مقایسه باروری، طول دوره رشد و طول عمر شته گردو [*Chromaphis juglandicola* (Kalt.)] و زنبور پارازیتویید آن [*Trioxys pallidus* (Hal.)]

علی‌اصغر طالبی[۱]، احسان رخشانی[۲]، سید ابراهیم صادقی[۳] و یعقوب فتحی‌پور[۱]

چکیده

باروری، طول دوره رشد و طول عمر حشرات کامل شته گردو [*Chromaphis juglandicola* (Kalt.)] و زنبور پارازیتویید آن [*Trioxys pallidus* (Hal.)] در اطاق رشد با دمای ۲۶±۲ درجهٔ سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۰±۵ درصد و دورهٔ نوری ۸:۱۶ (روشنایی:تاریکی) بررسی گردید. جمعیت‌های شتهٔ گردو و زنبور پارازیتویید آن در اتاق رشد روی نهال‌های گردو پرورش داده شدند. با محاسبهٔ طول دورهٔ رشد، باروری روزانه و نسبت جنسی شته و زنبور پارازیتویید و تشکیل جدول زندگی ویژه باروری، آهنگ طبیعی افزایش جمعیت (r_m)، میزان تولید مثل خالص (R_0) و میانگین طول مدت هر نسل بر حسب روز (T_C) محاسبه شد.

میزان تولید مثل خالص (میانگین تعداد نتاج ماده تولید شده توسط هر ماده در هر نسل) و آهنگ طبیعی افزایش جمعیت در شته گردو به ترتیب ۳٤/٦۹ عدد و ۰/۲۷۸، و در زنبور پارازیتویید به ترتیب ۵۳/۸۵ عدد و ۰/۳۸۵ بود. میانگین طول مدت هر نسل در شته گردو ۱۲/۷۵ روز و در زنبور پارازیتویید ۱۰/۳۵ روز برآورد شد. جمعیت شته گردو و زنبور پارازیتویید در مدت یک هفته (r_w) به ترتیب ۷/۰۰۱ و ۱٤/۸۱ برابر افزایش می‌یابد، و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (d_t) به ترتیب ۲/٤۹ و ۱/۸ روز است. طول دورهٔ پیش از بلوغ زنبور (دوره جنینی، لاروی و شفیرگی) در ترکیبی از پوره‌های سنین مختلف شته در نرها ۹/۱٤±۰/۳٤ روز و در ماده‌ها ۹/۱٦±۰/۲۱ روز، و میانگین دوره رشد پیش از بلوغ شته گردو (دوره پورگی) ۹/۳۰±۰/۱۰ روز بود. طول دورهٔ پیش از بلوغ زنبور پارازیتویید با افزایش سن پورگی شتهٔ میزبان کاهش می‌یابد. طول عمر حشرات بالغ زنبور پارازیتویید در نرها ٦/۱۷±۰/۲۲ روز و در ماده‌ها ٦/۸۷±۰/۲۳ روز، و در شته گردو ۱۲/۲٤±۰/۹٤ روز برآورد گردید.

واژه‌های کلیدی: *شتهٔ گردو، زنبور پارازیتویید، جدول زندگی*

---

۱. استادیار حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۳. استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران

مقدمه

شته گردو [*Chromaphis juglandicola* (Kalt.)(Hom.: Aphididae)] در بسیاری از نقاط جهان پراکنده است (۱۶). این شته یکی از آفات مهم گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) است (۱). فرحبخش (۲) آن را از روی درختان گردو و گیاه کرچک در استان‌های مرکزی و شمالی کشور گزارش کرده است. خسارت این آفت به صورت کاهش اندازه و کیفیت میوه گردو بروز می‌کند (۳۱). اسماعیلی (۱) از شته کوچک گردو به عنوان آفتی نام می‌برد که جمعیت آن در ایران توسط شکارگرها و پارازیتوییدها، به ویژه زنبور پارازیتویید *Trioxys pallidus* (Hal.) (Hym.: Braconidae, Aphidinae)، تحت کنترل در آمده است.

ون دن بوش (۳۰) طی سال‌های ۱۹۵۹ و ۱۹۶۰، پس از طغیان شته گردو در کالیفرنیا و عدم تأثیر مناسب سموم شیمیایی، به جستجوی دشمنان طبیعی این شته در سطح جهان پرداخت. وی زنبور پارازیتویید *T. pallidus* را به عنوان دشمن طبیعی شته گردو از جنوب فرانسه جمع‌آوری و شماری از آن را به کالیفرنیا ارسال کرد. زنبور وارداتی پس از تکثیر و رهاسازی در محیط جدید مستقر و در قسمت‌های جنوبی کالیفرنیا پراکنده شد، ولی نتوانست به خوبی در قسمت‌های مرکزی و شمالی این ایالت استقرار یابد (۲۰، ۲۵ و ۳۰). پس از نخستین گزارش در مورد وجود این زنبور در فرانسه، جستجو در نواحی گسترده‌ای از غرب اروپا و ایران ادامه یافت. طی این بررسی‌ها هیچ زنبور پارازیتویید دیگری به عنوان دشمن طبیعی این شته شناخته نشد. ولی *T. Pallidus* در همه نواحی غرب اروپا و ایران دیده شد. در سال ۱۹۶۰ شماری از این گونه زنبور از ایران به کالیفرنیا برده و به سرعت در قسمت‌های شمالی این ایالت مستقر شد و پس از مدت کوتاهی توانست شته گردو را به کلی تحت کنترل درآورد (۱۷ و ۳۰).

تدرز (۲۸) بررسی‌هایی را در زمینه کارایی *T. pallidus* در کنترل شماری از شته‌ها همچون Phyllaphidini انجام داد. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که این زنبور در شرایط آزمایشگاهی کارایی بسیار خوبی در کنترل شماری از این شته‌ها دارد. شفیره شدن *T. pallidus* در داخل پوست میزبان مرده صورت می‌گیرد. شته‌های مومیایی شده به رنگ سفید یا قهوه‌ای درآمده، عموماً در سطح زیرین برگ، دمبرگ، شاخه‌های کوچک و بزرگ، و حتی تنه درخت یافت می‌شوند. به نظر می‌رسد که زنبور *T. pallidus* نسبت به میزبان خود بسیار اختصاصی عمل می‌کند. در کالیفرنیا ظاهراً تنها روی شته *C. juglandicola* فعالیت انگلی دارد. حتی شته *Monelia costalis* (Fitch) و شته گردوی آمریکایی [*M. caryae* (Monell)]، که گونه‌های بسیار نزدیک به *C. juglandicola* هستند، مورد حمله این زنبور قرار نمی‌گیرند (۳۱).

با توجه به این که زنبور *T. pallidus* بومی ایران است، شناخت ویژگی‌های بیولوژیک و نقش آن در کنترل جمعیت شته *C. juglandicola* ضروری است، تا بتوان در مدیریت تلفیقی آفات (Integrated Pest Management) گردو به حفاظت و حمایت، و در صورت لزوم تکثیر و رهاسازی آن اقدام نمود. با این وجود، تاکنون در ایران پژوهش کافی در مورد بیولوژی و کارایی این زنبور پارازیتویید انجام نشده است.

مواد و روش‌ها

شته گردو (*C. juglandicola*) و زنبور پارازیتویید آن (*T. pallidus*) از روی درختان گردو در استان تهران جمع‌آوری و به اتاق رشد منتقل شدند و روی نهال‌های جوان گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.)، که درون گلدان‌های پلاستیکی استوانه‌ای به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر و قطر دهانه ۴۰ سانتی‌متر کاشته شده بودند، پرورش و تکثیر یافتند. کلیه آزمایش‌ها در اتاق رشد با دمای ۲±۲۶ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. جمعیت شته گردو و زنبور پارازیتویید روی گلدان‌های مجزا و محصور در توری پارچه‌ای تکثیر شده و به عنوان مخزن برای آزمایش‌های مختلف استفاده شدند. نقل و انتقال زنبورها توسط آسپیراتور صورت می‌گرفت.

برای بررسی باروری (تعداد نوزاد شته در هر ماده در روز) *C. juglandicola*، ۲۱ شته ماده که حداکثر ۲٤ ساعت از بلوغ و بال‌دار شدن آنها گذشته بود، جداگانه روی یک برگ گردو که با قفس برگی (Clip cage) محصور شده بود قرار داده شدند. برگ‌های گردو از نهال جدا نشده و آزمایش روی گیاه انجام شد. قفس برگی شامل دو ظرف پتری از جنس پلاستیک شفاف به قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲/۵ سانتی‌متر بود، که به وسیله یک گیره به هم متصل، و برای جلوگیری از صدمه دیدن برگ گیاه، یک نوار اسفنجی به لبه آنها چسبانده شده بود. برای مبادله هوا بخش اعظم کف ظروف پتری برداشته و با توری پوشانیده شده بود. نتاج تولید شده از هر شته به صورت روزانه شمارش و ثبت شد. برای جلوگیری از اشتباه در شمارش نتاج تولید شده، نتاج هر شته پس از شمارش از محیط حذف می‌شد. این عمل تا هنگام مرگ آخرین شته بارور ادامه یافت. برای جلوگیری از خطای آزمایشی و صدمه دیدن شته‌های مادر از جابه‌جایی و دست‌کاری آنها اجتناب شد.

برای تخمین باروری زنبور *T. pallidus*، نخست تعداد زیادی شته مومیایی که هم‌زمان و در مدت ۲٤ ساعت پارازیته شده بودند، روی برگ‌های گردو به داخل یک پتری بزرگ منتقل شدند تا زنبورهای بالغ از آنها خارج شوند. شته‌های پارازیته نشده از محیط آزمایش حذف شدند. پس از ظهور حشرات کامل، ۲۰ زنبور ماده و ۲۰ زنبور نر، که حداکثر ۲٤ ساعت از ظهور آنها گذشته بود، انتخاب شدند. زنبورهای نر و ماده به راحتی از طریق اندازه بدن و به ویژه شکل شکم، که در ماده‌ها متورم و حجیم و در نرها باریک و کشیده بود، از هم جدا می‌شدند. هر زنبور ماده به همراه یک زنبور نر داخل قفس‌های برگی، روی برگ‌هایی که حداقل ۵۰ عدد پوره سن سه و چهار شته روی آنها وجود داشت، رها شد. پوره‌های سنین سه و چهار شته در مقایسه با پوره‌های سنین یک و دو به آسانی از طریق اندازه بدن از هم جدا می‌شدند. زنبورها به طور روزانه به وسیله آسپیراتور روی برگ‌های جدید دارای شته منتقل می‌شدند. این عمل تا هنگام مرگ آخرین زنبور ماده ادامه یافت. شته‌های پارازیته مربوط به هر روز، روی برگ و داخل قفس‌های برگی، مراحل نشو و نمای خود را گذراندند و با ظهور حشرات کامل، تعداد و جنسیت آنها تعیین شد. با استفاده از نتایج باروری روزانه، جداول زندگی ویژه باروری برای شته گردو و زنبور پارازیتویید آن تشکیل شد، و با استفاده از فرمول‌های بیرچ (٦) و لوتکا–اولر (به نقل از ۳ و ۲۹) میزان تولید مثل خالص (Net reproductive rate) یا R_0، آهنگ ذاتی افزایش طبیعی جمعیت (Intrinsic natural rate of increase) یا r_m، میانگین طول مدت هر نسل (Mean generation time) یا T_c، چند برابر شدن جمعیت در مدت یک هفته (Weekly multiplication rate) یا r_w و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (Doubling time) یا d_t ، که به عنوان شاخص رشد جمعیت و سازگاری دشمن طبیعی و میزبان مطرح هستند، محاسبه شد. فرمول‌های استفاده شده عبارت‌اند از:

$$R_0 = \sum l_x m_x \qquad [۱]$$

$$T_c = \frac{\sum x l_x m_x}{\sum l_x m_x} \qquad [۲]$$

$$r_m = \frac{\mathrm{Ln} R_0}{T_c} \qquad [۳]$$

$$\sum_x e^{-r_m . x} l_x m_x = 1 \qquad [٤]$$

$$T_c = \frac{\ln R_0}{r_m} \qquad [۵]$$

$$r_w = \left(e^{r_m}\right)^7 \qquad [٦]$$

$$d_t = \frac{\ln 2}{r_m} \qquad [۷]$$

در فرمول‌های فوق x عمر حشرات ماده بر حسب روز، l_x نسبت بقای حشرات ماده در سن x، m_x میانگین شمار نتاج ماده تولید شده از هر ماده در هر روز، $l_x m_x$ میانگین نسبت نتاج ماده زنده در سن x، R_0 میزان تولید مثل خالص یا میانگین شمار نتاج ماده در هر ماده در هر نسل، T_c میانگین طول هر نسل بر حسب روز، r_m آهنگ ذاتی افزایش طبیعی جمعیت، r_w چند برابر شدن جمعیت در مدت یک هفته و d_t مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت است.

به منظور تعیین طول دورهٔ رشد پیش از بلوغ شته (دوره پورگی)، روی هر برگ گردو و داخل قفس برگی شمار زیادی از شته‌های بال‌دار بکرزا به مدت ۲٤ ساعت نگهداری شد. پس از آن شته‌های بالغ از روی برگ‌ها حذف و طول دوره رشد از پوره سن یک تا ظهور حشرات کامل و بال‌دار شدن آنها محاسبه شد. در این آزمایش طول دورهٔ پیش از بلوغ ۱۲۰ شته تعیین گردید.

طول دورهٔ پیش از بلوغ زنبور (دورهٔ جنینی، لاروی و شفیرگی) به دو صورت تعیین شد. در آزمایش اول، برای تعیین طول دورهٔ رشد پیش از بلوغ زنبور روی هر برگ گردو، کلنی مختلطی شامل ۲۰ عدد از هر یک از سنین پورگی ۱، ۲، ۳، ٤ و حشره کامل آماده شد. سه زنبور مادهٔ جفت‌گیری کرده، که دو تا سه روز از عمر آنها می‌گذشت، داخل قفس برگی روی جمعیت شته رها شدند. با توجه به بررسی‌های انجام شده در مورد تولید تخم روزانه هر زنبور و به منظور کاهش سوپرپارازیتیسم، شمار زنبورها در مقایسه با شمار شته‌ها بسیار اندک بود. پس از گذشت ۲٤ ساعت زنبورهای ماده از داخل قفس‌های برگی خارج شدند، و نتاج آنها دوره رشد و نمو خود را در بدن شته‌های پارازیته روی برگ‌ها طی نمودند. پس از تشکیل شفیرهٔ زنبور، که هم زمان با مومیایی شدن شته‌های پارازیته بود، برگ‌های حاوی شته‌های مومیایی شده از گیاه جدا شده، در داخل ظروف پتری شیشه‌ای به قطر ۱۸/۵ و ارتفاع ۲/۵ سانتی‌متر قرار داده شدند. برای تأمین رطوبت و جلوگیری از خشک شدن برگ، یک کاغذ صافی مرطوب در داخل پتری قرار داده شد. با آغاز ظهور زنبورها، زنبورهای نر و ماده‌ای که از داخل بدن شته‌ها خارج می‌شدند به صورت روزانه شمارش و ثبت گردید. در این آزمایش طول دورهٔ پیش از بلوغ ۲۸ زنبور نر و ۳۸ زنبور ماده برآورد شد.

در آزمایش دوم، طول دورهٔ پیش از بلوغ زنبور روی هر یک از سنین پورگی شته به تفکیک محاسبه شد. برای انجام این آزمایش، روی هر برگ، کلنی همسان و یک‌نواختی از حدود ۱۰۰ عدد از هر سن پورگی شته ایجاد شد. سپس سه زنبور مادهٔ جفت‌گیری کرده با عمر دو تا سه روز در داخل قفس برگی، روی جمعیت هر یک از سنین پورگی شته رها شد. ادامه این آزمایش همانند آزمایش اول بود. در آزمایش دوم، طول دورهٔ پیش از بلوغ ۵۲ زنبور نر و ٤۸ زنبور ماده در پورهٔ سن یک، ۷۰ زنبور نر و ۱۰۳ زنبور ماده روی سن دو، ٦۳ زنبور نر و ۵۸ زنبور ماده روی سن سه، ۵٤ زنبور نر و ٦۷ زنبور ماده روی سن چهار، و سرانجام ۲۹ زنبور نر و ۲۲ زنبور ماده روی شته‌های بالغ بال‌دار برآورد شد.

طول عمر حشرات کامل شته با استفاده از آزمایش مربوط به باروری (شمار نوزاد در هر ماده در روز) و طول عمر حشرات کامل زنبور در سه حالت مختلف روی برگ‌های گردو همراه با میزبان و عسلک، روی برگ‌های گردو همراه با آب و عسل (به نسبت ۱:۱)، و روی برگ‌های گردو بدون غذا و میزبان بررسی شد.

در آزمایش اول، برای تعیین طول عمر حشرات کامل زنبور پارازیتویید همراه با میزبان، حدود ۲۰ زنبور نر و ماده به نسبت مساوی، که حداکثر ۱۲ ساعت از ظهور آنها گذشته بود، توسط آسپیراتور به داخل هر ظرف پتری مشابه آزمایش‌های پیشین منتقل گردید. سپس یک یا دو برگ آلوده به شمار زیادی شته از سنین مختلف و آغشته به عسلک داخل ظروف پتری قرار داده شد. این برگ‌ها به طور روزانه تا زمان مرگ آخرین زنبور عوض شده، هر ۲٤ ساعت یک بار تعداد و جنسیت زنبورهای مرده در زیر استریومیکروسکپ شمارش و ثبت گردید. در این آزمایش طول عمر ۷۸ زنبور نر و ٦٦ زنبور ماده بررسی شد.

در آزمایش دوم، طول عمر حشرات کامل زنبور روی برگ‌های گردو همراه با مقداری آب و عسل (به نسبت ۱:۱)، داخل ظروف پتری با مشخصات آزمایش اول تعیین شد. در هر ظرف پتری حدود ۲۰ زنبور نر و ماده به نسبت مساوی با عمر کمتر از ۱۲ ساعت رها شد. برگ‌های آغشته به آب و عسل هر دو روز یک بار تعویض، و تعداد و جنسیت زنبورهای تلف شده به صورت روزانه با استریومیکروسکپ شمارش و ثبت شد. در این آزمایش طول عمر ۵۰ زنبور نر و ۵۹ زنبور ماده بررسی گردید.

در آزمایش سوم، هیچ گونه منبع غذایی در اختیار زنبورها قرار داده نشد و همانند آزمایش‌های پیشین، حدود ۲۰ زنبور نر و ماده به نسبت مساوی با عمر کمتر از ۱۲ ساعت درون هر ظرف پتری رها گردید. کف ظروف پتری با یک کاغذ صافی خشک پوشانده شده بود. هر ٢٤ ساعت زنبورهای نر و ماده مرده شمارش و ثبت شد. در این آزمایش طول عمر حشرات کامل ۷۱ زنبور نر و ۵۵ زنبور ماده بررسی گردید. لازم به یادآوری است که در این پژوهش و در بررسی ویژگی‌های بیولوژیک شته گردو و زنبور پارازیتویید آن، هر فرد یک تکرار محسوب می‌شود.

برای تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده، از نرم‌افزار Minitab، و برای ترسیم اشکال از نرم‌افزار Excell استفاده شد.

نتایج

براساس نتایج به دست آمده در مورد باروری زنبور *T. pallidus*، میانگین (± خطای معیار) شمار نتاج نر و ماده تولید شده از هر حشره ماده در طول زندگی ۷/۰۳±۱۰۱/۸، دامنه آن بین ٤٥ تا ١٦٦، و میانگین شمار نتاج نر و ماده تولید شده از هر حشره ماده در هر روز ۰/۹۲±۱٦/۳۱ بود. باروری (شمار تخم در هر ماده در روز) زنبور پارازیتویید و شته گردو از نخستین روز ظهور حشرات کامل آغاز شد، و بیشترین باروری نیز مربوط به نخستین روز ظهور حشرات کامل بود، که به ترتیب ۱/٦٤±۲۵/۲ (نر و ماده) در زنبور و ۰/۵۵±۵/٤۳ (همه نتاج ماده بودند) در شته به دست آمد (شکل ۱). میانگین نتاج زنبور (نر و ماده) در پنج روز نخست پس از ظهور ٤/۲۵ برابر و در پنج روز دوم ۱/۹۱ برابر بیشتر از شته بود. در زنبور *T. pallidus*، میانگین شمار نتاج ماده تولید شده از هر حشره ماده در طول زندگی ۳/۷۳±۵۳/۸، دامنه آن بین ۲۱ تا ۸٦ ، و میانگین شمار نتاج مادهٔ تولید شده از هر حشره ماده در هر روز ۰/۵٦±۸/٦۷ بود. در شتهٔ *C. juglandicola*، میانگین شمار نتاج ماده تولید شده از هر شته در طول دوره زندگی ۳/٤۷±۳٤/۳۸، دامنه آن بین ١٦ تا ۷۱، و میانگین نتاج تولید شده از هر شته در هر روز ۰/۳۰±۳/۲٦ به دست آمد. میانگین نتاج ماده در زنبور *T. pallidus* در پنج روز نخست پس از ظهور حشرات کامل ۲/۳۲ برابر بیشتر از شته، ولی در پنج روز دوم میانگین باروری شته ۱/۵۸ برابر بیشتر از زنبور بود.

با بهره‌گیری از داده‌های مربوط به باروری روزانه زنبور *T. pallidus* و شتهٔ *C. juglandicola*، جداول زندگی ویژهٔ باروری تشکیل شد (جداول ۱ و ۲). با داشتن داده‌های جدول زندگی، و با استفاده از معادلات ۱ تا ۷، شاخص‌های رشد جمعیت در زنبور پارازیتویید و شته میزبان آن تعیین شد. میزان تولید مثل خالص (فرمول ۱) در زنبور پارازیتویید و شته گردو به ترتیب ۵۳/۸۵ و ۳٤/٦۹ عدد به دست آمد. محاسبات انجام شده نشان داد مقدار تقریبی طول مدت هر نسل (فرمول ۲) در زنبور پارازیتویید و شته گردو به ترتیب ۱۰/۲۰ و ۱۳/۸۸ روز، و مقادیر دقیق آن (فرمول ۵) به ترتیب ۱۰/۳۵ و ۱۲/۷۵ روز است. مقادیر تقریبی آهنگ طبیعی افزایش جمعیت (فرمول ۳) در زنبور پارازیتویید و شته گردو به ترتیب ۰/۳۹۱ و ۰/۲۵٦، و مقادیر دقیق آن (فرمول ٤) به ترتیب ۰/۳۸۵ و ۰/۲۷۸ بود. زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (فرمول ٦) در زنبور ۱/۸ روز و در شته ۲/٤۹ روز است. جمعیت زنبور در مدت یک هفته (فرمول ۷) ١٤/٨١ برابر، و جمعیت شته در همین مدت ۷/۰۰۱ برابر افزایش می‌یابد.

با استفاده از میانگین مرگ و میر حشرات کامل ماده و میانگین شمار نتاج ماده در هر روز، نمودار تغییرات الگوی بقای ویژه عمر (l_x) و الگوی باروری ویژهٔ عمر (m_x) در زنبور *T. pallidus* و شته *C. juglandicola* رسم شد (شکل ۲). منحنی نسبت بقای شته و زنبور نشان می‌دهد که در دهمین روز پس از ظهور حشرات کامل به ترتیب ۵ درصد زنبورها و ٦۷ درصد شته‌ها زنده بودند. نسبت بقای زنبورها در یازدهمین و شته‌ها در نوزدهمین روز به صفر رسید. همه زنبورهای ماده در نخستین روز پس از ظهور، تخم‌گذاری را آغاز کردند. شته‌ها نیز در نخستین روز پس از بال‌دار شدن شروع به پوره‌زایی نمودند. بیشترین میانگین نتاج ماده در نخستین روز پس از ظهور

جدول ۱. جدول زندگی ویژهٔ باروری در شتهٔ *C. juglandicola*

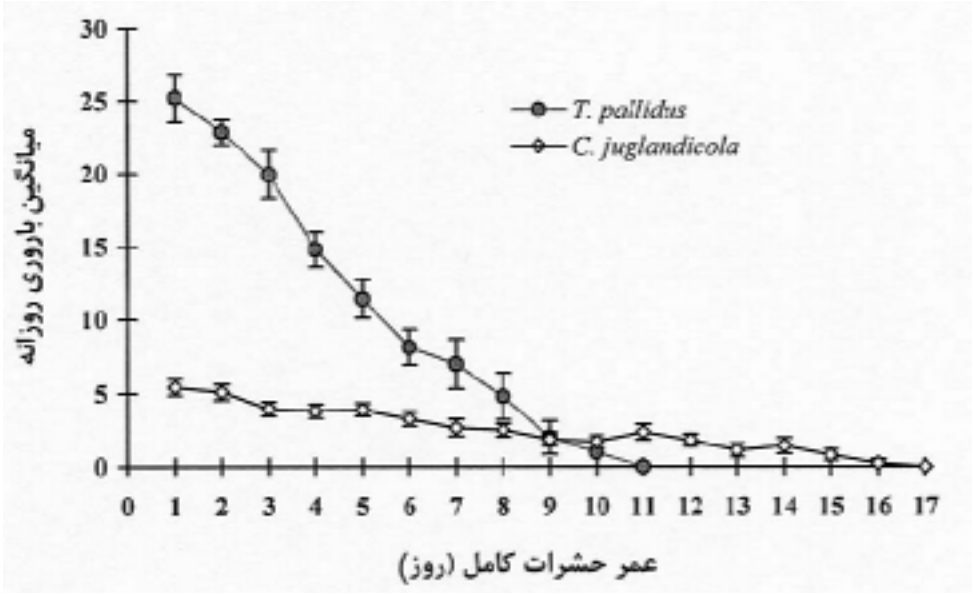
عمر (روز) (x)	شمار شته‌های زنده در سن x	نسبت بقا (l_x)	شمار نتاج ماده	میانگین نتاج ماده در هر ماده (m_x)[الف]	l_xm_x
۱–۹[ب]	۲۱	۱	۰	۰	۰
۱۰	۲۱	۱	۱۱٤	۵/٤۳	۵/٤۳
۱۱	۲۱	۱	۱۰۷	۵/۰۹	۵/۰۹
۱۲	۲۱	۱	۸۳	۳/۹۵	۳/۹۵
۱۳	۲۰	۰/۹۵	۷٦	۳/۸۰	۳/٦۱
۱٤	۲۰	۰/۹۵	۷۸	۳/۹۰	۳/۷۱
۱۵	۱۹	۰/۹۱	٦۲	۳/۲٦	۲/۹۷
۱٦	۱۸	۰/۸٦	٤۸	۲/٦۷	۲/۲۹
۱۷	۱٦	۰/۷٦	٤۰	۲/۵۰	۱/۹۰
۱۸	۱۵	۰/۷۱	۲۸	۱/۸۷	۱/۳۳
۱۹	۱٤	۰/٦۷	۲٤	۱/۷۱	۱/۱۵
۲۰	۱۱	۰/۵۲	۲٦	۲/۳٦	۱/۲۳
۲۱	۱۰	۰/٤۸	۱۸	۱/۸	۰/۸٦
۲۲	۹	۰/٤۳	۱۰	۱/۱	۰/٤۷
۲۳	۷	۰/۳۳	۱۰	۱/٤۳	۰/٤۷
۲٤	۵	۰/۲٤	٤	۰/۸۰	۰/۱۹
۲۵	٤	۰/۱۹	۱	۰/۲۵	۰/۰۵
۲٦	۳	۰/۱٤	۰	۰	۰
۲۷	۲	۰/۰۹	۰	۰	۰
۲۸	۰	۰	۰	۰	۰

الف) همهٔ نتاج ماده بودند.

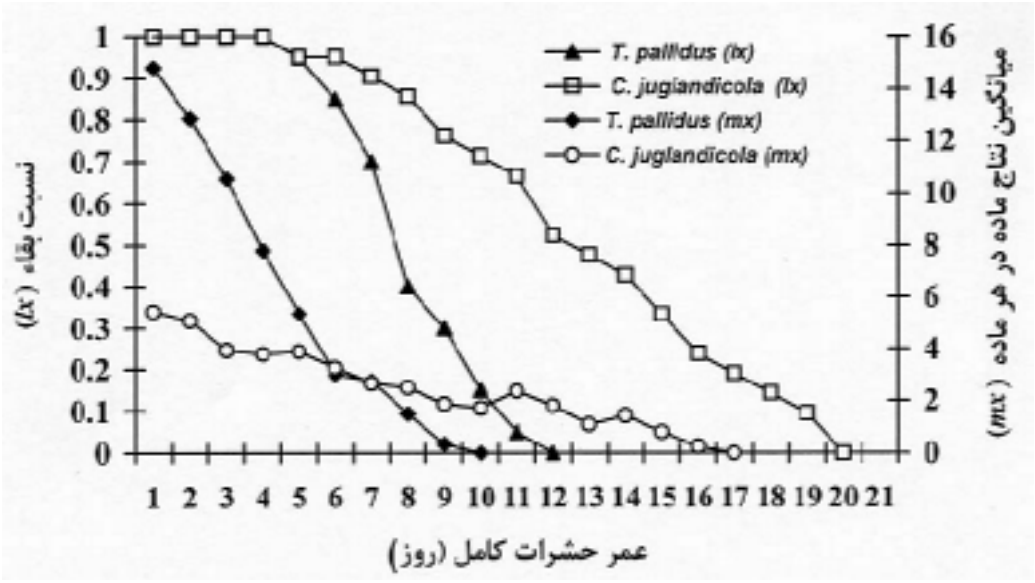
ب) مرحله پیش از بلوغ

جدول ۲. جدول زندگی ویژه باروری زنبور *T. pallidus*

عمر (روز) (x)	شمار زنبورهای زنده در سن x	نسبت بقا (l_x)	شمار نتاج ماده	میانگین نتاج ماده در هر ماده (m_x)	l_xm_x
۱–۸[الف]	۲۰	۱	۰	۰	۰
۹	۲۰	۱	۲۹٦	۱٤/۸	۱٤/۸
۱۰	۲۰	۱	۲۵۷	۱۲/۸۵	۱۲/۸۵
۱۱	۲۰	۱	۲۱۱	۱۰/۵۵	۱۰/۵۵
۱۲	۱۹	۰/۹۵	۱٤۸	۷/۷۹	۷/٤۰
۱۳	۱۷	۰/۸۵	۹۱	۵/۳۵	٤/۵۵
۱٤	۱٤	۰/۷۰	٤۲	۳/۰۰	۲/۱۰
۱۵	۸	۰/٤۰	۲۲	۲/۷۵	۱/۱۰
۱٦	٦	۰/۳۰	۹	۱/۵۰	۰/٤۵
۱۷	۳	۰/۱۵	۱	۰/۳۳	۰/۰۵
۱۸	۱	۰/۰۵	۰	۰	۰
۱۹	۰	۰	۰	۰	۰



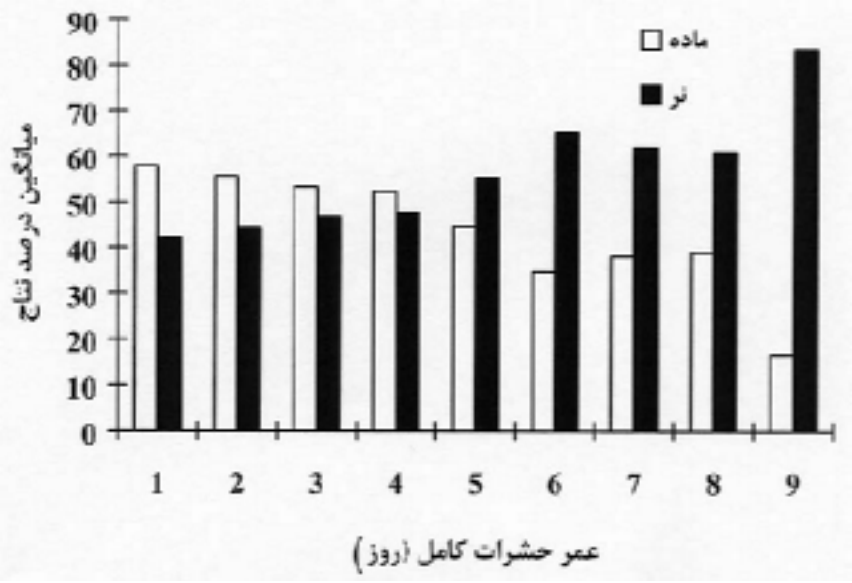
شکل ۱. تغییرات میانگین باروری (نر و ماده) زنبور پارازیتویید *T. pallidus* و شتهٔ *C. juglandicola* در طول دوره باروری



شکل ۲. مقایسه نسبت بقا (l_x) و باروری ویژهٔ سن (m_x) شتهٔ *C. juglandicola* با زنبور پارازیتویید *T. pallidus*

حشرات کامل دیده شد، که برای زنبور ۱٤/۸ و برای شته ۵/٤۳ بود، و پس از آن به سرعت کاهش یافت. بیش از ۹۹ درصد نتاج ماده زنبور در پنج روز نخست ظهور حشرات کامل به وجود آمدند. در مورد شته، در پنج روز نخست ٦۳/۷۱ درصد، در پنج روز دوم ۲۷/۸٤ درصد، و در پنج روز سوم ۹/۲۸ درصد نتاج تولید شد.

با افزایش سن زنبورهای ماده درصد نتاج نر و ماده آنها نیز تغییر می‌کند (شکل ۳). بیش از ۵۰ درصد تخم‌های گذاشته شده در چهار روز اول تبدیل به افراد ماده می‌شوند، در حالی که پس از آن درصد نتاج نر افزایش یافته، و تنها ۱۷٪ تخم‌های گذاشته شده در آخرین روز افراد ماده را به وجود می‌آورند. میانگین کل درصد نتاج ماده در طول عمر زنبورهای ماده



شکل ۳. تغییرات درصد نتاج نر و ماده در طول عمر زنبورهای ماده *T. pallidus*

۴۸/۶۲±۱/۴۱ درصد به دست آمد.

طول دورهٔ پیش از بلوغ زنبور پارازیتویید روی سنین مختلف پورگی شته به صورت توأم، و طول دورهٔ پیش از بلوغ شته در شکل ٤ نشان داده شده است. طول دورهٔ پیش از بلوغ در زنبورهای نر ۹/۱٤±۰/۳٤ و در زنبورهای ماده ۹/۱٦±۰/۲۱ روز به دست آمد. بین طول دورهٔ رشد پیش از بلوغ در زنبورهای نر و ماده و شتهٔ گردو اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

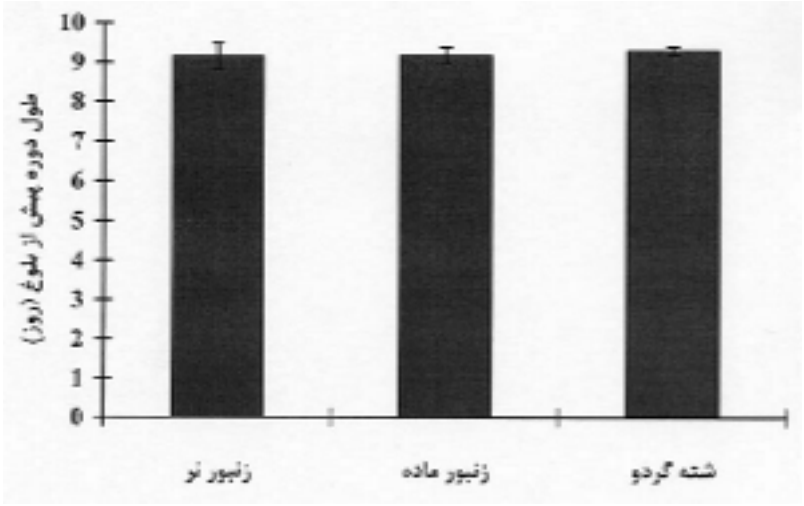
طول دورهٔ پیش از بلوغ زنبور در هر یک از سنین پورگی شته به تفکیک در شکل ٥ نشان داده شده است. طول این دوره با افزایش سن پورگی شته کاهش می‌یابد. در زنبورهای نر و ماده به ترتیب از ۱٤/۲۳±۰/۱۲ و ۱٤/۰۸±۰/۱۳ روز در پورهٔ سن یک به ۷/٤±۰/۱ و ۷/۳۸±۰/۰۹ روز در پورهٔ سن چهار شته رسید. بین طول دورهٔ پیش از بلوغ زنبورهای نر و ماده در هر یک از سنین پورگی شته اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

طول عمر حشرات کامل شته ۱۲/۲٤±۰/۹٤ روز بود. طول این دوره در زنبور *T. pallidus* در حالت همراه با میزبان در نرها ٥/۷۱±۰/۲٤ و در ماده‌ها ٦/۸۹±۰/۲۳ روز، در حالت تغذیه از آب و عسل و بدون میزبان در نرها ۳/۸٤±۰/۲٥ و در ماده‌ها ٦/٥۱±۰/۳۷ روز، و در حالت بدون غذا و میزبان در نرها ۱/۰٦±۰/۰۳ و در ماده‌ها ۱/۰۲±۰/۰۲ روز به دست آمد (شکل ٦).

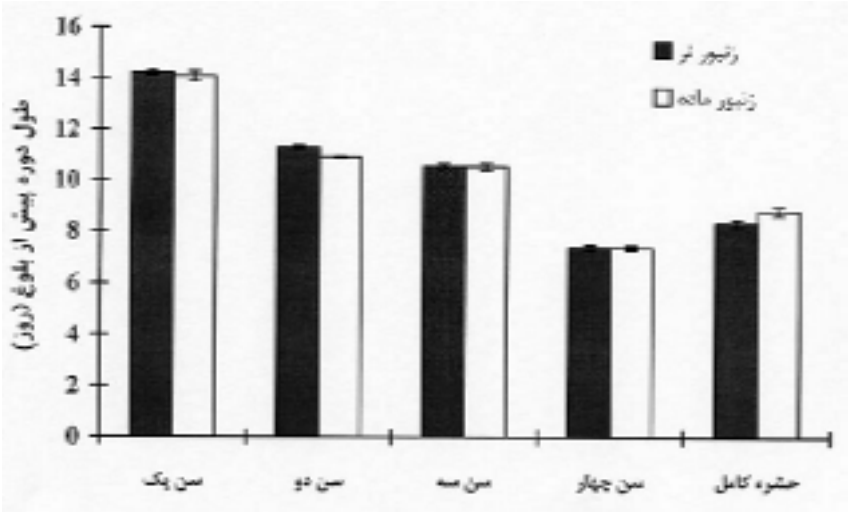
بحث

جداول زندگی ویژه باروری در مواردی با استفاده از میانگین نسبت جنسی و بر اساس شمار تخم‌های گذاشته شده و تخم‌های باقی‌مانده در تخمدان حشرات تشکیل می‌شود (۱٥). ولی این روش چندان مطلوب نیست (۹)، زیرا شمار تخم‌های موجود در تخمدان و شمار کل تخم‌هایی که یک زنبور پارازیتویید می‌گذارد، تنها یک تخمین ساده از پتانسیل باروری آن به دست می‌دهد. شمار تخم‌های گذاشته شده به دلیل احتمال وجود جنین مرده (۲۱) و یا اثر سوپرپارازیتیسم (۲۲) نمی‌تواند گویای شمار افرادی باشد که از این تخم‌ها خارج و به مرحله حشره کامل می‌رسند. بنابراین، در این پژوهش نیز شمار زنبورهای خارج شده از شته‌های مومیایی به عنوان شاخص باروری به کار رفت.

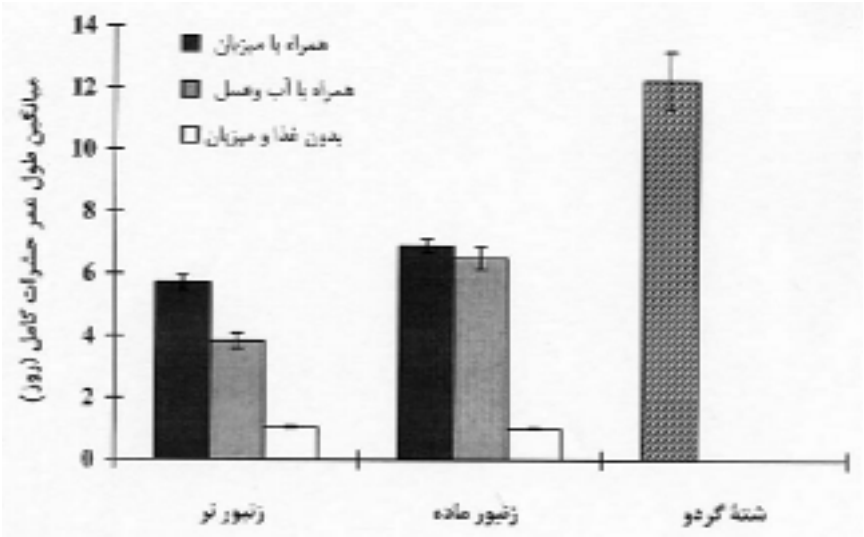
میزان تولید مثل خالص و آهنگ ذاتی افزایش جمعیت زنبور *T. pallidus* (R_0=۵۳/۸۵، r_m=۰/۳۸۵)، در مقایسه با میزان تولید مثل خالص و آهنگ ذاتی افزایش جمعیت شته (R_0=۳٤/٦۹، r_m=۰/۲۷۸) بیشتر است. آهنگ ذاتی افزایش جمعیت نشان دهنده سرعت رشد جمعیت در شرایطی است که



شکل ٤. مقایسهٔ طول دورهٔ پیش از بلوغ شتهٔ *C. juglandicola* و زنبور پارازیتویید *T. pallidus* روی سنین مختلف پورگی شته به صورت توأم



شکل ٥. مقایسهٔ طول دورهٔ پیش از بلوغ زنبور *T. pallidus* روی سنین مختلف پورگی و حشرات کامل شتهٔ *C. juglandicola*



شکل ٦. مقایسه طول عمر حشرات کامل شتهٔ گردو با زنبور *T. pallidus* روی جیره‌های غذایی مختلف

عامل محدود کننده‌ای وجود نداشته باشد. بسیاری از متخصصان مبارزه بیولوژیک معتقدند پارازیتوییدهایی که آهنگ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) آنها دست کم برابر یا بیشتر از آفت باشد از کارایی بیشتری در کنترل آفت برخوردارند (۵، ۱۱ و ۱۲). البته عوامل بی‌شماری مانند گونه میزبان (۱۳)، اندازه میزبان (۲۳)، نژاد پارازیتویید (۸)، گیاه میزبان (۹)، دما (۱۰) و نسبت جنسی (۱٤) r_m و R_0 را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به دلیل آن که زنبور *T. pallidus* به طور تقریباً اختصاصی روی شتهٔ گردو فعالیت می‌کند (۲۷ و ۳۱)، و شتهٔ گردو نیز یک آفت تک میزبانه است (۲۵)، شماری از عوامل بر شاخص‌های رشد جمعیت، همچون گونه میزبان، گیاه میزبان شته و اندازه میزبان از اهمیت چندانی برخوردار نیستند.

میانگین طول نسل زنبور *T. pallidus* (T_c=۱۰/۱۹٦) در مقایسه با طول نسل شتهٔ *C. juglandicola* (T_c=۱۳/۸۸) کوتاه‌تر است، که نشان می‌دهد در مدت زمان یکسان زنبور پارازیتویید شمار نسل بیشتری را در مقایسه با شتهٔ میزبان در شرایط بررسی شده تولید می‌نماید. میانگین طول مدت هر نسل زنبور *T. pallidus* در مقایسه با زنبور *T. indicus* (T_c=۱۵/۱) کوتاه‌تر است (۲۱). مقایسهٔ شاخص r_w (چند برابر شدن جمعیت ماده‌ها در مدت یک هفته) نشان می‌دهد که جمعیت زنبور در مدت یک هفته ۱٤/۸۱ برابر و جمعیت شته ۷/۰۰۱ برابر افزایش می‌یابد. هم‌چنین، جمعیت زنبور *T. pallidus* در مدت ۱/۸ روز دو برابر می‌شود، در حالی که در شتهٔ *C. juglandicola* مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت ۲/٤۹ روز، و در زنبور پارازیتویید *T. indicus* این زمان ۲/۲۵ روز است (۲۱).

منحنی باروری ویژه سن (شکل ۲) و باروری کل (شکل ۱) در زنبور *T. pallidus*، نشان می‌دهد که ۹۳/۱۳٪ مجموع نتاج نر و ماده و ۸۷/۱٤٪ نتاج ماده در پنج روز نخست پس از ظهور حشرات کامل تولید می‌شوند. این ویژگی در شمار دیگری از زنبورهای زیر خانواده Aphidinae نیز دیده شده است (۲۱ و ۲٦). در حالی که در شتهٔ *C. juglandicola* تغییرات باروری در طول عمر کمتر بوده و کاهش باروری ویژهٔ سن آهسته‌تر صورت می‌گیرد. به طوری که ۵۲/۹٪ نتاج ماده در پنج روز نخست ظهور حشرات کامل تولید می‌شوند. منحنی بقای ویژهٔ سن در شتهٔ *C. juglandicola* و زنبور *T. pallidus* (شکل ۲) نشان دهندهٔ نسبت بقای مشابه برای هر دو حشره در سه روز نخست پس از ظهور است. این نسبت پس از سه روز رو به کاهش می‌رود، و در مورد زنبور با سرعت بیشتری در مقایسه با شته به صفر می‌رسد.

نسبت جنسی نتاج یک پارازیتویید، عامل مهمی در تعیین توانایی آن در مهار جمعیت میزبان است (۲٤ و ۲۹). شلینگر و هال (۱۹) و هامیلتون (۱۰) نسبت جنسی برابر را برای سه گونه از پارازیتوییدهای شته *Drepanosiphon plantanoides* گزارش کردند. در حالی که بات و سینگ (٤) و پاندی و همکاران (۱۸) تفاوت‌های زیادی در مورد نسبت جنسی نتاج زنبورهای زیرخانواده Aphidinae گزارش نمودند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، در زنبور *T. pallidus* نسبت جنسی نتاج نر به ماده ۱/۰٦ به ۱ به دست آمد. شکل ۳ نشان می‌دهد که درصد نتاج نر و ماده *T. pallidus* بسته به سن زنبورهای مادر متفاوت است. در چهار روز نخست این نسبت بیش از ۵۰ درصد به نفع ماده‌هاست و پس از آن درصد نتاج ماده به تدریج کاهش می‌یابد. بر اساس بررسی‌های فورس و مسنجر (۹) و پاندی و همکاران (۱۸) نیز با افزایش سن زنبورهای پارازیتویید ماده، نسبت نتاج ماده کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند. میانگین درصد نتاج ماده زنبور *T. pallidus* در کل عمر حشرات کامل ٤۸/٦۲ درصد بود. به سخن دیگر، بیش از ۵۰ درصد نتاج این زنبور نر بوده و به طور مستقیم سهمی در افزایش جمعیت نسل بعد ندارند. با این وجود، میانگین شمار نتاج ماده زنبور بیشتر از میانگین شمار نتاج شته بود، که این موضوع گویای سرعت بیشتر رشد جمعیت زنبور پارازیتویید در مقایسه با شته گردو است.

بین طول دورهٔ رشد پیش از بلوغ شتهٔ گردو و طول این دوره در زنبورهای نر و ماده پارازیتویید روی سنین توأم پورگی

شته اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، که نشان دهندهٔ هماهنگی زیستی بین زنبور پارازیتویید و میزبان آن است. طول این دوره در زنبور *T. pallidus* در مقایسه با زنبور *Trioxys angelicae* (در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ۱۷ تا ۲۳ روز) کمتر است (۷). در عین حال، هنگامی که زنبور روی هر یک از سنین پورگی شته به طور جداگانه تکثیر می‌شود طول دورهٔ رشدی آن با افزایش سن پورگی شته کاهش می‌یابد. این موضوع ممکن است به دلیل دسترسی لارو زنبور به غذای کافی و مناسب‌تر در پوره‌های مسن‌تر میزبان باشد. در این حالت نیز تفاوت معنی‌داری بین طول دورهٔ رشدی زنبورهای نر و ماده وجود ندارد.

طول عمر حشرات کامل شتهٔ گردو بیش از ۵ روز از زنبور پارازیتویید *T. pallidus* روی میزبان (شته گردو) بیشتر بود. اگر شمار نوزادان روزانه شته مساوی یا نزدیک به زنبور باشد، به دلیل طول عمر بیشتر حشرات کامل شته، سرعت رشد جمعیت آن بیشتر از زنبور خواهد بود. ولی به دلیل باروری (شمار تخم در روز) بسیار زیاد زنبور این اتفاق رخ نمی‌دهد. طول عمر زنبورهای بالغ *T. pallidus* هنگامی که تنها از آب و عسل تغذیه می‌کنند، نسبت به حالتی که همراه با میزبان بوده و از عسلک یا پورهٔ سن یک میزبان تغذیه می‌کنند کوتاه‌تر است. هنگامی که زنبورها بدون میزبان و غذا نگهداری می‌شوند طول عمر حشرات کامل کاهش یافته و بیش از ۹۰ درصد آنها در ۲٤ ساعت اولیه تلف می‌شوند. سیرنیوسکا (۷) طول عمر حشرات کامل زنبورهای نر و ماده *Trioxys angelicae* را روی شتهٔ سبز سیب *(Aphis pomi)* به همراه آب و عسل در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۷ و ۸ روز، و در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۱۰ و ۱۲ روز به دست آورد، که در مقایسه با طول عمر زنبور *T. pallidus* در دمای ۲±۲٦ درجه سانتی‌گراد (نرها ۳/۲۲ و ماده‌ها ٥/٥٤ روز) طول عمر بیشتری داشتند.

مجموع بررسی‌های انجام شده در مورد شاخص‌های رشد جمعیت و ویژگی‌های بیولوژیک زنبور *T. pallidus* نشان می‌دهد که این زنبور در کنترل شته *C. juglandicola* یک عامل بیولوژیک با کارایی مطلوب است.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر کریم کمالی، مدیر گروه حشره‌شناسی کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و مسئولین بخش تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، که با مساعدت‌های بی‌دریغ خود امکان انجام این پژوهش را فراهم نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. اسماعیلی، م. ۱۳٦۲. *آفات مهم درختان میوه*. مرکز نشر سپهر، تهران.

۲. فرحبخش، ق. ۱۳٤۰. فهرست آفات مهم نباتات و فراورده‌های کشاورزی ایران. سازمان حفظ نباتات.

3. Akcakaya, H. R., M. A. Burgman and L. R. Ginzburg. 1999. Applied Population Ecology, Principle and Computer Exercises Using (second edition). Sinauer Associated. Inc., Publishers, Suderland, Massachusett.
4. Bhatt, N. and R. Singh. 1989. Bionomics of an aphididae parasitoid *Trioxys indicus*. Effect of host plants on reproductive and developmental factors. Biol. Agric. Hort. 6: 149-157.
5. Bigler, F. 1989. Quality assessment and control in entomophagus insects used for biological control. J. Appl. Entomol. 108: 390-400.
6. Birch, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 17: 15-26.
7. Cierniewska, B. 1976. Studies on the ecology of *Trioxys angelicae* (Hal.) (Hymenoptera: Aphididae), a parasite of the green apple aphid, *Aphis pomi* (Homoptera: Aphididae). Roczniki Nank Rolnizych. 6: 77-89.

8. Flint, M. L. 1979. Geographic variation in *Trioxys complanatus,* a parasite of the spotted alfalfa aphid. Ph. D. thesis, University of California,
9. Force, D. C. and P. S. Messenger. 1964. Fecundity, reproductive rates and innate capacity for increase of three parasite of *Therioaphis maculata* (Buckton). Ecol. 45: 706-715.
10. Hamilton, P. A. 1974. The biology of *Monoctonus pseudoplatani, Trioxys cirsli* and *Dyscritulus planiceps,* with notes on their effectiveness as parasites of sycamore aphid, *Drepanosiphum platanoides.* Ann. Entomol. Soc. Fr. 10: 821-840.
11. Hofsvang, T. and E. B. Hagvar. 1990. Fecundity and intrinsic rate of increase of the aphid parasitoid *Ephedrus cerasicola* Stary (Hymenoptera: Aphididae). J. Appl. Entomol. 109: 262-267.
12. Huffaker, C. B., F. J. Simmonds and J. E. Laing. 1976. The theoretical and empirical basis of biological control. PP: 41-78. *In:* C. B. Huffaker and P. S. Messenger (Eds.), Theory and Practice of Biological Control. Academic Press, New York.
13. Jackson, H. B., C. E. Rogers, R. D. Eikenbary, K. J. Starks and R. W. McNew. 1974. biology of *Ephedrus plagiator* on different aphid host and various temperature. Environ. Entomol. 3: 618-620.
14. Kumar, A., S. Shanker, K. P. Pandey, T. B. Sinha and C. P. M. Tripathi. 1988. Parasitoid-host relationship between *Trioxys (Binodoxys) indicus* [Hymenoptera: Aphididae] and *Aphis craccivora* [Homoptera: Aphididae]. Impact of males on the number of progeny of the parasitoid reared on certain host plans. Entomophaga 33: 17-23.
15. Mackauer, M. 1983. Quantitative assessment of *Aphidius smithi* (Hymenoptera: Aphididae), fecundity, intrinsic rate of increase and functional response. Can. Entomol. 115: 399-415.
16. Macphee, A. W., L. E. Caltagrion, M. Van de Vrie and E. Collyer. 1976. Biological control of pests of temperate fruits and nuts. PP. 289-307. *In*: C. B. Huffaker and P. S. Messenger (Eds.), Theory and Practice of Biological Control. Academic Press, New York.
17. Messing, R. H. and M. T. Aliniazee. 1989. Introduction and establishment of *Trioxys pallidus* (Hym.: Aphididae) in Oregon, U. S. A. for control of filbert aphid *Mysocallis coryli*. Entomophaga 34: 153-163.
18. Pandey, R. K., R. Singh and T. B. Sinha. 1984. Bionomics of *Trioxys (Binodoxys) indicus*, an aphidid parasitoid of *Aphis craccivora*. Fecundity, oviposition period, duration of development, longevity and sex ratio of the parasitoid. Entomol. 9: 239-245.
19. Schlinger, E. I. and J. C. Hall. 1960. The biology behavior and morphology of *Praon pallitans* Muesebeck, an internal parasite of the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata* (Buckton) [Hymenoptera: Braconidae, Aphidinae]. Ann. Entomol. Soc. Am. 53: 144-160.
20. Schlinger, E. I. and J. C. Hall. 1961. The biology, behavior and morphology of *Trioxys (Binodoxys) utilis*, an internal parasite of the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata* (Buckton) [Hymenoptera: Braconidae, Aphidinae]. Ann. Entomol. Soc. Am. 54: 34-45.
21. Singh, R. and T. B. Sinha. 1981. Bionomics of *Trioxys indicus*, an aphidid parasitoid of *Aphis craccivora*. Factors responsible for superparasitism. Ind. J. Parasitol. 5: 9-15.
22. Singh, R. and T. B. Sinha. 1982a. Factors responsible for superparasitic ability of the parasitoid wasp *Trioxys indicus* (Hymenoptera: Aphididae). Entomol. Gen. 7: 295-300.
23. Singh, R. and T. B. Sinha. 1982b. Bionomics of *Trioxys (Binodoxys) indicus* Suba Rao & Sharma, an aphidid parasitoid of *Aphis craccivora* Koch, host selection by parasitoid. Z. Angew. Entomol. 93: 64-75.
24. Sinha, T. B. and R. Singh. 1979. Studies on the bionomics of *Trioxys (Binodoxys) indicus* [Hymenoptera: Aphididae]: effect of population densities on the sex ratio. Entomophaga 24: 289-294.
25. Sluss, R. R. 1967. Population dynamics of the walnut aphid, *Chromaphis juglandicola* (Kalt.) in northern California. Ecol. 48: 41-58.

26. Srivastava, M. and R. Singh. 1988. Bionomics of *Trioxys (Binodoxys) indicus* Suba Rao & Sharma, an aphidid parasitoid of *Aphis craccivora* Koch. Impact of host extract on the oviposition response of the parasitoid. Biol. Agric. Hort. 5: 169-176.
27. Stary, P. 1978. Parasitoid spectrum of the arboricolus callaphidid aphids in Europe (Hymenoptera: Aphididae). Acta Entomol. Bohem. 75: 164-177.
28. Tedders, W. L. 1977. *Trioxys pallidus* and *Trioxys complanatus* as parasites of *Monellia costalis, Monelliopsis nigropunctata* and *Tinocallis caryaefoliae*. Ann. Entomol. Soc. Am. 70: 687-690.
29. Tripathi, R. N. and R. Singh. 1990. Fecundity, reproductive rate, longevity, and intrinsic rate of natural increase of an aphidid parasitoid *Lysiphlebia mirzai*. Entomophaga 35: 601-610.
30. Van den Bosch, R., B. D. Frazer, C. S. Davis, P. S. Messenger and R. Hom. 1970. *Trioxys pallidus*. An effective new walnut aphid parasite from Iran. Calif. Agric. 24: 8-10.
31. Van den Bosch, R., E. L. Schlinger and K. S. Hagen. 1962. Initial field observation in California on *Trioxys pallidus* (Holliday), a recently introduced parasite of walnum aphid. J. Econ. Entomol. 55: 857-862.