# نشوونما و تولیدمثل زنبور پارازیتویید *Trissolcus grandis* (Thomson) روی تخم‌های دو گونه میزبان *Graphosoma lineatum* (L.) و *G. semipunctatum* (F.) در سه دمای ثابت آزمایشگاهی

زهرا نوزاد بناب[1] و شهزاد ایرانی‌پور[2]*

[1] دانشجوی دوره دکتری حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه تبریز
[2] دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبه shiranipour@tabrizu.ac.ir

تاریخ دریافت: 91/5/22 تاریخ پذیرش: 91/10/2

**چکیده**

زنبور پارازیتویید *Trissolcus grandis* (Thomson) یکی از مهم‌ترین پارازیتوییدهای تخم سن گندم است که به‌راحتی در آزمایشگاه و در طبیعت روی تخم برخی سن‌های دیگر از جمله گرافوزوما پرورش می‌یابد. در مطالعه حاضر دو میزبان *Graphosoma lineatum* (L.) و *G. semipunctatum* (F.) از نظر تأثیری که در دماهای مختلف بر نشوونما و زادآوری زنبور پارازیتوییدتخم سن گندم *T. grandis* دارند، مقایسه شده‌اند. این تحقیق در شرایط دمایی 23، 26 و 1±29 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 10±50 درصد و دوره نوری 16 ساعت روشنایی در شبانه‌روز انجام شد. آستانه دمایی و ثابت دمایی زنبورها روی تخم‌های *G. semipunctatum* برای افراد نر به‌ترتیب 17/11°C و 97/09 درجه- روز و برای افراد ماده 16/82°C و 109/89 درجه- روز و روی تخم‌های *G. lineatum* برای افراد نر به‌ترتیب 18/82°C و 76/33 درجه- روز و برای افراد ماده 18/47°C و 91/74 درجه- روز به‌دست آمد. اندازه‌گیری محتوای پروتئین کل تخم این دو میزبان و سن گندم نشان داد که مقدار پروتئین موجود در تخم‌های *G. lineatum* بیش از تخم‌های *G. semipunctatum* و آن هم بیش از سن گندم می‌باشد. همین متغیر به‌تنهایی بیش از 99 درصد تغییرات نشوونمایی این حشره را در بین میزبان‌ها توجیه کرد. خطوط رگرسیون سرعت نشوونمای زنبور در سه میزبان در حدود 26/5 درجه سانتی‌گراد باهم تلاقی نمودند که ممکن است نشان دهنده دمای بهینه نشوونما باشد که در آن اثر میزبان حذف شده و پارازیتوییدد در تمام میزبان‌ها سرعت رشد مساوی دارد. بیشترین زادآوری این زنبور روی تخم‌های *G. semipunctatum*، 12/65 ± 109/4 تخم بود که در 26°C به‌وقوع پیوست. بیشترین زادآوری روی تخم‌های *G. lineatum* نیز 10/36 ± 91/9 بود که در 29°C اتفاق افتاد.

**واژه‌های کلیدی**: اثر میزبان، محتوای پروتئین، نشوونما، نیاز دمایی، *Trissolcus grandis*، *Graphosoma lineatum*، *G. semipunctatum*

Archive of SID

www.SID.ir

**مقدمه**

زنبور *Trissolcus grandis* از خانواده Scelionidae پارازیتویید تخم تعدادی از سن‌های خانواده‌های Pentatomidae و Scutelleridae می‌باشد. این زنبور در بین پارازیتویید‌های تخم سن‌های مذکور، از بیشترین پراکنش و فراوانی در ایران برخوردار است (رجبی و امیرنظری 1367؛ ایرانی‌پور 1375). میزان پارازیتیسم تخم‌های سن گندم از کمتر از10 درصد در مناطق سردسیر (حق شناس 1383؛ نوزاد بناب و ایرانی‌پور 2009) تا 100 درصد در مناطق معتدل‌تر (البوحسینی و همکاران 2004) تغییر می‌کند. بررسی‌های متعددی در داخل کشور (فرحبخش 1340؛ شجاعی 1347 و 1367؛ رجبی و امیرنظری 1367؛ مدرس اول 1373؛ ایرانی‌پور و همکاران 1377) و خارج از کشور (شیمشک و همکاران 1994؛ اونجوئر و کیوان 1995؛ کوجاک و کلینجر 2003؛ البوحسینی و همکاران 2004) روی زنبورهای پارازیتویید تخم سن گندم انجام گرفته که در بیشتر مناطق *T. grandis* جزء فعال‌ترین و فراوان‌ترین گونه‌ها بوده است.

رشد و تولیدمثل حشرات تحت تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد که دما و غذا مهم‌ترین آن‌ها هستند. کیفیت و کمیت مواد غذایی هر دو حائز اهمیت هستند (اسکرایبر و اسلنسکی 1981). حشرات گیاه‌خواری که از گیاهان با کیفیت بالا تغذیه می‌کنند، باعث به‌وجود آمدن پارازیتویید‌هایی با شایستگی بیشتر (دیویس و همکاران 2004) و شکارگرانی با خصوصیات بهتر (شاهایاراج و ساتیامورتی 2002) می‌شوند. شایستگی یا کیفیت میزبان یک ویژگی وراثت‌پذیر جمعیت میزبان است که روی فراسنجه‌های جدول زندگی پارازیتویید‌ها اثر می‌گذارد. یک میزبان مناسب، نیازهای فیزیولژیکی و تغذیه‌ای مراحل نابالغ پارازیتویید را فراهم می‌کند و به‌طور مستقیم روی رشدونمو، تلفات، طول عمر و زادآوری تأثیر می‌گذارد (مکوئر و همکاران 1996، رویت‌برگ و همکاران 2001). کیفیت میزبان پارازیتویید با چند ویژگی از جمله نوع و مقدار مواد غذایی موجود در بدن، مقدار توکسین‌ها و نوع آن‌ها، سیستم‌های دفاعی بدن و آلوده بودن یا نبودن به پارازیتویید یا بیماری بیان می‌شود (وینسون و ایوانچ 1980؛ وینسون 1988). ثابت شده است که ماده‌ها وقتی در میزبان با کیفیت بالا پرورش می‌یابند شایستگی بیشتری به‌دست می‌آورند، زیرا اندازه پارازیتویید ماده با تعداد تخم و طول عمر آن رابطه مستقیم دارد. البته نرهای بزرگ‌تر هم نسبت به نرهای کوچک، شایستگی بیشتری دارند اما اندازه کوچک در نرها اثر منفی کمتری نسبت به ماده‌ها دارد (گادفری 1994؛ جرویس و کاپلند 1996). در موجودات هاپلو-دیپلوئید مانند زنبورهای پارازیتویید، ماده‌ها نسبت جنسی را بر اساس شرایط محیطی و میزبان تنظیم می‌کنند. اندازه میزبان اغلب به‌عنوان عامل کلیدی تأثیرگذار در شایستگی پارازیتویید‌ها در نظر گرفته می‌شود (گادفری 1994). معمولاً میزبان‌های بزرگ‌تر کیفیت بهتری دارند و پارازیتویید‌های حاصل از آن‌ها علاوه بر اندازه بزرگ‌تر، شایستگی‌های بیشتری را کسب می‌کنند (ساگارا و همکاران 2001). با این حال، هاکرمن و همکاران (2007) با انجام آزمایشی ثابت کردند که کیفیت میزبان چیزی فراتر از بزرگی آن است و جثه میزبان تنها فراسنجه برای توضیح کیفیت میزبان و پیش‌بینی شایستگی نسل‌های آینده پارازیتویید نیست. علاوه بر تفاوت کیفیت میزبان در گونه‌های مختلف، کیفیت میزبانی یک گونه نیز می‌تواند بسته به مرحله رشدی (سنین مختلف لاروی یا شفیرگی) تغییر کند. مشخص شده است که کیفیت و کمیت غذا هر دو باهم روی فراسنجه‌های جدول زندگی پارازیتویید‌ها اثر می‌گذارند (سه‌کوئریا و مکوئر 1993؛ هاروی و همکاران 1995؛ جاروسیک و همکاران 2003؛ لیو وهمکاران 2011).

دما نیز بر سرعت رشد، نسبت جنسی و سایر فعالیت‌های حشرات اثر غیر قابل انکاری دارد (رادزیویلی 1987). تفاوت‌های موجود در آستانه‌های دمایی و ثابت-های دمایی در روابط بین میزبان و پارازیتویید تعیین کننده هستند و در پیش‌بینی طغیان‌ها و زمان‌بندی کنترل حشرات به روش‌های مختلف شیمیایی یا بیولژیکی دانشمندان را یاری می‌نمایند (شجاعی 1367؛ وارلی و همکاران 1973؛ دنت 1997). اثر دما بر سرعت رشد حشرات از مدل سیگموییدی پیروی می‌کند، به‌طوری‌که در حدود میانی دامنه دمایی فعالیت حشره، تغییرات

Archive of SID

www.SID.ir

سریع و خطی و در دو انتهای آن با کاهش شیب همراه است (اندریوارتا و بیرچ 1954؛ رجبی 1382). اثر دما روی فراسنجه‌های رشد جمعیتی تعدادی از زنبورهای پارازیتویید تخم خانواده Scelionidae (اور و همکاران 1985؛ رابرسون و همکاران 1995؛ کانتو- سیلوا و همکاران 2005؛ سادویاما 2007؛ استین 2008؛ بوئنو و همکاران 2008)، گونه‌هایی از *Trissolcus* (یرگان 1983؛ جیمز و وارن 1991؛ سیویدانس و همکاران 1998؛ تورز و همکاران 2002؛ آراکاوا و نامورا 2002؛ کیوان و کیلیج 2006الف و ب؛ ایرانی‌پور و همکاران 2010) و گونه‌هایی از میزبان این زنبورها (ایرانی‌پور و همکاران 1381؛ کاراساوران 1999؛ کیوان 2008) بررسی شده است.

در این بررسی سعی شده است سرعت نشوونمای زنبور پارازیتویید *T. grandis* روی دو میزبان آزمایشگاهی متداول *G. lineatum* و *G. semipunctatum* در دماهای مختلف بررسی و با یکدیگر و با زنبورهای پرورش یافته روی میزبان اصلی (سن گندم) (ایرانی‌پور و همکاران 2010) مقایسه و تفاوت‌های موجود تعیین و دلایل آن بیان شوند. با توجه به تأکید این مقاله روی میزبان و نقشی که کیفیت غذایی مراحل نابالغ زنبور بر سرعت نشوونمای آن دارد، رابطه بین تغییرات مشاهده شده با ترکیب داخلی تخم‌های میزبان از نظر محتوای پروتئینی آن‌ها نیز بررسی گردید.

## مواد و روش‌ها

### حشرات مورد آزمایش

زنبور *T. grandis* از شهر بناب جدید در 11 کیلومتری شرق مرند (45 درجه و 55 دقیقه طول شرقی و 38 درجه و 26 دقیقه عرض شمالی) با استفاده از تله‌های کاغذی دلتا، حاوی تخم‌های سن گندم جمع‌آوری شد. تله‌ها در طول فصل زراعی 86 در مزارع غلات نصب و یک هفته بعد جمع‌آوری و به آزمایشگاه اکولژی حشرات، گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تبریز منتقل گردیدند. زنبورهای خارج‌شده از تخم‌های پارازیته با استفاده از کلید شناسایی کوزلوف و کونوا (1983) شناسایی و روی هر میزبان یک نسل پرورش داده شدند. نسل دوم این زنبورها در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

سن‌های بالغ *G. lineatum* و *G. semipunctatum* نیز از همان محل از روی چتریان مختلف جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل و با روش ذیل پرورش داده شدند. تخم‌های تازه این میزبان‌ها در اختیار زنبورها قرار گرفتند.

### پرورش حشرات

حشرات کامل *G. lineatum* و *G. semipunctatum* روی بذور گلپر و شوید در داخل ظروف پلاستیکی مکعب‌مستطیلی‌شکل (6×14×20 سانتی‌متر) در آزمایشگاه در دمای 2 ± 25 °C، رطوبت نسبی 10±40 درصد و دوره نوری 16 ساعت روشنایی در شبانه‌روز نگه‌داری شدند. تخم این سن‌ها به‌طور روزانه جمع‌آوری و تحت شرایط مشابه در اختیار حشرات کامل زنبور *T. grandis* که از تخم‌های پارازیته شده در مزارع گندم به‌دست آمده بودند، قرار داده شدند.

برای پرورش و نگهداری زنبورها از شیشه‌های پنی‌سیلین 10 سانتی‌مترمکعبی و برای تغذیه آن‌ها از قطرات ریز عسل که روی یک نوار کاغذی گذاشته می‌شد، استفاده گردید.

### نحوه انجام آزمایش‌ها و تجزیه داده‌ها

حدود 200 تخم تازه از هر میزبان با عمر کمتر از 24 ساعت، به‌مدت یک شبانه‌روز در اختیار زنبورهای24 ساعته نسل دوم قرار گرفتند. تخم‌های پارازیته هر میزبان به سه گروه مساوی تقسیم شدند که هر گروه در یک اتاقک رشد با دمای 23، 26 یا 1±29 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 10±50 درصد و دوره نوری 16 ساعت روشنایی در شبانه‌روز قرار داده شدند. این دماها بر اساس یک آزمایش اولیه برای تعیین حدود مرجح دمایی *T. grandis* انتخاب شدند. بعد از ظهور زنبورهای نسل جدید، هر زنبور ماده به‌مدت 24 ساعت با یک نر در یک شیشه پنی‌سیلین نگه‌داری شد که درب آن با یک پوشش پلاستیکی محکم بسته شده بود. این درپوش یک سوراخ 3×3 میلی‌متری داشت که با توری 50 مش پوشانده شده بود. پس از این مدت، نرها از شیشه‌ها بیرون آورده شدند و در شیشه مشابه دیگری تا پایان

Archive of SID

www.SID.ir

عمر نگه‌داری گردید. ماده‌ها نیز تا پایان عمر در همان شیشه‌ها نگهداری گردیدند، در حالی که تخم‌های تازه میزبان هر روز در اختیار آن‌ها قرار داده می‌شد (100 تخم در روزهای اول، دوم، سوم و 50 تخم در سایر روزها).

طول مجموع مراحل نابالغ به‌تفکیک نر و ماده از زمان پارازیتیسم تخم میزبان توسط افراد ماده تا خروج زنبورهای نسل جدید بر حسب روز، طول عمر نر و ماده از زمان ظهور حشرات کامل تا مرگ آن‌ها بر حسب روز و زادآوری کل هر ماده بر حسب تعداد تخم‌های پارازیته شده میزبان در طول عمر هر ماده مورد بررسی قرار گرفت. درضمن، تخم‌های پارازیته تا زمان خروج پارازیتوییدها نگه‌داری و پس از خروج، جنسیت فرزندان تعیین و میزان دخترزایی مورد بررسی قرار گرفت.

برای بررسی اثر حرارت بر زمان رشد و نمو، طول عمر و زادآوری زنبور *T. grandis*، از طرح فاکتوریل با دو عامل دما (در سه سطح) و میزبان (در دو سطح) با طرح پایه کاملاً تصادفی نامتعادل (به دلیل وقوع تلفات) استفاده گردید. در مورد زمان نشوونما و طول عمر، جنسیت پارازیتویید به‌عنوان عامل سوم (در دو سطح) افزوده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در هر دو سطح احتمال 1 و 5 درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS Institute 1999) انجام گرفت. سرعت نشوونمای هر فرد با معکوس نمودن زمان نشوونما محاسبه، رابطه آن با حرارت با استفاده از رگرسیون خطی و لجستیک به تفکیک نر و ماده در هر میزبان بررسی و آستانه‌های دمایی و ثابت دمایی با استفاده از مدل خطی تعیین شد. در این مدل عکس شیب خط معرف ثابت دمایی و طول از مبداء بیان‌گر آستانه پایین دمایی رشد است. رابطه میزان پروتئین کل نمونه‌ها با آستانه و ثابت دمایی نشوونما نیز با رگرسیون خطی بررسی شد. برای برآورد فراسنجه‌های مدل و رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

**تعیین میزان پروتئین کل تخم میزبان**

برای انجام این آزمایش از روش برادفورد (1976) استفاده شد. برای سنجش میزان پروتئین کل نمونه‌ها، ابتدا 50 تخم از هر میزبان (دو گونه *Graphosoma* و سن گندم) در یک میلی‌لیتر بافر فسفات (pH= 7)، هموژنیزه و به‌مدت 10 دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. از این محلول برای تعیین پروتئین کل استفاده گردید. به‌این منظور، با استفاده از غلظت‌های مختلف سرم پروتئین آلبومین گاوی (BSA) منحنی‌های استاندارد رسم و از روی آن‌ها مقدار پروتئین نمونه‌های مجهول تعیین گردید. جذب در دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج 595 نانومتر قرائت گردید.

## نتایج و بحث

**زادآوری**

اثر دما و میزبان بر زادآوری کل تفاوت معنی‌داری نداشت ولی اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود (جدول1).

میانگین کل زادآوری پارازیتوییدروی *G. semipunctatum* با 6/70 ± 86/64 بیش از *G. lineatum* با 6/93 ± 74/03 بود. میانگین زادآوری در سه دمای 23، 26 و 29 درجه سانتی‌گراد روی دو میزبان به‌تفکیک در جدول 2 نمایش داده شده است. از این مشاهدات می‌توان نتیجه گرفت که زنبور *T. grandis* در دماهای مختلف روی میزبان‌های متفاوت عملکرد بهتری نشان می‌دهد، به‌طوری‌که در دو دمای پایینی روی *G. semipunctatum* و در دمای بالایی روی *G. lineatum* زادآوری بیشتری داشت.

اثر دما و میزبان در ماده‌زایی زنبور معنی‌دار نبودند، ولی تفاوت اثر متقابل دما و میزبان معنی‌دار بود. میانگین کل فرزندان ماده روی *G. semipunctatum* برابر 5/48 ± 47/52 و روی *G. lineatum* برابر 6/00 ± 51/94 ماده/ماده برآورد شد. تعداد نتاج ماده در سه دمای 23، 26 و 29 درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب در دو گونه در جدول 2 نشان داده شده است. با توجه به مشابهت تعداد فرزندان ماده روی هر دو میزبان در مجموع سه دما، معنی‌دار بودن اثرات متقابل ممکن است به‌دلیل توزیع نامساوی ماده‌های غیربارور و خطای نوع اول حادث شده باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

**دوره نشوونمای نابالغ**

اثر دما روی دوره نابالغ در سطح یک درصد معنی‌دار، اثر میزبان در سطح پنج درصد معنی‌دار و اثر جنس نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل دما و جنس و نیز اثر متقابل جنس و میزبان غیر معنی‌دار، ولی اثر متقابل دما و میزبان معنی‌دار برآورد شد. اثر متقابل سه عامل دما، جنس و میزبان معنی‌دار نبود (جدول1). میانگین طول دوره نابالغی بدون در نظرگرفتن جنسیت زنبور و نوع میزبان، به‌ترتیب افزایش دما 0/35± 18/48، 0/34±11/75 و 0/23±8/55 روز محاسبه شد. میانگین طول دوره نابالغی نرها (متوسط تمام تیمارها) 1/6 روز کوتاه‌تر از ماده‌ها بود. در دو دمای پایینی، نشوونما روی *G. lineatum* طولانی‌تر ولی در دمای بالایی کوتاه‌تر از *G. semipunctatum* بود (جدول2).

**طول عمر حشرات کامل**

اثر دما بر طول عمر حشرات کامل در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان نداد، ولی اثر میزبان و جنس غیرمعنی‌دار بود. اثر متقابل دما و جنس در سطح یک درصد معنی‌دار، اثر متقابل میزبان و جنس غیرمعنی‌دار و اثر متقابل دما و میزبان در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل دما، گونه و جنس نیز در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول1).

میانگین کل دوره بالغ روی *G. semipunctatum* در تمام تیمارها بیش از *G. lineatum* بود که با افزایش دما این اختلاف بیشتر شد، به‌طوری‌که در 23 درجه 2/6 روز، در 26 درجه 4/3 و در 29 درجه 12/3 روز به‌دست آمد. معدل آن در سه دما بدون در نظر گرفتن میزبان 5/38± 36/79، 3/95 ± 21/36 و 2/4 ± 16/83 روز بود. این کمیت برای نرها بدون تفکیک تیمارها 1/3 روز بلندتر از ماده‌ها بود. طول عمر حشرات بالغ به‌تفکیک جنس و میزبان در جدول 2 نشان داده شده است. یک نکته قابل تأمل، طول عمر غیرعادی نرها در 26 درجه بود که به‌طور متوسط با 33/67 روز عمر، 15/67 روز بیشتر از ماده‌ها بود.

اختلاف مشابهی در 23 درجه، تنها روی *G. lineatum* دیده شد. این اختلاف‌ها با تعداد کم تکرار در نرها مرتبط می‌باشند که به‌دلیل سازوکار خاص تعیین جنسیت، همواره نسبت کمی از فرزندان، نر می‌باشند (همیلتون 1967) بنابراین، تعداد تکرار کافی برای قضاوت آماری صحیح و دقیق فراهم نمی‌نمایند.

**سرعت نشوونما**

آستانه پایین دمایی برای رشد زنبور *T. grandis* روی تخم‌های *G. semipunctatum* بر اساس مدل خطی برای نرها و ماده‌ها به‌ترتیب 17/11 و 16/82 درجه سانتی‌گراد برآورد شد. این آستانه‌ها نسبت به زنبورهایی که روی *G. lineatum* پرورش یافتند پایین‌تر بود (برای نرها و ماده‌ها به‌ترتیب 18/82 و 18/47 درجه سانتی‌گراد). هم‌چنین نیاز دمایی یا ثابت دمایی برای رشد کامل این زنبورها روی تخم‌های *G. semipunctatum* برای نرها و ماده‌ها به‌ترتیب 97/09 و 109/89 درجه-روز و برای زنبورهای پرورش‌یافته روی تخم‌های *G. lineatum* به‌ترتیب 76/33 و 91/74 درجه-روز محاسبه گردید. آستانه دمایی رشد برای نرها کمی بالاتر از ماده‌ها می‌باشد ولی چون نیاز دمایی آن‌ها کمتر است، چند ساعتی زودتر از ماده‌ها متولد می‌شوند (شکل1). تفاوت بین ماده‌هایی که از میزبان‌های مختلف به‌عمل آمده بودند از نظر شیب افزایشی سرعت نشوونما با دما معنی‌دار بود (t=3/57، df=33+31-4=60، P<0/001). تفاوت‌های مشابهی بین نرها (t=3/57، df=18=4-11+11، P=0/002) و بین نر و ماده (t=2/29، df=38=4-11+31، P=0/022 برای نر و ماده پرورش یافته در *G. lineatum* و t=3/66، 33+11-4=40، P<0/001 برای نر و ماده پرورش یافته در *G. semipunctatum*) مشاهده گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول1-تجزیه واریانس زادآوری، ماده‌زایی، دوره نشوونمای مراحل نابالغ و طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور *T. grandis* در سه دما روی دو میزبان مختلف

| متغیر | منبع تغییر | میانگین مربعات | درجه آزادی صورت | آماره F | سطح احتمال P |
|---|---|---|---|---|---|
| زادآوری | دما | 878/04 | 2 | 0/63 | 0/54 |
| | میزبان | 2130/95 | 1 | 1/53 | 0/22 |
| | دما×میزبان | 7548/05 | 2 | 5/43 | 0/007 |
| تعداد فرزندان ماده | دما | 45/05 | 2 | 0/06 | 0/94 |
| | میزبان | 6/87 | 1 | 0/01 | 0/92 |
| | دما×میزبان | 5861/69 | 2 | 8/13 | 0/001 |
| دوره نشوونما | دما | 568/46 | 2 | 955/09 | <0/001 |
| | میزبان | 3/76 | 1 | 6/32 | 0/014 |
| | جنس | 20/86 | 1 | 35/05 | <0/001 |
| | دما×میزبان | 0/28 | 2 | 12/53 | <0/001 |
| | دما×جنس | 0/066 | 2 | 0/46 | 0/63 |
| | جنس×میزبان | 7/46 | 1 | 0/11 | 0/74 |
| | دما×میزبان×جنس | 0/33 | 2 | 0/56 | 0/57 |
| طول عمر حشرات کامل | دما | 2155/09 | 2 | 23/34 | <0/001 |
| | میزبان | 254/10 | 1 | 2/75 | 0/10 |
| | جنس | 219/54 | 1 | 2/38 | 0/13 |
| | دما×میزبان | 534/46 | 2 | 4/26 | 0/018 |
| | دما×جنس | 362/56 | 2 | 5/79 | 0/005 |
| | جنس×میزبان | 393/54 | 1 | 3/93 | 0/051 |
| | دما×میزبان×جنس | 432/17 | 2 | 4/68 | 0/012 |

مدل لجستیک نیز به داده‌های نشوونمای وابسته به حرارت برازش داده شد و با مدل خطی اختلاف کمی نشان داد، به‌طوری‌که پیش‌بینی‌های دو مدل در اغلب دماها با یکدیگر هم‌خوانی مناسبی داشتند. فراسنجه‌های مدل لجستیک برای زنبور *T. grandis* پرورش‌یافته روی تخم‌های *G. semipunctatum* برای نرها a=7/4937، b=0/3077 و K=0/1502 و برای ماده‌ها a=7/1751، b=0/2945 و K=0/1379 بود. این فراسنجه‌ها درمورد زنبورهایی که روی تخم‌های *G. lineatum* پرورش یافتند، به‌ترتیب برای نرها a=8/1747، b=0/3196 و K=0/1756 و برای ماده‌ها a=6/2165، b=0/2179 و K=0/2212 برآورد گردید.

آستانه دمایی رشد زنبورهای پرورش‌یافته روی سن‌های *Graphosoma* در این بررسی بیش از آستانه‌ی دمایی زنبورهای پرورش‌یافته روی تخم‌های سن گندم *Eurygaster integriceps* در بررسی‌های ایرانی‌پور و همکاران (2010) و نیاز دمایی آن‌ها کمتر است. این آستانه برای جمعیت مشابه در کارهای آن‌ها، 12/46 و 12/08 °C و دمای مؤثر 143/08 و 162/81 درجه-روز به‌ترتیب برای نر و ماده بود. از طرفی نتایج حاصل از آزمایش برادفورد (1976) نشان داد که مقدار پروتئین کل تخم‌های سن‌های *G. lineatum* بیش از *G. semipunctatum* و آن هم بیش از *E. integriceps* می‌باشد (به‌ترتیب 2/14، 2/03 و 1/64 میلی‌گرم بر میلی-لیتر). بدین ترتیب به‌نظر می‌رسد که تفاوت در سرعت

Archive of SID

www.SID.ir

رشد این زنبور در میزبان‌های مختلف به پروتئین کل تخم‌های میزبان مربوط باشد (شکل2). در واقع، این عامل به‌تنهایی بیش از 99 درصد تغییرات آستانه و دمای مؤثر را توضیح داد (y=12/64x-8/37، $R^2$=0/975 برای رابطه غلظت پروتئین با آستانه دمایی و y=-132/39x+362/35، $R^2$=0/9916 برای رابطه آن با دمای مؤثر). سه نمودار در حدود 26/5 درجه (26/3 تا 26/78 برای هر جفت نمودارها) با هم تلاقی می‌نمایند که به‌معنی رشد مساوی روی سه میزبان در این دما است. به‌عبارت دیگر، نشوونمای پارازیتویید در این دما مستقل از کیفیت میزبان عمل می‌کند و می‌توان آن را دمای بهینه برای نشوونمای زنبور در نظر گرفت.

کاراساوران (1999) صفر فیزیولوژیک و ثابت حرارتی *G. semipunctatum* را به‌ترتیب 8/14°C و 420/7 درجه- روز به‌دست آورد و ایرانی‌پور و همکاران (1381) نیز صفر فیزیولژیک و ثابت حرارتی مجموع مراحل نابالغ سن گندم را 18/85°C و 275/26 درجه- روز برآورد کردند. بر اساس این بررسی‌ها زنبور *T. grandis* فعالیتش را زودتر از سن گندم و دیرتر از گرافوزوما شروع می‌کند ولی نیاز دمایی آن کمتر از هر دو میزبان و البته بیش‌تر از مرحله تخم میزبان است که مورد حمله پارازیتویید قرار می‌گیرد.

عسگری و خرازی پاکدل (1377) زنبور *T. grandis* را روی تخم‌های سن *G. lineatum* در دمای 1± 28 °C پرورش دادند. تعداد تخم، بیشترین طول عمر نرها و ماده‌ها به ترتیب 101/75 تخم، 14/75 و 24 روز در نسل سوم برآورد شد. این فراسنجه‌ها در بررسی حاضر در دمای 1±29 °C به‌ترتیب 91/9 تخم، 18/6 و 19/5 روز برآورد شد که هم‌خوانی نسبی با یافته‌های آن‌ها دارد.

نوزاد بناب (1387) آستانه پایین حرارتی، ثابت دمایی، زادآوری و ماده‌زایی زنبورهای ماده *T. grandis* را روی سن گندم *E. integriceps* در دو جمعیت بررسی کرد که این کمیت‌ها و بیشینه زادآوری و ماده‌زایی در جمعیت بناب به‌ترتیب 12/08°C، 162/81 درجه- روز، 117/71 تخم و 62/42 ماده و برای جمعیت قراملک 14/49°C، 124/58 درجه-روز، 90/33 تخم و 84/26 ماده به‌دست آورد. به‌طوری‌که ملاحظه می‌شود، علاوه بر گونه میزبان، جمعیت خود زنبور نیز حتی روی یک میزبان از نظر خصوصیات نشوونمایی تفاوت نشان می‌دهد.

در این بررسی بیشترین زادآوری و ماده‌زایی زنبور روی *G. lineatum* در 29°C و در میزبان دیگر در 26°C به‌وقوع پیوست. در بررسی‌های نوزاد بناب (1387)، بیشترین مقدار این کمیت‌ها روی سن گندم در دو جمعیت مختلف در دو دمای مختلف (26 و 20 درجه به‌ترتیب در جمعیت‌های قراملک و بناب) حادث شد. به‌طوری‌که مشاهده می‌شود، کمترین ثابت دمایی این زنبور روی *G. lineatum*، بیشترین زادآوری و ماده‌زایی روی *E. integriceps* و بیشترین زادآوری در میزبان‌های مختلف در دماهای متفاوت اتفاق افتاده است. بنابراین به‌نظر می‌رسد هر یک از این میزبان‌ها مزیت‌هایی نسبت به دیگری داشته باشند، اما با توجه به نداشتن دیاپوز، دو گونه‌ی گرافوزوما برای پرورش آزمایشگاهی مناسب‌تر و در بین آن دو نیز گونه *G. lineatum* مناسب‌تر است (عسگری 1383).

طبق یافته‌های سالرنو و همکاران (2006)، *T. basalis* (Wollaston) از میان چند گونه میزبان از خانواده Pentatomidae شامل *Nezara viridula*, *Eurydema ventrale*, *Murgantra histrionica* و *Graphosoma semipunctatum*، تخم‌های *G. semipunctatum* را به بقیه ترجیح می‌دهد. مواد فرار و شکل ظاهری تخم‌ها عامل این ترجیح شناخته شد. در بررسی حاضر نیز هر دو گونه *Graphosoma* با تأمین نشوونمای سریع‌تر زنبور *T. grandis*، نشان دادند که در مقایسه با تخم‌های سن گندم میزبان مناسب‌تری برای این زنبور می‌باشند.

به‌طوری‌که در این مطالعه مشخص گردید، کیفیت میزبان بر خصوصیات نشوونمایی زنبور پارازیتویید تأثیر می‌گذارند. در مورد اثر میزبان و کیفیت آن روی پارازیتوییدها در شته‌ها مطالعه‌های بیشتری انجام گرفته است. سیلوا و همکاران (2011) آزمایشی را برای ارزیابی کیفیت چند گونه شته *Myzus persicae* (Sulzer)، *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) و *Brevicoryne brassicae* (L.) به‌عنوان میزبان زنبور

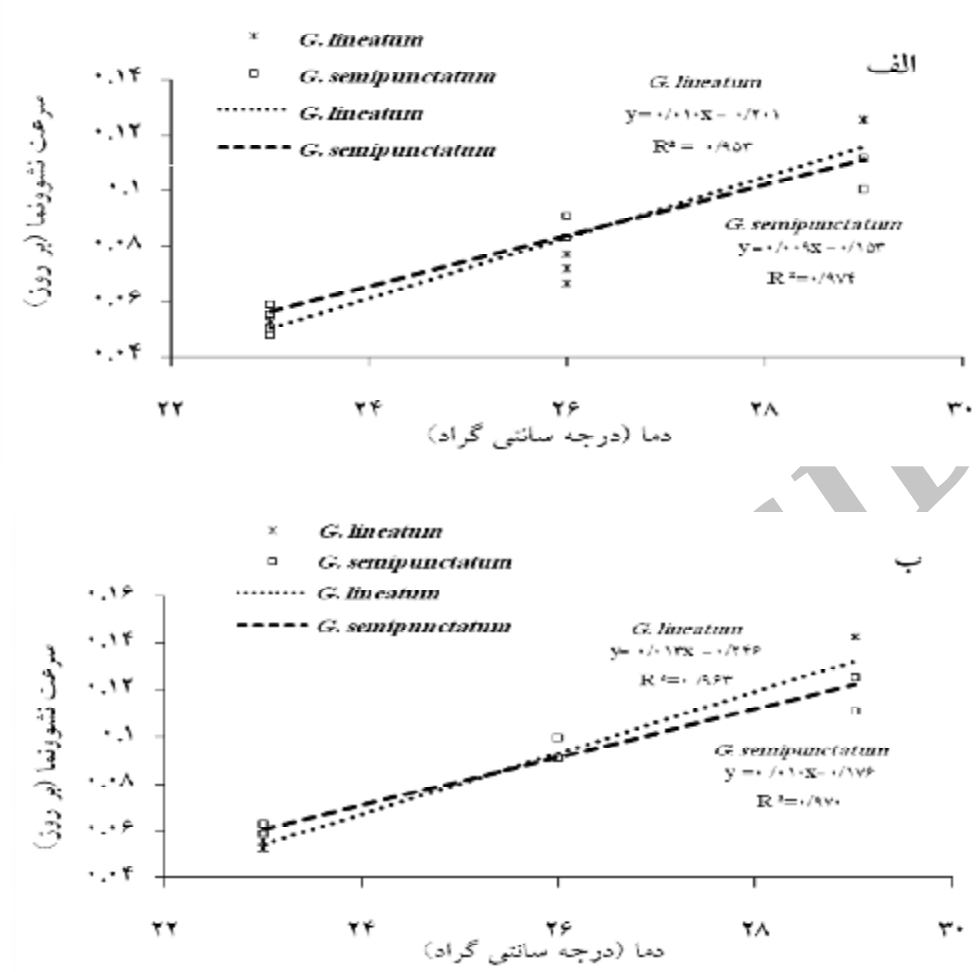
Archive of SID
www.SID.ir

جدول2-میانگین زادآوری، ماده‌زایی، دوره نشوونمای مراحل نابالغ و طول عمر حشرات کامل نر و ماده زنبور *T. grandis* در سه دما روی دو میزبان مختلف

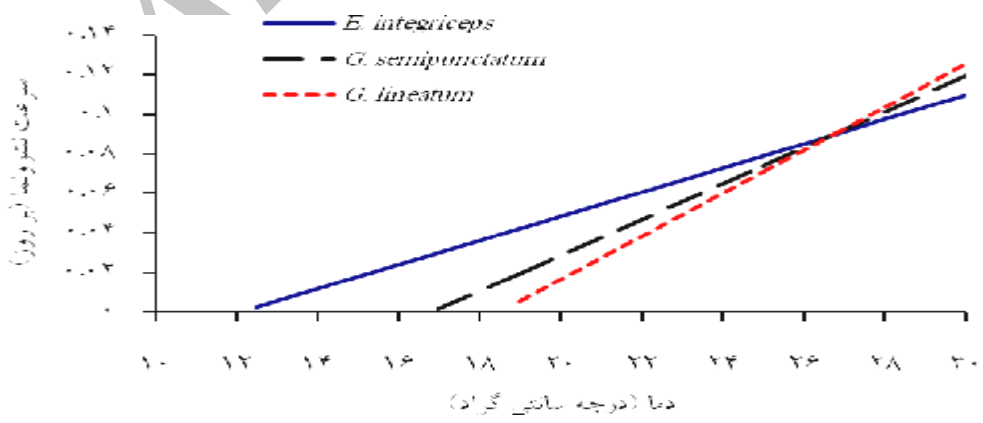
| متغیر | میزبان | دما (درجه سانتی‌گراد) 23 ماده | 23 نر | 26 ماده | 26 نر | 29 ماده | 29 نر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زادآوری | *Graphosoma semipunctatum* | 87/83 ± 13/56 (n=12) | - | 109/4 ± 12/65 (n=10) | - | 59/78 ± 6/86 (n=9) | - |
| | *Graphosoma lineatum* | 63/89 ± 10/15 (n=9) | - | 65/3 ± 13/33 (n=10) | - | 91/9 ± 10/36 (n=10) | - |
| تعداد فرزندان ماده | *Graphosoma semipunctatum* | 58/64 ± 10/46 (n=10) | - | 76/81 ± 19/43 (n=5) | - | 32/08 ± 5/50 (n=9) | - |
| | *Graphosoma lineatum* | 55/83 ± 7/15 (n=7) | - | 33/88 ±9/60 (n=10) | - | 75/37 ±5/09 (n=5) | - |
| دوره نشوونما (روز) | *Graphosoma semipunctatum* | 18/08±0/36 (n=12) | 16/75±0/25 (n=4) | 11/73±0/14 (n=11) | 10/67±0/33 (n=3) | 9/1±0/10 (n=10) | 8/25±0/25 (n=4) |
| | *Graphosoma lineatum* | 19/6±0/16 (n=10) | 18/67±0/33 (n=3) | 12/36±0/37 (n=11) | 10/67±0/33 (n=3) | 8/6±0/16 (n=10) | 7/6±0/24 (n=5) |
| طول عمر حشرات کامل (روز) | *Graphosoma semipunctatum* | 42/33 ± 3/61 (n=12) | 24/75 ± 5/25 (n=4) | 19/54 ± 2/3 (n=11) | 38/00 ± 8/96 (n=3) | 24/3 ± 0/89 (n=10) | 20/25 ± 1/49 (n=4) |
| | *Graphosoma lineatum* | 32/5 ± 5/23 (n=10) | 45/00 ± 4/04 (n=3) | 16/45 ± 2/6 (n=11) | 29/33 ± 6/11 (n=3) | 10/9 ± 0/78 (n=10) | 11/00 ± 1/3 (n=5) |

Archive of SID

www.SID.ir




شکل 1- رابطه خطی بین سرعت نشوونمای زنبور پارازیتویید *T. grandis* با دما به‌تفکیک ماده (الف) و نر (ب) روی دو میزبان




شکل 2- تغییرات سرعت نشوونمای *T. grandis* با دما روی سه میزبان مختلف

www.SID.ir

براکنید (Mclntosh) *Diaeretiella rapae* انجام دادند و مشاهده کردند که سرعت نشوونما و درصد پارازیتیسم در میزبان بزرگ‌تر یعنی *M. persicae* بیشترین بود ولی نسبت جنسی، تفریخ و طول عمر بین سه گونه تفاوت معنی‌داری نداشت. سیدنی و همکاران (2010) نیز طی یک بررسی چند گونه شته *Aulacorthum solani* (Kaltenbach)، *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) و *Acyrthosiphon kondoi* Shinji را در معرض زنبور پارازیتویید براکنید *Aphidius ervi* Haliday قرار دادند. آن‌ها مشاهده کردند که زنبور، شته‌های کوچک *A. kondoi* را به‌عنوان میزبان ترجیح نمی‌دهد و میزان پارازیتیسم و اندازه نتاج حاصل از این میزبان به‌طور معنی‌داری پایین بود. دو شته دیگر و به‌ویژه *M. euphorbiae* که بزرگ‌ترین شته بود، میزبان مناسبی برای این زنبور بودند. به‌دلیل تفاوتی که در شایستگی نتاج زنبور از اختلاف بین گونه میزبان‌ها پدید می‌آید، زنبور مادر مناسب‌ترین میزبان را برای تخم‌ریزی انتخاب می‌کند. در یک آزمایش مشابه دیگر سامپایو و همکاران (2008) پنج گونه شته را به‌عنوان میزبان در معرض زنبور براکنید *Aphidius colemani* Viereck قرار دادند و شتهی *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) را مناسب‌ترین میزبان و *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) را نامناسب‌ترین آن‌ها یافتند. این دو میزبان به‌ترتیب بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین گونه بودند. آن‌ها عنوان کردند که کیفیت غذایی گونه‌های مختلف، بیش از اندازه میزبان در موفقیت پارازیتیسم مهم است، زیرا *M. persicae* با داشتن اندازه مشابه با *R. maidis*، درصد پارازیتیسم پایین‌تری را نشان داد.

هاروی و گولز (1998) نیز با انجام مطالعه‌ای درباره نشوونمای زنبور *Muscidifurax raptorellus* (Hym.: Pteromalidae) روی دو گونه مگس میزبان، *Musca domestica* Linnaeus با تخم‌های کوچک‌تر و *Calliphora vomitoria* Linnaeus با تخم‌های درشت‌تر، به این نتیجه رسیدند که تفاوت میزبانی می‌تواند سرعت نشوونما و نسبت جنسی را تحت تأثیر قرار دهد. آن‌ها مشاهده کردند که زنبور، در تخم‌های کوچک‌تر میزبان تعداد تخم کمتری می‌گذارد و بیشتر نتاج نر تولید می‌کند. با این‌که *M. domestica* تخم‌های کوچک‌تری داشت اما سرعت نشوونمای پارازیتوییدها در این میزبان نسبت به میزبان دیگر بیشتر بود. بنابراین اندازه تخم‌های میزبان و مواد تغذیه‌ای آن‌ها هر دو در شایستگی پارازیتوییدها و جنسیت آن‌ها مهم است. در بررسی حاضر نیز تفاوت میزبانی تأثیر به‌سزایی در زادآوری ماده‌ها داشت. یکی از دلایل احتمالی این است که تخم‌های *G. semipunctatum* بزرگ‌تر از تخم‌های *G. lineatum* هستند و مواد غذایی بیشتر و با کیفیت‌تری را در دسترس پارازیتویید قرار می‌دهند. زادآوری و ماده‌زایی در *G. semipunctatum* بیش از *G. lineatum*، و آن هم بیش از سن گندم *E. integriceps* با میانگین 55/80 تخم و 22/52 فرزند ماده در بررسی‌های نوزاد بناب (1387) گزارش گردید.

یافته‌های هاکرمن و همکاران (2007) که زنبور *Hyssopus pallidus* Askew را روی دو میزبان کوچک *Cydia pomonella* L. و بزرگ *Cydia molesta* Busck پرورش دادند، حاکی از این بود که اندازه میزبان بیان‌گر کیفیت آن نیست. در این بررسی تعداد نتاج و وزن زنبورها به‌ازای واحد وزن میزبان، روی میزبان کوچک‌تر بیشتر بود، اما نسبت جنسی و طول عمر تحت تأثیر تفاوت میزبانی قرار نگرفت. به‌نظر می‌رسد هر دو میزبان، با وجود اندازه متفاوت، کیفیت تقریباً یکسانی برای زنبور داشته‌اند.

باربوسا و همکاران (1982) زنبور پارازیتویید *Apanteles congregatus* (Say) از خانواده Braconidae را روی کرم شاخدار توتون پرورش دادند و نشان دادند که وقتی این آفت روی توتون پرورش می‌یابد، نیکوتین در بدنش ذخیره شده، باعث کاهش شایستگی پارازیتویید از طریق کاهش تعداد شفیره، درصد ظهور حشره کامل و سرعت نشوونما می‌گردد. بر همین اساس، گرین بلات و باربوسا (1981) ثابت کردند که کیفیت گیاه میزبان در حشره گیاه‌خوار، روی متابولیسم، اندازه، وزن هنگام ظهور، نسبت جنسی و زمان نشوونمای پارازیتوییدها تأثیر می‌گذارد. این مطلب را می‌توان به گونه میزبان نیز بسط داد، به‌طوری‌که تفاوت در بیوشیمی گونه میزبان (چه در میزبان‌هایی که از

Archive of SID

www.SID.ir

غذای مشترکی استفاده می‌کنند مانند دو گونه گرافوزوما در این بررسی و چه آن‌هایی که از غذاهای متفاوت تغذیه می‌نمایند مانند سن گندم در مقایسه با گرافوزوما) سبب تغییر زمان نشوونمای پارازیتویید می‌شود. آزمایش برادفورد (1976) نیز پایه بیوشیمیایی این تغییر را تأیید می‌نماید. ناتان و همکاران (2006) نیز با پرورش *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lep.: Galleridae) روی چهار گونه از غلات (ارزن ، گندم، برنج و سورگوم)، نتایج مشابهی را در گونه‌های گیاه‌خوار در ارتباط با محتوای لیپید جیره مشاهده نمودند. آن‌ها هم‌چنین نشان دادند که شب‌پره‌های پرورش یافته روی ارزن، میزبان مناسب‌تری برای زنبور *Trichogramma chilonis* Ishii می‌باشند.

به‌عنوان جمع‌بندی باید اظهار داشت که دما و غذا دو عامل اصلی تأثیرگذار بر نشوونمای حشرات هستند که در تمام حشرات اعم از گیاه‌خوار و پارازیتویید تأثیر می‌گذارند. اثر تغذیه در پارازیتویید از طریق میزبان اعمال می‌شود که کیفیت بیوشیمیایی آن در سرعت نشو و نما اثر می‌گذارد. این مسأله از طریق گونه‌های مختلف میزبان یا نوع غذایی که یک میزبان از آن تغذیه می‌کند حاصل می‌شود. درضمن، در شرایط دمایی متفاوت، میزبان‌های مختلفی مزیت پیدا می‌کنند که می‌تواند در انتخاب میزبان مناسب برای شرایط متفاوت تعیین‌کننده باشد.

**سپاسگزاری**

هزینه‌ی این بررسی از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه تبریز تأمین گردید. از مرکز تحقیقات پزشکی دارویی پشمینه به‌خاطر یاری در تجزیه محتوای پروتئین تخم‌های میزبان و دکتر داوود محمدی به‌دلیل مساعدت‌های ارزنده قدردانی می‌گردد.

**منابع**

ایرانی‌پور ش، 1375. بررسی تغییرات فصلی جمعیت زنبورهای پارازیتویید تخم سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) در کرج، کمال‌آباد و فشند. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.

ایرانی پور ش، خرازی پاکدل ع، اسماعیلی م و رجبی غ، 1377. معرفی دو گونه از زنبورهای انگل تخم سن‌های پنتاتومید از جنس *Trissolcus* (Hym., Scelionidae) برای ایران. جلد 1-آفات، صفحه 4 خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، آموزشکده کشاورزی کرج.

ایرانی‌پور ش، خرازی پاکدل ع، رجبی غ، رسولیان غ و کریم مجنی ح، 1381. تلفات ویژه سنی و تغییرات سرعت نشوونمای مراحل نابالغ سن گندم *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) در چهار دمای ثابت آزمایشگاهی. آفات و بیماریهای گیاهی، جلد70 شماره2، صفحه‌های 1 تا 17.

حق‌شناس ع، 1383. حفظ و حمایت از زنبورهای پارازیتوئید سن گندم (*Eurygaster integriceps* Put.) در استان چهارمحال و بختیاری. جلد 1- آفات، صفحه 5 خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه تبریز، تبریز.

خانجانی م، 1383. آفات گیاهان زراعی ایران. انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان.

رجبی غ، 1382. اکولوژی حشرات با توجه به شرایط ایران و با تأکید بر نکات کاربردی. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران.

رجبی غ و امیرنظری م، 1367. بررسی زنبورهای پارازیت تخم سن گندم در بخش مرکزی فلات ایران. آفات و بیماریهای گیاهی، جلد 56، صفحه‌های 1 تا 12.

شجاعی م، 1347. نتایج بررسی فون زنبورهای پارازیت (Hym., Terebrants) در ایران و اهمیت استفاده از آن‌ها در مبارزه بیولوژیک. صفحه‌های 178 تا 184 گزارش اولین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.

شجاعی م، 1367. حشره شناسی (جلد 3- اتولوژی، زندگی اجتماعی، دشمنان طبیعی «مبارزه بیولوژیک»). انتشارات دانشگاه تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

عسگری ش، 1383. مقایسه پارامترهای جمعیتی زنبور پارازیتویید *Trissolcus semistriatus* روی تخم‌های سن گرافوزوما و سن گندم جهت تعیین تناسب میزبانی آن‌ها. جلد1- آفات، صفحه 38 ،خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه تبریز، تبریز.

عسگری ش، و خرازی‌پاکدل ع، 1377. ارزیابی پارامترهای بیولوژیک زنبور پارازیتویید تخم سن گندم *Trissolcus grandis* (Thom.) (Hym.; Scelionidae) طی نسل-های متوالی آزمایشگاهی. جلد 1-آفات، صفحه 28 خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره‌ی گیاهپزشکی ایران، آموزشکده کشاورزی کرج.

فرحبخش ق، 1340. فهرست آفات مهم و فرآورده‌های کشاورزی ایران. نشریه حفظ نباتات، وزارت کشاورزی، 1: 153.

مدرس اول م، 1373. فهرست آفات کشاورزی ایران و دشمنان طبیعی آن‌ها. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

نوزاد بناب ز، 1387. اثر دما روی نشوونما، زادآوری و طول عمر پارازیتویید تخم سن گندم *Trissolcus grandis* (Hym: Scelionidae) Thomson. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

Andrewartha HG and Birch LC, 1954. The Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago Press, Chicago.

Arakawa R and Namura Y, 2002. Effects of temperature on development of three *Trissolcus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae), egg parasitoids of the brown marmoratid stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). Entomological Science 5: 215-218.

Austin AD, 2008. The fecundity, development and host relationships of *Ceratobaeus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae), parasites of spider eggs. Ecological Entomology 9: 125-138.

Barbosa P, Saunders JA and Waldvogel M, 1982. Plant-mediated variation in herbivore suitability and parasitoid fitness. Pp. 63-71 Proceedings of 5th International Symposium of Insect –Plant Relationschips, Wageningen.

Bradford MM, 1976. A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annual Review of Biochemistry 72: 248-254.

Bueno RCO, Carneiro TR, Pratissoli D, Bueno ADF and Fernandes A, 2008. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. Ciência Rural, Santa Maria 33: 1-6.

Canto-Silva CR, Romanowski HP and Redaelli LR, 2005. Effect of temperature on the development and viability of *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae) eggs. Brazilian Journal of Biology 65: 78-83.

Cividanes FJ, Figueiredo JG and Carvalho DR, 1998. Prediction of the emergence of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) and *Telenomus podisi* Ashmead (Hym: Scelionidae) in the field. Scientia Agricola 55: 43-47.

Davies AP, Ceballo FA and Walter GH, 2004. Is the potential of *Coccidoxenoides perminutus*, a mealybug parasitoid, limited by climatic or nutritional factors? Biological Control 31: 181-188.

Dent DR, 1997. Quntifying insect populations: estimate and parameters. Pp. 57-109 In: Dent DR and Walton MP (eds.), Methods in Ecological and Agricultural Entomology. CAB International, Wallingford, UK.

El-Bouhssini M, Abdulhai M and Bobi A, 2004. Sunn pest (Hemiptera: Scutelleridae) oviposition and egg parasitism in Syria. Pakistan Journal of Biological Sciences 7: 934-936.

Godfray HCJ, 1994. Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton, New Jersey, Princeton University Press.

Greenblatt JA and Barbosa P, 1981. Effects of hosts diet on two pupal parasitoids of the gypsy moth: *Brachymeria intermedia* (Nees) and *Coccygommimus turionellae* (L.). Journal of Applied Ecology 18: 1-10.

Iranipour S, Nozad BZ and Michaud JP, 2010. Thermal requirements of *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae), egg parasitoid of *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae). European Journal of Entomology 107: 47-53.

Häckermann J, Rott AS and Dorn S, 2007. How two different host species influence the performance of a gregarious parasitoid: host size is not equal to host quality. Journal of Animal Ecology 76: 376-383.

Hamilton, WD, 1967. Extraordinary sex ratios. Science 156: 477-488.

Harvey JA and Gols GJZ, 1998. The influence of host quality on progeny and sex allocation in the pupal ectoparasitoid, *Muscidifurax raptorellus* (Hym.:

Archive of SID

www.SID.ir

Pteromalidae). Bulletin of Entomological Research 88: 299-304.

Harvey JA, Harvey IF and Thompson DJ, 1995. The effect of host nutrition on growth and development of the parasitoid wasp *Venturia canescens*. Entomologia Experimentalis et Applicata 75: 213-220.

James DG and Warren GN, 1991. Effect of temperature on development, survival, longevity and fecundity of *Trissolcus oenone* Dodd (Hym.; Scelionidae). Australian Journal of Entomology 30: 303-306.

Jaros˘ík V, Holý I, Lapchin L and Havelka J, 2003. Sex ratio in the aphid parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) in relation to host size. Bulletin of Entomology Research 93: 255-258.

Jervis MA and Copland MJW, 1996. The life cycle. Pp: 63-161 In: Jervis MA and Kidd NAC (eds) Insect Natural Enemies: Practical Approaches to Their Study and Evaluation. London, Chapman and Hall.

Karasavuran Y, 1999. *Graphosoms semipunctatum* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae)'un bazı biyolojik özellikleri üzerine sicaklığın etkisi. Türkiye Entomoloji Dergisi 23: 277-287.

Kivan M, 2008. Development rate and lower temperature threshold in the eggs of *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutelleridae). Insect Science 15: 163-166.

Kivan M and Kiliç N, 2006a. A comparison of the development time of *Trissolcus rufiventris* (Mayr) and *Trissolcus simoni* Mayr (Hym.: Scelionidae) at three constant temperatures. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 30: 383-386.

Kivan M and Kiliç N, 2006b. Age-specific fecundity and life table of *Trissolcus semistriatus*, an egg parasitoid of the sunn pest *Eurygaster integriceps*. Entomological Science 9: 39–46.

Koçak E and Kilinçer N, 2003. Taxonomic studies on *Trissolcus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae), egg parasitoids of the sunn-pest (Hemiptera: Scutelleridae: *Eurygaster* sp.) in Turkey. Turkish Journal of Zoology 27: 301-317.

Kozlov MA and Kononova SV, 1983. Telenominae of the Fauna of the USSR. Nauka, Leningrad. [in Russian].

Liu Z, Xu B, Li L and Sun J, 2011. Host-size mediated trade-off in a parasitoid *Sclerodermus harmandi*. PLoS ONE 6: 32-40.

Mackauer M, Michaud JP and Völkl W, 1996. Host choice by aphidiid parasitoids (Hymenoptera; Aphidiidae): host recognition, host quality, and host value. The Canadian Entomologist 128: 959–980.

Nathan SS, Kalaivavi KK, Mankin RW and Murugan K, 2006. Effects of millet, wheat, rice and sorghum diets on development of *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lep.: Galleridae) and its suitability as a host for *Trichogramma chilonis* Ishii (Hym.: Trichogrammatidae). Environmental Entomology 35: 784-788.

Nozad BZ and Iranipour S, 2009. Seasonal changes in egg parasitoid fauna of sunn-pest *Eurygaster integriceps* Puton in wheat fields of new Bonab county, Iran. Pp.159-160 Proceedings of 6th Asia-Pacific Congress of Entomology, 18-22 October, Beijing. China..

Oncuer C and Kivan M, 1995. Determination and distribution of *Eurygaster* Lap. species and the biology and natural enemies of *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) in Tekirdağ and surroundings. Turkish Journal of Agricalture and Forestry 19: 223-230.

Orr DB, Boethel DJ and Jones WA, 1985. Development and emergence of *Telenomus chloropus* and *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae) at various temperatures and relative humidities. Annals of the Entomological Society of America 78: 615-619.

Radziwili A. 1987. Ecology of Forest Insects. DRW Junk Publishers, London, UK.

Roitberg BD, Boivin G and Vet L, 2001. Fitness, parasitoids, and biological control: an opinion. The Canadian Entomologist 133: 429–438.

Ruberson JR, Tauber CA and Tauber MJ, 1995. Developmental effects of host and temperature on *Telenomus* spp. (Hym.; Scelionidae) parasitizing chrysopid eggs. Biological Control 5: 245-250.

Sadoyama Y. 2007. Effects of temperature on the development of *Eumicrosoma blissae* (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of the oriental chinch bug, *Cavelerius saccharivorus* Okajima (Heteroptera: Lygaeidae). Japanese Society of Applied Entomology and Zoology 42: 613-617.

Sagarra LA, Vincent C and Stewart RK, 2001. Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). Bulletin of Entomology Research 91: 363–367.

Salerno G, Conti E, Peri E, Colazza S and Bin F, 2006. Kairomone involvement in the host specificity of the egg parasitoid *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae). European Journal of Entomology 103: 311-318.

Sampaio MV, Bueno VHP and De Conti BF, 2008. The effect of the quality and size of host aphid species on the biological characteristics of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). European Journal of Entomology 105: 489-494.

Archive of SID

www.SID.ir

SAS Institute 1999: SAS/STAT User's Guide, Version 9.1.SAS. Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.

Scriber JM and Slansky K, 1981. The nutritional ecology of immature insects. Annual Review of Entomology 26: 183-211.

Sequeira R and Mackauer M, 1993. Nutritional ecology of an insect host-parasitoid association: The pea aphid-*Aphidius ervi* system. Ecology 73: 183-189.

Shahayaraj K and Sathiamoorthi P, 2002. Influence of different diets of *Corcyra cephalonica* on life history of a reduviid predator *Rhynocoris morginotus* (Fab.). Center of Eurpean Agriculture 3: 53-61.

Sidney LA, Bueno VHP, Lins Jr, JC, Silva DB and Sampaio MV, 2010. Quality of different aphids species as hosts for the parasitoid *Aphidius ervi* Haliday (Hym.: Braconidae: Aphidiinae). Neotropical Entomology 39: 45-56.

Silva RJ, Cividanes FJ, Pedroso EC and Sala SR, 2011. Host quality of different aphid species for rearing *Diaeretiella rapae* (McIntosh) (Hymenoptera: Braconidae). Neotropical Entomology 40: 477-482.

Şimşek N, Gùllù M and Yaşarbaş M, 1994. Investigation on the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) natural enemies and their effectiveness in Mediterranean region, Turkey. Pp 155-164 in 3. Biyolojik Mùcadele Kongresi, 25-28 Ocak, Izmir, Tùrkiye.

Torres JB, Musolin DL and Zanuncio JC, 2002. Thermal requirements and parasitism capacity of *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) (Hym: Scelionidae) under constant and fluctuating temperatures, and assessment of development in field conditions. Biological Science and Technology 12: 583-593.

Varley GC, Gradwell GR and Hassell MP, 1973. Insect Population Ecology, an Analytical Approach. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Vinson SB, 1988. Physiological studies of parasitoids reveal new approaches to the biological control of insect pests. ISI Atlas of Science 1: 25-32.

Vinson SB and Iwantsch GF, 1980. Host suitability for insect parasitoids. Annual Review of Entomology 25: 397-419.

Yeargan KV, 1983. Effect of temperature on developmental rate of *Trissolcus euschiti* (Hymenoptera: Scelionidae), a parasite of stink bug eggs. Annals of the Entomological Society of America 76: 757-760.

Archive of SID

www.SID.ir

# Development of *Trissolcus grandis* (Thomson) (Hymenoptera: Scelionidae) on Two Factitious Hosts *Graphosoma lineatum* (L.) and *G. semipunctatum* (F.) (Hemiptera: Scutelleridae) at Three Constant Temperatures

**Z Nozad Bonab[1] and S Iranipour[2]***

[1]PhD Student of Agricultural Entomology, Dept of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Associate Professor, Dept of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
*Corresponding author: shiranipour@tabrizu.ac.ir

Received: 12 Aug 2012 Accepted: 22 Dec 2012

**Abstract**

*Trissolcus grandis* (Thomson) is the most important egg parasitoid of sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton in Iran that easily reared on some other pentatomid eggs such as *Graphosoma* spp. both in laboratory and field conditions. In this study, two factitious hosts, *G. lineatum* (L.) and *G. semipunctatum* (F.) were compared in their effect on development and fecundity of *T. grandis* under three constant temperatures 23, 26 and 29 ± 1 ºC, 50 ± 10% RH, and 16L: 8D h photoperiod. Thermal threshold of the wasp was estimated 17.11 and 16.82 ºC for males and females reared on *G. semipunctatum*, and 18.82 and 18.47 ºC for those reared on *G. lineatum*, respectively. Moreover, thermal constant was obtained as 97.09, 109.89, 76.33 and 91.74 day-degrees for the same treatments, respectively. Titration total protein contents of the eggs in these hosts as well as target host, *E. integriceps* revealed that more than 99% of variations in thermal requirements of *T. grandis* among the hosts can be attributed to the protein content of eggs alone. Regression lines of developmental rate of the parasitoid met on temperature around 26.5 ºC that may imply this temperature provides the highest fitness for the parasitoid, as the effect of host disappears and no advantage remains among the hosts. In this temperature, the parasitoid develops by the same rate in all three hosts. The highest value of fecundity was revealed 109.4 ± 12.65 on *G. semipunctatum* and 91.9 ± 10.36 on *G. lineatum* that obtained at 26 and 29˚C, respectively.

**Keywords:** Development, Host effect, Thermal requirements, Total protein, *Graphosoma*, *Trissolcus grandis*

Archive of SID

www.SID.ir