

اثر سن و تجربه بر رفتار کاوشگری زنبور *Fopius carpomyiae*، پارازیتوئید مگس میوه گنار *Carpomyia vesuviana*سید رضا گلستانه^۱، فرحان کچیلی^۱، آرش راسخ^۱، مهدی اسفندیاری^۱، محمد ابراهیم فراشانی^۲

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

مسئول مکاتبات: فرحان کچیلی، پست الکترونیک: kocheilif@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۳۰

۶۷-۷۹ (۲)

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۶/۳۰

چکیده

زنبورهای پارازیتوئید اغلب براساس شرایط فیزیولوژیکی یا محیطی، رفتار کاوشگری خود را تنظیم می‌کنند. در این مطالعه اثر سن و تجربه بر رفتار کاوشگری زنبور *Fopius carpomyiae* Silvestri، پارازیتوئید مگس میوه گنار *Carpomyia vesuviana* Costa مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور جمعیت هم‌سن زنبور در دو گروه سنی ۷-۸ و ۱۲-۱۳ روزگی تشکیل و زنبورهای ماده جفت‌گیری کرده به طور انفرادی روی میوه گنار آلوده به یک دسته تخم مگس میوه رهاسازی شدند و انواع رفتارها و زمان تخصیص یافته به آنها به وسیله مشاهده پیوسته، تعیین شد. در آزمایش بعدی، زنبورهای این دو گروه سنی، پس از ۲۴ ساعت مواجهه با تخم میزبان به محدوده حضور میزبان معرفی و رفتارهای کاوشگری آنها با زنبورهای بدون تجربه مقایسه شد. زنبورهای ماده مسن‌تر به طور معنی‌داری مدت زمان بیشتری (۵ دقیقه و ۴۸ ثانیه) را نسبت به زنبورهای جوان‌تر (۵ دقیقه و ۱۳ ثانیه) در محدوده حضور میزبان ماندند، اما با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار ($P=0/636$) در مدت زمان تخم‌گذاری ($144/7 \pm 9/28$) در مقابل نشان نداد ($P=0/844$). نتایج نشان داد که تجربه قبلی مواجهه با میزبان تأثیری روی مدت زمان حضور نداشت، اما این زنبورها مدت زمان بیشتری را به رفتار تخم‌گذاری اختصاص دادند و تعداد دفعات و همچنین نرخ بروز این رفتار در آنها به طور معنی‌داری بیشتر از زنبورهای بدون تجربه بود. این تفاوت منجر به افزایش معنی‌دار ($P=0/045$) درصد پارازیتیسیم در زنبورهای با تجربه ($46/5 \pm 2/8$) در مقایسه با زنبورهای بدون تجربه ($39/2 \pm 3/2$) شد.

واژه‌های کلیدی: بوشهر، خوزستان، دسته تخم، محدوده حضور میزبان

مقدمه

Z. rotundifolia و *Z. mauritiana*, *Z. ziziphus* فعالیت

دارد. مگس میوه گنار در مناطق مختلف استان بوشهر دارای ۸ نسل در سال بوده و تقریباً در تمام مدت سال فعال می‌باشد. لاروهای جوان از گوشت میوه تغذیه کرده و تا نزدیک هسته پیش می‌روند (Farrar et al., 2003; Abaei, 2009).

مگس میوه گنار *C. vesuviana* توسط زنبوری به نام *Fopius carpomyiae* Silvestri (Hym., Braconidae، این پارازیت می‌شود (Farrar & Chou, 2000). این زنبور یک پارازیتوئید داخلی بوده و به کمک تخم‌ریز بلند خود، مرحله تخم و به ندرت لاروی مگس میوه را در داخل میوه گنار پارازیت می‌کند. با توجه به خروج زنبور کامل از

مگس میوه گنار با نام علمی *Carpomyia vesuviana* (Diptera: Tephritidae) Costa از مهم‌ترین آفات درختان گنار (*Ziziphus-spina christi*) در جنوب کشور به‌ویژه استان‌های بوشهر و خوزستان به‌شمار می‌رود (Latifian & Ahmadi, 2005). این آفت هم‌چنین از کشورهای چین، هندوستان، بنگلادش، پاکستان، عمان، گرجستان، ترکمنستان، ازبکستان، ترکیه، و همچنین جنوب اروپا گزارش شده است (Vadivelu, 2014). این مگس علاوه بر گونه *Z. spina-christi* روی سایر ارقام اهلی و وحشی گنار شامل *Z. sativa*, *Z. jujube*, *Z. lotus*, *Z. numularia*,

بازدید روی هر میوه آلوده به میزبان، در مقایسه با میوه سالم کاهش یافت (Wang & Messing, 2003). پژوهش دیگری روی اثر تجربه تخم گذاری زنبور پارازیتوئید *F. arisanus* نشان داد که تجربه قبلی تأثیر معنی داری روی میزان پارازیت شدن تخم های میزبان (*Bactrocera dorsalis*) داشت، به صورتی که ماده های با ۳ تا ۵ تجربه قبلی تخم گذاری، بیشترین درصد پارازیتسم را نسبت به ماده های با یک یا بدون تجربه قبلی نشان دادند. هم چنین تجربه قبلی پارازیتوئید به طور مستقیم بر درصد ظهور نتاج تأثیر داشت (Goncalves *et al.*, 2017). در این مطالعه هم چنین مشخص شد که درصد پارازیتسم و میزان تفریح تخم ها تحت تأثیر سن ماده های کاوشگر قرار نگرفت (Goncalves *et al.*, 2017).

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر سن و تجربه قبلی مواجهه با میزبان در زنبور پارازیتوئید *Fopius carpomyiae* بر الگوهای زمانی و سهم تخصیص داده شده به هر رفتار طی کاوشگری روی میوه های گنار آلوده به مگس میوه *C. vesuviana* بود. هم چنین تأثیر این متغیرهای به ترتیب ذاتی و محیطی روی میزان کارایی و درصد پارازیتسم زنبور پارازیتوئید مورد بررسی قرار گرفت. مطالعه این موارد پیش نیاز اساسی برای معرفی یک پارازیتوئید به عنوان یک عامل کنترل زیستی و پرورش انبوه آن هنگام رهاسازی و مدیریت آفت قلمداد می شود.

مواد و روش ها

پرورش مگس میوه گنار *C. vesuviana* و زنبور پارازیتوئید *F. carpomyiae*

طی نمونه برداری های صحرائی که از زمان رسیدن میوه ها (دی ماه سال ۱۳۹۵)، هر هفته یکبار و به صورت تصادفی از باغات و درختان گنار بومی، گونه *Z. spina christi* و درختان گنار پیوندی، گونه *Z. mauritiana* در مناطق برازجان، دشتی، سمل و عیسوند (استان بوشهر) و بهبهان، امیدیه، اهواز، شوشتر و دزفول (استان خوزستان) به عمل آمد، میوه های روی درختان و همچنین میوه های ریخته شده پای درختان جمع آوری و به

شفیره مگس میزبان، این زنبور به عنوان یک پارازیتوئید تخم-شفیره (egg-pupal) به شمار می رود (Farrar *et al.*, 2009; 2011).

درک مکانیسم های اکولوژیکی و رفتاری دشمنان طبیعی روی میزبان یک جزء اساسی در تعیین ریسک های محیطی کنترل بیولوژیکی کلاسیک می باشد (Howarth, 1991; Simberloff & Stiling, 1996; Hawkins & Marino, 1997). تمایل پارازیتوئیدها در پذیرش میزبان می تواند تحت تأثیر فاکتورهای ذاتی مانند سن، تعداد تخم های بالغ در تخمدان، وضعیت جفت گیری و تغذیه ای باشد. این عوامل به عنوان متغیرهای وضعیت فیزیولوژیکی (Collins & Dixon 1986; Roitberg *et al.* 1993; Sirot *et al.* 1997) بیان شده است. پارازیتوئیدها هم چنین ممکن است از تجربه (Vet *et al.*, 1990; Chow & Mackauer, 1992) و علائم محیطی به عنوان راهنما در پاسخ های سازگار به میزبان و محدوده حضور میزبان (مانند در دسترس بودن میزبان، کیفیت نسبی میزبان، شدت رقابت و غیره) استفاده نمایند.

رفتار کاوشگری یک پارازیتوئید به طور مستقیم با قابلیت آن برای مکان یابی و پارازیت کردن میزبان تحت شرایط مختلف ارتباط دارد و بنابراین از این رفتار به عنوان یک عنصر اصلی مؤثر در کنترل زیستی آفات بندپا نام برده می شود (Luck, 1990; Wang & Keller, 2002). هم چنین به دلیل ارتباط مستقیم میان جستجوگری موفق و تولید نسل بعدی، به نظر می رسد رفتار کاوشگری پارازیتوئیدها به طور مؤثری تحت تأثیر انتخاب طبیعی قرار داشته و بنابراین می تواند برای آزمون فرضیه های بهینه سازی در زمینه اکولوژی رفتاری در پارازیتوئیدها بسیار مناسب باشد (van Alphen & Vet, 1986; Godfray, 1994).

مطابق با مطالعه انجام شده روی رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید *Fopius arisanus*، تعداد فرو بردن تخم ریز (Probing) در محدوده حضور میزبان (Patch) که قبلاً توسط ماده های هم گونه بهره برداری شده بود، به طور معنی داری افزایش یافت. در چنین محدوده هایی، با وجود افزایش مدت زمان حضور (Patch residence time)، زمان

مگس میوه گنار با سن یک روز، به روش شرح داده شده در بالا، به مدت ۲۴ ساعت در معرض زنبور ماده ۷-۸ روزه جفت‌گیری کرده قرار گرفتند (به نسبت یک عدد زنبور ماده به ۳ عدد میوه گنار آلوده به تخم مگس). سپس این میوه‌ها به ظروف پلاستیکی کوچک که حاوی ۱۵۰ گرم رژیم غذایی لاروی بودند، منتقل شدند. این ظروف کوچک پلاستیکی درون ظروف شفاف پلاستیکی ۴ لیتری (به شرح بالا) گذاشته شدند. پس از دو هفته میوه‌ها از ظرف خارج شده و با الک ورمی‌کولیت، سفیره‌ها جداسازی شدند. سپس سفیره‌ها در ظروف پلاستیکی قرار گرفتند و از حشرات کامل زنبور برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. این عمل پرورش مگس‌های میوه و زنبورهای پارازیتوئید تا ۳ نسل ادامه یافت. بررسی‌های آزمایشگاهی و پرورش‌ها در اتاق رشد در دمای 26 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 65 درصد و دوره نوری ۱۲:۱۲، انجام شد.

بررسی اثر سن بر رفتار کاوشگری زنبور *F. carpomyiae*

برای بررسی اثر سن بر رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید از زنبور ماده جفت‌گیری کرده در دو گروه سنی ۷-۸ روزه و ۱۲-۱۳ روزه استفاده شد. این زنبورها به صورت جمعیت هم‌سن به روش بالا تهیه و تا سن مورد نظر در قفس پرورش (طول ۳۴ سانتی‌متر، ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و عرض ۲۷ سانتی‌متر) نگهداری شدند. ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمایش، زنبورها به وسیله آسپیراتور جدا و در ظروف پلاستیکی کوچک حاوی پنبه مرطوب و محلول عسل قرار گرفتند. هم‌چنین ۵ دقیقه قبل از آغاز آزمایش، به‌منظور تحریک رفتار کاوشگری، هر زنبور ماده در معرض یک میوه گنار حاوی سوراخ مصنوعی قرار داده شد. برای تهیه میزبان در محدوده حضور میزبان، ابتدا ۱۰ جفت مگس میوه گنار (دو هفته‌ای) به یک عدد میوه گنار گونه *Z. mauritiana* معرفی شدند. به محض مشاهده رفتار تخم‌ریزی در یکی از مگس‌های ماده، سایر مگس‌ها با قلم‌مو از روی میوه دور شدند و با تکمیل تخم‌ریزی، این میوه‌ی حاوی یک دسته تخم به محدوده حضور میزبان شامل یک ظرف شفاف پلاستیکی (به ابعاد طول ۱۱ سانتی‌متر، عرض ۷ سانتی‌متر و

آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه میوه‌ها درون ظروف شفاف پلاستیکی استوانه‌ای (به قطر ۱۷ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر) و تشتک‌های پلاستیکی (به قطر ۲۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر) که در کف آن‌ها از یک لایه خاک نرم و ماسه بادی به ضخامت ۳ سانتی‌متر پوشیده شده بود، قرار داده شدند. روی این ظروف نیز برای تهویه با پارچه توری بسته شد. حدود ۱۵ روز بعد میوه‌ها از ظروف خارج و بررسی شدند. با الک کردن خاک بستر (میش شماره ۱۸)، سفیره‌ها جدا شده و در ظروف استوانه‌ای (به شرح بالا) قرار گرفتند. مگس‌ها و زنبورهای پارازیتوئید خارج شده نیز با استفاده از آسپیراتور جدا شده و با توجه به مشخصات ظاهری و علائم مشخصه گونه، به‌صورت جداگانه در قفس‌های پرورش پلاستیکی (به طول ۳۴ سانتی‌متر، ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و عرض ۲۷ سانتی‌متر) قرار گرفتند. به‌منظور تغذیه حشرات، در داخل این قفس‌ها از پنبه‌های مرطوب، کاغذهای مومی آغشته شده به قطرات نازک و باریک محلول ۱۰٪ آب و عسل و هم‌چنین محلول شکر (روی کاغذهای مومی) استفاده شد. برای به‌دست آوردن جمعیت هم‌سن (*Synchronous cohort*) مگس میوه، میوه‌های گنار گونه *Z. mauritiana* به مدت ۲۴ ساعت در معرض مگس‌های ماده جفت‌گیری کرده با سن دو هفته قرار گرفتند و سپس این میوه‌ها به ظروف پلاستیکی استوانه‌ای کوچک (به قطر ۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۴ سانتی‌متر) که حاوی ۱۵۰ گرم رژیم غذایی لاروی (Tanaka et al., 1969) بودند، منتقل شدند. این ظروف کوچک پلاستیکی درون ظروف شفاف پلاستیکی ۴ لیتری با قطر ۱۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۲ سانتی‌متر که درپوش آن با توری نازک پوشیده شده و کف آن به ارتفاع ۲ سانتی‌متر ورمی‌کولیت قرار داشت، گذاشته شدند. پس از دو هفته میوه‌ها از ظرف خارج شده و ورمی‌کولیت موجود در کف با الک یک میلی‌متری غربال و سفیره‌ها جداسازی شدند. در ادامه سفیره‌ها در ظرف پلاستیکی (با قطر ۱۷ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر) نگهداری شدند تا حشرات کامل مگس خارج شوند.

برای به‌دست آوردن جمعیت هم‌سن زنبور پارازیتوئید، میوه‌های گنار گونه *Z. mauritiana* آلوده شده به تخم‌های

محلول عسل و پنبه مرطوب برای تأمین غذا و آب برای زنبور فراهم شد. زنبورهای شاهد (بدون تجربه مواجهه با میزبان)، قبل از آغاز آزمایش اصلی، فقط ۵ دقیقه در معرض میوه با سوراخ مصنوعی قرار داشتند. زنبورهای دو تیمار به صورت انفرادی مشابه با آزمایش بالا به محدوده حضور میزبان معرفی شدند و رفتارهای کاوشگری آنها زیر بینوکولار به مدت ۱۵ دقیقه، به دقت بررسی و ثبت شد. این آزمایش نیز با ۲۰ تکرار برای هر تیمار انجام شد. مشابه با آزمایش قبلی، به منظور تعیین درصد پارازیتسم، میوه حاوی دسته تخم در هر تکرار در شرایط مساعد نگهداری و تعداد حشرات کامل ظاهر شده زنبور و مگس شمارش شد.

محاسبه‌های آماری

به دلیل نرمال نبودن پراکنش داده‌های آزمایش‌های رفتاری، برای مقایسه داده‌ها از آزمون آماری ناپارامتری من‌ویتنی یو-تست (Mann Whitney U- test) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های درصد پارازیتسم از مدل‌های خطی تعمیم یافته (Generalized Linear Models) استفاده شد. در این مدل از توزیع دو جمله‌ای خطا (Binomial error distribution) با تابع لوگ (Log link function) استفاده شد (Crawley, 1993). محاسبات آماری توسط نرم افزار SPSS، نسخه ۱۷ صورت گرفت (SPSS, 1998).

نتایج

تخصیص زمانی به رفتارهای مختلف کاوشگری

مطابق نتایج به دست آمده، بیشترین تخصیص زمانی به رفتارهای کاوشگری در هر دو گروه سنی زنبورهای *F. carpomyiae* (شکل ۱) و هم‌چنین ماده‌های با تجربه مختلف مواجهه با میزبان (شکل ۲) به رفتارهای تخم‌گذاری و فرورودن تخم‌ریز تعلق داشت.

اثر سن بر رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید

F. carpomyiae

بررسی رفتار کاوشگری زنبورهای ماده در دو گروه سنی ۷-۸ روزه و ۱۲-۱۳ روزه نشان داد که زنبورهای ماده مسن‌تر به طور معنی‌داری مدت زمان بیشتری (۵ دقیقه و ۴۸

ارتفاع ۴/۵ سانتی‌متر) که کف آن به ارتفاع ۲ سانتی‌متر چوب پنبه قرار داشت و جای این میوه روی آن درآمده بود، قرار گرفت. در فاصله ۵ سانتی‌متری میوه حاوی دسته تخم، یک عدد میوه سالم به منظور ایجاد میزبان واسط قرار داده شد. در این ظرف سوراخی پوشیده از توری برای ایجاد تهویه تعبیه شد. در ادامه یک عدد زنبور ماده جفت‌گیری کرده در دو گروه سنی مختلف به آرامی به ظرف وارد شد و با طلق شفاف پلاستیکی به آرامی درب آن بسته شد. سپس با مشاهده پیوسته هر زنبور ماده زیر استرئومیکروسکوپ به مدت ۱۵ دقیقه، دفعات بروز رفتارهای مختلف و هم‌چنین سهم زمانی اختصاص یافته به هر یک از آنها طی کاوشگری روی میوه گنار حاوی دسته تخم مگس میوه به روش Rasekh و همکاران (۲۰۱۰) تعیین شد. مطابق با این روش به رفتارهای مختلف زنبور شامل استراحت کردن (Resting)، قدم‌زدن (Walking)، شاخک‌زدن (Antennation)، آماده‌شدن برای حمله (Attack preparation)، فرورودن تخم‌ریز، تخم‌گذاری (Oviposition)، تمیز کردن (Grooming) و پرواز کردن (Flying) (Golestaneh et al., 2018) به ترتیب شماره ۱ تا ۸ داده شد. به محض مشاهده هر یک از رفتارها، با برشمردن شماره رفتار مربوطه، داده‌های رفتاری (دفعات و مدت زمان) از طریق ضبط صدا ثبت شد (Rasekh et al., 2010). این آزمایش با ۲۰ تکرار برای هر تیمار انجام شد. به منظور تعیین درصد پارازیتسم، میوه‌های در معرض زنبورهای ماده در شرایط مساعد (ذکر شده در بالا) نگهداری شد و تعداد حشرات کامل ظاهر شده (زنبورهای حاصل از فعالیت پارازیتسمی مادر معرفی شده و مگس‌های حاصل از تخم‌های پارازیتته نشده) شمارش شد.

بررسی اثر تجربه قبلی مواجهه با میزبان بر رفتار

F. carpomyiae زنبور

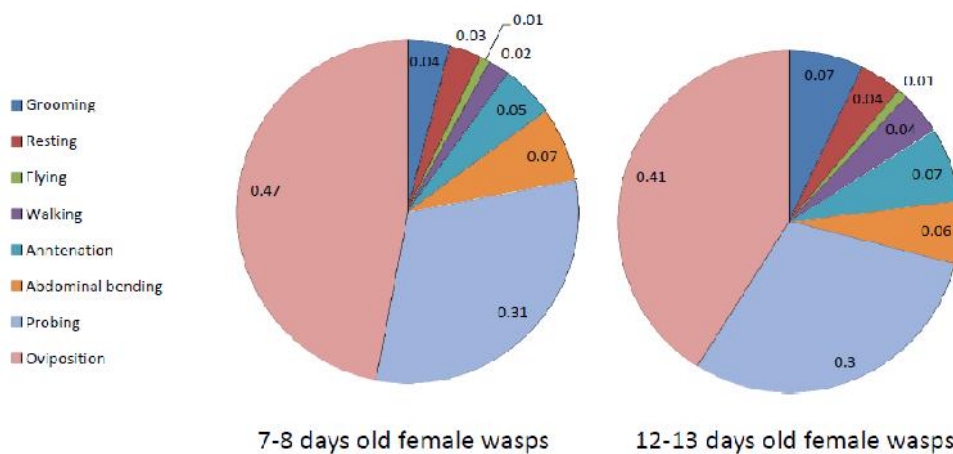
برای انجام آزمایش اثر تجربه قبلی پارازیتوئید، از زنبورهای ماده هم‌سن ۷-۸ روزه (جفت‌گیری کرده) استفاده شد. زنبورهای در گروه تیمار، قبل از آزمایش اصلی، به طور انفرادی به مدت ۲۴ ساعت در یک ظرف پلاستیکی (قطر ۴ سانتی‌متر و ارتفاع ۷ سانتی‌متر) در معرض یک عدد میوه گنار حاوی یک دسته تخم قرار داده شد و

بین زنبورهای دو تیمار مقایسه شدند. این مقایسه‌ها نشان داد که زنبورهای مسن همچنان نسبت به زنبورهای جوان‌تر مدت زمان بیشتری را به راه رفتن ($U=60$; $P < 0/001$)، شاخک زدن ($U=63$; $P < 0/001$)، تمیز کردن ($U=57$; $P < 0/001$) و استراحت کردن ($U=52$; $P < 0/001$) اختصاص دادند، اما نرخ مدت زمان تخم‌گذاری زنبورهای جوان به‌طور معنی‌داری بیشتر از زنبورهای مسن‌تر بود ($U=93$; $P < 0/004$).

مطابق با نتایج به‌دست آمده، دفعات رفتارهای مختلف کاوشگری (راه رفتن، شاخک‌زدن، تمیز کردن و استراحت کردن) در زنبورهای مسن‌تر به‌طور معنی‌داری بیشتر از زنبورهای جوان‌تر بود (جدول ۲). با اینکه دفعات تخم‌گذاری زنبورهای مسن‌تر روی هر عدد میوه حاوی یک دسته تخم مگس، به‌طور میانگین $0/9$ بار کمتر از زنبورهای جوان‌تر بود، اما سن زنبور تأثیری روی دفعات تخم‌گذاری طی مدت زمان حضور در محدوده میزبان نداشت (جدول ۲).

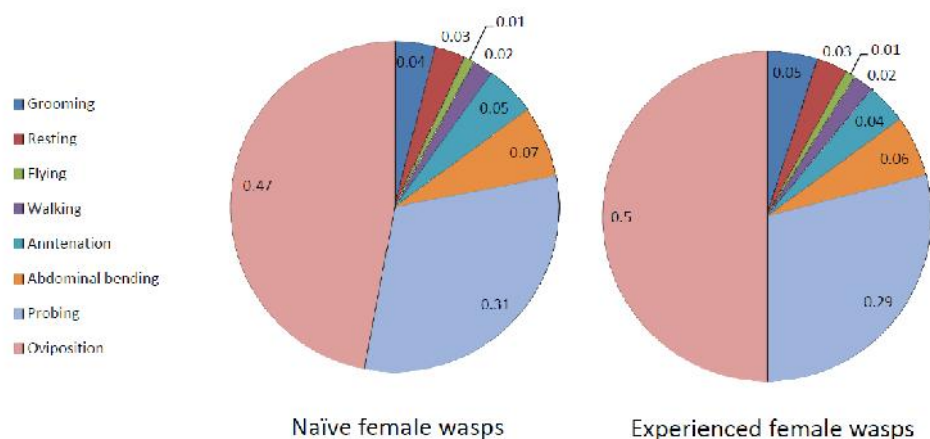
ثانیه) را نسبت به زنبورهای جوان‌تر (۵ دقیقه و ۱۳ ثانیه) در محدوده حضور میزبان ماندند و به‌طور معنی‌داری زمان بیشتری را به فروبردن تخم‌ریز، و سایر رفتارهای کاوشگری شامل راه رفتن، شاخک‌زدن، تمیز کردن و استراحت کردن اختصاص دادند، اما در مدت زمان صرف شده طی خم کردن شکم (آماده شدن برای حمله)، تخم‌گذاری و پرواز بین دو گروه سنی اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۱). با این که زنبورهای پارازیتوئید مسن‌تر زمان بیشتری را در محدوده حضور میزبان سپری نمودند، اما این امر تأثیری بر درصد پارازیتیسیم زنبورهای جوان ($39/2 \pm 3/2$ درصد) در مقایسه با زنبورهای مسن‌تر ($38/5 \pm 3/5$ درصد) نداشت ($G_{1,38} = 0/39$; $P = 0/844$).

نظر به این که تفاوت معنی‌داری در مدت زمان حضور در محدوده میزبان بین زنبورهای دو گروه سنی وجود داشت و این امر می‌تواند در برآورد مدت زمان بروز هر یک از رفتارها تأثیر چشم‌گیری بگذارد، نسبت داده‌های رفتاری به مدت زمان حضور در محدوده میزبان محاسبه و نرخ داده‌ها



شکل ۱- سهم زمانی اختصاص یافته به هر رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید ماده *Fopius carpomyiae* در دو گروه سنی، هنگامی که به یک دسته تخم مگس *Carpomyia vesuviana* روی میوه گنار *Ziziphus mauritiana* دسترسی داشتند.

Fig. 1. Time allocated to each foraging behavior of two ages *Fopius carpomyiae* females, with having access to a batch of eggs of *Carpomyia vesuviana* on a fruit of *Ziziphus mauritiana*.



شکل ۲- سهم زمانی اختصاص یافته به هر رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید ماده *Fopius carpomyiae* هنگامی که این زنبورهای ۷-۸ روزه، قبل از کاوشگری در یک محدوده حضور میزبان محتوی یک میوه گنار *Ziziphus mauritiana* آلوده به یک دسته تخم مگس *Carpomyia vesuviana*، تجربه قبلی مواجهه با یک دسته تخم میزبان روی یک میوه گنار (۲۴ ساعت) و یا یک میوه سوراخ شده (۵ دقیقه) را داشتند.

Fig. 2. Time allocated to each foraging behavior of 7-8 days old *Fopius carpomyiae* females (n=20 per treatment) encountering either a batch of eggs of *Carpomyia vesuviana* on a fruit of *Ziziphus mauritiana* (24 hours) or a perforated fruit (5 minutes), prior to foraging in an arena containing a batch of eggs of host.

جدول ۱- دوره‌های زمانی رفتارهای مختلف کاوشگری (میانگین \pm خطای معیار) زنبورهای ماده *Fopius carpomyiae* در دو گروه سنی (۲۰ تکرار در هر سن)، هنگامی که به یک دسته تخم مگس *Carpomyia vesuviana* روی میوه گنار *Ziziphus mauritiana* دسترسی داشتند.

Table 1. The duration of various foraging behaviors (mean \pm SE) of two ages (n=20 for each age) *Fopius carpomyiae* females, with having access to a batch of eggs of *Carpomyia vesuviana* on a fruit of *Ziziphus mauritiana*.

Variable (Time in seconds)	12-13 days old female wasps	7-8 days old female wasps	U
Walking time	13.15 \pm 0.68**	7.90 \pm 0.45	30.5
Antennation time	23.25 \pm 1.06**	14.65 \pm 0.97	38.5
Abdominal bending time	22.05 \pm 1.23 ^{ns}	21.45 \pm 1.15	192
Probing time	104.90 \pm 2.32**	98.75 \pm 2.27	108
Oviposition time	144.70 \pm 9.28	146.40 \pm 8.88 ^{ns}	182.5
Grooming time	22.80 \pm 1.48**	13.40 \pm 0.54	25.5
Resting time	15.40 \pm 0.97**	8.75 \pm 0.52	37.5
Flying time	1.80 \pm 0.15	1.90 \pm 0.14 ^{ns}	183
Patch residence time (total foraging time)	348.05 \pm 9.63**	313.20 \pm 9.75	115

** $P < 0.001$; ns: not significant

(U= ۸۴)، تخم‌گذاری (U= ۹۵؛ P= ۰/۰۰۴)، و پرواز کردن (U= ۸۳/۵؛ P= ۰/۰۰۲) را به نمایش گذاشتند.

اثر تجربه قبلی مواجهه با میزبان بر رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید *F. carpomyiae*

نتایج نشان داد که تجربه قبلی مواجهه با میزبان تأثیری روی مدت زمان حضور در محدوده بعدی میزبان نگذاشت، اما

نظر به تفاوت معنی‌داری در مدت زمان حضور در محدوده میزبان بین زنبورهای دو گروه سنی، نرخ دفعات بروز رفتارها محاسبه و داده‌ها دوباره مقایسه شدند. این مقایسه‌ها نشان داد که زنبورهای مسن نسبت به زنبورهای جوان‌تر نرخ بیشتری از شاخک زدن را نشان دادند (U= ۷۳/۵؛ P= ۰/۰۰۱)، در مقابل زنبورهای جوان نرخ بالاتری از خم کردن شکم (U= ۰/۰۰۲؛ P=

بار بیشتر از زنبور بی تجربه رفتار تخم‌گذاری را تکرار کردند (جدول ۴)، که این تفاوت منجر به افزایش معنی‌دار درصد پارازیتسم در این زنبورها ($46/5 \pm 2/8$ درصد) در مقایسه با زنبورهای بدون تجربه ($39/2 \pm 3/2$ درصد) شد ($G_{1,38} = 3/4$; $P = 0/045$).

نرخ تعداد رفتار تخم‌گذاری در زنبورهای با تجربه به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($U = 89/5$; $P = 0/003$)، اما در نرخ دفعات بروز سایر رفتارها بین زنبورهای با تجربه و بدون تجربه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

زنبورهای بدون تجربه، زمان بیشتری را در مقایسه با زنبورهای با تجربه به رفتارهای کاوشگری شامل راه رفتن، خم کردن شکم و تخم‌گذاری اختصاص دادند (جدول ۳). مقایسه نرخ مدت زمان رفتارهای مختلف کاوشگری نشان داد که در هیچ یک از رفتارهای کاوشگری، اختلاف معنی‌داری بین زنبورهای بدون تجربه و با تجربه وجود نداشت ($P > 0/05$).

مطابق با نتایج به‌دست آمده، دفعات بروز رفتارهای خم کردن شکم و فروبردن تخم‌ریز در زنبورهای بدون تجربه به‌طور معنی‌داری بیشتر بود، اما زنبورهای با تجربه ۱/۲

جدول ۲- دفعات رفتارهای مختلف کاوشگری (میانگین \pm خطای معیار) زنبورهای ماده *Fopius carpomyiae* در دو گروه سنی (۲۰ تکرار در هر سن)، هنگامی که به یک دسته تخم مگس *Carpomyia vesuviana* روی میوه گنار *Ziziphus mauritiana* دسترسی داشتند.

Table 2. Frequency of various foraging behaviors (mean \pm SE) of two ages (n=20 for each age) *Fopius carpomyiae* females, with having access to a batch of eggs of *Carpomyia vesuviana* on a fruit of *Ziziphus mauritiana*.

Variable (No. of events)	12-13 days old female wasps	7-8 days old female wasps	U
Walking	3.40 \pm 0.13**	2.40 \pm 0.11	54
Antennating	33.20 \pm 1.33**	21.30 \pm 1.40	36.5
Abdominal bending	2.65 \pm 0.10 ^{ns}	2.60 \pm 0.11	190
Probing	4.35 \pm 0.15	4.45 \pm 0.15 ^{ns}	182
Oviposition	1.75 \pm 0.14	1.85 \pm 0.15 ^{ns}	184.5
Grooming	2.65 \pm 0.10**	1.80 \pm 0.09	56
Resting	6.65 \pm 0.18**	4.70 \pm 0.16	19
Flying	1.20 \pm 0.09 ^{ns}	1.15 \pm 0.08	190

** $P < 0.001$; ns: not significant

جدول ۳- دوره‌های زمانی رفتارهای مختلف کاوشگری (میانگین \pm خطای معیار) زنبورهای ماده *Fopius carpomyiae* (۲۰ تکرار در هر تیمار)، هنگامی که این زنبورهای ۷-۸ روزه، قبل از کاوشگری در یک محدوده حضور میزبان محتوی یک میوه گنار *Ziziphus mauritiana*، آلوده به یک دسته تخم مگس *Carpomyia vesuviana*، تجربه قبلی مواجهه با یک دسته تخم میزبان روی یک میوه گنار (۲۴ ساعت) و یا یک میوه سوراخ شده (۵ دقیقه) را داشتند.

Table 3. The duration of various foraging behaviors (mean \pm SE) of 7-8 days old *Fopius carpomyiae* (n=20 per treatment) encountering either a batch of eggs of *Carpomyia vesuviana* on a fruit of *Ziziphus mauritiana* (24 hours) or a perforated fruit (5 minutes), prior to foraging in an arena containing a batch of eggs of host.

Variable (Time in seconds)	Experienced female wasps	Naïve female wasps	U
Walking time	6.70 \pm 0.35	7.90 \pm 0.45**	122.5
Antennating time	13.30 \pm 0.78	14.65 \pm 0.97 ^{ns}	158.5
Abdominal bending time	17.65 \pm 0.59	21.45 \pm 1.15**	108.5
Probing time	85.35 \pm 2.36	98.75 \pm 2.27**	72.5
Oviposition time	144.85 \pm 9.02	146.40 \pm 8.88 ^{ns}	180
Grooming time	13.65 \pm 0.66 ^{ns}	13.40 \pm 0.54	180.5
Resting time	7.95 \pm 0.39	8.75 \pm 0.52 ^{ns}	164.5
Flying time	1.80 \pm 0.11	1.90 \pm 0.14 ^{ns}	185
Patch residence time (total foraging time)	291.25 \pm 9.40	313.20 \pm 9.75 ^{ns}	142

** $P < 0.001$; ns: not significant

جدول ۴- دفعات رفتارهای مختلف کاوشگری (میانگین \pm خطای معیار) زنبورهای ماده *Fopius carpomyiae* (۲۰ تکرار در هر تیمار)، هنگامی که این زنبورهای ۷-۸ روزه، قبل از کاوشگری در یک محدوده حضور میزبان محتوی یک میوه گُئار *Ziziphus mauritiana*، آلوده به یک دسته تخم مگس *Carpomyia vesuviana*، تجربه قبلی مواجهه با یک دسته تخم میزبان روی یک میوه گُئار (۲۴ ساعت) و یا یک میوه سوراخ شده (۵ دقیقه) را داشتند.

Table 4. Frequency of various foraging behaviors (mean \pm SE) of 7-8 days old *Fopius carpomyiae* (n=20 per treatment) encountering either a batch of eggs of *Carpomyia vesuviana* on a fruit of *Ziziphus mauritiana* (24 hours) or a perforated fruit (5 minutes), prior to foraging in an arena containing a batch of eggs of host.

Variable (No. of events)	Experienced female wasps	Naïve female wasps	U
walking	2.15 \pm 0.10	2.40 \pm 0.11 ^{ns}	154
Antennating	18.85 \pm 0.72	21.30 \pm 1.40 ^{ns}	150
Abdominal bending	2.20 \pm 0.11	2.60 \pm 0.11 ^{**}	126
Probing	3.70 \pm 0.17	4.45 \pm 0.15 ^{**}	101
Oviposition	2.30 \pm 0.12 ^{**}	1.85 \pm 0.15	129.5
Grooming	1.70 \pm 0.10	1.80 \pm 0.09 ^{ns}	180
Resting	4.30 \pm 0.12	4.70 \pm 0.16 ^{ns}	145
Flying	1.10 \pm 0.06	1.15 \pm 0.08 ^{ns}	190

** $P < 0.001$; ns: not significant

بحث

دو گروه سنی، تفاوت معنی داری در میزان پارازیتسم نشان ندادند که این نتایج مطابق با یافته‌های Goncalves و همکاران (2017) روی گونه *F. arisanus* می‌باشد که سن ماده پارازیتوئید تأثیری بر میزان پارازیتسم و نسبت جنسی نوزادان تولیدی نداشت. در مطالعه دیگری روی زنبور پارازیتوئید *F. arisanus*، مشخص شد که افزایش سن زنبور ماده منجر به کاهش میزان پارازیتسم و همچنین نسبت جنسی نوزادان (درصد ماده) شد (Bautista et al., 1998). از جمله دلایل تفاوت این گزارش با نتایج ما می‌تواند تفاوت در گونه زنبور پارازیتوئید و هم‌چنین تفاوت در سن زنبورهای ماده بکار رفته باشد چرا که این محققان از ماده‌ای ۳۵ روزه استفاده نمودند، درحالی که در مطالعه حاضر از ماده‌های جوان‌تر (۱۲-۱۳ روزه) استفاده شده است. بر اساس نتایج سایر مطالعات روی زنبورهای گونه‌های مختلف *Asobara* (Thiel and Hoffmeister, 2004) *Lysiphlebus cardui* (Grav.) *tabida* Nees (Weisser, 1994)، (Michaud and Mackauer., 1995) *Anaphes victus* *Monoctonus paulensis* (Ashmead) Huber (Thiel and Goubault et al., 2005) و (Driessen, 2006) *Nemeritis canescens* زنبورهای مسن‌تر مدت زمان بیشتری در لکه‌های میزبان ماندند و به تعداد بیشتری شته حمله کردند. البته تفاوت در سن می‌تواند به‌طور

براساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین تخصیص زمان در بین رفتارهای کاوشگری در هر دو گروه سنی زنبور و همچنین ماده‌های با تجربه مختلف مواجهه با میزبان، به رفتارهای تخم‌گذاری و فرورودن تخم‌ریز تعلق داشت. این نتایج مشابه با رفتار کاوشگری همین گونه زنبور پارازیتوئید (Golestaneh et al., 2018) و هم‌چنین زنبور پارازیتوئید *F. arisanus* (Wang & Messing, 2003) بوده و بیان‌گر این نکته است که پارازیتوئید بیشترین وقت و انرژی خود را در به‌منظور بقای نسل و تولید نتاج سرمایه‌گذاری می‌نماید. در گونه‌های کاوشگری که میزبان‌های آنها پراکنش لکه‌ای دارند، ماده‌ها باید در ارتباط با ماندن یا ترک محدوده حضور میزبان تصمیم‌گیری کنند. اگر بیش از حد بمانند به تدریج از کیفیت و ارزش این محدوده کاسته شده و شانس سایر محدوده‌های دارای میزبان را در رقابت با ماده‌های رقیب از دست می‌دهند. در صورت ترک زودتر ضمن پذیرش خطرات ترک، زمان سفر بین محدوده‌ها از دست می‌رود (Rasekh et al., 2010). مطابق با نتایج به دست آمده مدت زمان حضور در محدوده میزبان در زنبورهای مسن‌تر *F. carpomyiae* طولانی‌تر بود، اما نرخ مدت زمان تخم‌گذاری زنبورهای جوان (۷-۸ روزه) به‌طور معنی داری بیشتر بود. با وجود این تفاوت‌ها زنبورهای ماده

در پژوهش‌های بررسی رفتار کاوشگری پارازیتوئیدها که از روش محروم‌سازی از میزبان برای تعیین تأثیر تجربه قبلی مواجهه با میزبان استفاده شده است، همواره اثر مخدوش‌کننده‌ی تفاوت در تعداد تخم‌های درون تخمدان در زنبورها مطرح می‌باشد. در این مطالعه، علاوه بر تفاوت در تجربه بین زنبورهای دو تیمار (بدون تجربه و با تجربه قبلی)، اختلاف در تعداد تخم‌های رسیده نیز مطرح بوده و بنابراین انتظار می‌رود بخشی از تفاوت مشاهده شده بین زنبورهای دو تیمار، ناشی از اثر این مخدوش‌کننده باشد (Simbolotti *et al.*, 1987; Pilson & Rausher, 1988).

نتایج این مطالعه نشان داد که زنبور پارازیتوئید *F. carpomyiae* از یک الگوی مشخص در رفتار کاوشگری پیروی می‌کند و این الگو مشابه رفتار تعداد زیادی از پارازیتوئیدها با تخصص میزبانی می‌باشد (Van Alphen & Vet, 1986; Godfray, 1994; Wang & Keller, 2002; Wang & Messing, 2003).

در یک جمع‌بندی از نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که با توجه به دوره تخم‌گذاری نسبتاً طولانی زنبور پارازیتوئید *F. carpomyiae*، عدم کاهش معنی‌دار تخم‌گذاری ماده‌های مسن‌تر، تخصیص زمانی قابل توجه ماده‌ها به رفتار فروردن تخم‌ریز و رفتار تخم‌گذاری، که همگی این موارد منجر به درصد پارازیتیسیم قابل قبول تخم‌های میزبان (مگس *C. vesuviana*) شده است، امکان استفاده از این زنبور به‌عنوان یک عامل مهار زیستی در باغات گنار وجود دارد، هرچند انجام کارهای تکمیلی در این زمینه پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز قدردانی می‌شود. هم‌چنین از مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر به‌ویژه همکاران آزمایشگاه کمال تشکر و سپاسگزاری به‌عمل می‌آید.

غیرمستقیم روی تعداد تخم‌های بالغ درون تخمدان در زنبورهای دو گروه سنی تفاوت ایجاد کند و بنابراین بخشی از این تفاوت‌ها در زنبورهای دو گروه سنی می‌تواند ناشی از این متغیر باشد، چنان‌چه در کارهای مشابه انجام شده، زنبورها رفتار کاوشگری و تخم‌گذاری خود را بسته به تعداد تخم‌های درون تخمدان تغییر داده‌اند، چنان‌چه ماده‌های با تعداد تخم‌های بیشتر، زمان زیادتری را به بازدید از میزبان و زمان کمتری را به تخم‌گذاری اختصاص دادند (Minkenberg *et al.*, 1992).

با توجه به این که در شروع کاوشگری حضور کایرمون‌های میزبان می‌تواند به‌عنوان یک نشانه توسط پارازیتوئید برای ارزیابی اولیه و تعیین کیفیت منابع بالقوه در محدوده حضور میزبان بکار گرفته شود (Waage, 1979)، بنابراین قابل انتظار است که تجربه قبلی ماده‌ها بتواند در تعیین کیفیت واقعی این محدوده و زمان بهینه‌ی باقی ماندن در آنها مؤثر واقع شود (Vos *et al.*, 1998; Wang & Keller, 2002). مطابق با نتایج به‌دست آمده زنبورهای با تجربه *F. carpomyiae* مدت زمان بیشتری را به رفتار تخم‌گذاری اختصاص دادند و دفعات و همچنین نرخ بروز این رفتار در ماده‌های با تجربه به‌طور معنی‌داری بیشتر از افراد بدون تجربه بود. Goncalves و همکاران (۲۰۱۷) نتایج مشابهی را روی زنبورهای ماده *F. arisanus* با تجربه قبلی تخم‌گذاری گزارش کردند، به‌صورتی که زنبورهای یک هفته‌ای، تخم‌های میزبان را حدود دو برابر نسبت به ماده‌های هم‌سن بی‌تجربه پارازیته کردند. مطابق با مطالعات انجام شده، فرآیند یادگیری (Dukas & Duan, 2000)، تحریک تخمدان‌های زنبور ناشی از در معرض تخم‌های میزبان قرار گرفتن و همچنین رفتار تخم‌گذاری (Wang & Messing, 2003) می‌تواند علت اساسی تفاوت میزان تخم‌گذاری بین زنبورهای با تجربه متفاوت باشد. در همین ارتباط (Wang & Messing, 2003)، گزارش کرده‌اند که تجربه قبلی مواجهه با میزبان و انجام تخم‌گذاری، منجر به تسریع باروری تخم‌ها در تخمدان ماده‌های پارازیتوئید *F. arisanus* شده و می‌تواند از جذب دوباره تخم‌های تولید شده در تخمدان جلوگیری نماید.

References

- Abaei, M. 2009. List of pests of forest trees & shrubs of Iran. Plant pests and diseases research institute, Tehran. (In Persian with English summary).
- Bautista, R.C., Harris, E.J. & Lawrence, P.O. 1998. Biology and rearing of the fruit fly parasitoid *Biosteres arisanus*: clues to insectary propagation. *Entomologica Experimentalis et Applicata*, 89: 79–86.
- Chow, A. & Mackauer, M. 1992. The influence of prior ovipositional experience on host selection in four species of aphidiid wasps (Hymenoptera: Aphidiidae). *Journal of Insect Behavior*, 5: 99–108.
- Collins, M.D. & Dixon, A.F.G. 1986. The effect of egg depletion on the foraging behavior of an aphid parasitoid. *Journal of Applied Entomology*, 102: 342–352.
- Crawley, M.J. 1993. *GLIM for Ecologists*. Blackwell Scientific Press. Oxford, UK.
- Dukas, R. & Duan, J.J. 2000. Potential fitness consequences of associative learning in a parasitoid wasp. *Behavioral Ecology*, 11: 536–543.
- Farrar, N., Askary, H., Golestaneh, S.R., Karampour, F. & Haghani, M. 2011. Study on parasitism of *Carpomya vesuviana* Costa (Diptera: Tephritidae) by *Fopius carpomyiae* (Silvestri) (Hymenoptera: Braconidae) in Bushehr Province. *Journal of Plant Pests Research*, 1: 1–9. (In Persian with English summary).
- Farrar, N. & Chou, L.Y. 2000. Introduction of *Fopius carpomyiae* Silvestri (Braconidae: Opiinae), as a parasitoid of ber fruitfly larvae *Carpomya vesuviana* Costa (Tephritidae), in Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 67: 27–28.
- Farrar, N., Golestaneh, S.R., Askari, H. & Asareh, M.H. 2009. Studies on Parasitism of *Fopius carpomyiae* (Silvestri) (Hymenoptera: Braconidae), an Egg-Pupal Parasitoid of Ber (Konar) Fruit Fly, *Carpomya vesuviana* Costa (Diptera: Tephritidae), in Bushehr – Iran. *Acta Horticulture*. 840, ISHS 2009. pp: 430–438.
- Farrar, N., Mohammadi, M. & Golestaneh, S.R. 2003. Biology of the ber fruitfly, *Carpomya vesuviana* (Dip.: Tephritidae) and identification of natural enemies in Bushehr province. *Iranian Journal of forest and range protection*, 1: 1–25. (In Persian with English summary).
- Godfray, H.C.J. 1994. *Parasitoids: Behavioural and Evolutionary Ecology*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Golestaneh, S.R., Kocheili, F., Rasekh, A., Esfandiari, M. & Farashiani, M.E. 2018. A survey on foraging behavior of *Fopius carpomyiae* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of ber fruit fly *Carpomya vesuviana* (Diptera: Tephritidae). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 41: 73–85. (In Persian with English summary).
- Goncalves, R.S., Manoukis, N.C. & Nava, D.E. 2017. Effect of *Fopius arisanus* oviposition experience on parasitization of *Bactrocera dorsalis*. *BioControl*, 62: 595–602.
- Goubault, M., Outreman, Y., Poinso D. & Cortesero, A.M. 2005. Patch exploitation strategies of parasitic wasps under intraspecific competition. *Behavioral Ecology*, 16: 693–701.
- Hawkins, B.A. & Marino, P.C. 1997. The colonization of native phytophagous insects in North America by exotic parasitoids. *Oecologia*, 112: 566–571.
- Howarth, F.G. 1991. Environmental impacts of classical biological control. *Annual Review of Entomology*, 36: 485–509.

- Latifian, M. & Ahmadi, A.R. 2005. Final report of research project: the identification of pests and diseases of Konar in Khuzestan province. Horticultural sciences research institute. (In Persian with English summary).
- Luck, R.F. 1990. Evaluation of natural enemies for biological control: a behavioral approach. *Trends in Ecology and Evolution*, 5: 196–199.
- Michaud, J.P. & Mackauer M. 1995. Oviposition behavior of *Monoctonus paulensis* (Hymenoptera: Aphidiidae): factors influencing reproductive allocation to hosts and host patches. *Annals of the Entomological Society of America*, 88: 220–226.
- Minkenbergh, O., Tatar, M. & Rosenheim, J.A. 1992. Eggload as a major source of variability in insect foraging and oviposition behavior. *Oikos*, 65: 134–142.
- Pilson, D. & Rausher, M.D. 1988. Clutch size adjustment by a swallowtail butterfly. *Nature (London)*, 333: 361–363.
- Rasekh, A., Kharazi Pakdel, A., Allahyari, H. & Michaud, J.P. 2010. The effect of experience and age on foraging behavior of a thelytokous parasitoid, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) on *Aphis fabae* Scopoli. *Journal of plant protection*, 24(2): 187–195. (In Persian with English summary).
- Roitberg, B., Sircom, J., Roitberg, C.A., van Alphen, J. & Mangel, M. 1993. Life expectancy and reproduction. *Nature*, 364: 108.
- Sait, S.M., Begon, M., Thompson, D.J., Harvey, J.A. & Halls, R.S. 1997. Factors affecting host selection in an insect host parasitoid interaction. *Ecological Entomology*, 22: 225–230.
- Simberloff, D. & Stiling, P. 1996. How risky is biological control? *Ecology*, 77: 1965–1974.
- Simbolotti, G., Putters, F.A. & Van Den Assem, J. 1987. Rates of attack and control of the offspring sex ratio in the parasitic wasp *Lariophagus distirguendus* in an environment where host quality varies. *Behaviour*, 100: 1–32.
- SPSS Inc. 1998. SPSS 8.0 for Windows. Prentice Hall, SPSS Inc, NJ.
- Thiel A. & Hoffmeister, T.S. 2004. Knowing your habitat: linking patch-encounter rate and patch exploitation in parasitoids. *Behavioral Ecology*, 15: 419–425.
- Thiel A. & Driessen, G. 2006. Different habitats, different habits? Response to foraging information in the parasitic wasp *Venturia canescens*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59: 614–623.
- Tanaka, N., Steiner, L.F., Ohinata, K. & Okamoto, R. 1969. Low-cost larval rearing medium for mass production of Oriental and Mediterranean fruit fly. *Journal Economic Entomology*, 62: 967–968.
- Vadivelu, K. 2014. Biology and management of ber fruit fly, *Carpomyia vesuviana* Costa (Diptera: Tephritidae): A review. *African Journal of Agricultural Research*, 9(16): 1310–1317.
- Van Alphen, J.J.M. & Vet, L.E.M. 1986. An evolutionary approach to host finding and selection. In Waage, J. K., and Greathead, D. (eds.), *Insect Parasitoids*, Academic Press, London.
- Vet, L.E.M., Lewis, W.J., Papaj, D.R. & Van Lenteren, J.C. 1990. A variable response model for parasitoid foraging behavior. *Journal of Insect Behavior*, 3: 471–490.
- Vos, M., Hemerik, L. & Vet, L.E.M. 1998. Patch exploitation by the parasitoids *Cotesia rubecula* and *Cotesia glomerata* in multi-patch environments with different host distributions. *Journal of Animal Ecology*, 67: 774–783.

- Waage, J.K. 1979. Foraging for patchily distributed hosts by the parasitoid, *Nemeritis canescens*. Journal of Animal Ecology, 48: 353–371.
- Wang, X.G. & Keller, M.A. 2002. A comparison of the host-searching efficiency of two larval parasitoids of *Plutella xylostella*. Ecological Entomology, 27: 105–114.
- Wang, X.G. & Messing, R.H. 2003. Foraging Behavior and Patch Time Allocation by *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae), an Egg-Larval Parasitoid of Tephritid Fruit Flies. Journal of Insect Behavior, 16(5): 593–612.
- Weisser, W.W. 1994. Age-dependent foraging behaviour and host-instar preference of the aphid parasitoid *Lysiphlebus cardui*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 70: 1–10.

**The influence of age and experience on foraging behavior of *Fopius carpomyiae*,
a parasitoid of ber fruit fly, *Carpomyia vesuviana***

Seyed Reza Golestaneh¹, Farhan Kocheili¹, Arash Rasekh¹, Mehdi Esfandiari¹, Mohammad Ebrahim Farashiani²

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2. Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Corresponding author: Farhan Kocheili, kocheilif@yahoo.com

Received: Sept., 21, 2018

6(2) 67-79

Accepted: Sept., 21, 2019

Abstract

Foraging parasitoids often adjust their foraging behavior according to the conditions they encounter. In this study the effects of age and experience on foraging and oviposition behaviors of *Fopius carpomyiae* Silvestri, was studied on ber fruit fly, *Carpomyia vesuviana* Costa. For this purpose, synchronous cohorts of *F. carpomyiae* were established in two age groups (7-8, and 12-13 days old). Then, the mated females (naïve females) in both ages were released individually into Petri dishes containing a ber fruit with a batch of eggs of ber fruit fly. Each female (n= 20) was observed continuously under a stereomicroscope while all distinguishable behavioral events of its foraging (the time of onset and duration) were recorded in the patch. In another experiment, the female wasps (7-8 days old), were exposed individually to a batch of host eggs on ber fruit flies, in the experimental patch for 24 h (experienced females). Results revealed that older females spent longer time in patches (5.48 min) compared with that of younger females (5.13 min). However, the average time of oviposition behavior (144.7±9.3 versus 146.4±8.9 s / female, respectively; $P= 0.636$) and percent parasitism (38.5±3.5 versus 39.2±3.2%, respectively; $P= 0.84$) were not significantly different between two age groups of female wasps. There was no significant difference in patch staying times of naïve and experienced females, nevertheless, the later allocated more time to ovipositing behavior and had significantly higher frequency and ratio of this behavior compared with those of former. In general, experienced females parasitized more host eggs compared to that of naïve females (46.5±2.8 versus 39.2±3.2%, parasitized eggs / female, respectively; $P= 0.045$).

Keywords: Bushehr, Khuzestan, batch of eggs, host patch