

## تأثیر زمان روز و شرایط متفاوت طول روز، بر رفتار کاوشگری زنبور *Lysiphlebus fabarum*، پارازیتوئید شته سیاه باقلا *Aphis fabae*

آرش راسخ<sup>۱\*</sup>، حسین اللهیاری<sup>۲</sup> و قدرت اله صباحی<sup>۳</sup>  
۱، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲، ۳، دانشیار و استادیار پردیس کشاورزی و منابع  
طبیعی دانشگاه تهران  
(تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۵ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱۲/۲)

### چکیده

جانورانی که کیفیت محل زندگی خود را تخمین می‌زنند، قادرند رفتار خود را با آن سازگار کنند. پارازیتوئیدها نیز سازگاری بسیار بالایی با میزبان‌های خود دارند و در برهمکنش‌های متعدد بین میزبان- پارازیتوئید، همزمانی فصلی، از نقش اساسی برخوردار می‌باشد. در تحقیق حاضر با پرورش مراحل نابالغ و حشره کامل زنبور پارازیتوئید (*Lysiphlebus fabarum* (Marshall)) در شرایط روز-بلند و روز-کوتاه، برای شبیه سازی شرایط نوری تابستان و پاییز، رفتارهای مختلف کاوشگری و راهبرد تخم‌گذاری زنبور تعیین شد. همچنین تأثیر زمان میزبان‌یابی در صبح یا بعدازظهر، نشانگر اوایل یا اواخر فعالیت روزانه، بر این رفتارها مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور با مشاهده مداوم زنبورهای ماده طی حضور در لکه (دیسک برگی حاوی ۱۵ پوره سن دوم یا سوم شته سیاه باقلا)، تعداد و مدت زمان بروز رفتارهای مختلف زنبور ثبت و با تشریح شته‌های پارازیت، راهبرد تخم‌گذاری زنبور بررسی شد. همچنین واکنش‌های مختلف دفاعی شته در رو در رو شدن با زنبورهای ماده ثبت شد. زنبورهایی که در هر دو مرحله رشدی لارو و حشره کامل در شرایط نوری روز-کوتاه پرورش یافتند، لکه‌های معرفی شده را دیرتر ترک کرده و در قیاس با تیماری که تجربه شرایط نوری روز-بلند را داشتند، شته‌های بیشتری را پارازیته کردند. همچنین دفعات بروز و مدت زمان طی شده روی تمامی رفتارهای مرتبط با پارازیتسم، در زنبورهای ماده این تیمار بیشتر از تیمار مقابل بود. نظر به وجود تفاوت معنی‌دار در مدت زمان حضور در لکه بین زنبورهای تیمارهای مختلف، نسبتی از داده‌های هر تیمار به مدت زمان حضور در لکه محاسبه و سپس مقایسه به عمل آمد. نتایج نشان داد زنبورهایی که شرایط روز-بلند را سپری کرده بودند، دفعات بروز و مدت زمان بیشتری را در هر واحد زمانی حضور در لکه روی رفتارهای مختلف نشان دادند، اما نظر به سخت‌گیری بیشتر این زنبورها در پذیرش میزبان در مقایسه با زنبورهایی که در هر دو مرحله رشدی در شرایط روز-کوتاه پرورش یافتند، ارزش کمتری برای میزبان‌ها قائل شده و در تعداد کمتری از آن‌ها تخم گذاشتند. دفعات بروز رفتارهای دفاعی شته‌ها در رو در رو شدن با زنبورهای تیمارهای مختلف، طی حضور در لکه و همچنین واحد زمانی حضور در لکه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در آزمون دوم، کاوشگری در زمان‌های مختلف روز، صبح یا بعد از ظهر، منجر به بروز اختلاف معنی‌داری در مدت زمان حضور در لکه، دفعات بروز و مدت زمان صرف شده روی رفتارهای مختلف کاوشگری، و همچنین میزان پارازیتسم نشد. نتایج این پژوهش نشان داد که فعالیت در طول روزهای متفاوت می‌تواند بر رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* تأثیر بگذارد، که این امر به ویژه در پارازیتوئیدهای چندنسلی از جمله زنبور *L. fabarum* بیشتر تجلی می‌یابد، چرا که در این حشرات امید زندگی در اواخر فصل، در مقایسه با ماده‌هایی که در فصل مناسب کاوشگری می‌نمایند، کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: تغییرات فصلی، طول روز، مدت زمان حضور در لکه، اختصاص رفتاری، اده‌زایی

### مقدمه

مطالعه‌های انجام شده روی مدل‌های جدول زندگی (Houston *et al.*, 1988) نشان داده که کاوشگری جانوران از منابع متأثر از عوامل داخلی (وضعیت انرژی، شرایط تولیدمثلی، امید به زندگی، سن و بار تخم) و عوامل خارجی (دسترسی به منابع، کیفیت میزبان و رقابت) است (Collins & Dixon, 1986; Luck, 1990; Roitberg, 1990; Visser *et al.*, 1990; Michaud, 1994). به دلیل محدودیت‌های موجود در مورد جانوران بزرگ، به طور معمول بررسی این مدل‌ها روی حشرات پارازیتوئید بیشتر با موفقیت همراه بوده است (Mangel and Roitberg, 1989).

پارازیتوئیدها که برای تولید نتاج از میزبان‌های در دسترس کاوشگری می‌نمایند، یک مدل مناسب برای بررسی راهبرد کاوشگری محسوب می‌شوند، چرا که هر میزبان پارازیت شده، به عنوان شاخصی از میزان تمایل حشره برای پذیرش مطرح بوده و ماده‌ها بر این اساس، زمان گذرانده در هر لکه را تنظیم می‌نمایند (Wajnberg, 2006). مطلوبیت رفتار افراد از این طریق می‌تواند منجر به پراکنش پایدار جمعیت بهره‌بردار، در میان لکه‌های محل فعالیت شود (Bernstein *et al.*, 1988; Tenteliet *et al.*, 2006). بنابراین مدت زمان حضور در لکه، تعداد میزبان‌های مورد حمله، تعداد میزبان‌های پارازیت شده (Michaud, 1995; Michaud, 1996) و نیز مدت زمان اختصاص داده شده روی هر یک از رفتارهای کاوشگری، می‌تواند به عنوان شاخصی از تمایل استفاده از لکه‌های آرایه شده در نظر گرفته شود.

طول روز به عنوان یک شاخص تغییر فصل مطرح بوده و اغلب حشرات این توانایی را دارند تا با درک راهنماهای محیطی به ویژه طول روز، با ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی، رفتاری و مرفولوژیکی خود را برای شرایط نامناسب آماده نمایند (Tauber *et al.*, 1986). بنابراین انتظار می‌رود که فعالیت در طول روزهای متفاوت بتواند بر رفتار کاوشگری حشرات پارازیتوئید تاثیر بگذارد، به ویژه در پارازیتوئیدهای چندنسلی که امید زندگی در اواخر فصل، در مقایسه با ماده‌هایی که در فصل مناسب کاوشگری می‌نمایند، کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، وقتی که زمان در دسترس برای جستجو محدود باشد،

موفقیت تولید مثلی به جای تعداد کمی میزبان با کیفیت بالا، از پذیرش تعداد بیشتری میزبان با کیفیت پایین به دست می‌آید (Roitberg *et al.*, 1992). بنابراین، انتظار می‌رود که افراد با امید زندگی بالا (ماده‌های میزبان یاب در فصل مناسب)، از پذیرش میزبان‌های با کیفیت پایین خودداری نموده و به جستجو برای میزبان‌های با کیفیت بالاتر ادامه دهند، در حالی که افراد با امید زندگی پایین، از این نظر سخت‌گیری کمتری داشته باشند (Roitberg *et al.*, 1992). در مقاله حاضر همچنین این امکان بررسی شد که آیا ماده‌ها در آغاز کاوشگری روزانه (صبح)، در قیاس با اواخر فعالیت روزانه (بعدازظهر)، رفتارهای کاوشگری متفاوتی نشان می‌دهند؟ به عبارت دیگر آیا تشخیص زمان روز از روی تعداد ساعت‌های دریافت نور، می‌تواند منجر به تغییر راهبرد کاوشگری شود؟ و آیا ماده‌ها در اواخر زمان فعالیت روزانه، با حضور طولانی‌تر در لکه و سخت‌گیری کمتر در پذیرش میزبان، شته‌های بیشتری را پارازیت می‌کنند؟

در این مطالعه، از جمعیت ماده‌زای زنبور *Lysiphlebus fabarum* (Hymenoptera: Aphidiidae) پارازیتوئید شته سیاه باقلا، *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae)، استفاده شد. زنبور *L. fabarum* پارازیتوئیدی انفرادی بوده که زنبورهای بالغ طی بهار ظاهر شده و چندین نسل قبل از زمستان‌گذرانی تولید می‌کنند (Sary, 1999; Meyhofer, 2002; Klug, & Klug, 2002). این زنبور از روی بیش از ۴۵ گونه شته به ویژه در مرکز اروپا گزارش شده و جمعیت‌های دو جنسی و ماده‌زای آن در بعضی نقاط در کنار هم زندگی می‌کنند (Sary, 1999). جمعیت نرزی این زنبور از نقاط مختلف ایران گزارش شده است (Baghery-Matin *et al.*, 2005; Baroon, 2007).

### مواد و روش‌ها

#### پرورش حشرات

در بهار ۱۳۸۶ طی نمونه برداری از مزارع باقلا، منطقه چورزق استان زنجان، کلنی شته سیاه باقلا، *Aphis fabae*، به دست آمد. همچنین جمعیت ماده‌زای زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* از افراد

حضور در لکه از مجموع مدت زمان صرف شده برای رفتارهای استراحت و تمیز کردن، «مدت زمان فعال میزبان یابی» به دست آمد. با مشاهده مداوم هر زنبور در لکه‌های آزمایشی توسط استریو میکروسکوپ، دفعات و مدت زمان هر یک از رفتارها (استراحت و تمیز کردن، جستجو، تماس شاخکی، خم کردن شکم، و حمله با تخم‌ریز) حین میزبان‌یابی از طریق ضبط صدا (Voice recorder) مشخص شد. برای سهولت در کار به یکایک رفتارهای ذکر شده زنبور به ترتیب شماره‌های یک تا پنج داده شد و به محض مشاهده هر یک از رفتارها عدد مربوطه قید شد و تا آغاز رفتار بعدی به عنوان مدت زمان طی شده روی آن رفتار محسوب شد. با پیاده نمودن صداهای ضبط شده در فرم‌های ویژه، دفعات و مدت زمان اختصاص یافته به هر یک از رفتارها به دست آمد.

زنبورهای وارد شده به لکه‌های مورد آزمایش به طور معمول با یک وقفه زمانی آن را پذیرفتند که دوره زمانی بین ورود زنبور و پذیرش اولین شته میزبان نیز محاسبه شد.

شته‌هایی که در حین میزبان‌یابی زنبورها، تخم‌ریز وارد بدن آنها شده بود، بلافاصله بعد از حمله، توسط قلم موی ظریف به یک شاخه باقلا انتقال یافتند و از این طریق نرخ پارازیتوسم برآورد شد. با توجه به این که همه حمله‌های زنبورها به پارازیت شدن شته ختم نمی‌شود، تنها شته‌هایی جایگزین شدند که زنبور تخم‌ریز خود را بیش از ۲۵ ثانیه در بدن آنها نگه می‌داشت، که این زمان با استفاده از زمان سنج اندازه‌گیری می‌شد. مطابق با نتایج آزمایش‌های قبلی، فقط ۷/۵ درصد شته‌های پارازیت شده شامل شته‌هایی بودند که کمتر از ۲۵ ثانیه تخم‌ریز در بدن آنها نگهداشته شده بود و بقیه موارد (۳۷ شته از ۴۰ مورد) بیشتر از این آستانه زمانی تخم‌ریز را دریافت کرده بودند.

شاخه‌های باقلا حاوی شته‌های مورد حمله قرار گرفته، جداگانه در ظرف‌های استوانه‌ای پلاستیکی تهویه دار (۸ سانتی‌متر قطر و ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع) نگهداری شدند. بعد از چهار روز یکایک شته‌ها تشریح و تعداد لاروهای زنبور درون آنها شمارش شد. چون داده‌های این آزمایش پراکنش نرمال نداشتند، برای مقایسه تاثیر

مومیایی این شته جمع‌آوری شد. کلنی شته سیاه باقلا، روی رقم سرخسی گیاه باقلا در اتاق رشد (دمای  $20 \pm 1^\circ C$ ، رطوبت نسبی ۶۵-۷۵٪ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) تشکیل شد. کلنی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* روی شته‌های سیاه باقلا پرورش یافته در همان شرایط محیطی، تکثیر و نگهداری شد. در آزمایش‌ها از پوره‌های چهار روزه ( $\pm 6 h$ ) شته سیاه باقلا که در اواخر سن دوم و یا اوایل سن سوم بودند، استفاده شد. از زنبورهای ماده همگون سه روزه ( $72 \pm 4 h$ )، که هم اندازه بودند و تجربه قبلی رو در رو شدن با شته‌های میزبان را نداشتند، برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد.

برای همگون سازی، زنبورهای ماده به مدت شش ساعت به پوره‌های سن دوم شته (نسبت زنبور به شته، یک به پنج)، در ظرف‌های استوانه‌ای پلاستیکی تهویه دار (۸ سانتی‌متر قطر و ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع) معرفی و سپس شته‌ها روی یک گیاه باقلا منتقل و در اتاق رشد نگهداری شدند. با ظهور شته‌های مومیایی، یکایک آنها از گیاه باقلا به کپسول‌های ژلاتین (به حجم ۰/۹۵ سانتی‌متر مکعب) منتقل شدند.

با ظهور زنبورها، هر یک جداگانه به ظروف استوانه‌ای پلاستیکی تهویه‌دار (۳/۵ سانتی‌متر قطر و ۷ سانتی‌متر ارتفاع) منتقل و محلول عسل مرکبات ۳۰٪ (به صورت قطرات روی نوار کاغذ مومی) و آب (رول پنبه‌ای مرطوب) در اختیار آنها قرار گرفت. رول‌های پنبه‌ای به صورت روزانه و نوارهای عسل یک روز در میان تعویض شدند. تمامی آزمایش‌ها در اتاق رشد با شرایط محیطی ذکر شده انجام شدند.

### لکه آزمایش

لکه آزمایش شامل یک دیسک برگی باقلا (۳/۵ سانتی‌متر قطر و یک سانتی‌متر ارتفاع) بود که ۳-۴ ساعت قبل از آغاز آزمایش، ۱۵ پوره سن دوم شته سیاه باقلا در آن رها شده بودند تا به طور کامل مستقر شوند. با آغاز آزمایش و به محض رو در رو شدن زنبور با اولین شته حاضر در لکه، درپوش ظرف پتری به آهستگی برداشته شد و یک لکه باز (Open patch) ایجاد شد. این زمان تا هنگام ترک لبه ظرف پتری، به عنوان «مدت زمان حضور در لکه» لحاظ شد. با کم کردن مدت زمان

### تاثیر زمان روز بر رفتار کاوشگری و تخم‌گذاری زنبور

این آزمایش به منظور بررسی اثر زمان روز بر رفتار کاوشگری زنبور *L. fabarum* طراحی و انجام شد. به این منظور پارازیتوییدهای همگون پرورش یافته در شرایط روز-بلند (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) به طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. در تیمار اول ( $n=18$ )، پارازیتوییدهای ماده ۳-۶ ساعت بعد از آغاز روشنایی، به لکه‌های آزمایش معرفی شدند، درحالی که در تیمار دوم ( $n=18$ )، ماده‌ها ۷-۱۰ ساعت بعد از آغاز روشنایی، به لکه‌های آزمایش وارد و رفتارهای کاوشگری آن‌ها بررسی شد.

### نتایج

#### تاثیر شرایط رشدی با طول روزهای متفاوت بر رفتار کاوشگری و تخم‌گذاری زنبور

بر اساس نتایج آزمایش، زنبورهایی که در تمام مرحله رشدی، طول روز پاییزی (روز-کوتاه) را تجربه کرده بودند، به طور معنی‌داری در مقایسه با زنبورهای شرایط روز-بلند، بیشتر در لکه آزمایش مانده و مدت زمان فعال حضور در لکه نیز برای آن‌ها بیشتر بود (جدول ۱).

تیمار از آزمون آماری ناپارامتری U- Mann Whitney test، استفاده شد (SPSS, 1998).

#### تاثیر شرایط رشدی با طول روزهای متفاوت بر رفتار کاوشگری و تخم‌گذاری زنبور

این آزمایش به منظور بررسی اثر طول روز بر رفتار کاوشگری ماده‌ها انجام شد. زنبورهای ماده به کار رفته در این آزمایش ( $n=72$ ) در چهار تیمار مورد بررسی قرار گرفتند. پارازیتوییدهای گروه اول، مراحل لاروی و شفیرگی را در شرایط روز-بلند (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) گذرانده و حشرات کامل ظاهر شده به طور تصادفی به دو دسته کوچکتر ( $n=18$ ) تقسیم شدند، که به عنوان تیمارهای اول و دوم آزمایش به مدت سه روز به ترتیب در شرایط روز-بلند و روز-کوتاه (۱۰ ساعت روشنایی و ۱۴ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. گروه دوم پارازیتوییدها، مراحل لاروی و شفیرگی را در شرایط روز-کوتاه طی کرده و پارازیتوییدهای ظاهر شده به دو دسته تقسیم و حشرات کامل تیمارهای سوم و چهارم تا سه روزگی به ترتیب در شرایط نوری روز-بلند و روز-کوتاه نگهداری شدند.

لازم به ذکر است که طول دوره نوری به کار رفته در این آزمایش‌ها مطابق با شرایط نوری تابستان و اواخر پاییز منطقه نمونه‌برداری (استان زنجان) بود.

جدول ۱- داده‌های رفتاری زنبورهای ماده سه روزه *Lysiphlebus fabarum* (در چارک‌های میانه، ۲۵ و ۷۵) که در مرحله نابالغ و حشره کامل در شرایط روز-بلند (بلند/بلند،  $n=18$ ) و یا روز-کوتاه (کوتاه/کوتاه،  $n=18$ ) پرورش یافتند.

P	U	طول روز (مراحل رشدی نابالغ / حشره کامل)		متغیر
		روز-بلند/روز-بلند	روز-کوتاه/روز-کوتاه	
۰/۰۰۱	۵۴/۰	۱۲/۶ (۲/۶، ۲۰/۵)	۲۸/۴ (۱۹/۳، ۴۱/۲)	مدت زمان حضور در لکه (دقیقه)
۰/۰۰۱	۵۵/۰	۱۲/۵ (۲/۶، ۲۰/۵)	۲۸/۳ (۱۹/۲، ۴۰/۲)	مدت زمان فعال حضور در لکه (دقیقه)
۰/۰۰۳	۷۱/۰	۴/۰ (۳/۴، ۶/۱)	۲/۰ (۱/۳، ۳/۷)	وقفه زمانی پذیرش لکه (دقیقه)
۰/۰۳۷	۹۶/۰	۰/۰ (۰/۰، ۰/۰)	۱/۰ (۰/۱، ۰/۰)	تعداد شته‌های پارازیت شده
۰/۰۲۴	۹۱/۰	۸/۰ (۲/۰، ۱۹/۰)	۲۰/۰ (۹/۳، ۲۵/۰)	تعداد رو در رو شدن با شته
۰/۰۰۵	۷۵/۵	۱۸/۵ (۳/۸، ۳۸/۰)	۵۴/۰ (۲۴/۰، ۶۶/۸)	تعداد وقایع رفتاری

روز-کوتاه، لکه‌های معرفی شده را دیرتر پذیرفتند (جدول ۱). میانگین درصد اختصاص زمانی در زنبورهای چهار تیمار طی کاوشگری در لکه‌های میزبان در شکل-۱ ترسیم شده است.

به طور معمول زنبورها لکه‌های آزمایش را با یک وقفه زمانی پذیرفتند، که بر اساس مشاهدات صورت گرفته، زنبورهایی که فقط در طول روز تابستانی پرورش یافته بودند، به طور معنی‌داری نسبت به ماده‌های تیمار

تجزیه داده‌ها نشان داد زنبورهایی که فقط در شرایط روز-کوتاه بودند، دفعات بروز و مدت زمان صرف شده روی رفتارهای جستجو و خم کردن شکم در آن‌ها بیشتر بود (جدول ۲).

جدول ۲. تعداد و مدت زمان بروز رفتارهای مختلف زنبورهای ماده سه روزه *Lysiphlebus fabarum* (در چارک‌های میانه، ۲۵ و ۷۵) که در مرحله نابالغ و حشره کامل در شرایط روز-بلند (بلند/بلند، n=۱۸) و یا روز-کوتاه (کوتاه/کوتاه، n=۱۸) پرورش یافتند.

P	U	طول روز (مراحل رشدی نابالغ / حشره کامل)		متغیر
		روز-کوتاه/روز-کوتاه	روز-بلند/روز-بلند	
۰/۲۰۳	۱۲۲/۵	۰/۰ (۰/۰، ۰/۲)	۰/۰ (۰/۰، ۰/۰)	مدت زمان استراحت (دقیقه)
۰/۲۲۶	۱۲۳/۰	۰/۰ (۰/۱، ۰/۰)	۰/۰ (۰/۰، ۰/۰)	تعداد دفعات بروز رفتار استراحت
۰/۰۰۱	۵۹/۰	۶/۸ (۴/۸، ۱۰/۳)	۳/۰ (۰/۷، ۶/۱)	مدت زمان جستجو (دقیقه)
۰/۰۰۳	۷۰/۵	۱۸/۵ (۹/۸، ۲۳/۳)	۶/۵ (۱/۸، ۱۴/۰)	تعداد دفعات بروز رفتار جستجو
۰/۲۷۹	۱۲۷/۰	۰/۱۳ (۰/۰، ۱/۸)	۰/۰ (۰/۰، ۰/۵)	مدت زمان تماس شاخکی (دقیقه)
۰/۷۹۱	۱۵۳/۰	۱/۵ (۰/۰، ۱۱/۳)	۰/۰ (۰/۰، ۳/۰)	تعداد دفعات بروز رفتار تماس شاخکی
۰/۰۰۴	۷۲/۰	۱۳/۸ (۹/۰، ۱۶/۰)	۷/۶ (۰/۶، ۹/۶)	مدت زمان خم کردن شکم (دقیقه)
۰/۰۰۵	۷۵/۵	۲۰/۵ (۱۰/۵، ۲۴/۰)	۸/۵ (۱/۸، ۱۵/۵)	تعداد دفعات بروز رفتار خم کردن شکم
۰/۳۷۲	۱۳۳/۰	۲/۷ (۱/۲، ۴/۵)	۱/۷ (۰/۰، ۵/۲)	مدت زمان حمله (دقیقه)
۰/۰۳۴	۹۵/۰	۸/۰ (۳/۵، ۱۰/۰)	۲/۵ (۰/۰، ۵/۵)	تعداد دفعات بروز رفتار حمله

ایجاد نکرد ( $P = ۰/۰۳۷$ ،  $U^1 = ۹۶/۰$ ). تعداد رفتارهای مختلف دفاعی شته‌ها طی زمان کاوشگری زنبورها نیز ثبت شد و تجزیه داده‌ها، تفاوت معنی‌داری را در تعداد رفتارهای دفاعی شته‌ها شامل لگد زدن، بلند کردن و چرخاندن بدن، جدا کردن استایلیت از گیاه میزبان و فرار، و در نهایت رفتار دفاعی ترشح از کورنیکول، در رو در رو شدن با زنبورهای تیمارهای مختلف نشان نداد (جدول ۳).

### تاثیر زمان روز بر رفتار کاوشگری و تخم‌گذاری زنبور

بین زنبورهایی که ۳-۶ ساعت و یا ۷-۱۰ ساعت بعد از آغاز روشنایی میزبان‌یابی را شروع کردند، تفاوت

به دلیل این‌که تفاوت قابل توجهی در مدت زمان حضور در لکه بین زنبورهای تیمارهای مختلف وجود داشت و این امر می‌توانست در برآورد دفعات و مدت زمان بروز رفتارها تاثیر زیادی بگذارد، نسبت دفعات و مدت زمان بروز رفتارها، به مدت زمان حضور در لکه محاسبه و داده‌ها دوباره تجزیه شدند. مقایسه دفعات و مدت زمان بروز این رفتارها در واحد زمانی حضور در لکه تفاوت معنی‌داری را بین زنبورهای دو تیمار نشان نداد.

مقایسه میزان پارازیتیسیم بین زنبورها نشان داد زنبورهایی که در تمام مراحل رشدی در شرایط روز-کوتاه پرورش یافته بودند، در مقایسه با زنبورهایی که شرایط روز-بلند را تجربه کرده بودند، به طور معنی‌داری تعداد بیشتری شته را پارازیته کردند (جدول ۱). همچنین مقایسه نسبت شته‌های پارازیته شده در هر واحد زمانی حضور در لکه، تغییری در این نتایج

۱. چنانچه یکایک داده‌های یکی از تیمارها با تمامی داده‌های تیمار دوم مقایسه و تعداد مواردی که کوچکتر از آن است شمارش شود، U عبارت است از تعداد کل این شمارش‌ها.

معنی‌داری در مدت زمان حضور و مدت زمان فعال حضور در لکه مشاهده نشد. همچنین بین میزان اشتیاق آن‌ها در پذیرش لکه آزمایش نیز، اختلافی دیده نشد (جدول ۴).

جدول ۳- دفعات بروز رفتارهای دفاعی شته سیاه باقلا، *Aphis fabae* (در چارک‌های میانه، ۲۵ و ۷۵)، در رو در رو شدن با زنبورهای ماده سه روزه *Lysiphlebus fabarum* که در مرحله نابالغ و حشره کامل در شرایط روز-بلند (بلند/بلند،  $n=18$ ) و یا روز-کوتاه (کوتاه/کوتاه،  $n=18$ ) پرورش یافتند.

P	U	طول روز (مراحل رشدی نابالغ / حشره کامل)		متغیر
		روز-بلند/روز-بلند	روز-کوتاه/روز-کوتاه	
۰/۲۲۶	۱۲۳/۰	۱/۰ (۰/۰، ۵/۳)	۴/۰ (۱/۵، ۷/۰)	تعداد لگد زدن
۰/۳۰۸	۱۲۹/۵	۰/۰ (۰/۰، ۰/۰)	۰/۰ (۰/۱، ۰/۰)	تعداد بلند کردن و چرخاندن بدن
۰/۵۰۱	۱۴۰/۰	۱/۵ (۰/۳، ۰/۰)	۱/۵ (۰/۳، ۰/۰)	تعداد جدا کردن استایلت و فرار
۰/۱۱۰	۱۱۱/۰	۰/۰ (۰/۱، ۰/۰)	۰/۰ (۰/۱، ۰/۰)	تعداد ترشح قطرات از کورنیکول

جدول ۴- داده‌های رفتاری زنبورهای ماده سه روزه *Lysiphlebus fabarum* (در چارک‌های میانه، ۲۵ و ۷۵) که ۳-۶ ساعت ( $n=18$ ) و یا ۷-۱۰ ساعت ( $n=18$ ) بعد از آغاز روشنایی، کاوشگری در لکه میزبان (شامل ۱۵ پوره سن دوم شته سیاه باقلا، *Aphis fabae*) را آغاز کردند.

P	U	کاوشگری در بعدازظهر	کاوشگری در صبح	متغیر
۰/۳۲	۱۳۰/۰	۱۲/۸ (۳/۷، ۲۹/۲)	۹/۶ (۲/۵، ۱۸/۵)	مدت زمان حضور در لکه (دقیقه)
۰/۳۴	۱۳۱/۰	۱۲/۸ (۳/۷، ۲۷/۵)	۹/۶ (۲/۵، ۱۸/۵)	مدت زمان فعال حضور در لکه (دقیقه)
۰/۰۲۹	۹۳/۰	۲/۵ (۱/۴، ۴/۰)	۴/۲ (۳/۴، ۷/۴)	وقفه زمانی پذیرش لکه (دقیقه)
۰/۷۹۱	۱۵۳/۰	۰/۰ (۰/۰، ۰/۰)	۰/۰ (۰/۰، ۰/۰)	تعداد شته‌های پارازیت شده
۰/۷۱۹	۱۵۰/۰	۸/۵ (۳/۵، ۱۷/۳)	۷/۰ (۲/۰، ۱۹/۰)	تعداد شته‌های رو در رو شده
۰/۳۸۹	۱۳۴/۵	۲۲/۵ (۷/۸، ۶۳/۳)	۱۶/۰ (۳/۸، ۳۸/۰)	تعداد وقایع رفتاری

مشاهده‌های انجام شده روی تعداد دفعات بروز و مدت زمان صرف شده روی هر یک از رفتارهای زنبور، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۵).

تعداد رفتارهای مختلف دفاعی شته‌ها طی زمان کاوشگری زنبورها در دو تیمار مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری نشان نداد. (جدول ۶)

جدول ۵- تعداد و مدت زمان بروز رفتارها زنبورهای ماده سه روزه *Lysiphlebus fabarum* (در چارک‌های میانه، ۲۵ و ۷۵) که ۳-۶ ساعت ( $n=18$ ) و یا ۷-۱۰ ساعت ( $n=18$ ) بعد از آغاز روشنایی، کاوشگری در لکه میزبان (شامل ۱۵ پوره سن دوم شته سیاه باقلا، *Aphis fabae*) را آغاز کردند.

P	U	کاوشگری در بعدازظهر	کاوشگری در صبح	متغیر
۰/۳۶	۱۳۲/۵	۰/۰ (۰/۰، ۰/۱)	۰/۰ (۰/۰، ۰/۰)	مدت زمان استراحت (دقیقه)
۰/۳۶	۱۳۲/۰	۰/۰ (۰/۰، ۱/۰)	۰/۰ (۰/۰، ۰/۰)	تعداد دفعات بروز رفتار استراحت
۰/۰۸	۱۰۶/۵	۴/۵ (۱/۶، ۷/۲)	۲/۲ (۰/۷، ۵/۶)	مدت زمان جستجو (دقیقه)
۰/۳	۱۲۸/۵	۱۰/۰ (۳/۵، ۲۱/۵)	۵/۵ (۱/۸، ۱۴/۰)	تعداد دفعات بروز رفتار جستجو
۰/۸۹	۱۵۷/۰	۰/۰ (۰/۰، ۰/۴)	۰/۰ (۰/۰، ۰/۶)	مدت زمان شاخک زدن (دقیقه)
۰/۹۱	۱۵۸/۵	۰/۰ (۰/۰، ۲/۸)	۰/۰ (۰/۰، ۳/۵)	تعداد دفعات بروز رفتار شاخک زدن
۰/۴۲	۱۳۶/۰	۵/۸ (۲/۰، ۱۳/۰)	۴/۵ (۰/۶، ۸/۹)	مدت زمان خم کردن شکم (دقیقه)
۰/۴۲	۱۳۶/۰	۱۱/۰ (۳/۵، ۱۵/۵)	۵/۰ (۱/۸، ۱۴/۸)	تعداد دفعات بروز رفتار خم کردن شکم
۰/۶۳	۱۴۶/۰	۰/۳۷ (۰/۰، ۴/۳)	۱/۹ (۰/۰، ۵/۲)	مدت زمان حمله (دقیقه)
۰/۵۶	۱۴۳/۰	۳/۰ (۰/۸، ۸/۳)	۲/۰ (۰/۰، ۵/۵)	تعداد دفعات بروز رفتار حمله

جدول ۶- دفعات بروز رفتارهای دفاعی شته سیاه باقلا، *Aphis fabae* (در چارک‌های میانه، ۲۵ و ۷۵)، در رو در رو شدن با زنبورهای ماده سه روزه *Lysiphlebus fabarum* که ۳-۶ ساعت (n= ۱۸) و یا ۷-۱۰ ساعت (n= ۱۸) بعد از آغاز روشنایی، کاوشگری در لکه میزبان (شامل ۱۵ پوره سن دوم شته سیاه باقلا *Aphis fabae*) را آغاز کردند.

متغیر	کاوشگری در صبح	کاوشگری در بعدازظهر	U	P
تعداد لگد زدن	۱/۰ (۰/۰، ۳/۳)	۲/۵ (۰/۰، ۶/۰)	۱۳۳/۵	۰/۳۷
تعداد بلند کردن و چرخاندن بدن	۰/۰ (۰/۰، ۰/۰)	۰/۰ (۰/۰، ۰/۳)	۱۵۶/۰	۰/۹
تعداد جدا کردن استایلت و فرار	۱/۵ (۰/۳، ۰/۰)	۰/۵ (۰/۳، ۰/۰)	۱۴۱/۵	۰/۵۲
تعداد ترشح قطرات از کورنیکول	۰/۰ (۰/۰، ۰/۳)	۰/۰ (۰/۰، ۱/۳)	۱۲۴/۰	۰/۲۴

### بحث

لاروهای *Drosophila spp.*، نتایج مشابهی در مورد تاثیر طول روزهای متفاوت بر رفتار کاوشگری به دست آمد (Roitberg et al., 1992). زنبورهای پرورش یافته در شرایط پاییزی (روز-کوتاه)، در مقایسه با زنبورهای پرورش یافته در شرایط تابستانی (روز-بلند)، مدت زمان بیشتری در لکه‌های میزبان باقی ماندند، با تعداد بیشتری شته رو در رو شدند، و تعداد بیشتری از آن‌ها را پارازیت‌ه کرده‌اند. همچنین در دو تحقیق در مورد اثر تغییرات فصلی روی رفتار و جدول زندگی، نتایج مشابهی روی زمان جوجه آوری در پرندگان (Meijer et al., 1990) و کاهش اندازه دانه در گیاه خاردار (*Cirsium arvense*، به دست آمد Lalonde & Roitberg, 1988).

بر اساس تعریف (Mackauer et al., 1996)، ارزش میزبان (Host value) عبارت است از احتمال پذیرش، و یا تعداد تخم‌های گذاشته شده در میزبان‌های با کیفیت مشابه. طبق تعریف این پژوهشگران، ارزش لکه (Patch value) به مدت زمان حضور و تعداد شته‌های پارازیت‌ه شده در یک لکه معین بستگی دارد. درک شرایط روز-کوتاه در این زنبورها، نشانه‌ای از کاهش امید به زندگی بوده و منجر به افزایش میزان پارازیت‌یسم در واحد زمانی حضور در لکه و در نتیجه افزایش ارزش میزبان می‌شود. با افزایش مدت زمان حضور در لکه و افزایش میزان پارازیت‌یسم، ارزش لکه نیز بیشتر می‌شود. زنبورهای ماده در این آزمایش به طور معمول لکه‌ها را با یک وقفه زمانی پذیرفتند. نتایج داده‌ها نشان داد زنبورهایی که در هر دو مرحله رشدی در شرایط نوری تابستان پرورش یافته بودند، به طور معنی‌داری لکه‌های معرفی شده را دیرتر پذیرفتند. این نتیجه نشان دهنده

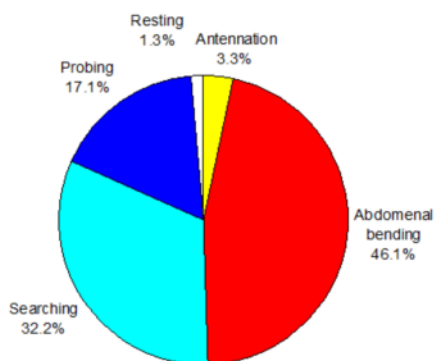
جستجوگری پارازیت‌یویدها در مواقعی از سال ممکن است با خطر بیشتری همراه باشد. بنابراین، چنانچه پارازیت‌یوید قادر باشد تغییرات فصلی را درک نماید، می‌تواند بر آن اساس رفتار جستجوگری خود را تنظیم کند. بروز این پدیده به ویژه در پارازیت‌یویدهای چند نسلی که در آخر فصل امید به زندگی کاهش یافته و انتظار نزدیک بودن مرگ یا محدود شدن میزبان آن‌ها افزایش می‌یابد، می‌تواند منجر به پذیرش میزبان‌های با کیفیت پایین‌تر شود (Roitberg et al., 1992; Godfray, 1994). از این نظر تغییرات طول روز می‌تواند به مثابه یک نشانگر قابل اعتماد برای کسب اطلاع از وضعیت شرایط محیطی، مورد استفاده قرار گیرد. با وجود این، بروز شرایط نامناسب از سالی به سال دیگر متفاوت بوده و به همین دلیل، پاسخ ذاتی تعدادی از جانداران خونسرد به تغییرات نوری شبانه روز، به کمک عواملی دیگر نظیر دما اصلاح می‌شود.

بر اساس نتایج آزمایش، زنبورهایی که فقط در شرایط نوری روز-کوتاه پرورش یافتند، مدت زمان بیشتری در لکه‌های معرفی شده مانده و در قیاس با تیماری که شرایط روز-بلند را سپری کرده بودند، شته‌های بیشتری را پارازیت‌ه نمودند. طول روز کوتاه به عنوان شاخص نشان دهنده آغاز شرایط نامناسب، منجر به تغییر رفتار کاوشگری و افزایش «ارزش لکه» در زنبور پارازیت‌یوید *L. fabarum* شده و زنبورهای ماده با افزایش مدت زمان حضور خود در لکه، تعداد بیشتری شته را پارازیت‌ه کردند.

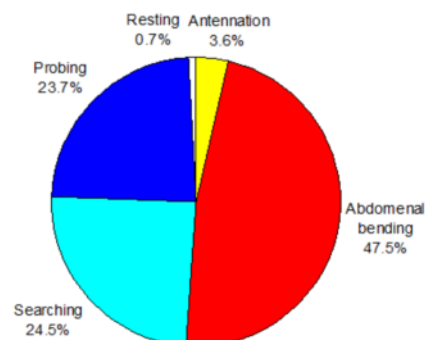
در تحقیقی روی زنبور (Hym.: *Leptopilina heterotoma* (Eucoilidae)، پارازیت‌یوید

اشتیاق بیشتر برای شروع کاوشگری در زنبورهایی بود که در مرحله نابالغ و حشره کامل تجربه حضور در

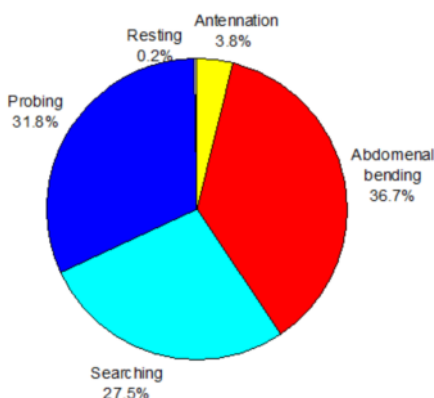
شرایط روز-کوتاه را داشتند.



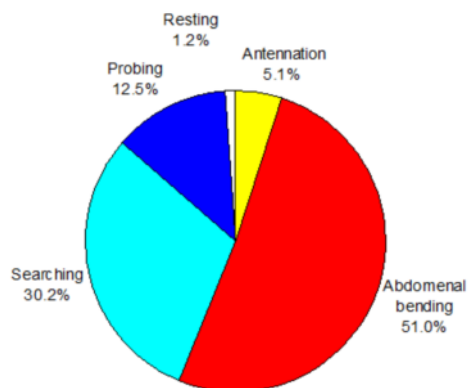
(ب) بلند/کوتاه



(الف) بلند/بلند



(د) کوتاه/بلند



(ج) کوتاه/کوتاه

شکل ۱- مقایسه اختصاص زمانی رفتارهای مختلف ماده‌های سه روزه *Lysiphlebus fabarum*، که در مرحله نابالغ و حشره کامل در شرایط روز-بلند (بلند/بلند،  $n=18$ )، مرحله نابالغ در شرایط روز-بلند و حشره کامل روز-کوتاه (بلند/کوتاه،  $n=18$ )، مرحله نابالغ در شرایط روز-کوتاه و حشره کامل روز-بلند (کوتاه/بلند،  $n=18$ ) و هر دو مرحله رشدی در شرایط روز-کوتاه (کوتاه/کوتاه،  $n=18$ ) پرورش یافتند، طی کاوشگری از لکه‌های (دیسک برگی با ۱۵ پوره سن دوم) شته سیاه باقلا، *Aphis fabae*.

میزبان، در مقایسه با ماده‌هایی که در هر دو مرحله رشدی در شرایط روز-کوتاه پرورش یافته بودند، ارزش کمتری برای میزبان قائل شده و تعداد کمتری از آن‌ها را پارازیته کردند.

بر اساس مطالعات قبلی، همبستگی معکوسی بین مدت زمان تماس شاخکی و بروز رفتارهای دفاعی شته وجود دارد (Rasekh et al., 2009)، اما از آنجایی که شرایط مختلف طول روز منجر به تغییر در دفعات بروز و مدت زمان تماس شاخکی در ماده‌ها نشد، تعداد واکنش‌های دفاعی شته، طی مدت زمان حضور در لکه و همچنین واحد زمانی حضور تغییری نکرد.

هرچند مقایسه دفعات بروز، مدت زمان هر یک از رفتارهای مرتبط با پارازیتیسم، و همچنین تعداد رو شدن با شته‌های میزبان، نشان از وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمارها داشته و پرورش زنبور در شرایط روز-کوتاه، منجر به افزایش بروز این داده‌ها شد، اما مقایسه نسبت دفعات بروز و مدت زمان رفتارها در واحد زمانی حضور در لکه، نتایج معکوسی را به نمایش گذاشت. ماده‌هایی که تجربه شرایط روز-بلند را داشتند، دفعات بروز و مدت زمان بیشتری را در هر واحد زمانی حضور در لکه روی رفتارهای مختلف نشان دادند. اما با توجه به سخت‌گیری بیشتر این زنبورها در پذیرش



میزبان با کیفیت پایین به دست می‌آید (Roitberg *et al.*, 1992).

البته توانایی ادراک شرایط متفاوت طول روز در دوره لاروی و در داخل شته میزبان، خود نشان از سطح بالای تکامل در این امر است که تغییرات رفتاری حشرات ماده را در همان روزهای نخست ظهور موجب می‌شود. این موضوع در حشرات پارازیتوئید با طول عمر کوتاه مانند *L. fabarum* اهمیت بیشتری می‌یابد چرا که این راهکار از همان روزهای اول ظهور حشره ماده به کار بسته شده و حشرات کامل نیاز چندانی به تجربه این شرایط متفاوت طول روز نخواهند داشت.

### نتیجه‌گیری کلی

طول روز به عنوان یک شاخص تغییر فصل، رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* را تحت تاثیر قرار داده و منجر به تغییر «ارزش لکه» و «ارزش میزبان» از دیدگاه زنبور می‌شود. چنانچه زنبورهایی که دوره نوری پاییزی را تجربه کرده‌اند، مدت زمان بیشتری در لکه میزبان مانده و با افزایش میزان پارازیتیسیم در واحد زمان، ارزش میزبان نیز در آن‌ها افزایش می‌یابد.

نتایج تاثیر زمان روز بر رفتار کاوشگری زنبورها نشان داد که پارازیتوئیدها در صبح به عنوان آغاز و بعد از ظهر به عنوان انتهای دوره میزبانی روزانه، یکسان عمل می‌نمایند. با وجود این، انتظار می‌رود پارازیتوئیدی که تمام روز لکه‌های متعددی را بازدید و تعدادی را هم پارازیته کرده، بر اساس بار تخم و تجربیات خود، راهبرد کاوشگری متفاوتی را در اواخر میزبانی روزانه نشان دهد. اما نظر به این که در این آزمایش، ماده‌ها تا قبل از معرفی به لکه آزمایش به میزبان دسترسی نداشتند، لذا فقط اثر زمان کاوشگری روزانه لحاظ گردیده است. مطابق با پیش بینی انجام گرفته، فعالیت در طول روزهای متفاوت می‌تواند بر رفتار کاوشگری حشرات پارازیتوئید تاثیر بگذارد، به ویژه در پارازیتوئیدهای چندنسلی از جمله *L. fabarum* که امید زندگی در اواخر فصل، در مقایسه با ماده‌هایی که در فصل مناسب کاوشگری می‌نمایند، کاهش می‌یابد.

به عبارت دیگر، وقتی که زمان در دسترس برای جستجو محدود باشد، موفقیت تولید مثلی به جای تعداد کمی میزبان با کیفیت بالا، از پذیرش تعداد بیشتری

## REFERENCES

1. Bagheri-Matin, Sh., Sahragard, A. & Rasoolian, G. R. (2005). Some behavioural characteristics of *Lysiphlebus fabarum* (Hym: Aphidiidae) parasitizing *Aphis fabae* (Hom: Aphididae) under laboratory conditions. *Journal of Entomology*, 2, 64-68.
2. Baroon, N. (2007). *A study of population fluctuations of black bean aphid, Aphis fabae* (Hom.: Aphididae) and the efficiency of its parasitoid *Lysiphlebus fabarum* (Marsh.) (Hym.: Braconidae) on *Faba bean* in Ahvaz. M.S. thesis. College of Agriculture, Ahvaz University, Iran (In Farsi).
3. Bernstein, C., Kacelnik, A. & Krebs, J. R. (1988). Individual decisions and the distributions of predators in patchy environment. *Journal of Animal Ecology*, 57, 1007-26.
4. 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.
5. Godfray, H. C. J. (1994). *Parasitoids behavioral and evolutionary ecology*. Princeton University Press.
6. Houston, A. I., Clark, C. W., Mc Namara, J. M. & Mangel, M. (1988). Dynamic models in behavioural and evolutionary ecology. *Nature*, 332, 29-34.
7. Lalonde, R. & Roitberg, B. D. (1988). Resource limitation and offspring size and number trade-offs in *Cirisium arvense*. *American Journal of Botany*, 76, 1107-1113.
8. Luck, R. F. (1990). Evaluation of natural enemies for biological control. *Trends in Ecology & Evolution*, 5, 196-200.
9. Mackauer, M., Michaud, J. P. & Volkl, W. (1996). Host choice by aphidiid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): Host recognition, Host quality, and Host value. *The Canadian Entomologist*, 6, 959-980.
10. Mangel, M. & Roitberg, B. (1989). Dynamic information and oviposition decisions in a fruit fly. *Ecological Entomology*, 14, 181-189.
11. Meijer, T., Daan, S. & Hall, M. (1990). Family planning in the kestrel (*Falco tinnunculus*): the proximate control of covariation of laying date and clutch size. *Behaviour*, 114, 117-136.
12. Michaud, J. P. (1994). Differences in foraging behavior between virgin and mated aphid parasitoids, (Hymenoptera: Aphidiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 72, 1597-1602.

13. Michaud J. P. (1995). *Static and dynamic criteria in host evaluation by aphid parasitoids* (Hym.: Aphidiidae). Ph.D. dissertation. Simon Fraser University, Burnaby. British Columbia.
14. Michaud J. P. (1996). The oviposition behavior of *Aphidius ervi* and *Monoctonus paulensis* (Hym.: Aphidiidae) encountering different host species in sequential patches. *Journal of Insect Behavior*, 9, 683-694.
15. Rasekh, A., Michaud, J. P., Kharazi-Pakdel, A. & Allahyari, H. (2009). Ant mimicry by an aphid parasitoid, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Aphidiidae). *Journal of Insect Science*, 10(126), 1-14.
16. Roitberg, B. D. (1990). Optimistic and pessimistic fruit flies: Evaluating fitness consequences of estimation errors. *Behaviour*, 114, 65-82.
17. Roitberg, B. D., Mangel, M., Lalonde, R. G., Roitberg, C. A., van Alphen, J. J. M. & Vet, L. (1992). Seasonal dynamic shifts in patch exploitation by parasitic wasps. *Behavioral Ecology*, 3, 156-165.
18. SPSS. (1998). *SPSS 8.0 for windows*. SPSS Inc., Prentice Hall, New Jersey.
19. Stary, P. (1999). Aggregations of aphid parasitoid adults (Hymenoptera, Aphidiidae). *Journal of Applied Entomology*, 105, 270-279.
20. Tauber, M. J., Tauber, C. A. & Masaki, S. (1986). *Seasonal adaptations of insects*. New York: Oxford University Press.
21. Tentelier, C., Desouhant, E. & Fauvergue, X. (2006). Habitat assessment by parasitoids: mechanisms for patch use behavior. *Behavioral Ecology*, 17, 515-521.
22. Visser, M. E., van Alphen, J. J. M. & Nell, H. W. (1990). Adaptive superparasitism and patch time allocation in solitary parasitoids: the influence of the number of parasitoids depleting the patch. *Behaviour*, 114, 21-36.
23. Wajnberg, E. (2006). Time allocation strategies in insect parasitoids: from ultimate predictions to proximate behavioral mechanisms. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60, 589-611.