Archive of SID

گیاهپزشکی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۸ شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴

اثر اندازه و سن در زنبور *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hym.: Braconidae)، بر ترجیح سن پورگی شته میزبان *Aphis fabae* Scopoli (Hem.: Aphididae)

پگاه نجف‌پور[۱]، آرش راسخ*[۲]، مهدی اسفندیاری[۳]

۱- دانشجو آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲*- **نویسنده مسوول:** دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (arashrasekh@gmail.com)

۳- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۱

چکیده

تأثیر پارازیتوئید روی رشد جمعیت شته بستگی به الگوی انتخاب سن میزبان دارد. الگوهای ترجیح اغلب با توجه به وضعیت فیزیولوژیکی شامل بارتخم، سن و اندازه پارازیتوئید ماده تغییر می‌کند. در این پژوهش، اثر سن و اندازه جمعیت ماده‌زای زنبور *Lysiphlebus fabarum* روی الگوی ترجیح سن رشدی شته میزبان *Aphis fabae* مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور ۳۰ زنبور ماده‌ی یک‌روزه به مدت ۸ ساعت، به طور جداگانه به ۳۰ عدد شته میزبان (شامل ۱۰ عدد پوره سن اول، ۱۰ عدد پوره سن دوم و ۱۰ عدد پوره سن چهارم) معرفی شدند. این زنبورها پس از نگهداری در سن سه‌روزگی خود مجدداً با شرایط قبلی با شته‌های میزبان مواجه شدند. در آزمایش دیگر، گروه‌های همسن (یک‌روزه) از زنبورهای کوچک و بزرگ، به صورت انفرادی (n=۳۰) و با شرایط آزمایش قبلی به ۳۰ شته میزبان معرفی شدند. بر اساس نتایج به‌دست آمده روی زنبورهای جوان و مسن، در سن چهارم پورگی، تعداد مومیایی و نسبت ظهور در زنبورهای یک‌روزه بیشتر از زنبورهای سه‌روزه بود. در خصوص مقایسه زنبورها در دو اندازه‌ی مختلف، نرخ ظهور نتاج زنبورهای کوچک در سنین اول و چهارم پورگی میزبان به طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین در زنبورهای کوچک و بزرگ، تعداد مومیایی‌های ایجاد شده و نسبت ظهور نتاج در سن اول پورگی به طور معنی‌داری بیشتر از سایر سنین بود، اما اندازه زنبور تأثیری بر ترجیح میزبانی نداشت. نتایج نشان داد که زنبورهای *L. fabarum*، در هر دو سن و اندازه، سن اول پورگی شته را نسبت به سایر سنین ترجیح دادند.

کلید واژه‌ها: الگوهای ترجیح، نرخ ظهور، سن پورگی شته، Aphidiinae

مقدمه

در بسیاری از مطالعات ثابت شده است که پارازیتیسم می‌تواند روی رشد، نمو و باروری شته‌های میزبان تأثیرگذار باشد (تسای و وانگ[۱]، ۲۰۰۲؛ لین و ایوس[۲]، ۲۰۰۳)، چنانچه در بیشتر موارد شته‌هایی که در سنین پایین‌تر پارازیته می‌شوند، قبل از رسیدن به بلوغ و امکان تولیدمثل، مومیایی می‌شوند، در حالی که پوره‌هایی که در سنین بالاتر پارازیته شده‌اند، قادر به رسیدن به مراحل

1 -Tsai & Wang
2- Lin & Ives

www.SID.ir

Archive of SID

بلوغ و تولید نتاج هستند. بر این اساس تأثیر پارازیتیسم روی رشد جمعیت شته وابستگی زیادی به الگوی انتخاب سن میزبان توسط پارازیتوئید دارد (هاگوار و هافسوانگ[۱]، ۱۹۹۱) و ترجیح سن میزبان از اهمیت بسیاری در موفقیت کنترل بیولوژیک شته‌ها برخوردار است (تسای و وانگ، ۲۰۰۲).

با توجه به این که شایستگی پارازیتوئیدها با اندازه آن‌ها ارتباط مستقیم دارد، ماده‌ها به طور معمول تخم-ریزی در میزبان‌های با کیفیت‌تر را ترجیح می‌دهند (چارنف و استفنز[۲]، ۱۹۸۸). در این راستا، در زنبورهای پارازیتوئید، بیشتر تحقیقات از یک طرف بر ارتباط بین کیفیت میزبان و اندازه پارازیتوئید و از طرف دیگر بر ارتباط بین اندازه پارازیتوئید و شایستگی آن متمرکز شده است (سکوئرا و مکوئر[۳]، ۱۹۹۲). در بعضی پارازیتوئیدهای انفرادی، انتخاب میزبان برای تخم‌ریزی به واسطه‌ی اندازه آن تعیین می‌شود (کائومه و مکوئر[۴]، ۱۹۹۱)، زیرا پارازیتوئیدها معمولاً از اندازه میزبان به عنوان شاخصی از کیفیت میزبان بهره می‌برند (ون آلفن و جرویس[۵]، ۱۹۹۶). با این حال الگوی ترجیح مرحله سنی میزبان در پارازیتوئیدهای کوئینوبیونت[۶]، که در آنها لاروهای پارازیتوئید همراه با رشد میزبان به نمو خود ادامه می‌دهند، معمولاً از گونه‌های ایدیوبیونت[۷] که در آنها میزبان پس از پارازیته شدن فلج یا کشته می‌شود و امکان رشد میزبان پس از پارازیتیسم وجود ندارد، متفاوت است و ممکن است بزرگ‌ترین میزبان، منجر به تولید نتاجی با بیشترین شایستگی نشود (هاروی و همکاران[۸]، ۱۹۹۴؛ سکوئرا و مکوئر، ۱۹۹۴). شته‌های بزرگ‌تر با وجود دارا بودن مواد غذایی بیشتر (سکوئرا و مکوئر، ۱۹۹۲؛ نیکول و مکوئر[۹]، ۱۹۹۹)، بهتر می‌توانند از خود در مقابل پارازیتوئیدها دفاع کنند و بنابراین نسبت به شته‌های کوچک‌تر، زنبورها باید هزینه بیشتری را هنگام پارازیته کردن صرف کنند (گرلینگ و همکاران[۱۰]، ۱۹۹۰؛ چائو و مکوئر[۱۱]، ۱۹۹۷). همچنین مقاومت فیزیولوژیکی شته-ها نیز متناسب با سن آن‌ها افزایش می‌یابد (والکر و هوی[۱۲]، ۲۰۰۳؛ زو و همکاران[۱۳]، ۲۰۰۸) و فائق آمدن بر آن برای پارازیتوئیدها هزینه‌هایی از جمله کاهش نرخ ظهور، افزایش دوره رشد ونمو و کاهش اندازه حشره کامل را در پی خواهد داشت (سالت[۱۴]، ۱۹۶۸؛ والکر و هوی، ۲۰۰۳؛ اشمید و همکاران[۱۵]، ۲۰۱۲). به همین دلیل، معمولاً زنبورهای زیرخانواده‌ی Aphidiinae، پوره‌های جوان میزبان را برای پارازیته کردن ترجیح می‌دهند (هافسوانگ و هاگوار، ۱۹۸۶؛ زو و همکاران، ۲۰۰۸).

علاوه بر کیفیت میزبان (از نظر تفاوت اندازه در سنین مختلف پورگی)، تصمیم برای انتخاب میزبان ممکن است تحت تأثیر اندازه و سن زنبور ماده‌ی کاوشگر قرار گیرد. پارازیتوئیدهای بزرگ‌تر به طور معمول راحت‌تر می‌توانند بر سیستم‌های دفاعی فیزیکی میزبان غلبه کنند و هزینه کمتری را در ارتباط با مدت زمان دستیابی[۱۶] به میزبان می‌پردازند. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که زنبورهای بزرگ‌تر از توانایی پارازیتیسم بالاتری برخوردار بوده و این موضوع در سنین بالاتر میزبان بیشتر خود را نشان می‌دهد (هنری و همکاران[۱۷]، ۲۰۰۹). این مسأله همچنین می‌تواند در ارتباط با بار تخم[۱۸] بالاتر و انرژی بیشتر ذخیره شده در ماده‌های

1- Hogvar & Hofsvang
2- Charnov & Stephens
3- Sequeira & Mackauer
4- Kouamé & Mackauer
5- van Alphen & Jervis
6- koinobiont
7- Idiobiont
8- Harvey *et al*.
9- Nicol & Mackauer
10- Gerling *et al.*
11- Chau & Mackauer
12- Walker & Hoy
13- Xu *et al.*
14- Salt
15- Schmid *et al.*
16- Handling time
17- Henry *et al.*
18- Egg load

www.SID.ir

Archive of SID

بزرگ‌تر (الرز[1]، ۱۹۹۶؛ بزمر و همکاران[2]، ۲۰۰۵) و همچنین بروز رفتارهای دفاعی کمتر در پوره سنین بالاتر شته‌های میزبان در مواجهه با زنبورهای بزرگ‌تر باشد (عامری و همکاران[3]، ۲۰۱۴).

علاوه بر عامل اندازه پارازیتوئید، انتخاب میزبان ممکن است تحت‌تأثیر سن زنبور مادر باشد. انتظار می‌رود که ماده‌های مسن‌تر در مقایسه با ماده‌های جوان‌تر در انتخاب میزبان کمتر انتخابی عمل کنند (رویتبرگ و همکاران[4]، ۱۹۹۳)، که یک علت آن می‌تواند توانایی کمتر آنها در مهار کردن میزبان‌ها، همراه با افزایش سن زنبور باشد (ویزر[5]، ۱۹۹۴؛ چائو و مکوئر، ۲۰۰۰). با افزایش سن، زمان در دسترس و بار تخم به طور فزاینده‌ای کاهش می‌یابد (روزنهایم[6]، ۱۹۹۶؛ ون بالن[7]، ۲۰۰۰)، بنابراین انتظار می‌رود که ماده‌های مسن به تلاش‌های تولیدمثلی خود در مقایسه با زنبورهای جوان بیفزایند (واژنبرگ و همکاران[8]، ۲۰۰۶).

زنبور *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Braconidae:Aphidiinae)، یک پارازیتوئید داخلی- انفرادی شته‌ها می‌باشد که جمعیت جنسی[9] آن در گزارش‌های متعددی در کشور از روی شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli (Hem.: Aphididae) گزارش شده است (رخشانی و همکاران[10]، ۲۰۰۶؛ طالبی و همکاران[11]، ۲۰۰۹). جمعیت ماده‌زای[12] این زنبور در ایران تاکنون فقط از استان زنجان گزارش شده است (راسخ و همکاران[13]، ۲۰۱۱). این زنبور به عنوان رایج ترین پارازیتوئید شته سیاه باقلا در اکوسیستم‌های کشاورزی محسوب می‌شود، به طوری که می‌توان از آن به عنوان یک عامل زیستی در کنترل این آفت استفاده کرد (فولکل و استچمن[14]، ۱۹۹۸). شته سیاه باقلا، آفتی همه جایی[15] و چندین خوار بوده (بلکمن و ایستاپ[16]، ۲۰۰۰) و از روی حدود ۵۰ گونه گیاهی در ایران (حجت[17]، ۱۹۹۳) و بیش از ۲۰۰ گونه‌ی گیاهی در جهان (کاپینرا[18]، ۲۰۰۱) گزارش شده است. این شته یکی از مهم‌ترین آفات محصولات کشت شده در سراسر جهان می‌باشد (ولکل و استچمن، ۱۹۹۸؛ مینکز و هارویژن[19]، ۱۹۸۹).

در مطالعه حاضر با طراحی آزمایش‌هایی سعی شده تعیین شود که آیا سن یا اندازه زنبورهای ماده‌ی *L. fabarum* روی ترجیح سن پورگی شته سیاه باقلا تاثیر دارد؟ همچنین بررسی می‌شود که آیا نتاج ظاهر شده در سنین مختلف پورگی شته میزبان، شایستگی متفاوتی (تعداد مومیایی، نرخ ظهور و ...) کسب می‌کنند و آیا این شایستگی در ارتباط با اندازه یا سن زنبور مادر می‌باشد؟

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و پرورش حشرات

شته‌های سیاه باقلا طی نمونه‌برداری از مزارع باقلای استان زنجان (منطقه چورزق ۴۸°۲۹′E, ۳۶°۴۰′N) به دست آمد. برای تشکیل کلنی شته، بذور باقلا، رقم شامی درون گلدان‌های ۴ لیتری حاوی خاک اره کاشته و به صورت هفتگی با محلول کود کامل با نام تجاری Hortigrow آبیاری شدند. جمعیت ماده‌زای زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* نیز از شته‌های پارازیته شده در منطقه مذکور نمونه‌برداری تهیه و کلنی زنبور نیز به همان صورت روی گیاهان باقلای آلوده به شته سیاه باقلا تشکیل شد. نگهداری از کلنی‌های شته و زنبور و

1- Ellers
2- Bezemer *et al.*
3- Ameri *et al.*
4- Roitberg *et al.*
5- Weisser
6- Rosenheim
7- Van Ballen
8- Wajnberg *et al.*
9- Arrhenotokous population (Sexual)
10- Rakhshani *et al.*
11- Talebi *et al.*
12- Thelytokous population (Asexual)
13- Rasekh *et al.*
14- Völkl & Stechman
15- Cosmopolite
16- Blackman & Eastop
17- Hodjat
18- Capinera
19- Minks & Harrewijn

www.SID.ir

Archive of SID

کلیه آزمایش‌ها در اتاقک رشد (دمای ۱±۲۱ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰-۶۰٪ و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی:روشنایی)) انجام شد.

تشکیل جمعیت همسن شته

برای تشکیل جمعیت همسن[1] از سنین مختلف پورگی شته سیاه باقلا، حدود ۱۰۰ عدد شته بالغ بکرزا از کلنی شته جداسازی شد و در ظرف استوانه‌ای تهویه‌دار (به قطر ۸ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر) روی یک شاخه‌ی جوان باقلا که انتهای آن در محلول کود کامل قرار داشت، گذاشته شد. اجازه داده شد تا شته‌های بکرزا به مدت ۱۲ ساعت پوره‌زایی کنند. پس از این مدت این شته‌ها حذف شدند. با توجه به مطالعات عامری و همکاران (۱۳۹۱)، جمعیت همسن از پوره‌های سنین اول تا چهارم به ترتیب بعد از ۱، ۲/۲۵، ۳/۷۵ و ۵/۷۵ روز تشکیل شدند. بر این اساس، برای تهیه هر یک از سنین پورگی، به شته‌ها در مدت زمان اشاره شده فرصت رشد و نمو داده شد.

تشکیل جمعیت همسن زنبورهای کوچک و بزرگ

بر اساس مطالعات عامری و همکاران (۲۰۱۵) مشخص شد که پرورش زنبورهای *L. fabarum* در پوره‌های سن اول و دوم شته سیاه باقلا به ترتیب منجر به تولید کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین حشرات کامل می‌شود. بر این اساس برای تولید زنبورهای کوچک، جمعیت همسن از پوره سن اول و برای تولید زنبور بزرگ، جمعیت همسن از پوره سن دوم به طور جداگانه درون ظروف استوانه‌ای تهویه‌دار (به قطر ۸ و ارتفاع ۱۵ سانتی-متر) تشکیل شد. سپس زنبورهای همسن ماده‌ی یک روزه به نسبت ۱ به ۵ (زنبور: شته میزبان) در معرض این پوره‌ها قرار داده شدند. بر اساس مطالعات انجام شده این نسبت بین زنبور *L. fabarum* و شته سیاه باقلا منجر به پارازیت شدن اکثر شته‌ها شده و حداقل سوپرپارازیتیسم در شته‌های میزبان به وقوع می‌پیوندد (محسنی، ۱۳۹۳). بعد از گذشت ۸ ساعت، این زنبورها حذف شدند. حدود ۷ روز بعد، مومیایی های ظاهر شده از گیاه جدا و تا هنگام ظهور، در ظروف پتری (به قطر ۹ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر) نگهداری شدند.

اثر سن مادر روی ترجیح سن پورگی میزبان

برای انجام این آزمایش، به روشی که پیش از این ذکر شد، یک جمعیت همسن از زنبور بزرگ تشکیل و زنبورهای حاصل به مدت یک روز در ظروف پتری به همراه آب و محلول آب عسل (۳۰٪) نگهداری شدند. همزمان گروه‌های همسن از سه مرحله رشدی شته (پوره های سنین اول، دوم و چهارم) به صورت جداگانه تشکیل شدند، به‌صورتی‌که هر سه مرحله رشدی در روز انجام آزمایش در دسترس باشند. بر اساس مطالعات قبلی انجام شده روی جمعیت ماده‌زای این زنبور و شته سیاه باقلا (عامری و همکاران، ۱۳۹۱)، مشخص شد که زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سنین اول و دوم میزبان از نظر اندازه به ترتیب دارای کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین اندازه بودند، در حالی‌که از نظر طول دوره رشدی، زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سنین اول و دوم دارای کوتاه‌ترین طول دوره رشدی و زنبورهای پرورش یافته روی پوره سن چهارم، دارای طولانی ترین طول دوره رشدی بودند. بنابراین از لحاظ شایستگی کسب شده توسط نتاج پرورش یافته در سنین مختلف رشدی شته سیاه باقلا، از نظر اندازه زنبورهای پرورش یافته در سنین اول و دوم به ترتیب بیشترین و کمترین شایستگی را کسب کردند و از نظر طول دوره رشدی، سنین دوم (=سن اول) و چهارم به ترتیب حائز بیشترین و کمترین شایستگی شدند. به همین دلیل در مطالعه حاضر از این سه سن پورگی شته سیاه باقلا استفاده شد تا ترجیح زنبور مادر با توجه به تاثیر سن پورگی شته میزبان در منافع کسب شده توسط نتاج (از نظر اندازه و طول دوره رشدی)، تعیین شود. در روز انجام آزمایش به تعداد زنبورهای ماده‌ی یک‌روزه، لکه‌های گیاه باقلا (برگ جوان گیاه باقلا قرار داده شده روی دستمال کاغذی آغشته به محلول سه در هزار کود کامل) درون

1- Synchronous cohort

www.SID.ir

Archive of SID

پتری‌های تهویه‌دار (به قطر ۹ و ارتفاع ۱ سانتی‌متر) تهیه شد. روی هر لکه ۳۰ عدد شته سیاه باقلا (شامل ۱۰ عدد پوره سن اول، ۱۰ عدد پوره سن دوم و ۱۰ عدد پوره سن چهارم) قرار داده و به آنها اجازه داده شد تا مستقر شوند. هر یک از زنبورهای یک‌روزه به مدت ۸ ساعت به این لکه دسترسی داشتند. سپس هر زنبور ماده به مدت دو روز در ظروف استوانه‌ای تهویه‌دار (به قطر ۳/۵ و ارتفاع ۷ سانتی‌متر) به همراه رول پنبه‌ای مرطوب و کاغذ روغنی آغشته به محلول عسل نگهداری شدند. پوره‌های سن اول، دوم و چهارم در معرض هر زنبور نیز از یکدیگر جدا و هر سن پورگی روی شاخه‌های باقلا درون ظروف استوانه‌ای تهویه‌دار (به قطر ۸ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر) قرار داده شدند. به منظور افزایش دقت، آزمایش طوری طراحی شد که رفتار ترجیح میزبان در یک روزگی و سه روزگی هر زنبور به‌طورجداگانه با هم مقایسه شوند. بر این اساس، پس از دو روز، زمانی‌که زنبورهای مورد نظر سه روزه شدند، همان مراحلی که در خصوص یک روزگی صورت گرفته بود، برای سه روزگی آنها نیز تکرار شد. نظر به طول عمر نسبتاً کوتاه جمعیت ماده‌زای *L. fabarum* (حدود چهار روز) (عامری و همکاران، ۱۳۹۱)، از زنبورهای یک روزه و سه روزه به عنوان زنبورهای جوان و مسن استفاده شد. مطابق با پیش تست انجام شده، تجربه‌ی دو روز قبل مواجهه با میزبان، تاثیری در ترجیح میزبان نداشت، موضوعی که پیش از این در سایر پارازیتوئیدها گزارش شده است (ون بارن و بوی وین[1]، ۱۹۹۸و ۲۰۰۶). در ادامه مومیایی‌های ظاهر شده در هر شاخه شمارش و به درون پتری منتقل شدند. همراه با ظهور حشرات کامل، تعداد آنها در هر پتری برای محاسبه نرخ ظهور و نسبت ظهور ثبت شد. نرخ ظهور از تقسیم تعداد زنبورهای ظاهر شده بر تعداد مومیایی‌های ایجاد شده در آن سن پورگی به‌دست آمد. نسبت ظهور از تقسیم تعداد زنبورهای ظاهر شده در هر سن پورگی بر تعداد کل مومیایی‌های ایجاد شده در سه سن پورگی به دست آمد. برای مقایسه میانگین تیمارها در زنبورهای یک‌روزه و سه‌روزه از Paired-Samples T Test و برای مقایسه میانگین تیمارها در سه سن پورگی شته میزبان از آزمون One-Way Anova استفاده شد. از آزمون تکمیلی Tukey Post-Hoc (در سطح ۰/۰۵) برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده شد.

اثر اندازه مادر روی ترجیح سن پورگی میزبان

برای انجام این آزمایش، کوهورتی از زنبورهای کوچک با پرورش روی پوره‌های سن اول به روش شرح داده شده تشکیل شد. زنبورهای کوچک ظاهر شده به مدت یک روز به طور جداگانه در ظروف پتری (به همراه آب و محلول آب عسل) نگهداری شدند. پیش از این گروه‌های همسن از سه مرحله رشدی شته (پوره‌های سنین اول، دوم و چهارم) به صورت جداگانه تشکیل شد، به طوری که در روز انجام آزمایش هر سه سن رشدی شته در دسترس بودند. برای معرفی هر یک از زنبورهای کوچک (n = ۳۰)، یک لکه درون پتری-های تهویه‌دار به شرح آزمایش قبلی تشکیل شد و روی هر لکه ۳۰ عدد شته سیاه باقلا (شامل ۱۰ عدد پوره سن اول، ۱۰ عدد پوره سن دوم و ۱۰ عدد پوره سن چهارم) قرار داده شد. به هر یک از لکه‌ها به مدت ۸ ساعت یک عدد زنبور کوچک معرفی شد. در آزمایش روی زنبورهای بزرگ کوهورتی از این زنبورها با پرورش روی پوره‌های سن دوم تشکیل و این زنبورهای بزرگ (n = ۳۰) با همان شرایط به لکه میزبان معرفی شدند. پس از انجام آزمایش، به منظور مقایسه‌ی اندازه زنبورهای بزرگ و کوچک به کار رفته در این آزمایش و اطمینان از تفاوت اندازه‌ی آنها، به‌وسیله‌ی استریومیکروسکوپ مجهز به دوربین دیجیتال از عرض کپسول سر، طول ساق پای عقب و طول و عرض بال جلو زنبورهای مادر کوچک و بزرگ عکس‌برداری شد و با استفاده از نرم افزار ImageJ، اندازه هر کدام از آن‌ها با دقت (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) تعیین شد. در ادامه پس از ظهور مومیایی‌ها، تعداد آنها روی هر شاخه

1- van Baaren & Boivin

www.SID.ir

Archive of SID

شمارش و سپس درون پتری‌هایی با ذکر مشخصات قرار داده شدند. در انتها تعداد زنبورهای ظاهر شده در هر پتری برای محاسبه نرخ ظهور و نسبت ظهور شمارش شد. برای مقایسه میانگین تیمارها در زنبورهای کوچک و بزرگ و همچنین مقایسه میانگین تیمارها در سه سن پورگی شته میزبان از آزمون One-Way Anova استفاده شد. از آزمون تکمیلی Tukey Post-Hoc (در سطح ۰/۰۵) برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده شد.

نتایج

مقایسه پارامترهای مرفولوژیکی در زنبورهای مادر کوچک و بزرگ

از آن‌جایی که در این آزمایش زنبورهای مادر کوچک و بزرگ به ترتیب با پرورش در پوره‌های سن اول و دوم تولید شده بودند، نیاز بود که در پایان آزمایش اندازه‌ی این مادرها تعیین گردد تا تفاوت معنی‌دار ماده های تولیدی مشخص شود. با مقایسه‌ی مقادیر عرض کپسول سر، طول ساق پا و طول و عرض بال جلوی زنبورهای مادر کوچک و بزرگ مشخص شد که اختلاف اندازه‌ی زنبورهای کوچک و بزرگ معنی‌دار بود (جدول ۱).

اثر سن پارازیتوئید روی ترجیح سن پورگی

اثرات متقابل سن پارازیتوئید و سنین مختلف پورگی

در اثرات متقابل سن پارازیتوئید و سنین مختلف پورگی تنها در نسبت ظهور اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و چنین ارتباط معنی‌داری در تعداد مومیایی و نرخ ظهور مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) پارامترهای مرفولوژیکی در مادرهای بزرگ و کوچک زنبور *L. fabarum*، پرورش یافته در سنین اول و دوم پورگی شته سیاه باقلا.

پارامترهای مرفولوژیکی	زنبورهای مادر		F	df	P
	بزرگ	کوچک			
طول ساق پای عقب	۰/۴۸ ± ۰/۰۰۱ a	۰/۴۱ ± ۰/۰۰۴ b	۴۰/۸۱	۵۸	<۰/۰۰۱
عرض کپسول سر	۰/۳۹ ± ۰/۰۰۵ a	۰/۳۶ ± ۰/۰۰۳ b	۳۱/۵۴	۵۸	<۰/۰۰۱
طول بال جلو	۱/۴۲ ± ۰/۰۲۱ a	۱/۲۵ ± ۰/۰۱۲ b	۴۴/۳۹	۵۸	<۰/۰۰۱
عرض بال جلو	۰/۵۵ ± ۰/۰۰۸ a	۰/۴۷ ± ۰/۰۰۷ b	۵۸/۷۵	۵۸	<۰/۰۰۱

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس اثرات متقابل سن زنبورهای مادر *L. fabarum* و سن پورگی شته سیاه باقلا

متغیر وابسته	منبع تغییرات	df	F	P
تعداد مومیایی	سن زنبور	۱	۰/۱۹۱	۰/۶۶۳
	سنین پورگی شته	۲	۴۳/۳۹۴	<۰/۰۰۱
	سن زنبور × سنین پورگی شته	۲	۰/۶۸۸	۰/۵۰۵
نرخ ظهور	سن زنبور	۱	۰/۰۰۸	۰/۹۳۰
	سنین پورگی شته	۲	۱/۸۱۸	۰/۱۶۸
	سن زنبور × سنین پورگی شته	۲	۱/۶۲۰	۰/۲۰۳
نسبت ظهور	سن زنبور	۱	۵/۲۳۲	۰/۰۲۴
	سنین پورگی شته	۲	۴/۶۷۴	۰/۰۱۲
	سن زنبور × سنین پورگی شته	۲	۴/۱۹۳	۰/۰۱۸

www.SID.ir

Archive of SID

اثر سن پارازیتوئید بر تعداد مومیایی، نرخ ظهور و نسبت ظهور

مطابق با نتایج به‌دست آمده در شکل۱ در خصوص تعداد مومیایی ایجاد شده حاصل از سنین اول (۰/۵۵۷ =P، $t_{۱،۱۶}$=-۶/۰) و دوم پورگی (۰/۳۰۸=P، $t_{۱،۱۶}$=-۱/۰۵۴) بین سنین یک روزه و سه روزه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اما در سن چهارم پورگی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد، به‌صورتی‌که تعداد مومیایی ایجاد شده توسط زنبورهای یک روزه بیشتر بود (۰/۰۴۹ =P، $t_{۱،۱۶}$=-۲/۰۶۲). نتایج به‌دست آمده اثر معنی‌داری از سن مادر بر نرخ ظهور نتاج پرورش یافته روی سنین مختلف پورگی و نسبت ظهور نتاج حاصل از سن اول و دوم پورگی میزبان نشان نداد، اما در خصوص نسبت ظهور نتاج حاصل از سن چهارم پورگی، بین مادرهای یک‌روزه و سه‌روزه، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، به‌صورتی‌که نسبت ظهور نتاج مادرهای جوان‌تر به طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول۳).

مقایسه تعداد مومیایی، نرخ ظهور و نسبت ظهور در پوره‌های سنین مختلف شته میزبان

در تعداد مومیایی حاصل از زنبورهای یک روزه و سه روزه بین سنین مختلف پورگی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، به صورتی‌که تعداد مومیایی ایجاد شده روی سن اول پورگی میزبان به طور معنی‌داری بیشتر از سنین دوم و چهارم بود (زنبورهای یک‌روزه: ۰/۰۰۱ >P، $F_{۲،۴۸}$=۲۵/۸ ؛ زنبورهای سه‌روزه: ۰/۰۰۱ >P، $F_{۱،۱۶}$=۲۸/۰) (شکل۱). در نرخ ظهور نتاج زنبورهای یک روزه بین سنین مختلف پورگی شته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در حالی که در نرخ ظهور نتاج زنبورهای سه روزه بین سنین مختلف پورگی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، به‌صورتی‌که نرخ ظهور نتاج حاصل از سن اول پورگی به طور معنی‌داری بیشتر از سن چهارم بود، اما در مقادیر مرتبط با پوره سن دوم با سنین اول و چهارم پورگی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول۳). در خصوص نسبت ظهور نتاج زنبورهای سه روزه بین سنین مختلف میزبان اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و این نسبت در پوره‌های اول بیشترین مقدار بود و بعد از آن به ترتیب سنین دوم و چهارم قرار داشتند (جدول۳).

اثر اندازه پارازیتوئید روی ترجیح سن مختلف پورگی

اثرات متقابل اندازه پارازیتوئید و سنین مختلف پورگی

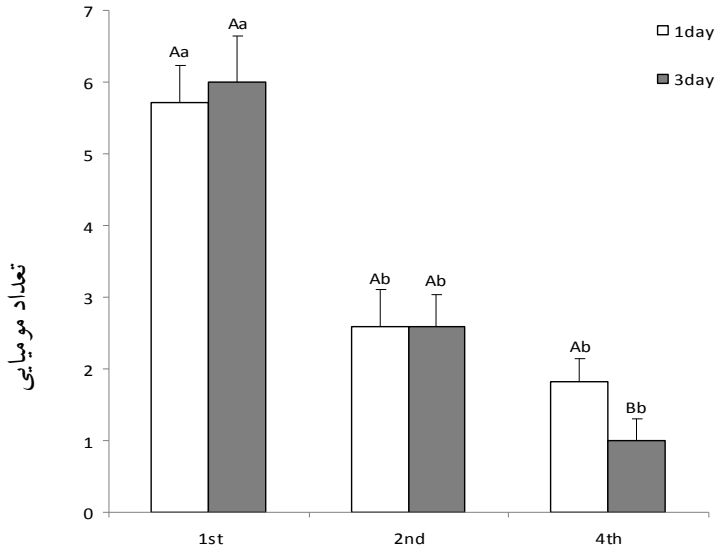
در نسبت ظهور، اثر سن پورگی شته میزبان معنی‌داری بود، اما اثر اندازه زنبور و اثرات متقابل این دو متغیر مستقل معنی‌داری نبود (جدول ۴).

اثر اندازه پارازیتوئید بر تعداد مومیایی، نرخ ظهور و نسبت ظهور

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که اندازه مادر تاثیر معنی‌داری بر تعداد مومیایی پرورش یافته در سنین مختلف پورگی نداشت (شکل۲). در نرخ ظهور نتاج حاصل از سن دوم پورگی و نسبت ظهور نتاج حاصل از سنین اول و دوم پورگی بین زنبورهای کوچک و بزرگ اختلافی مشاهده نشد، اما در نرخ ظهور نتاج حاصل از سن اول و چهارم پورگی و نسبت ظهور نتاج حاصل از سن چهارم پورگی اختلاف معنی‌دار وجود داشت، به‌صورتی‌که در این تیمارها نرخ ظهور نتاج حاصل از زنبورهای کوچک بیشتر از بزرگ، ولی نسبت ظهور نتاج زنبورهای بزرگ بیشتر از زنبورهای کوچک بود (جدول۵).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- میانگین (± خطای معیار) تعداد مومیایی نتاج مادرهای یک‌روزه و سه‌روزه‌ی *L. fabarum*، پرورش یافته روی سنین مختلف پورگی شته سیاه باقلا

جدول ۳- میانگین (± خطای معیار) نرخ ظهور و نسبت ظهور نتاج مادرهای یک‌روزه و سه‌روزه‌ی *L. fabarum*، پرورش یافته روی سنین مختلف پورگی شته سیاه باقلا

متغیر وابسته	سنین پورگی	سن زنبور		t	df	P
		یک‌روزه	سه‌روزه			
نرخ ظهور	اول	۰/۷۰ ± ۰/۰۸ Aa	۰/۸۱ ± ۰/۰۵ Aa	-۱/۱۸	۱۴	۰/۲۶
	دوم	۰/۸۸ ± ۰/۰۶ Aa	۰/۷۹ ± ۰/۰۵ Aab	۰/۷۶	۱۹	۰/۴۷
	چهارم	۰/۷۵ ± ۰/۰۹ Aa	۰/۷۲ ± ۰/۱۲ Ab	-۰/۵۲	۱۷	۰/۶۲
		F= ۲/۰۹ ; df= ۲،۳۷ ; P= ۰/۱۴	F= ۳/۸۹ ; df= ۲،۴۸ ; P= ۰/۰۳			
نسبت ظهور	اول	۰/۳۸ ± ۰/۰۶ Aa	۰/۳۵ ± ۰/۰۶ Aa	-۰/۵۷	۱۴	۰/۵۸
	دوم	۰/۱۷ ± ۰/۰۳ Aa	۰/۲۱ ± ۰/۰۳ Ab	۰/۸۱	۱۸	۰/۴۴
	چهارم	۰/۳۴ ± ۰/۰۸ Aa	۰/۰۶ ± ۰/۰۲ Bc	۲/۵۰	۱۸	۰/۰۴
		F= ۲/۸۳ ; df= ۲،۴۸ ; P= ۰/۰۷	F= ۱۳/۱۳ ; df= ۲،۴۸ ; P< ۰/۰۱			

- حروف بزرگ مشابه در هر ردیف اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند (ANOVA و P =۰/۰۵).
- حروف کوچک مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (ANOVA; Post-hoc Tukey و P =۰/۰۵)

مقایسه تعداد مومیایی، نرخ ظهور و نسبت ظهور در پوره‌های سنین مختلف شته میزبان

نتایج به‌دست آمده اختلاف معنی‌داری را در تعداد مومیایی‌های ایجاد شده توسط زنبورهای بزرگ بین سنین مختلف پورگی نشان داد ($F_{۲،۸۱}$=۲۰/۰۳، P<۰/۰۰۱)، و بیشترین مقدار مربوط به پوره سن اول بود و بعد از آن به ترتیب پوره‌های سنین دوم و چهارم قرار داشتند. در تعداد مومیایی‌های ایجاد شده توسط زنبورهای کوچک نیز بین سنین مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت، ($F_{۲،۵۴}$=۶/۹۳، P=۰/۰۰۲) به این صورت که تعداد مومیایی‌های ایجاد شده روی سن اول پورگی به طور معنی‌داری بیشتر از سن چهارم بود، در صورتی‌که بین سن دوم با سنین اول و چهارم تفاوتی مشاهده نشد (شکل۲). نرخ ظهور نتاج حاصل از سن دوم پورگی در

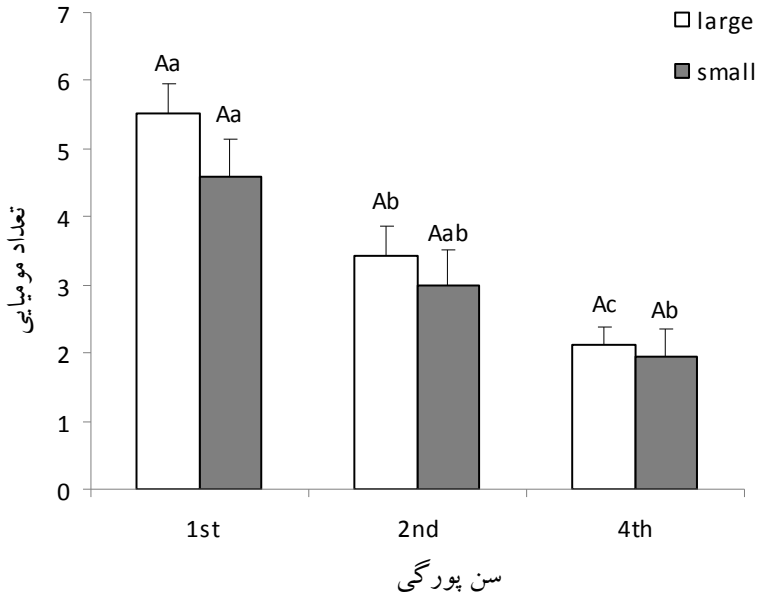
www.SID.ir

Archive of SID

زنبورهای بزرگ بیشتر از سن اول و چهارم پورگی بود، ولی بین سنین اول و چهارم تفاوتی وجود نداشت (جدول۵). در نرخ ظهور نتاج زنبورهای کوچک و نسبت ظهور نتاج زنبورهای بزرگ بین سنین مختلف پورگی اختلافی مشاهده نشد. در ارتباط با نسبت ظهور نتاج زنبورهای کوچک، بین سنین مختلف پورگی تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به این‌صورت‌که نسبت ظهور نتاج حاصل از سن اول پورگی بیشتر از سایر سنین بود اما بین سنین دوم و چهارم تفاوتی مشاهده نشد (جدول۵).

جدول ٤- جدول تجزیه واریانس اثرات متقابل اندازه زنبورهای مادر *L. fabarum* و سن پورگی شته سیاه باقلا

متغیر وابسته	منبع تغییرات	df	F	P
تعداد مومیایی	اندازه زنبور	۱	۲/۰۳۳	۰/۱۵۶
	سن پورگی شته	۲	۲۳/۸۲۵	<۰/۰۰۱
	اندازه زنبور × سن پورگی شته	۲	۰/۴۲۰	۰/۶۵۸
نرخ ظهور	اندازه زنبور	۱	۶/۳۰۵	۰/۰۱۳
	سن پورگی شته	۲	۰/۰۹۹	۰/۹۰۶
	اندازه زنبور × سن پورگی شته	۲	۰/۳۷۴	۰/۶۸۸
نسبت ظهور	اندازه زنبور	۱	۰/۱۱۲	۰/۷۳۹
	سن پورگی شته	۲	۵/۸۸۵	۰/۰۰۴
	اندازه زنبور × سن پورگی شته	۲	۳/۰۴۴	۰/۰۵۱



شکل۲- نمودار میانگین (± خطای معیار) تعداد مومیایی نتاج مادرهای بزرگ و کوچک *L. fabarum* ، پرورش یافته روی سنین مختلف پورگی شته سیاه باقلا.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- میانگین (± خطای معیار) نرخ ظهور و نسبت ظهور نتاج مادرهای بزرگ و کوچک *L. fabarum*، پرورش یافته روی سنین مختلف پورگی شته سیاه باقلا

متغیر وابسته	سنین پورگی	اندازه زنبور		t	df	P
		بزرگ	کوچک			
نرخ ظهور	اول	۰/۷۵ ± ۰/۰۵ Bb	۰/۹۵ ± ۰/۰۲ Aa	۸/۸۲	۴۳	۰/۰۰۵
	دوم	۰/۹۲ ± ۰/۰۳ Aa	۰/۹۵ ± ۰/۰۳ Aa	۰/۴۳	۳۶	۰/۵۲
	چهارم	۰/۸۱ ± ۰/۰۶ Bb	۰/۹۷ ± ۰/۰۲ Aa	۴/۳۸	۳۷	۰/۰۴۳
		F= ۲/۹۸ ; df= ۶۹،۲ ; P= ۰/۰۴۹	F= ۰/۲۵ ; df= ۲،۴۷ ; P= ۰/۷۸			
نسبت ظهور	اول	۰/۳۸ ± ۰/۰۵ Aa	۰/۴۶ ± ۰/۰۵ Aa	۰/۷۳	۴۵	۰/۴۰
	دوم	۰/۲۵ ± ۰/۰۳ Aa	۰/۳۱ ± ۰/۰۴ Ab	۰/۳۲	۴۵	۰/۵۲
	چهارم	۰/۳۲ ± ۰/۰۵ Aa	۰/۱۹ ± ۰/۰۳ Bb	۳/۷۵	۴۵	۰/۰۴۹
		F= ۲/۰۶ ; df= ۲،۸۱ ; P= ۰/۱۳	F= ۸/۵۱ ; df= ۲،۵۴ ; P= ۰/۰۰۱			

- حروف بزرگ مشابه در هر ردیف اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند (ANOVA و P= ۰/۰۵).
- حروف کوچک مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (ANOVA; Post-hoc Tukey و P= ۰/۰۵).

بحث

وزن و اندازه‌ی نتاج پارازیتوئید، وابسته به سن و کیفیت میزبان در زمان تخم‌ریزی است (مکوئر، ۱۹۸۶) و این به نوبه خود می‌تواند منجر به تفاوت شایستگی در زنبورهای بالغ ظاهر شده شود (عامری و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین تصمیم پارازیتوئید بر انتخاب میزبان و ترجیح سن رشدی آن در شایستگی نتاج آن زنبور بسیار تأثیرگذار است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، مشخص شد که میزان پارازیتیسم در جمعیت ماده‌زای *L. fabarum* در ارتباط با مرحله سنی میزبان می‌باشد. زنبورهای ماده‌زای *L. fabarum* هر سه سن پورگی مورد بررسی شته سیاه باقلا را پارازیته کردند، اما در هر دو اندازه (کوچک و بزرگ) و هر دو سن مادر (یک-روزه و سه‌روزه) سن اول پورگی به سایر سنین ترجیح داده شد. نسبت ظهور نتاج زنبور *L. fabarum* با افزایش سن پورگی، کاهش یافت و بیشترین نسبت ظهور در نتاج حاصل از پوره سن اول بود. این نتایج با یافته‌های کالورت و ون‌دن باش[1] (۱۹۷۲) و کالورت (۱۹۷۳) در خصوص رفتار ترجیح *Monoctonus paulensis* (Hym: Aphidiinae) و همچنین یافته‌های فاکس و همکاران[2] (۱۹۶۷) در خصوص عملکرد *Aphidius smithi* روی شته نخودفرنگی مطابقت داشت، که در هر دو مورد، سن اول پورگی به سایر مراحل سنی میزبان ترجیح داده شد. ترجیح سن اول پورگی همچنین در گونه‌های دیگری از زیرخانواده‌ی Aphidiinae گزارش شده است (هافسوانگ و هاگوار، ۱۹۸۶؛ گرلینگ و همکاران، ۱۹۹۰؛ کائومه و مکوئر، ۱۹۹۱؛ چائو و مکوئر، ۲۰۰۰). مطالعاتی در مورد ترجیح میزبانی در جمعیت جنسی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* انجام گرفته است. بر اساس این مطالعات (بارون، ۱۳۸۶؛ باقری متین و همکاران[3]، ۲۰۰۵)، ماده‌های این جمعیت پوره‌های سن دوم و سوم *A. fabae* را به سایر مراحل ترجیح دادند. نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر با نتایج این محققین تطابق نداشت، البته تفاوت در جمعیت زنبور مورد مطالعه (جمعیت ماده‌زا) با جمعیت زنبورهای

1- Calvert & van den Bosch

2- Fox *et al.*

3- Baghery-Matin *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

مورد مطالعه توسط این محققین (جمعیت جنسی) را نباید از نظر دور داشت.

بر خلاف گزارش لیکورسیس و همکاران[1] (۲۰۰۹)، مبنی بر توانایی بیشتر پارازیتوئیدهای بزرگ‌تر در پارازیته کردن سنین بالاتر میزبان، در مطالعه‌ی حاضر تفاوتی در میزان پارازیتیسم زنبورهای کوچک و بزرگ روی سنین مختلف پورگی مشاهده نشد، درحالی‌که در هر دو اندازه ی زنبور، میزان پارازیتیسم همراه با افزایش اندازه‌ی شته میزبان به طور معنی‌داری کاهش یافت. این امر می‌تواند ناشی از افزایش دفاع فیزیکی و فیزیولوژیکی همراه با افزایش سن رشدی شته (اندازه شته) باشد. در مطالعه حاضر همچنین نتایج مشابهی در میزان پارازیتیسم زنبورهای یک‌روزه و سه روزه روی سنین مختلف رشدی شته دیده شد، فقط در پوره سن چهارم زنبورهای جوان به طور معنی‌داری بیشتر از زنبورهای مسن شته‌ها را پارازیته کردند که این می‌تواند ناشی از فعالیت پارازیتیسمی بیشتر مادرهای جوان باشد و یا کیفیت بالاتر تخم‌های زنبورهای جوان، که کمتر تحت تاثیر دفاع فیزیولوژیکی بالای پوره سن چهارم قرار گرفتند، در این امر موثر باشد. همچنین باید این نکته را در نظر داشت از آن‌جایی که در ماده‌های مسن‌تر به طور معمول ذخایر چربی کاهش یافته (الرز، ۱۹۹۶)، و غلبه کردن بر میزبان‌های بزرگ‌تر (پوره سن چهارم) به دلیل دفاع فیزیکی قوی‌تر آن‌ها پرهزینه‌تر است (عامری و همکاران، ۲۰۱۴)، به نظر می‌رسد ماده‌های مسن‌تر رغبت کمتری برای فعالیت روی پوره‌های چهارم پیدا می‌کنند. چائو و مکوئر (۲۰۰۰) در مطالعات خود روی *M. paulensis* پارازیتوئید شته نخودفرنگی دریافتند که ماده‌های هفت روزه در مقایسه با ماده‌های دو روزه، شته‌های کمتری را در واحد زمان پارازیته کرد و سنین اول را به سنین سوم ترجیح دادند، زیرا ماده‌ها همراه با افزایش سن، توانایی کمتری در مهار کردن و دستیابی به شته‌های میزبان داشتند. البته در مطالعه‌ی این محققین از کوهورت‌های متفاوت برای تولید سنین مختلف زنبور استفاده شد، اما در مطالعه‌ی حاضر، به منظور افزایش دقت، آزمایش طوری طراحی شد که در یک کوهورت زنبور، اثرات سن (یک و سه روزگی) بر رفتار ترجیح میزبان در هر فرد ماده به صورت جفتی مورد مقایسه قرار گیرد (Paired-Samples T Test). مطابق با پیش تست انجام شده، تجربه‌ی دو روز قبل مواجهه با میزبان، تاثیری در ترجیح میزبان نداشت، موضوعی که پیش از این در سایر پارازیتوئیدها گزارش شده است. چنانچه در زنبور پارازیتوئید *Anaphes victus* (Hym:, Mymaridae) که همانند زنبور *L. fabarum* در آزمایشگاه طول عمر بیشتر از چهار روز نداشت، یادگیری بعد از چهار ساعت به فراموشی سپرده شد (ون بارن و بوی‌وین، ۱۹۹۸و ۲۰۰۰). در این راستا، ویزر (۱۹۹۴) نیز نشان داد که ماده‌های مسن‌تر *L. cardui*، در مقایسه با افراد جوان‌تر به زمان بیشتری برای دستیابی به میزبان (*A. fabae*) و تخم‌ریزی نیاز داشتند.

با وجود منافع کسب شده ناشی از پرورش نتاج در پوره سن دوم شته میزبان (عامری و همکاران، ۱۳۹۱)، نتایج مطالعات حاضر نشان می‌دهد که مادرها پوره سن اول را برای تخم‌گذاری ترجیح دادند و بعد از آن به ترتیب پوره سن دوم و چهارم قرار گرفتند. این ترجیح می‌تواند به سبب دفاع فیزیکی و فیزیولوژیکی ضعیف‌تر در پوره سن اول و همچنین بالا بودن زمان دستیابی پارازیتوئید در سنین بالاتر میزبان باشد، امری که منجر به افزایش هزینه‌ی تخم‌گذاری پارازیتوئیدها خواهد شد.

هنگامی‌که لارو پارازیتوئید مجبور به رشدونمو در میزبان با کیفیت پایین باشد، قادر است با تخصیص بهینه منابع غذایی دریافت کرده از میزبان تا جایی‌که امکان دارد ویژگی‌های زیستی خود را بهبود بخشد (سکوئرا و مکوئر، ۱۹۹۲). از جمله پارازیتوئیدها می‌توانند با کاهش زمان نمو خود، شایستگی تولیدمثلی را افزایش دهند (هاروی و استراند[2]، ۲۰۰۲). کوتاه‌ترین طول دوره

1- Lykouressis *et al.*

2- Harvey & Strand

www.SID.ir

Archive of SID

رشدی در پوره سن اول نشانه پاسخ فیزیولوژیکی مناسب لارو پارازیتوئید نسبت به محدودیت منابع غذایی میزبان است (اسلانسکی[1]، ۱۹۸۶) و *L. fabarum* با پارازیته کردن این سن که در آن امکان رشد سریع‌تر نتاج مهیا است، شایستگی تولیدمثلی خود را تا حد امکان افزایش می‌دهد.

در کنترل بیولوژیکی شته‌ها، پارازیته شدن سنین پایین‌تر پورگی توسط یک عامل بیوکنترل از اهمیت زیادی برخوردار است، چراکه این سنین قادر به رسیدن به مرحله‌ی تولیدمثلی خود نخواهند بود، همچنین با توجه به محدود بودن زمان کاوشگری، ترجیح این سنین موجب استفاده بهینه پارازیتوئید از زمان می‌شود، چراکه زمان دستیابی به سنین اول پورگی میزبان به دلیل رفتارهای دفاعی ناچیز آن‌ها کوتاه بوده و بنابراین منجر به افزایش کارایی پارازیتوئید می‌شود (هوداک و همکاران[2]، ۲۰۰۳). با توجه به مطالب ذکر شده، زنبور *L. fabarum* با ترجیح سنین پایین‌تر میزبان می‌تواند نقش بیشتری در جلوگیری از رشد جمعیت و کنترل به موقع میزبان داشته باشد.

مطابق با نتایج به‌دست آمده نرخ ظهور نتاج مادرهای کوچک بین سنین مختلف پورگی اختلافی معنی‌داری نداشت، اما در مادرهای بزرگ بیشترین نرخ ظهور نتاج در پوره‌های سن دوم مشاهده شد. بر اساس نتایج مطالعات قبلی روی همین جمعیت زنبور (عامری و همکاران، ۲۰۱۵)، مساحت تخم زنبورهای بزرگ (پرورش یافته در پوره سن دوم)، بیشتر از زنبورهای کوچک (پرورش یافته در پوره سن اول) بود. بنابراین به نظر می‌رسد در مادهای کوچک، نرخ ظهور نتاج حاصل از تخم‌های کوچک بر خلاف تخم‌های بزرگ، تحت تاثیر کیفیت میزبان (سنین مختلف پورگی) قرار نگرفته است، در حالی‌که تخم‌های بزرگ (در مادرهای بزرگ) توانستند در پوره سن دوم (باکیفیت‌ترین میزبان)، در مقایسه با سایر میزبان‌های کم کیفیت‌تر (پوره‌های سن اول و چهارم) نرخ ظهور بیشتری را به نمایش بگذارند. بنابراین بر اساس این نتایج به نظر می‌رسد که تخم‌های کوچک‌تر (حاصل از مادرهای کوچک)، کمتر تحت تاثیر کیفیت میزبان قرار گرفته و می‌توانند حتی شایستگی بیشتری در میزبان‌های با کیفیت مشابه در مقایسه با تخم‌های بزرگ‌تر کسب کنند، دلیل این مدعا در مقایسه‌ی بین نرخ ظهور نتاج زنبورهای کوچک و بزرگ، پرورش یافته در پوره های سن اول و چهارم (میزبان‌های با کیفیت پایین‌تر) مشخص می‌شود چرا که تخم‌های کوچک نرخ ظهور بیشتری را نشان دادند و فقط در میزبان‌های با کیفیت (پوره سن دوم)، نرخ ظهور بین مادرهای کوچک و بزرگ یکسان بود.

مطابق با نتایج به‌دست آمده نرخ ظهور نتاج مادرهای جوان (یک روزه) بین سنین مختلف پورگی اختلافی معنی داری نداشت. این نکته دور از ذهن نیست که مادرهای جوان نسبت به مرحله مسن خود، تخم‌های با کیفیت‌تری را تولید نموده و بنابراین نرخ ظهور در آنها تحت تاثیر کیفیت میزبان قرار نگرفته باشد. اما در مادرهای مسن، بیشترین نرخ ظهور در پوره سن اول و کمترین در پوره سن چهارم مشاهده شد. با توجه به این که پوره‌های سن اول و چهارم به ترتیب ضعیف‌ترین و قوی‌ترین دفاع فیزیولوژیکی را دارا هستند، به نظر می‌رسد که تخم‌های زنبورهای مسن، تحت تاثیر کیفیت میزبان (میزان دفاع فیزیولوژیک)، نرخ ظهور متفاوتی را نشان دادند.

در یک نگاه کلی می‌توان گفت که زنبورها ترجیح دادند پوره‌های سن اول را بیشتر پارازیته کنند، هر چند پارازیتیسم در پوره‌های سن دوم منجر به تولید با کیفیت ترین نتاج خواهد شد. بنابراین ظاهراً تصمیم ترجیح میزبان در زنبورهای مادر چندان با کسب شایستگی نتاج همراه نبوده و انتخاب میزبان‌های با دفاعی فیزیکی کمتر، ملاک انتخاب مادرها بوده است.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر می‌شود.

1- Slansky
2- Hudak *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. بارون، ن. ۱۳۸۶. بررسی تغییرات جمعیت شته سیاه باقلا، *Aphis fabae* (Scop.) (Hom.: Aphididae) و کارایی زنبور پارازیتویید آن *Lysiphlebus fabarum* (Hym.: Braconidae) روی باقلا در اهواز. .پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز.۱۰۳ ص.

۲. عامری، م.، راسخ، آ. و اللهیاری، ح. ۱۳۹۱. تاثیر مراحل مختلف سنی شته *Aphis fabae* Scopoli روی برخی از ویژگی‌های زیستی زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* (Marshall). گیاه‌پزشکی (مجله علمی کشاورزی). ۳۵ (۴): ۸۳-۹۴.

۳. محسنی، ن. ۱۳۹۳. بررسی رقابت درون گونه‌ای در جمعیت‌های تک‌جنسی و دوجنسی زنبور پارازیتویید *Lysiphlebus fabarum* (Braconidae: Aphidiinae) و چگونگی تاثیر سوپرپارازیتیسم بر شایستگی نتاج آنها. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز. ۹۹ ص.

4. Ameri, M., Rasekh, A., and Michaud, J.P. 2014. Body size affects host defensive behavior and progeny fitness in a parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum*. Entomologia Expermentalis et Applicata, 150: 259-268.

5. Ameri, M., Rasekh, A., and Mohammadi, Z. 2015. A comparison of life history traits of sexual and asexual strains of the parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum* (Braconidae: Aphidiinae). Ecological Entomology, 40: 50-61.

6. Baghery-Matin, Sh., Sahragard, A., and 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.

7. Bezemer, T.M., Harvey, J.A., and Mills, N.J. 2005. Influence of adult nutrition on the relationship between body size and reproductive parameters in a parasitoid wasp. Ecological Entomology, 30: 571–580.

8. Blackman, R.L., and Eastop, V.F. 2000. Aphids on the world's crops, an identification and information guide, Second Edition. The Natural History Museum, London, 476 pp.

9. Calvert, D.J. 1973. Experimental host preference of *Monoctonus paulensis*, (Hym.: Braconidae), including a hypothetical scheme of host selection. Annals of the Entomological Society of America, 66: 28-33.

10. Calvert, D.J., and Van Den Bosch, R. 1972. Behaviour and biology of *Monoctonus paulensis* (Hym.: Braconidae), a parasite of dactynotine aphids. Annals of the Entomological Society of America, 65: 773-779.

11. Capinera, J.L. 2001. Handbook of vegetable pests, Academic Press, San Diego, California. 729 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

12. Charnov, E.L., and Stephens, D.W. 1988. On the evolution of host selection in solitary parasitoids. American Naturalist, 132: 707-722.

13. Chau, A., and Mackauer, M. 1997. Dropping of pea aphids from finding site: consequence of parasitism by the wasp, *Monoctonus paulensis*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 83: 247-252.

14. Chau, A., and Mackauer, M. 2000. Host-instar selection in the aphid parasitoid *Monoctonus paulensis* (Hym.: Braconidae: Aphidiinae): a preference for small pea aphids. European Journal of Entomology, 97: 347-353.

15. Ellers, J. 1996. Fat and eggs: an alternative method to measure the trade-off between survival and reproduction in insect parasitoids. Netherlands Journal of Zoology, 46: 227-235.

16. Fox, P.M., Pass, B.C., and Thurston, R. 1967. Laboratory studies on the rearing of *Aphidius smithi* (Hym.: Braconidae) and its parasitism of *Acyrthosiphon pisum* (Hom.: Aphididae). Annals of the Entomological Society of America, 60: 1083-1087.

17. Gerling, D., Roitberg, B.D., and Mackauer, M. 1990. Instar specific defence of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum*: influence on oviposition success of the parasite *Aphelinus asychis* (Hym.: Aphelinidae). Journal of Insect Behaivior, 3: 501-514.

18. Harvey, J. A., Harvey, I. F., and Thompson, D. J. 1994. Flexible larval growth allows use of a range of host sizes by a parasitoid wasp. Journal of Ecology, 75: 1420–1428.

19. Harvey, J.A., and Strand, M.R. 2002. The developmental strategies of endoparasitoid wasps vary with host feeding ecology. Journal of Ecology, 83: 2439-2451.

20. Henry, L.M., Ma, B.O., and Roitberg, B.D. 2009. Size-mediated adaptive foraging: a host-selection strategy for insect parasitoids. Oecologia, 161: 433–445.

21. Hodjat, H. 1993. A list of aphids and their host plants in Iran, Shahid chamran university printing and publication center, Ahvaz, Iran, 148 pp.

22. Hofsvnag, T., and Hagvar, E.B. 1986. Oviposition behavior of *Ephedrus cerasicola* parasiting different instars of its aphid host. Entomophaga, 31(3): 261-267.

23. Hogvar, E.B., Hofsvang, T. 1991. Aphid parasitoids (Hym.: Aphidiidae): biology, host selection and use in biological control. Biocontrol News and Information, 12: 13-41.

24. Kouamé, K.L., and Mackauer, M. 1991. Influence of aphid size, age and behaviour on host choice by the parasitoid wasp *Ephedrus californicus*: a test of host-size models. Oecologia, 88: 197-203.

25. Hudak, K., Van Lenteren, J.C., Qui, Y.T., and Penzes, B. 2003. Foraging behavior of parasitoids of *Bemisia argentifolii* on poinsettia. Bulletin of Insectology, 56: 259-267.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Lin, L.A., and Ives, A.R. 2003. The effect of parasitoid host-size preference on host population growth rates: an example of *Aphidius colemani* and *Aphis glycines*. Ecological Entomology, 28: 542-550.

27. Lykouressis, D., Garantonakis, N., Perdikis, D., Fantinou, A., and Mauromoustakos, A. 2009. Effect of female size on host selection by a koinobiont insect parasitoid (Hym.: Braconidae: Aphidiinae). European Journal of Entomology, 106: 363–367.

28. Mackauer, M. 1986. Growth and developmental interactions in some aphid and their hymenopterous parasites. Journal of Insect Physiology, 32: 275- 280.

29. Minks, A.K., and Harrewijn, P. 1989. Aphids, their Biology, Natural Enemies and control. Elsevier Science Publishers. B.V. Amsterdam, 322 pp.

30. Nicol, C.M.Y., and Mackauer, M. 1999. The scaling of body size and mass in a host parasitoid association: influence of host species and stage. Entomologia Experimentalis et Applicata, 90: 83–92.

31. Rakhshani, E., Talebi, A.A., Manzari, S., Rezwani, A., and Rakhshani, H. 2006. An investigation on alfalfa aphids and their parasitoids in different parts of Iran, with a key to the parasitoids (Hemiptera: Aphididae; Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). Journal of the Entomological Society of Iran, 25: 1–14.

32. Rasekh, A., Kharazi-Pakdel, A., Michaud, J.P., Allahyari, H. and Rakhshani, E. 2011. Report of a thelytokous population of *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Aphidiidae) from Iran. Journal of Entomological Society of Iran, 30: 83-84.

33. Roitberg, B.D., Sircom, J., Roitberg, C.A., Van Alphen, J.J.M., and Mangel, M. 1993. Life expectancy and reproduction. Nature (London). 364: 108.

34. Rosenheim, J.A. 1996. An evolutionary argument for egg limitation. Evolution, 50: 2089–2094.

35. Salt, G. 1968. The resistance of insect parasitoids to the defence reactions of their hosts. Biological Reviews, 43(2): 200-232.

36. Schmid, M., Sieber, R., Zimmermann, Y.S., and Vorburger, C. 2012. Development. Specificity and sublethal effects of symbiont-conferred resistance to parasitoids in aphids. Functional Ecology, 26: 207-215.

37. Sequeira, R., and Mackauer, M. 1992. Nutritional Ecology of an insect host parasitoid association: the pea aphid –*Aphidius ervi* system. Journal of Ecology, 183-189.

38. Sequeira, R., and Mackauer, M. 1994. Variation in selected life history parameters of the parasitoid wasp, *Aphidius ervi*-influence of host developmental stage. Entomologia Experimentalis et Applicata, 71: 15-22.

39. Slansky Jr, F. 1986. Nutritional ecology of endoparasitic insects and their hosts: an overview. Journal of Insect Physiology, 32(4): 255-261.

www.SID.ir

Archive of SID

40. Talebi, A.A., Rakhshani, E., Fathipour, Y., Stary, P., and Tomanovic, Z. 2009. Aphids and their parasitoids (Hym., Braconidae: Aphidiinae) associated with medicinal plants in Iran. American- Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 3: 205–219.

41. Tsai, J.H., and Wang, J.J. 2002. Host age choice for parasitism by *Lysiphlebia mirzai* and its effect on the development and reproduction of brown citrus aphid. BioControl, 47: 645-655.

42. van Alphen, J.J.M., and Jervis, M.A. 1996. Foraging behavior, In Jerris, M.A., and kidd, N. (eds.). Insect natural enemies: practical approach to their study and evaluation. Chapman and Hall, London. pp: 1- 62.

43. van Baalen, M. 2000. Evolution of parasitoid egg load. In: Hochberg ME, Ives AR (eds) Parasitoid population biology. Princeton University Press, Princeton, pp 103–120.

44. van Baaren, J., and Boivin, G. 1998. Learning affects host discrimination behavior in a parasitoid wasp. Behavioral Ecology and Sociobiology, 42, 9-16.

45. van Baaren, J., and Boivin, G. 2006. Deleterious effects of low temperature exposure on learning expression in a parasitoid. International Journal of Comparative Physiology, 19,: 368-385.

46. Völkl, W., and Stechmann, D.H. 1998. Parasitism of the black bean aphid (*Aphis fabae*) by *Lysiphlebus fabarum* (Hym, Aphidiidae): the influence of host plant and habitat. Journal of Applied Entomology, 122: 201–206.

47. Wajnberg, E., Bernhard, P., Hamelin, F., and Boivin, G. 2006. Optimal patch time allocation for time limited foragers. Behavioral Ecology and Sociobiology, 60: 1–10.

48. Walker, A.M., and Hoy, M.A. 2003. Responses of *Lipolexis oregmae* (Hym.: Aphidiidae) to different instars of *Toxoptera citricida* (Hom.: Aphididae). Journal of Economic Entomology, 96: 1685–1692.

49. Wiesser, W.W. 1994. Age-dependent foraging behavior and host-instar preference of the aphid parasitoid *Lysiphlebus cardui*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 70: 1-10.

50. Xu, Q., Meng, L., Li, B., and Mills, N. 2008. Influence of host size variation on the development of a koinobiont aphid parasitoid, *Lysiphlebus ambiguous* Haliday (Hym.: Braconidae). Bulletin of Entomological Research, 98(4): 389-395.

www.SID.ir