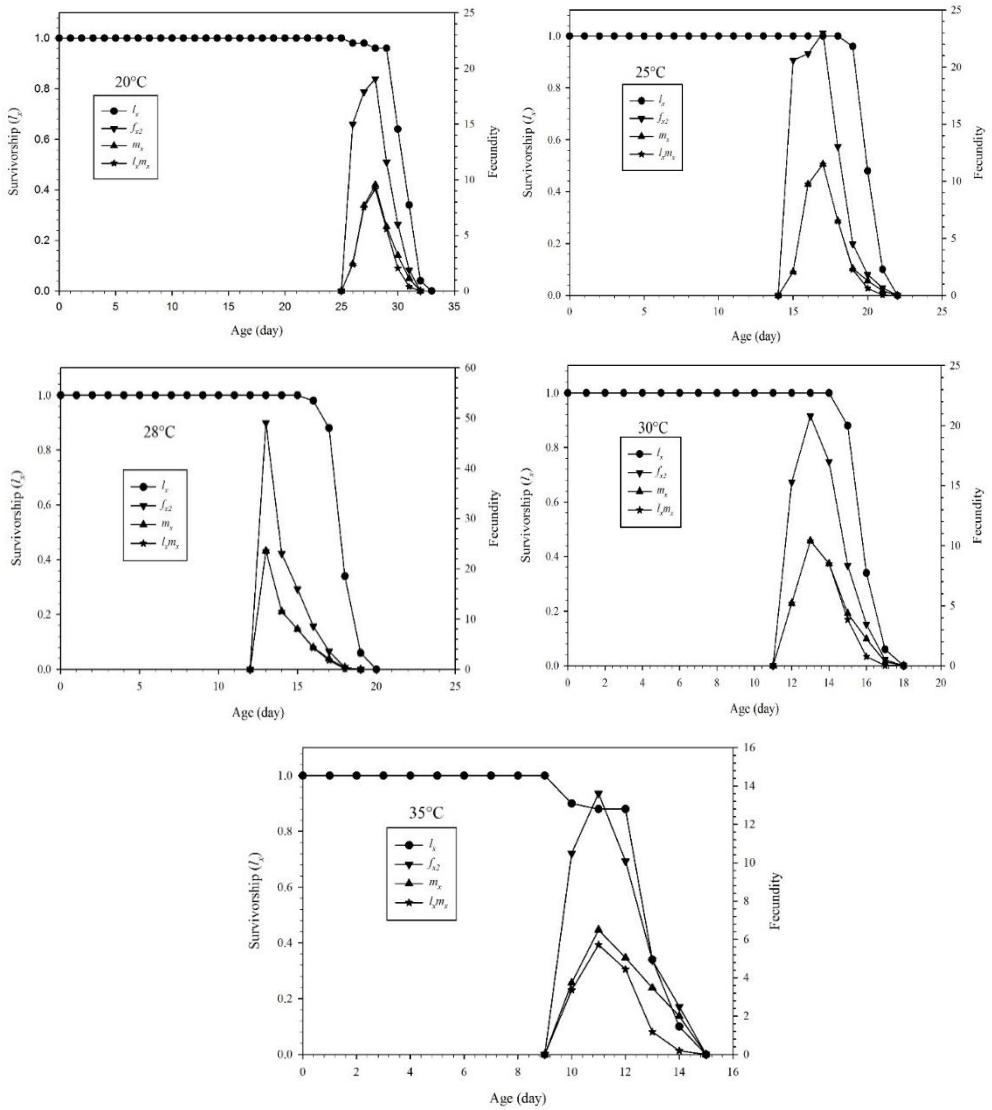
شکل ۱- نرخ بقای ویژه سنی زنبور *Telenomus busseolae* روی *Sesamia cretica* در دماهای مختلف.

Fig. 1. Age-stage survival rate (*Sxj*) of *T. busseolae* on *S. cretica* at different temperatures.

در شکل ۳، نمودار امید به زندگی ویژه سنی (e_{xj}) زنبور ***T. busseolae*** در دماهای مختلف نمایش داده شده است. تعداد روزهایی که فرد در هر سن و مرحله زیستی قادر به زنده ماندن است را با منحنی امید به زندگی ویژه سنی- مرحله زیستی (e_{xj})، نشان می‌دهند. بالاترین و پایین‌ترین امید به زندگی به‌ترتیب در دمای ۲۰ و ۳۵ درجه سلسیوس حاصل شده‌اند. امید به زندگی یک فرد تازه متولد شده در پنج دمای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به‌ترتیب برابر ۳۰/۹، ۲۰/٥٤، ۱۸/۲٦، ۱٦/۲۸ و ۱۳/۱ روز به‌دست آمد (شکل ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

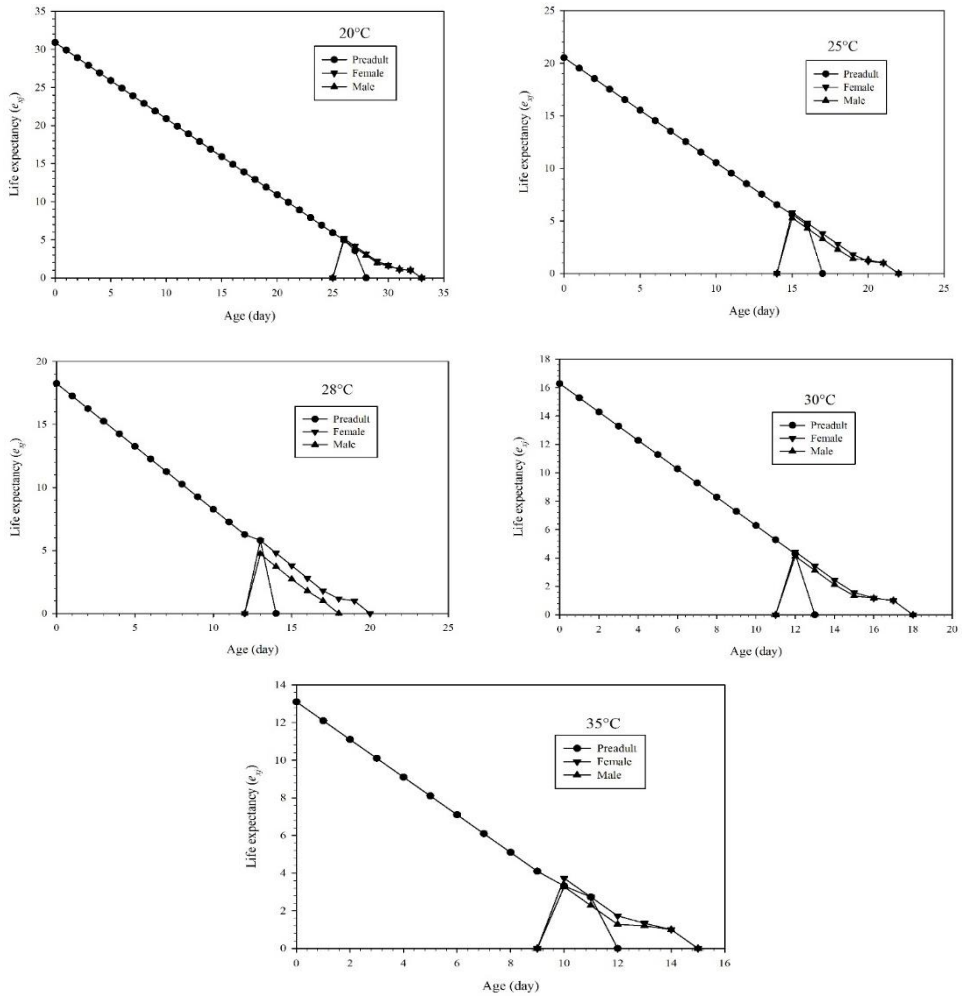


شکل ۲. نرخ بقا و باروری ویژه سنی، زادآوری سنی کل جمعیت، تولیدمثل خالص و نرخ تولیدمثل تجمعی زنبور *Telenomus busseolae* روی *Sesamia cretica* در دماهای مختلف.

Fig. 2. Age-specific survivorship (l_x), female age-specific fecundity (f_{x2}), age-specific fecundity of the total population (m_x) and age-specific maternity ($l_x m_x$) of *Telenomus busseolae* on *Sesamia cretica* at different temperatures.

www.SID.ir

Archive of SID



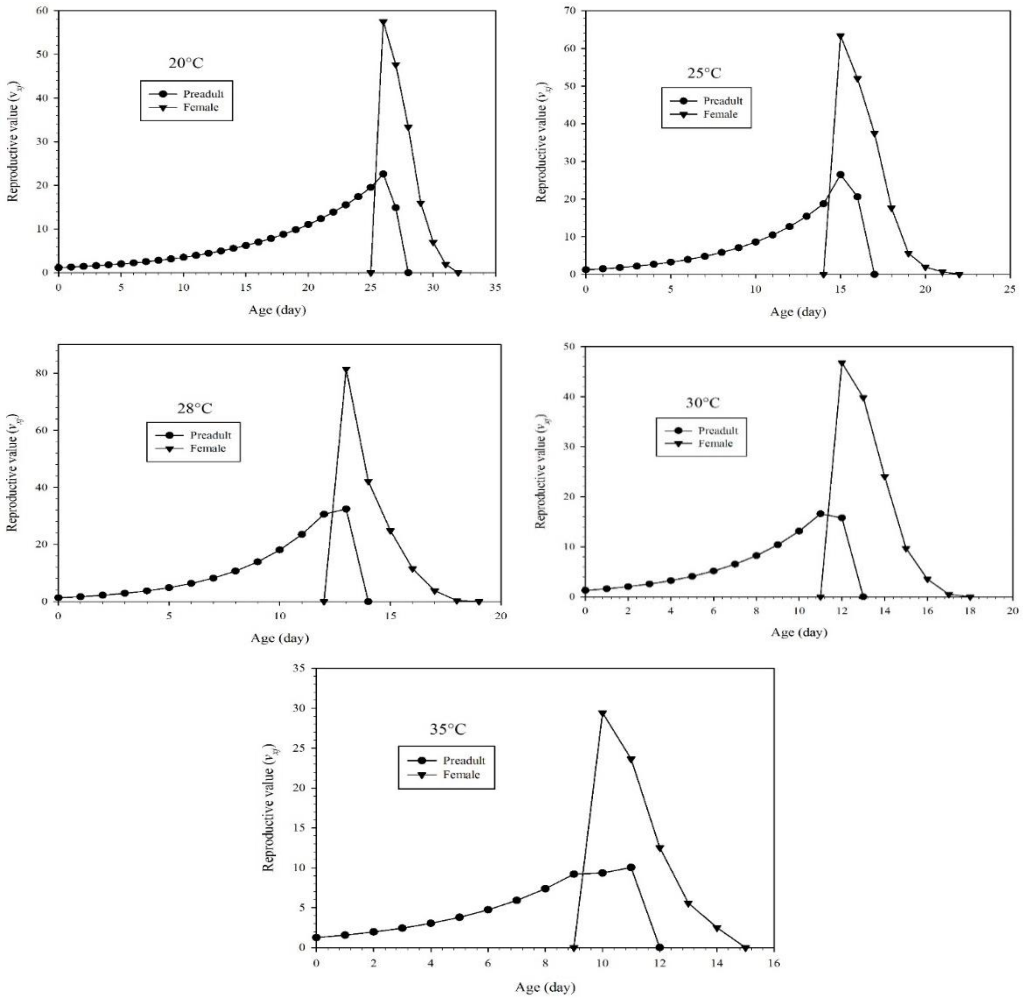
شکل ۳. امید به زندگی ویژه سنی زنبور *Telenomus busseolae* روی *Sesamia cretica* در دماهای مختلف.

Fig. 3. Age-stage life expectancy (e_{xj}) of *Telenomus busseolae* on *Sesamia cretica* at different temperatures.

شکل ٤، ارزش تولیدمثلی (v_{xj}) برای زنبور ***T. busseolae*** در پنج دمای مختلف را نشان می‌دهد. منحنی‌های میزان تولیدمثل ویژه سن- مرحله زیستی در شکل ٤ ترسیم شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اوج ارزش تولیدمثلی در روز سیزدهم برای دمای ۲۸ درجه سلسیوس اتفاق افتاده است و این میزان نسبت به سایر دماها بیشتر است. به عبارت دیگر، زنبورهای ماده ***T. busseolae*** در روز سیزدهم و در دمای ۲۸ درجه سلسیوس بیشترین مشارکت را در آینده جمعیت دارند و این میزان به تدریج کاهش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- ارزش تولیدمثلی ویژه سن- مرحله رشدی (v_{xj}) زنبور *Telenomus busseolae* روی *Sesamia cretica* در دماهای مختلف

Fig. 4. Age-stage reproductive value (v_{xj}) of *Telenomus busseolae* on *Sesamia cretica* at different temperatures

پراسنجه‌های جدول زندگی *T. busseolae* در دماهای مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. دما اثر معنی‌داری بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) این پارازیتویید داشت. با افزایش دما از ۲۰ تا ۲۸ درجه سلسیوس نرخ ذاتی افزایش جمعیت افزایش یافت اما در دماهای بالاتر یعنی ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس میزان r کاهش یافت (جدول ۳). بیشینهٔ نرخ خالص تولیدمثل (R_0=٤۹/۲۸ نتاج/ فرد) هم در ۲۸ درجه سلسیوس ثبت شد. طولانی‌ترین دوره یک نسل (T=۲۸/۸۷ روز) در ۲۰ درجه سلسیوس و کوتاه‌ترین دوره (T=۱۲/۱۷ روز) در ۳۵ درجه سلسیوس اتفاق افتاد (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. پراسنجه‌های جدول زنـــدگی دو جنسی (±SE) زنبـور *Telenomus busseolae* روی *Sesamia cretica* در دماهای مختلف

Table 3. Two-sex life table parameters (±SE) of *Telenomus busseolae* on *Sesamia cretica* at different temperatures

Parameters	Temperature (ºC)				
	20	25	28	30	35
GRR offspring/individual)	29.74±4.29^{bcd}	33.84±4.73^{abc}	49.84±6.98^{a}	31.00±4.30^{bcd}	20.73±3.36^{d}
R_0 (offspring/individual)	27.04±3.99^{b}	32.71±4.65^{b}	49.28±6.99^{a}	28.71±4.06^{b}	14.89±2.38^{c}
r (days^{-1})	0.114±0.005^{d}	0.194±0.008^{c}	0.262±0.009^{a}	0.233±0.010^{b}	0.220±0.013^{bc}
λ (days^{-1})	1.12±0.005^{d}	1.21±0.010^{c}	1.30±0.012^{a}	1.26±0.013^{b}	1.24±0.017^{c}
T (days)	28.87±0.131^{a}	17.86±0.106^{b}	14.81±0.039^{c}	14.34±0.092^{d}	12.17±0.111^{e}

The means followed by the same letters in each row are not significantly different (P<0.05)

بحث

در پژوهشی RanjbarAghdam (2000) طول دوره رشد پیش از بلوغ زنبور *T. busseolae* را روی ساقه‌خوار *S. nonagrioides* در دمای ۲۹ درجه سلسیوس به صورت دامنه‌ای از ۱۳–۹/۵ روز گزارش نمود. همچنین Abbasipour (2004) طول دوره رشد پیش از بلوغ *T. busseolae* را روی ساقه‌خوار *S. nonagrioides* بررسی کرد. طی تحقیق ذکر شده طول دوره رشد پیش از بلوغ این زنبور، در دمای ۲٤ درجه سلسیوس، به صورت دامنه‌ای از ۱۷–۱۲ روز گزارش شد. در تحقیق حاضر، طول دوره پیش از بلوغ برای هر دما به‌صورت یک عدد میانگین ذکر شد. از سوی دیگر Jamshidnia (2010) نیز طول دوره رشد پیش از بلوغ زنبور *T. busseolae* روی ساقه‌خوار *S. cretica* در دمای ۳۰ درجه سلسیوس ۱۳ روز گزارش نموده است که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

نتایج مطالعه ما در مورد اثر دماهای مختلف بر میزان مرگ و میر پیش از بلوغ زنبور *T. busseolae* نشان داد که دما اثر معنی‌داری بر میزان مرگ و میر مراحل نابالغ این زنبور ندارد. Jamshidnia (2010) نیز اثر دماهای مختلف را بر میزان مرگ و میر پیش از بلوغ زنبور *T. busseolae* روی دو ساقه‌خوار *S. cretica* و *S. nonagrioides* مطالعه نمود. نتایج ایشان هم نشان داد که دما تأثیر معنی‌داری بر میزان مرگ و میر پیش از بلوغ این زنبور نداشته است.

نسبت جنسی متمایل به ماده در کلیه دماهای مورد آزمایش دیده شد. مشابه با نتایج بدست آمده در این پژوهش، Jamshidnia & Sadeghi (2014) نیز نسبت جنسی متمایل به ماده را برای این زنبور روی ساقه‌خوارهای *S. cretica* و *S. nonagrioides* گزارش نمودند. همچنین Okoth *et al*. (2006) نسبت جنسی *T. busseolae* روی دو میزبان ساقه‌خوار *S. calamistis* Hampson و *B. fusca* را متمایل به ماده (۰/۷۳ نسبت ماده به کل) گزارش کردند. Colazza & Rosi (2001) نیز نسبت جنسی همین زنبور را روی ساقه‌خوار *S. nonagrioides* متمایل به ماده (۰/۷۱ نسبت ماده به کل) گزارش نمودند که نتایج ما با یافته‌های دو پژوهش اخیر نیز مطابقت دارد.

نتایج مطالعه جاری نشان داد که میانگین طول دوره تخم‌ریزی زنبور *T. busseolae* روی تخم‌های *S. cretica* در دمای ۲۸ درجه سلسیوس ٤/۹۹ روز بود. Jamshidnia & Sadeghi (2014) طول دوره تخم‌ریزی این زنبور را روی *S. cretica* و *S. nonagrioides* در یک دمای نزدیک (۳۰ درجه سلسیوس) را به ترتیب ٥/٦ و ٥/٥٣ روز گزارش کردند که یافته‌های مطالعه ما با نتایج آنها تقریباً مشابهت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

در مطالعه جاری میانگین زادآوری کل *T. busseolae* به ازای هر ماده روی تخم ساقه‌خوار *S. cretica* در دمای ۲۸ درجه سلسیوس، ۹۸/۵۹ تخم ثبت شد. پژوهشگران مختلف نتایج تقریباً مشابهی برای زادآوری کل این زنبور روی ساقه‌خواران متفاوت گزارش نموده‌اند. برای مثال میزان زادآوری ۱۰۲ تخم روی *S. cretica* در دمای ۳۰ درجه سلسیوس (Jamshidnia & Sadeghi, 2014)، ۱۲۱/۹ تخم روی *S. calamistis* در دمای ۳۰ درجه سلسیوس (Chabi-Olaye *et al*., 1997)، ۱۰۸ و ۱۱۹/۲ تخم به ترتیب روی *S. calamistis* و *B. fusca* در دمای ۲۷ درجه سلسیوس (Okoth *et al*., 2006) و ۹۱/۳ و ۷۶/۹ تخم به ترتیب برای نژادهای آفریقایی و ترکیه‌ای این زنبور پارازیتویید روی *S. nonagrioides* در دمای ۲۶ درجه سلسیوس (Colazza & Rosi, 2001) گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نتایج مطالعه ما در زمینه زادآوری زنبور *T. busseolae* در دامنه زادآوری گزارش شده برای این زنبور روی میزبان *S. cretica* یا سایر میزبان‌های ساقه‌خوار قرار دارد.

بر اساس نتایج کسب شده در این مطالعه نرخ ذاتی افزایش جمعیت (*r*) *T. busseolae* روی تخم‌های *S. cretica* در دمای ۲۸ و ۳۰ درجه سلسیوس به ترتیب ۰/۲۶۲ و ۰/۲۳۳ بر روز ثبت شد. نتایج تقریباً مشابهی به وسیله سایر محققینی که روی زیست‌شناسی و پراسنجه‌های جدول زندگی این پارازیتویید کار کرده‌اند، گزارش شده است. برای مثال میزان *r* برابر با ۰/۲۹۸ برای این زنبور روی ساقه‌خوار *S. cretica* در دمای ۳۰ درجه سلسیوس (Jamshidnia, 2010)، ۰/۳۰۳ روی تخم‌های *S. calamistis* در دمای ۲۷ درجه سلسیوس (Chabi-Olaye *et al*., 1997) و ۰/۲۳۹ روی تخم‌های *B. fusca* در ۲۷ درجه سلسیوس (Okoth *et al*., 2006) گزارش شده است.

نتایج این تحقیق نشان داد، دما به عنوان یک عامل مهم محیطی روی مقادیر پراسنجه‌های رشد جمعیت زنبور *T. busseolae* موثر است و دمای ۲۸ درجه سلسیوس به‌عنوان یک دمای بهینه برای پرورش انبوه این زنبور پارازیتویید می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. البته توصیه می‌شود اثر رطوبت‌های مختلف روی رشد و تولیدمثل *T. busseolae* نیز ارزیابی شود. نتایج حاصل از مطالعه جاری می‌توانند در پرورش انبوه زنبور *T. busseolae* مورد استفاده قرار گیرند. در پرورش انبوه حشرات مفید دو عامل میزان تولید مثل و کیفیت افراد بالغ اهمیت زیادی دارند. میزان تولیدمثل حشره مورد نظر باید زیاد و طول دوره نسل آن باید کوتاه باشد. همچنین کیفیت افراد بالغ تولید شده باید مناسب باشد. به طور مثال افراد ماده تولید شده باید توانایی رقابت با ماده‌های وحشی را داشته باشند. هر دو عامل فوق در ارتباط تنگاتنگ با دما می‌باشند. به‌علاوه دمای بهینه پرورش از نظر رشد، بقا و زادآوری را می‌توان از نتایج مطالعه حاضر کسب نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت‌های معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز و همچنین موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان قدردانی می‌شود. همچنین از دو داور گرامی که نظرات‌شان باعث بهبود کیفیت مقاله گردید تشکر می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Abbasipour, H. (1991) Investigating bio-ecological of maize stem borer *Sesamia nonagrioides* and its natural biocontrol agent in field of Khuzestan. MSc Thesis, Tarbiat Modares University, 129 pp.

Abbasipour, H. (2004) Biological characters of egg parasitoid wasp *Platytelenomus hylas* (Hym.: Scelionidae) of maize and sugarcane stem borer *Sesamia nonagrioides* (Lep.: Noctuidae) in Khuzestan province. *Journal of Entomological Society of Iran* 23,103-116.

Alexandri, M. P. & Tsitsipis, J. A. (1990) Influence of the egg parasitoid *Platytelenomus busseolae* (Hym, Scelionidae) on the population of *Sesamia nonagrioides* (Lep: Noctuidae) in Central Greece. *Entomophaga* 35 (1), 61-70.

Askariyanzadeh, A. (2005) Evaluation of resistant mechanism of sugarcane cultivars to stem borers *Sesamia* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). PhD Thesis, Tarbiat Modares University, 130 pp.

Chabi-Olaye, A., Schulthess, F., Shanower, T. G. and Bosqueperez, N. A. (1997) Factors influencing the developmental rates and reproductive potentials of *Telenomus busseolae* (Gahan) (Hym.: Scelionidae), an egg parasitoid of *Sesamia calamistis* Hampson (Lep.: Noctuidae). *Biological Control* 8 (1), 15-21.

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

Chi, H. (2015) TWOSEX-MSChart: A computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan.

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

Colazza, S. & Rosi, M. C. (2001) Differences in the searching behavior of two strains of the egg parasitoid *Telenomus busseolae* (Hymenoptera: Scelionidae). *European Journal of Entomology* 98, 47-52.

Daniyali, M. (1976) Biology of sugarcane stem borer in Haft-Tapeh of Khuzestan. *Entomology and Phytopathology*, 44, 1-22.

Daniyali, M. (1985) Effects of biological cultural and chemical control measures against sugarcane stem borers *Sesamia* spp. (Lep.: Noctuidae) in Haft-Tapeh. MSc Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz, 114 pp..

Fisher, R. A. (1930) *The genetical theory of natural selection*. Clarendon Press. Oxford. 308 pp.

Hafez, M., El-Kifl, A. H. & Fayad, Y. H. (1977) On the bionomics of *Platytelenomus hylas* Nixon, as egg parasite of *Sesamia cretica* Led., in Egypt. *Bulletin de la Societe Entomologique d'Egypte* 61, 161-178.

Jamshidnia, A. (2010) Efficiency of egg parasitoid *Telenomus busseolae* Gahan (Hym.: Scelionidae) on *Sesamia cretica* Led. and *S. nonagrioides* Lef. (Lep.: Noctuidae) in Khuzestan province. PhD Thesis, University of Tehran, 186 pp.

Jamshidnia, A., & Sadeghi, A. (2014) Effect of host species on some biological parameters of the egg parasitoid, *Telenomus busseolae* Gahan (Hym.: Scelionidae). *Plant Pest Research* 4 (2), 1-9.

Lamb, R. J. (1992) Development rate of *Acyrthosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) at low temperatures: Implications for estimating rate parameters for insects. *Evironmental Entomology* 21, 10-19.

Lewis, O. M., Michels, G. J., Pierson, E. A. & Heinz, K. M. (2015) A predictive degree day model for the development of *Bactericera cockerelli* (Hem.: Triozidae) infesting *Solanum tuberosum*. *Environmental Entomology* 44 (4), 1201-1209.

Okoth, E., Songa, J., Ngi-Song, A., Omwega, C., Ogol, C. & Schulthess, F. (2006) The bionomics of the egg parasitoid *Telenomus busseolae* (Gahan) (Hymenoptera: Scelionidae) on *Busseola fusca* Fuller and *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) in Kenya. *African Entomology* 35, 51-60.

www.SID.ir

Archive of SID

Polaszek, A. & Kimani, S. W. (1990) *Telenomus* species (Hym.: Scelionidae) attacking egg of pyralid pests (Lepidoptera) in Africa: a review guide to identification. *Bulletin of Entomological Research* 80, 57-71.

RanjbarAghdam, H. (2000) Investigation of rearing parasitoid wasp *Platytelenomus hylas* Nixon in laboratory condition to biological control of stem borers. MSc Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz, 196 pp.

RanjbarAghdam, H. & Kamali, K. (2005) Investigation on biology and efficiency of *Platytelenomus hylas* Nixon (Hym.: Scelionidae), the egg parasitoid of *Sesamia* spp. Under laboratory condition. *The scientific journal of agriculture* 27 (2), 71-81.

Sayadmansour, A. (2007) Investigating population fluctuation of *Platytelenomus hylas* Nixon egg parasitoid of stem borer *Sesamia nonagrioides* in north of Khuzestan. MSc Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz, 196 pp.

Sharpe, J. H. & DeMichele, D. U. (1977) Reaction kinetics of poikilotherm development. *Journal of Theoretical Biology* 64, 649-660.

Soleyman-Nejadiyan, A. (2003) Investigating species diversity and its effect on broad agricultural systems in Khuzestan. Final report No. 1945, Shahid Chamran University of Ahvaz.

Wagner, T. L., Wu, H., Sharpe, P. J. H., Schoolfield, R. M. & Coulson, R. N. (1984) Modeling insect development rates: A literature review and application of a biophysical model. *Annals of the Entomological Society of America* 77, 208-225.

www.SID.ir