

نحوه‌ی تخصیص بودجه‌ی زمانی زنبور ماده (*Trissolcus vassilievi* (Mayr) در رویارویی با تخم سن گندم (*Eurygaster integriceps* Puton)

پریسا بنامولایی^{۱*}، شهزاد ایرانی‌پور^۲ و شهریار عسگری^۳

۱- استادیار، گروه علوم جانوری، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز.

۲- استاد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ورامین.

* مسئول مکاتبه: P.benamolaei@tabrizu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۴

چکیده

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که افزایش زمان کل در دسترس پارازیتوئید موجب ایجاد اریب در برآورد پارامترهای واکنش تابعی می‌گردد. برای برآورد نااریب زمان دستیابی، نیاز به مشاهدات مستقیم می‌باشد. از طرفی مطالعات قبلی نشان داد که در جمعیت‌های جغرافیایی پارازیتوئید تفاوت‌هایی نیز وجود دارد. از این رو، در این بررسی دو جمعیت زنبور پارازیتوئید *Trissolcus vassilievi* (Mayr) (تبریز و ورامین) انتخاب و زمان صرف شده برای رفتارهای مختلف زنبور با مشاهده‌ی مستقیم ثبت گردید. بودجه‌ی زمانی زنبورهای کاوشگر به چهار جزء شاخک‌زنی، پارازیتیسیم، علامت‌گذاری میزبان و رفتارهای نمایشی تقسیم شد و زمان هر رفتار برای زنبورهای ماده بارور ۲۴ ساعته نسل سوم از زمان رهاسازی زنبور به مدت سه ساعت ثبت شد. زمان صرف شده برای چهار رفتار مذکور به ازای تمام میزبان‌های بهره‌بردار شده در جمعیت تبریز به ترتیب $1071 \pm 70/25$ ، $4911/6 \pm 293/26$ ، $4288/6 \pm 293/26$ و $874/20 \pm 60/38$ و در جمعیت ورامین به ترتیب $972 \pm 133/89$ و $1237/2 \pm 94/03$ ، $1237/2 \pm 94/03$ ، $4911/6 \pm 293/26$ و $874/20 \pm 60/38$ ثانیه بود. مضافاً، میانگین زمان‌های مذکور به ازای هر تخم میزبان در جمعیت تبریز به ترتیب $23/73 \pm 0/77$ و $28/85 \pm 6/05$ ثانیه به دست آمد. با نزدیک شدن به انتهای آزمایش، زمان پارازیتیسیم به‌کندی افزایش یافت. نتایج این پژوهش نشان داد که بررسی‌های واکنش تابعی بایستی توأم با ثبت مستقیم رفتار حشره باشد و باید به پارازیتوئید یا شکارگر اجازه داد که خودش زمان توقف در لکه‌ی میزبانی را تعیین نماید. در غیر این صورت زمان‌هایی که حشره به دلیل سیری و یا اتمام ذخیره تخم اقدام به دستیابی نمی‌نماید، به زمان دستیابی افزوده خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: اجزای رفتار، زمان دستیابی، رفتار تخم‌ریزی، زنبور پارازیتوئید، مشاهدات مستقیم.

مقدمه

مطالعه‌ی رفتار پارازیتوئیدها و شکارگرها کلید مهمی در درک چگونگی زندگی حشرات، چگونگی تأثیر آن‌ها بر پویایی جمعیت میزبان و بر ساختار جوامعی است که در آن زندگی می‌کنند، بنابراین چنین مطالعاتی پیش‌نیاز ضروری برای انتخاب دشمنان طبیعی در برنامه‌های کنترل زیستی و ارزیابی طرز عمل آن‌ها بعد از رهاسازی می‌باشد (لاک، ۱۹۹۰). مطالعه‌ی واکنش تابعی دشمنان طبیعی قبل از رهاسازی دارای اهمیت ویژه‌ای در کنترل زیستی است. از این جهت، مطالعه‌ی اجزای رفتاری اثرات متقابل میزبان-پارازیتوئید می‌تواند جهت پیش‌گویی روابط میزبان-پارازیتوئید با اهمیت تلقی

زنبور *Trissolcus vassilievi* (Mayr) (Hym., Platygastriidae) یکی از مهم‌ترین پارازیتوئیدهای تخم سن گندم (*Eurygaster integriceps* Puton (Hem., Scutelleridae) در بیش‌تر مناطق ایران است. این گونه در بعضی از مناطق غالب بوده ولی در مناطق دیگر در درجات بعدی اهمیت قرار دارد. بر اساس شواهد موجود *T. vassilievi* بعد از *T. grandis* (Thomson) یکی از گونه‌های با پتانسیل زیستی بالا در کنترل سن گندم است و کارایی خوبی در رهاسازی اشباعی روی سن گندم نشان داده است (عسگری، ۱۳۹۰).

تخم‌گذاری در تخم‌هایی که مدت زیادتری نگهداری شده‌اند، بیش‌تر است. پس از خاتمه تخم‌گذاری، حشره‌ی ماده با ماده مترشحه از انتهای تخم‌ریز خود خطوطی پیوسته به شکل علامت بی‌نهایت (∞) بسیار پهنی روی تخم می‌زبان رسم می‌کند که این ماده در استن قابل حل و در آب، اسید، باز و استات دتیل غیر قابل حل می‌باشد. ولی بنا به اظهار اکودا و یرگان (۱۹۸۸) این ماده در آب محلول است. الکساندروف (۱۳۲۶) با مطالعه‌ی رفتار تخم‌ریزی *T. semistriatus* (Nees) و *T. vassilievi* زمان لازم برای هر بار تخم‌گذاری را سه تا چهار دقیقه و گاه تا هفت دقیقه و زمان لازم برای پارازیت‌ه کردن همه تخم‌های یک دسته را تقریباً ۵۰ تا ۶۰ دقیقه و حداکثر ۹۰ دقیقه اعلام کرد. عسگری (۱۳۷۴) زمان تخم‌ریزی *T. grandis* را در دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس و ۷۰-۶۰٪ رطوبت نسبی و طی چند بار مشاهده روی تخم *Graphosoma lineatum* (L.) ۱۶۵ ثانیه اندازه‌گیری کرد (۱۰ ثانیه معاینه با شاخک، ۱۳۰ ثانیه فرو کردن تخم‌ریز در تخم می‌زبان تا خروج آن و ۲۵ ثانیه علامت‌گذاری). احمدپور (۱۳۹۲) رفتارهای زنبور ماده *Ooencyrtus fecundus* Ferriere & Voegelé را در حضور تخم می‌زبان و هنگام پارازیت‌ه کردن آن، شاخک‌زنی، فروکردن تخم‌ریز در تخم می‌زبان، پارازیتیسم، علامت‌گذاری می‌زبان، تمیزکردن اعضای بدن به ویژه شاخک‌ها و رفتارهای نمایشی ذکر نمود که در مجموع ۱۲/۷ دقیقه طول کشید. میانگین تعداد تخم پارازیت‌ه شده می‌زبان و میانگین تخم گذاشته شده زنبور به ترتیب $17/5 \pm 1/49$ و $17/7 \pm 1/19$ عدد بود. بسیاری از زنبورهای ماده پارازیتوئید قادر به شناسایی تخم‌های پارازیت‌ه توسط اعضای حسی موجود در بندهای گرز شاخک هستند. در این مورد، یا تخم‌های سالم را به تخم‌های پارازیت‌ه شده ترجیح می‌دهند و یا منحصراً در تخم‌های سالم تخم‌گذاری می‌کنند. *T. vassilievi* در تخم سن گندم بر حسب تصادف تخم‌گذاری نمی‌کند و حشره‌ی ماده تخم‌هایی را که قبلاً پارازیت‌ه کرده، می‌شناسد. در این مورد نور هیچ‌گونه تأثیری در شناسایی تخم‌های پارازیت‌ه شده توسط حشره ماده ندارد (صفوی، ۱۳۵۲).

شود. واکنش تابعی و رفتارهای مشابه در دشمنان طبیعی نه‌تنها از طریق ویژگی‌های دشمن طبیعی و میزبان تحت تأثیر قرار می‌گیرند، بلکه نوع گیاه موجود در محل فعالیت دشمن طبیعی میزبان و شرایط فیزیکی آزمایش می‌توانند در این امر دخالت داشته باشند (کول و همکاران، ۱۹۹۷؛ مسینا و هانکز، ۱۹۹۸؛ فتحی‌پور و همکاران، ۲۰۰۱). سه عامل روی واکنش تابعی مؤثر است که عبارتند از: طول مدت ارایه میزبان یا طعمه به پارازیتوئید یا شکارگر، نرخ جستجو توسط پارازیتوئید یا شکارگر و زمان دستیابی لازم برای هر میزبان یا طعمه که این عوامل در معادله دیسک هولینگ منظور شده‌اند (هولینگ، ۱۹۵۹، ۱۹۶۶؛ هسل و همکاران، ۱۹۷۶). بر اساس مطالعات صورت گرفته مشخص شده است که زمان کل در دسترس پارازیتوئید، برآورد پارامترهای واکنش تابعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزایش زمان کل در دسترس پارازیتوئید با بروز آریبی در برآورد این پارامترها باعث افزایش کاذب زمان دستیابی و کاهش قدرت جستجو می‌شود. از این رو مشاهدات مستقیم برای بررسی رفتار تخم‌ریزی زنبور برای به دست آوردن زمان دستیابی واقعی پارازیتوئید مورد نیاز است (هسل، ۱۹۷۸؛ یشکه و همکاران، ۲۰۰۲).

صفوی (۱۳۵۲) مراحل مختلف تخم‌گذاری جنس *Trissolcus* و نودا (۱۹۹۳) رفتار تخم‌ریزی *Gryon japonicum* (Ashmead) روی تخم *Riptortus clavatus* (Thunberg) را شامل چهار مرحله: معاینه و انتخاب تخم، قرار گرفتن روی تخم می‌زبان، سوراخ کردن پوسته‌ی تخم و تخم‌گذاری و رقص علامت‌گذاری ذکر می‌نمایند. رفتارهای مشابهی در *T. basalis* (Wollaston) نیز دیده شده است (ویلسون، ۱۹۶۱). رفتار انتخاب می‌زبان پارازیتوئیدها توسط وینسون (۱۹۸۵) شامل انتخاب زیستگاه، توانایی یافتن اجتماع می‌زبان، می‌زبان‌یابی، معاینه‌ی می‌زبان، بررسی با تخم‌ریز، سوراخ کردن با تخم‌ریز و تخم‌ریزی ذکر شده است. صفوی (۱۳۵۲) طول دوره‌ی تخم‌گذاری زنبور جنس *Trissolcus* را در دمای ۲۲ درجه‌ی سلسیوس ۴-۲ دقیقه گزارش نمود که این مدت بر حسب گونه‌های مختلف و عمر تخم می‌زبان تا اندازه‌ای فرق می‌کند. به‌طوری‌که طول دوره‌ی

جمع‌آوری، نگهداری و افزون‌سازی زنبور پارازیتوئید***Trissolcus vassilievi* (Mayr)**

در این تحقیق، دو جمعیت تبریز (۱۳۶۰ m AMSL)؛ 38°N ؛ 46°E و ورامین (۹۱۸ m AMSL)؛ 35°N ؛ 51°E از زنبور *T. vassilievi* مورد بررسی قرار گرفتند. برای جمع‌آوری این زنبورها از مزارع گندم، با استفاده از تخم‌های تازه سن گندم، تله‌های تخم میزبان تهیه شد (صفوی، ۱۳۵۲، جواهری، ۱۳۵۷). شناسایی گونه‌ی مورد نظر، پس از خروج زنبورها توسط کلید شناسایی گونه‌های *Trissolcus* (کوزلوف و کونونوا، ۱۹۸۳) صورت گرفت.

زنبورهای *T. vassilievi* درون لوله‌های آزمایش و داخل یک اتاقک رشد^۱ در شرایط استاندارد (دمای $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ، رطوبت نسبی $50 \pm 5\%$ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه‌روز) نگهداری و تکثیر شدند. برای این کار حشرات کامل نر و ماده به‌طور تصادفی انتخاب و هر جفت همراه با یک دسته تخم میزبان، به لوله آزمایش جدیدی منتقل شدند. زنبورها بعد از دو نسل خالص‌سازی روی تخم سن گندم به‌طور جداگانه در آزمایش‌های اصلی به‌کار گرفته شدند. جهت تغذیه زنبورها از قطرات کوچک عسل روی یک نوار کاغذی به‌عرض یک سانتی‌متر استفاده شد.

تعیین بودجه‌ی زمانی پارازیتوئید

برای مطالعه‌ی رفتار تخم‌ریزی زنبور ماده برای *T. vassilievi* روی تخم سن گندم، زنبورهای ماده بارور ۲۴ ساعته نسل سوم هر جمعیت به‌طور جداگانه داخل لوله آزمایشی به‌قطر ۱/۵ و طول ۱۰ سانتی‌متر قرار گرفتند. سپس پنج دسته تخم ۱۴ تا ۲۴ ساعته سن گندم در اختیار هر یک از این زنبورها قرار داده شد و دهانه‌ی لوله‌ها با پنبه مسدود شد. بودجه‌ی زمانی این پارازیتوئیدها شامل زمان صرف شده برای حرکات نمایشی، زمان استراحت، زمان دستیابی، زمان کاوشگری و زمان تغذیه برحسب ثانیه به‌وسیله یک کرومومتر به‌مدت سه ساعت با مشاهده‌ی مستقیم زیر

بررسی گزارشات در دسترس نشان می‌دهد که در حالت کلی بیش‌تر تحقیقات صورت گرفته روی *T. grandis* معطوف بوده و متأسفانه توجه شایسته‌ای به پتانسیل و کارآیی *T. vassilievi* مبذول نشده است. به این دلیل و با توجه به وجود اختلاف‌های فاحش در نرخ پارازیتیسم جمعیت زنبورهای پارازیتوئید مناطق جغرافیایی مختلف با منشاء سردسیری و نیمه گرمسیری، در این بررسی دو جمعیت زنبور *T. vassilievi* با منشاء تبریز و ورامین انتخاب و زمان لازم برای هر یک از رفتارهای تخم‌ریزی زنبور *T. vassilievi* با مشاهده مستقیم روی تخم سن گندم تعیین گردید.

مواد و روش‌ها**جمع‌آوری و تخم‌گیری از سن گندم *Eurygaster integriceps* Puton**

حشرات کامل سن گندم در پایان مرحله‌ی زمستان‌گذرانی و قبل از ریزش به مزارع، از کوه‌های اطراف ورامین به‌صورت دستی از زیر بوته‌های گون و درمنه در چندین نوبت جمع‌آوری شدند. کار جمع‌آوری حشرات کامل بعد از ریزش سن‌ها به مزارع گندم ادامه یافت. حشرات جمع‌آوری شده به یکی از واحدهای گل‌خانه گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز منتقل شدند.

جهت پرورش و تخم‌گیری از سن گندم از ظروف پلاستیکی مکعب مستطیلی شفاف (۲۰×۳۰×۹ سانتی‌متر) مجهز به درپوش توری برای تهویه استفاده شد. در هر ظرف تعداد ۵۰ حشره کامل نر و ماده، ۱۰۰ گرم دانه خشک گندم و پنبه خیس قرار داده شد. برای تخم‌گذاری سن‌ها از نوارهای کاغذی به‌عرض ۷-۱۰ سانتی‌متر و طول‌های مختلف به‌شکل بادبونی داخل ظروف استفاده شد. این حشرات در دمای $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ، رطوبت نسبی $40 \pm 10\%$ و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در یکی از واحدهای گل‌خانه گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز نگهداری شدند. تخم‌ها به‌طور روزانه برداشت شده و برای مصارف بعدی مورد استفاده قرار گرفتند.

^۱ شرکت ایران خودسان، مدل IKH.RH

۰/۳۸±۶۰/۲۷۴ و ۱۳۳/۸۹±۹۷۲/۰ ثانیه و در جمعیت ورامین به ترتیب ۰/۳±۹۴/۲۲۳۷، ۰/۷۲±۳۶۵/۴۹۱۱/۶ و ۰/۸±۸۷/۹۳۵ و ۰/۲۰±۶۹/۱۱۳۶/۸ ثانیه بود. میانگین رفتارهای فوق به ازای یک نوبت تخم‌گذاری در جمعیت تبریز به ترتیب ۰/۱۶±۳۱/۸۷، ۰/۱۸±۲/۱۲۷/۶۴، ۰/۸۳±۰/۲۶ و ۰/۷۵±۶/۲۸/۹۳ ثانیه و در جمعیت ورامین به ترتیب ۰/۸۳±۰/۳۱/۴۰، ۰/۸۸±۱۱/۱۲۴/۶۶، ۰/۷۷±۰/۲۳/۷۳ و ۰/۵±۶/۲۸/۸۵ ثانیه به دست آمد. بنابراین زمان دستیابی به ازای یک تخم (مجموع سه رفتار شاخک‌زنی، پارازیتیسیم و علامت‌گذاری میزبان بدون حرکات نمایشی) در جمعیت تبریز و ورامین به ترتیب ۰/۴±۳/۱۸۵ و ۰/۵۳±۲/۱۷۹/۷۹ ثانیه محاسبه شد.

گفتنی است میانگین زمان صرف شده برای هر یک از رفتارهای فوق به ازای یک تخم در زنبورهای تبریز نسبت به زنبورهای ورامین بیشتر بود، در صورتی که مجموع زمان صرف شده برای هر یک از رفتارهای فوق به ازای کل زمان در دسترس در زنبورهای ورامین بیش‌تر از زنبورهای تبریز بود که دلیل آن پارازیتیزه کردن تخم بیش‌تر توسط زنبور ورامین است. میانگین پارازیتیسیم کل و پارازیتیسیم موفق میزبان ۰/۱۶±۲/۳۳ و ۰/۲۲±۲/۳۰ تخم برای جمعیت تبریز و ۰/۴۲±۲/۳۹ و ۰/۳۳±۲/۳۶ تخم برای جمعیت ورامین بود. بیش‌ترین تخم گذاشته شده در جمعیت تبریز و ورامین به ترتیب ۳۹ و ۴۷ عدد بود. آزمون t نشان داد که از نظر زمان صرف شده برای هر یک از رفتارهای فوق (برای مجموع میزبان‌های پارازیتیزه) تفاوتی بین دو جمعیت زنبور وجود ندارد (جدول ۱).

بینوکولر، بدون نور مصنوعی و در پنج تکرار ثبت شد. زمان سپری شده قبل از یافتن و اقدام به دستیابی اولین میزبان و زمان پس از آخرین دستیابی تا پایان آزمایش نیز به عنوان یک داده مجزا ثبت شد.

تجزیه‌ی داده‌ها

ابتدا مقایسه‌ای بین دو جمعیت زنبور از نظر زمان سرانه هر رفتار یک بار براساس زمان کل برای مجموع میزبان‌های پارازیتیزه شده و یکبار به ازای یک فرد میزبان با آزمون t انجام شد. سپس تجزیه رگرسیون خطی زمان هر رفتار در نوبت‌های متوالی دستیابی برای تخمین زمان هر رفتار در نوبت اول دستیابی (عرض از مبدا) و نرخ تغییرات آن در نوبت‌های بعدی (شیب خط) انجام شد. زمان دستیابی واقعی به عنوان مجموع زمان‌های شاخک‌زنی، پارازیتیسیم و علامت‌گذاری میزبان محاسبه و با روش مشابهی مورد تجزیه و مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

میانگین زمان قبل از اولین دستیابی به میزبان و زمان بعد از آخرین دستیابی به ازای کل میزبان‌های موجود در جمعیت تبریز به ترتیب ۰/۶۶±۶۱۵/۶۷۰ و ۰/۹۰±۵۶۵/۲۹۲۴ و در جمعیت ورامین ۰/۱۱±۱۶۱/۲۷۷ و ۰/۵۵±۴۱۰/۲۳۰۲ ثانیه به دست آمد. نتیجه گرفته می‌شود که زنبورهای ورامین در یافتن میزبان نسبت به زنبورهای تبریز کارا تر هستند. میانگین زمان چهار رفتار مرتبط با افراد میزبان به ازای تمام میزبان‌های موجود به ازای هر ماده *T. vassilievi* در یک لکه میزبانی در جمعیت تبریز به ترتیب ۰/۵۲±۷۰/۱۰۷۱، ۰/۲۶±۲۹۳/۴۲۸۸،

جدول ۱- مقایسه‌ی زمان رفتارهای مختلف مرتبط با پارازیتیسیم در دو جمعیت زنبور *T. vassilievi* با آزمون t دو طرفه.

رفتارها آماره‌ها	رفتارها		
	شاخک‌زنی	پارازیتیسیم	علامت‌گذاری
آماره‌ی t	۱/۴۱	۱/۳۳	۰/۵۷
P	۰/۱۹۵	۰/۲۲۱	۰/۵۸۲

*در تمام موارد، df=۸

ولی طول مدت شاخک‌زنی و رفتارهای نمایشی در هر دو جمعیت *T. vassilievi* با زمان به طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد (جدول ۲).

هم‌چنین تجزیه واریانس رگرسیون خطی نشان داد که در هر دو جمعیت زنبور، زمانی که پارازیتوید صرف پارازیتیسیم و رفتار علامت‌گذاری می‌نماید در کل مدت آزمایش (از اولین دستیابی تا آخرین آن)، ثابت بود،

جدول ۲- معادله‌ی خط و خلاصه‌ی تجزیه‌ی واریانس رگرسیون خطی زمان تخصیص داده شده به رفتارهای مختلف از اولین دست‌یابی تا آخرین آن در دو جمعیت زنبور ماده‌ی *T. vassilievi* روی تخم سن‌گندم.

ورامین				تبریز				جمعیت زنبور
معادله‌ی خط	R ²	F	P	معادله‌ی خط	R ²	F	P	رفتار زنبور آماره‌ها
$y = 0.48x + 21.58$	۰/۲۴۱۴	۶۲/۰۴	<۰/۰۰۰۱	$y = 0.91x + 15.88$	۰/۳۸۰۶	۱۰۱/۹۹	<۰/۰۰۰۱	شاخک‌زنی
$y = 0.05x + 123.64$	۰/۰۰۰۵	۰/۹۹	۰/۷۵	$y = 0.33x + 121.91$	۰/۰۱۳۷	۲/۳۱	۰/۱۳	پارازیتیسیم
$y = -0.11x + 26$	۰/۰۱۴۹	۲/۹۶	۰/۰۹	$y = -0.01x + 26.18$	۸E-۰۵	۰/۰۱۳	۰/۹۱	علامت‌گذاری
$y = 1.66x - 5.12$	۰/۰۵۳۹	۱۱/۱۱	۰/۰۰۰۵	$y = 2.43x - 13.80$	۰/۰۷۹۸	۱۴/۴۱	۰/۰۰۱	رفتارهای نمایشی
$y = 2.08x + 166.1$	۰/۰۶۷۸	۱۴/۱۷	۰/۰۰۰۲	$y = 3.66x + 150.17$	۰/۱۲۷۱	۲۴/۱۶	<۰/۰۰۰۱	مجموع تمام رفتارها
$y = 0.42x + 171.22$	۰/۰۱۹۷	۳/۹۳	۰/۰۴۹	$y = 1.23x + 163.97$	۰/۱	۱۸/۴۵	<۰/۰۰۰۱	تمام رفتارها به‌جز حرکات نمایشی

*در تمام موارد، df در جمعیت تبریز و ورامین به ترتیب برابر ۱۶۶ و ۱۹۵ است.

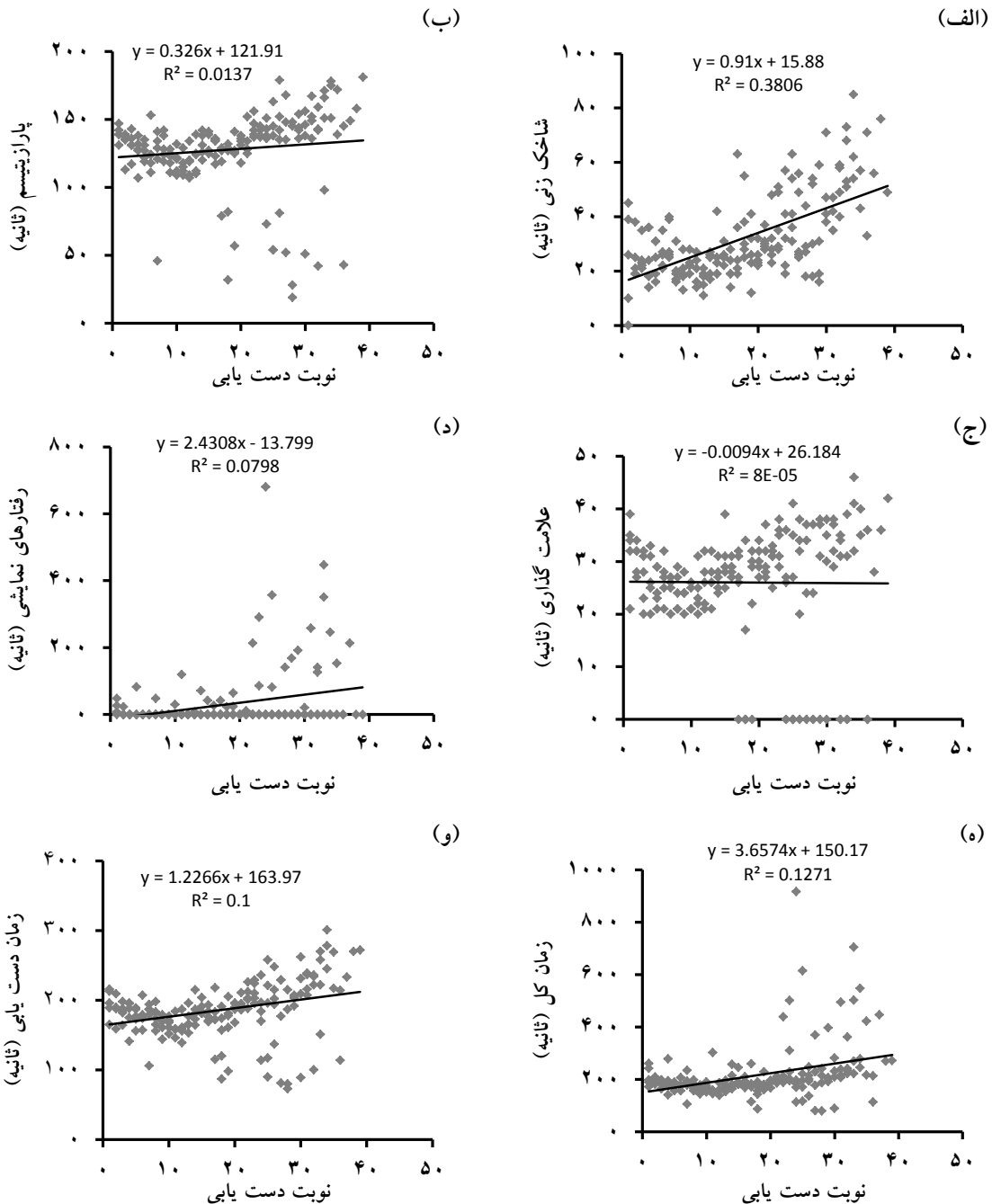
محسوب می‌شوند و با تفریق زمان حرکات نمایشی از زمان کل، درواقع زمان واقعی دستیابی به دست می‌آید. شکل‌های ۱ و ۲ تغییرات هر کدام از این رفتارها را با زمان به‌ترتیب در دو جمعیت تبریز و ورامین نشان می‌دهند. در معادلات خطی به‌دست آمده از این نمودارها عرض از مبداء خط نشانگر زمان صرف شده برای رفتار مربوطه در آغاز پارازیتیسیم است و شیب خط مذکور تغییر زمان لازم برای دستیابی بعدی را نشان می‌دهد که در صورت مثبت بودن شیب خط به زمان آغازین اضافه شده و اگر شیب خط منفی باشد از زمان آغازین کم می‌شود. منفی بودن شیب خط رفتار علامت‌گذاری زنبورها نشان می‌دهد که با گذشت زمان، از زمان علامت‌گذاری کاسته می‌شود و میزان این کاهش در زنبورهای ورامین بیشتر از تبریز ولی هر دو غیرمعنی‌دار است.

همچنان‌که محققان قبلی اشاره نموده‌اند (هولینگ، ۱۹۵۹؛ هسل، ۱۹۷۸)، برآورد فراسنجه‌های واکنش تابعی با زمان کل در دسترس زنبور تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

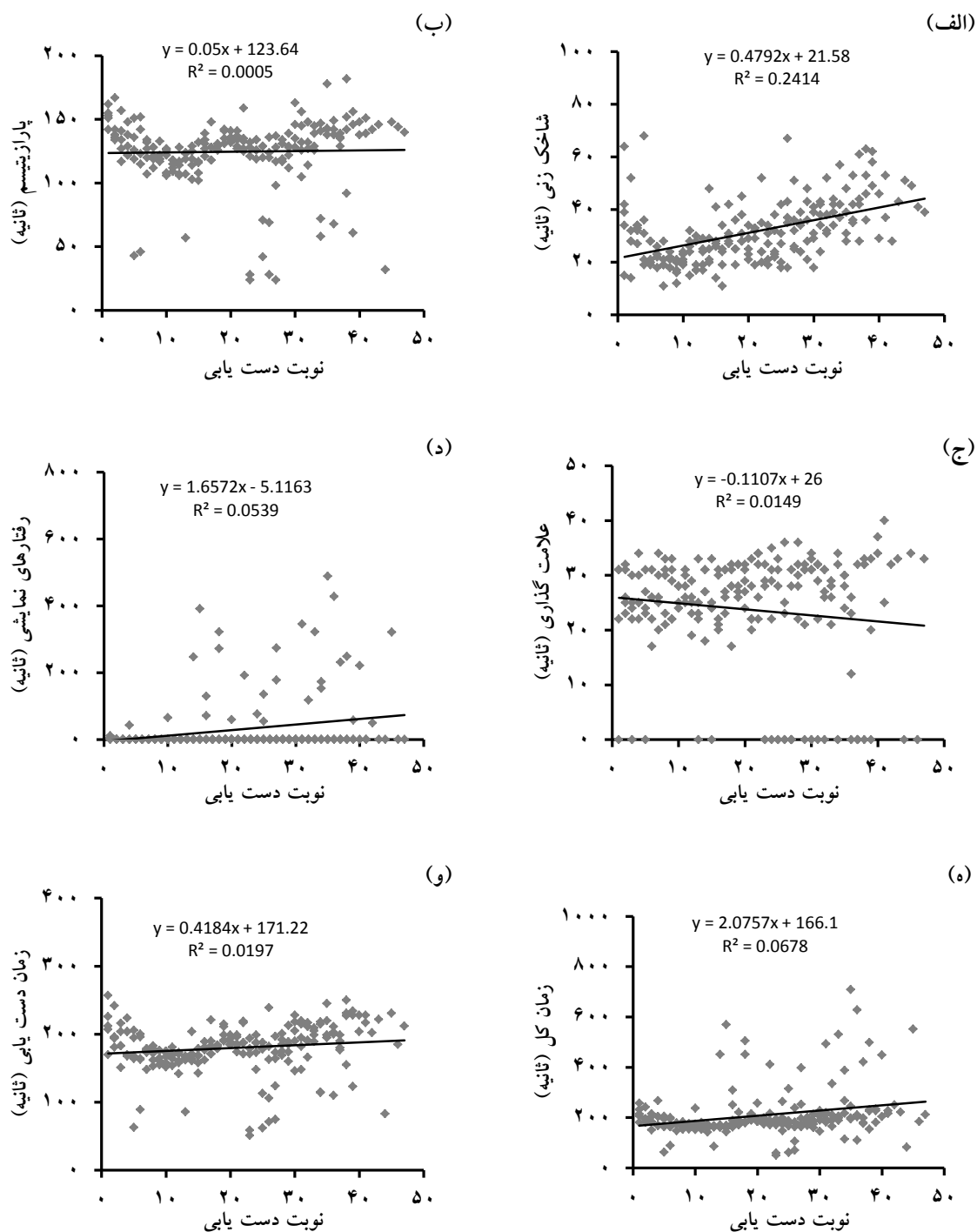
روند تغییرات زمان صرف شده برای مجموع رفتارها با احتساب و عدم احتساب رفتارهای نمایشی در هر دو جمعیت زنبور افزایش معنی‌دار نشان داد (جدول ۲)، این بدان معنی است که زمان پارازیتیسیم زنبور در هر نوبت دستیابی نسبت به نوبت قبلی افزایش می‌یابد. این افزایش در جمعیت تبریز بیش‌تر از یک ثانیه و در جمعیت ورامین کمتر از نیم ثانیه بود ولی در هر دو معنی‌دار بود. اگر بیشینه تعداد دستیابی را ۴۰ عدد فرض کنیم به این معنی خواهد بود که زنبور تبریز اولین تخم را در زمانی حدود ۱۶۴ ثانیه دستیابی خواهد کرد و آخرین آن را با صرف ۴۹ ثانیه بیش‌تر و در ۲۱۳ ثانیه پارازیتیه خواهد کرد. یعنی این مقادیر برای زنبور ورامین به‌ترتیب ۱۷۱ و ۱۸۸ ثانیه برای اولین و آخرین تخم برآورد شد. به این ترتیب این تفاوت در زنبورهای ورامین ۱۷ ثانیه بود. لازم به ذکر است که تمام رفتارها به‌جز رفتارهای نمایشی که شامل تمیز کردن شاخک، راه رفتن و استراحت می‌باشند، جزء رفتارهای دستیابی

دستیابی و کاهش قدرت جستجو می‌گردد. نتایج مشاهدات مستقیم نشان داد که زنبور ماده حدود ۷۵٪ از زمان در دسترس را صرف پارازیتسم و بقیه‌ی آن را صرف رفتارهایی غیر از پارازیتسم می‌کند.

نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که افزایش زمان پارازیتوید تأثیری در حداکثر پارازیتسم زنبور نداشته و موجب آریبی در برآورد فراسنجه‌های واکنش تابعی می‌شود، یعنی این امر باعث افزایش کاذب زمان



شکل ۱- روند تغییرات زمان تخصیص داده شده به رفتارهای مختلف در زنبور ماده‌ی *T. vassilievi* جمعیت تبریز در هر بار دست‌یابی، الف) شاخک‌زنی، ب) پارازیتسم، ج) علامت‌گذاری، د) رفتارهای نمایشی، ه) مجموع تمام رفتارها، و) تمام رفتارها به‌جز حرکات نمایشی.



شکل ۲- روند تغییرات زمان تخصیص داده شده به رفتارهای مختلف در زنبور مادهی *T. vassilievi* جمعیت ورامین در هر بار دست یابی، (الف) شاخک زنی، (ب) پارازیتسم، (ج) علامت گذاری، (د) رفتارهای نمایشی، (ه) مجموع تمام رفتارها، و (و) تمام رفتارها به جز حرکات نمایشی.

می باشد، دو ساعت و ربع (۱۳۵ دقیقه) زمان لازم خواهد بود و البته با در نظر گرفتن زمان لازم برای حرکات نمایشی که زمان دست یابی بعدی را به تأخیر می اندازد،

بر این اساس حدود سه دقیقه زمان، صرف دست یابی یک عدد تخم سن گندم می شود و برای ۴۵ تخم که بیشینه ظرفیت پارازیتسم روزانه یک زنبور ماده

لکه میزبانی از شروع پارازیتسم تا ترک آخرین میزبان، به ترتیب $۱۱/۱۱ \pm ۰/۳۶$ ، $۵/۲۳ \pm ۰/۲۷$ ، $۱۶۷ \pm ۳/۶۸$ ، $۱۱/۱۲ \pm ۰/۶۷$ ، $۱۰/۵ \pm ۱/۱۳$ و $۱۹/۴۸ \pm ۱/۴۴$ دقیقه و میانگین رفتارهای فوق را به ازای یک نوبت تخم‌گذاری به ترتیب $۰/۶۳ \pm ۰/۰۲۱$ ، $۰/۲۹ \pm ۰/۰۱۹$ ، $۰/۱۴ \pm ۰/۰۵۴$ ، $۰/۶۳۵ \pm ۰/۰۴$ و $۰/۶ \pm ۰/۰۷$ دقیقه محاسبه کرد. این مقادیر به مراتب بیش‌تر از مقادیر به دست آمده برای هر دو جمعیت *T. vassilievi* است و تنها زمان دست‌یابی بیش از سه برابر طولانی‌تر و مجموع زمان تمام رفتارها نیز تقریباً با همان نسبت بیش‌تر است. با مقایسه‌ی سه گونه در سه مطالعه‌ی مذکور معلوم می‌شود که گونه‌های *Trissolcus* نسبت به *Oencyrtus* خیلی سریع‌تر عمل می‌کند که این تفاوت ممکن است از جثه‌ی درشت‌تر و قدرت بیش‌تر زنبورهای *Trissolcus* ناشی شده باشد. نتایج به دست آمده توسط احمدپور (۱۳۹۲) در مورد رفتارهای مختلف زنبور *O. fecundus* نشان داد که به جز پارازیتسم و علامت‌گذاری که فعالیت‌های اصلی دست‌یابی هستند، تغییرات بقیه رفتارها (شامل معاینه با شاخک، تمیز کردن اعضای بدن و حرکات نمایشی) با گذشت زمان افزایش معنی‌داری نشان داد. ایشان چنین استدلال نمودند که زمانی که ذخیره‌ی تخم زنبور بالا است، حرکات غیرضروری به حداقل می‌رسد تا زنبور زودتر به دست‌یابی بعدی برسد، ولی زمانی که ذخیره‌ی تخم کاهش می‌یابد، از همان هنگام طرد اولین تخم از بدن، زمان رفتارهای غیر مرتبط با پارازیتسم افزایش می‌یابد. در این میان، بیش‌ترین افزایش در زمان حرکات نمایشی، سپس معاینه با شاخک و تمیز کردن اعضای بدن مشاهده شد. گفتنی است رفتارهای نمایشی در مقایسه با دو رفتار دیگر، غیرضروری‌ترین رفتارها در انجام پارازیتسم هستند. این یافته‌ها در مورد زنبور *T. vassilievi* در پژوهش حاضر نیز صدق می‌کند.

از یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که آزمایش‌های کلاسیک واکنش تابعی ایرادات زیادی دارند که اجرای آن‌ها به شیوه سنتی باید مورد بازنگری قرار گیرد. مهم‌ترین تغییری که در این راستا باید در مطالعات آتی مدنظر قرار گیرد، تعیین زمان کل آزمایش بر اساس

جمعاً سه ساعت (۱۸۰ دقیقه) وقت برای پارازیت‌ه نمودن این تعداد تخم با احتساب زمان تقریبی یک دقیقه برای حرکات نمایشی کافی خواهد بود. بنابراین سه ساعت برای یک آزمایش واکنش تابعی این زنبور کافی به نظر می‌رسد و هرچه زمان بیش‌تری برای این آزمایش در نظر گرفته شود موجب تخمین بیش‌تر زمان دست‌یابی می‌شود. بنابراین، چنانچه زمان آزمایش کلاسیک واکنش تابعی ۲۴ ساعت در نظر گرفته شود هشت برابر بیش از زمان لازم برای پارازیت‌ه کردن و انجام حرکات نمایشی و بیش از ۱۰ برابر زمان دست‌یابی واقعی خواهد بود.

آوان و همکاران (۱۹۹۰) با مقایسه‌ی زمان تخم‌ریزی ماده‌های دو تا سه روزه‌ی سه جمعیت جغرافیایی فرانسوی، ایتالیایی و اسپانیایی زنبور *T. basalis* روی یک دسته تخم *Nezara viridula* (L.)، میانگین مدت زمان تخم‌ریزی سه جمعیت را به ترتیب $۲/۴$ ، $۳/۱$ و ۵ دقیقه گزارش کردند. زمان شاخک‌زنی یا تخم‌ریزی اختلاف معنی‌داری بین جمعیت‌ها نشان نداد. عسگری (۱۳۸۰) با مشاهده‌ی مستقیم رفتار تخم‌ریزی زنبورهای *T. semistriatus* حاصل از تخم سن‌گندم و سن *G. lineatum* گزارش نموده است که مدت تخم‌ریزی در دو گروه زنبور تفاوت معنی‌داری ندارند و میانگین کل مدت تخم‌ریزی در میزبان‌های فوق به ترتیب $۱۶۳/۳ \pm ۳/۹$ و $۱۶۵/۲ \pm ۳/۴$ ثانیه بود که حدود ۳۰٪ طولانی‌تر از *T. vassilievi* در این تحقیق است. ولی میانگین کل مدت علامت‌گذاری در زنبورهای حاصل از تخم سن‌گندم و سن *G. lineatum* با مدت $۱۹/۶ \pm ۰/۴۱$ و $۱۸/۱ \pm ۰/۴۲$ ثانیه بین دو گروه زنبور معنی‌دار بود. این مقادیر چهار تا هشت ثانیه کمتر از *T. vassilievi* است. این تفاوت‌ها می‌تواند به دلیل تفاوت در گونه‌ی زنبورهای مورد مطالعه، سن ماده‌ها، تراکم میزبان، دمای آزمایش و اختصاص طول مدت زمان‌های مختلف برای آزمایش باشد. احمدپور (۱۳۹۲) نیز با مشاهده‌ی مستقیم رفتارهای زنبور ماده *O. fecundus* در حضور تخم سن‌گندم و هنگام پارازیت‌ه کردن آن، میانگین زمان رفتارهای شاخک‌زنی، فروکردن تخم‌ریز در تخم میزبان، پارازیتسم، علامت‌گذاری میزبان، تمیزکردن اعضای بدن مخصوصاً شاخک‌ها و رفتارهای نمایشی را برای یک

رفتار حشره به جای زمان ثابت ۲۴ ساعت (یا هر مدت زمان دیگری که محقق انتخاب نماید) است. بهترین راه برای این کار انجام مشاهدات مستقیم در اجرای این قبیل آزمایش‌ها می‌باشد. در این مشاهدات باید متوسط زمان دستیابی به ازای یک فرد میزبان در شرایط فیزیکی آزمایش به‌طور دقیق برآورد شود و بیشینه میزان حمله پارازیتوئید یا شکارگر در یک شبانه روز نیز برآورد شود. توزیع شبانه روزی پارازیتیسیم یا تغذیه از طعمه در شکارگر نیز باید در نظر گرفته شود. مثلاً باید مشخص نمود که آیا پارازیتوئید تمام تخم‌های خود را در یک نوبت در شبانه روز می‌گذارد و بقیه ساعات آن را در انتظار رشد تخم‌های بعدی می‌نشیند یا اینکه به‌طور تدریجی در ساعات مختلف شبانه روز تخم‌ریزی می‌نماید. با قیاس مشابه آیا شکارگر تنها یک وعده در روز تغذیه می‌کند یا تغذیه آن به دفعات مختلف و با وعده‌ی غذایی مشابه یا غیر مشابه از نظر تعداد شکار خورده شده است. همچنین لازم است این نکته نیز با مشاهدات مستقیم تعیین شود که آیا پارازیتوئید یا شکارگر از اول تا آخر مدت بهره‌برداری از میزبان یا طعمه‌های در دسترس با سرعت ثابتی عمل می‌کند یا با کاهش ذخیره تخم در اواریول‌ها و نزدیک شدن به حد سیری زمان دستیابی هم تغییر می‌کند. در مواردی در

مورد شکارگرها کاهش زمان دستیابی به دلیل بهره‌برداری نیمه‌کاره از طعمه در شکارهای بعدی ذکر شده است. در مواردی نیز افزایش زمان دستیابی در اواخر دستیابی مشاهده شده است (یشکه و همکاران، ۲۰۰۲؛ کوپر و اندرسون، ۲۰۰۶). در این حالت می‌توان زمان آزمایش را از طریق ضرب کردن متوسط زمان صرف شده به ازای یک فرد میزبان در تعداد میزبان دستیابی شده تعیین کرد. با توجه به اینکه با افزایش میزبان‌های دستیابی شده، دست‌رسی به افراد بعدی زمان‌بر خواهد شد، توصیه می‌شود که بالاترین تراکم میزبان در آزمایش‌ها همواره بیش از بیشینه‌ی تئوریک نرخ حمله (T/T_H) باشد. تراکم میزبان تا دوبرابر بیش‌ترین حد پارازیتیسیم پیشنهاد می‌شود. این سبب می‌شود که برآورد پارامتر اخیر بدون اریب قابل توجه به دست آید و منحنی واکنش تابعی به خط مجانب که معرف حد سیری شکارگر یا ذخیره تخم پارازیتوئید است، نایل شود. در غیر این صورت، منحنی تا بالاترین تراکم میزبان همچنان صعودی خواهد بود.

سیاسگزاری

امکانات مورد نیاز و منابع مالی این تحقیق توسط دانشگاه تبریز تأمین گردیده است که موجب امتنان است.

منابع مورد استفاده

احمدپور س، ۱۳۹۲. اثر سوپرپارازیتیسیم بر ظرفیت تولیدمثلی و رفتار کاوشگری *Ooencyrtus fecundus* (Hymenoptera: Encyrtidae) پارازیتوئید تخم سن گندم. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تبریز.

الکساندروف ن، ۱۳۲۶. سن و پارازیت‌های آن در ورامین. نشریه‌ی آفات و بیماری‌های نباتی، جلد ۶، صفحه‌های ۲۸ تا ۴۸.

جوهری م، ۱۳۵۷. گزارشی از سن‌های زیان‌آور غلات در ایران. حفظ نباتات، جلد ۲۷. صفحه‌های ۲۷ تا ۴۲.

صفوی م، ۱۳۵۲. بررسی بیواکولوژی زنبورهای پارازیت تخم سن در ایران. انستیتوی بررسی آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران.

عسگری ش، ۱۳۷۴. بررسی امکان تکثیر انبوه زنبورهای پارازیتوئید تخم سن (*Trissolcus* spp. (Hym., Scelionidae) روی میزبان واسط آزمایشگاهی (*Graphosoma lineatum* L. (Het., Pentatomidae). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

عسگری ش، ۱۳۸۰. مقایسه‌ی تناسب میزبانی تخم سن‌های *Eurygaster integriceps* Put. و *Graphosoma lineatum* L. برای زنبور پارازیتوئید *Trissolcus semistriatus* Nees. رساله‌ی دکتری تخصصی حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

عسگری ش، ۱۳۹۰. رهاسازی اشیاعی زنبور پارازیتوئید تخم سن گندم و ارزیابی عملکرد آن. مجموعه مقالات همایش ملی توسعه کنترل بیولوژیک در ایران. صفحه‌های ۴۲۳ تا ۴۲۸. انتشارات مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران.

Awan M S, Wilson L T and Hoffmann M P, 1990. Comparative biology of three geographic populations of *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae). *Environmental Entomology* 19(2): 387-392.

Coll M, Smith A and Ridgway R L, 1997. Effect of plants on the searching efficiency of a generalist predator: the importance of predator- prey spatial association. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 83: 1-10.

Cooper Jr W E and Anderson R A, 2006. Adjusting prey handling times and methods affects profitability in the Broad- Headed Skink (*Eumeces Laqticeps*). *Herpetologica* 62(4):356-365.

Fathipour Y, Kamali K, Khalghani J and Abdollahi G, 2001. Functional response of *Trissolcus grandis* (Hym., Scelionidae) to different egg densities of *Eurygaster integriceps* (Het., Scutelleridae) and effects of wheat genotypes on it. *Applied Entomology and Phytopathology* 68: 123-136.

Hassell M P, 1978. *The Dynamics of Arthropod Predator Prey Systems*. New Jersey: Princeton University Press.

Hassell M P, Lawton J H and Beddington J R, 1976. The components of arthropod predation. 1. The prey death-rate. *Journal of Animal Ecology* 54: 135-164.

Holling C S, 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *The Canadian Entomologist* 91: 385-398.

Holling C S, 1966. The functional response of invertebrate predators to prey density, *Memoirs of the Entomological Society of Canada*.

Jeschke J M, Kopp M and Tollrian R, 2002. Predator functional responses: Discriminating between handling and digesting prey. *Ecological Monographs* 72(1): 95-112.

Kozlov M A and Kononova S V, 1983. *Telenominae of the fauna of the USSR (Hymenoptera, Scelionidae, Telenominae)*. Leningrad Nauka Publisher.

Luck R F, 1990. Evaluation of natural enemies for biological control: a behavioral approach. *Trends in Ecology and Evolution* 5: 196-199.

Messina F J and Hanks J B, 1998. Host plant alters the shape of functional response of an aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 27: 1196-1202.

Noda T, 1993. Ovipositional strategy of *Gryon japonicum* (Hymenoptera: Scelionidae). *Bulletin of the National Institute of Agro-Environmental Sciences* 9: 1-51.

Okuda M S and Yeargan K V, 1988. Intra and interspecific host discrimination in *Telenomus podisi* and *Trissolcus euschisti* (Hymenoptera: Scelionidae). *Annals of the Entomological Society of America* 81: 1017-1020.

Vinson S B, 1985. The behavior of parasitoids. Pp. 417-469 In: Kerkut G A and Gilbert L I, (eds.) *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*. Pergamon Press, Oxford.

Wilson F, 1961. Adult behavior in *Asolcus basalis* (Hymenoptera: Scelionidae). *Australian Journal of Zoology* 9(5): 737-751.

Time Allocation by Female Parasitoid *Trissolcus vassilievi* (Mayr) Encountering with Sunn Pest Eggs (*Eurygaster integriceps* Puton)

P Benamolaei^{1*}, Sh Iranipour² and Sh Asgari³

¹Assistant Professor, Department of Animal Biology, Faculty of Natural Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

²Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

³Research Assistant Professor, Agriculture and Natural Resource Research Center of Tehran Province, Varamin, Iran.

*Corresponding author: P.benamolaei@tabrizu.ac.ir

Received: 24 April 2017

Accepted: 4 December 2017

Abstract

Several studies showed that increasing the total available time for parasitoid causes biases in parameter estimation of functional response experiments. Hence direct observations are required for unbiased estimating of handling time. In addition there is some difference among geographical populations of parasitoid. Therefore in this study, two populations of *Trissolcus vassilievi* (Mayr), (Tabriz and Varamin) were chosen and time allocated for different activities were recorded by direct observations. The time budget of a female parasitoid (24h-old fertile females of the 3rd generation) was divided to four components including drumming, parasitism, host marking and performing actions and duration of each behavior was recorded for three hours in an experimental arena. Time spent for whole clutch was 1071 ± 70.25 , 4288.6 ± 293.26 , 874.2 ± 60.38 and 972.0 ± 133.89 seconds in Tabriz wasps and 1237.2 ± 94.03 , 4911.6 ± 365.72 , 935 ± 87.08 and 1136.8 ± 69.20 seconds in Varamin wasps, for above respect of behaviors. Furthermore, *per capita* times assigned for above behaviors were 31.87 ± 1.16 , 127.64 ± 2.18 , 26.02 ± 0.83 and 28.93 ± 6.75 seconds for Tabriz wasps and 31.40 ± 0.83 , 124.66 ± 1.88 , 23.73 ± 0.77 and 28.85 ± 6.05 seconds for Varamin wasps respectively. Handling time increased slowly until the end of the experiment. It was concluded that the classical functional response experiments should be accompanied by direct recording of insect behavior and parasitoids/predators should be allowed to determine the patch time themselves in a host arena. Otherwise, handling time will be overestimated due to time wasted by predator/parasitoid during satiation or depletion of egg reservoirs.

Keywords: Component behavior, Direct observations, Handling time, Oviposition behavior, Parasitoid wasp.