تاثیر سن پورگی شته سیاه باقلا (Hem., Aphididae) *Aphis fabae* بر شایستگی جمعیت جنسی زنبور پارازیتوئید (Hym., Braconidae) *Lysiphlebus fabarum*

زهرا محمدی[۱]، آرش راسخ[۲]*، فرحان کچیلی[۳] و بهزاد حبیب پور[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲*- **نویسنده مسوول:** دانشیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (a.rasekh@scu.ac.ir)

۳ و۴- دانشیاران گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۲۶

چکیده

زنبورهای پارازیتوئید معمولاً با سنین مختلف میزبان مواجه می‌شوند و این فرصت را دارند که بهترین آنها را به منظور به حداکثر رساندن شایستگی تولیدمثلی خود انتخاب نمایند. در این پژوهش، جمعیت جنسی زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) به منظور بررسی برخی از پارامترهای موثر در شایستگی، روی سنین مختلف پورگی شته سیاه باقلا، *Aphis fabae* Scopoli، پرورش داده شد. مطابق با نتایج به دست آمده، با افزایش سن پورگی شته (اول تا سوم)، طول دوره نشوونمای مراحل نارس به تدریج کاهش یافت، اما در سن چهارم پورگی طول این دوره‌ی رشدی به حداکثر خود رسید. نسبت جنسی (درصد ماده) در زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن اول و سوم بیشتر از سایر سنین پورگی بود، اما تفاوتی در نرخ ظهور این زنبورها مشاهده نشد. نتایج همچنین نشان داد که بزرگ‌ترین نتاج زنبور در تغذیه از پوره‌های سن دوم ظاهر شدند. همچنین بار تخم و اندازه تخم در زنبورهای پرورش یافته در این سن پورگی در وضعیت مناسبی قرار داشتند. در این مطالعه همچنین طول عمر زنبور حاصل از سنین مختلف پورگی شته در حضور میزبان بررسی و بیشترین طول عمر، در زنبورهای پرورش یافته در پوره‌های سنین دوم و چهارم تعیین شد. در یک جمع‌بندی کلی زنبورهای *L. fabarum* پرورش یافته در پوره سن دوم شته از یک برتری نسبی برخوردار بودند، اما زنبورهای پرورش یافته در سایر سنین رشدی میزبان، در یک یا چند ویژگی زیستی منافعی را به‌دست آوردند.

کلید واژه‌ها: کیفیت میزبان، بار تخم، اندازه تخم، شایستگی

مقدمه

زنبورهای پارازیتوئید اغلب به عنوان موجودات مدل برای مطالعه تاریخچه زندگی تکاملی مورد استفاده بوده اند. منابع مورد نیاز برای رشدونمای لاروهای این حشرات، تنها از یک میزبان تامین می شود و این میزبان باید حداقل منابع لازم برای رشد لارو را فراهم کند (لیکورسیس و همکاران[۱]، ۲۰۰۹). در حقیقت، محدود بودن منابع در طی نشوونمای پارازیتوئید، باعث ایجاد رابطه‌ای نزدیک بین اندازه میزبان و اندازه نتاج می‌شود. در این راستا، شایستگی نتاج به طور عمده به توانایی مادر در بررسی دقیق مطلوبیت میزبان بستگی دارد. میزبان پذیرفته شده باید حداقل آستانه کیفیت را برای رشد و نشوونمای لارو فراهم نماید و نیازهای تغذیه‌ای آن را در زمینه‌های مختلف پوشش دهد (زو و همکاران[۲]، ۲۰۰۸؛ لیکورسیس و همکاران، ۲۰۰۹).

1- Lykouressis *et al.*

2- Xu *et al.*

از تفاوت‌های کمی و کیفی میزبان به عنوان کیفیت میزبان نام برده شده، که این موضوع یک ویژگی درونی میزبان محسوب می‌شود (مکوئر و همکاران[1]، ۱۹۹۶). این تفاوت‌ها می‌تواند منابع غذایی در دسترس و به تبع آن ویژگی‌های زیستی پارازیتوئید را تحت تاثیر قرار دهد (مکوئر و همکاران، ۱۹۹۶؛ هاروی[2]، ۲۰۰۵). وقتی که منابع قابل بهره برداری (میزبان‌ها) کیفیت و کمیت‌های متفاوتی داشته باشند، رفتار بهینه‌ی کاوشگر می‌تواند باعث افزایش سود به دست آمده گردد. البته در زنبورهای کوینوبیونت[3]، برهمکنش‌های اکولوژیکی و فیزیولوژیکی تعیین‌کننده کیفیت میزبان هستند (گادفرای[4]، ۱۹۹۴؛ هاروی، ۲۰۰۵).

پارازیتوئیدهای کاوشگر معمولاً با سنین و اندازه‌های مختلف میزبان مواجه می‌شوند و این فرصت را دارند که مناسب‌ترین میزبان‌ها را به منظور به حداکثر رساندن شایستگی تولیدمثلی خود انتخاب کنند (هی و و وانگ[5]، ۲۰۰۶). در تعدادی از پارازیتوئیدهای انفرادی[6]، انتخاب میزبان از طریق اندازه آن صورت می‌گیرد (کائومه و مکوئر[7]، ۱۹۹۱)، چرا که میزبان‌های بزرگ‌تر محتوی منابع بیشتری برای رشد نتاج زنبور هستند (چارنف و همکاران[8]، ۱۹۸۱). البته دفاع فیزیولوژیک قوی‌تر در این میزبان‌ها نسبت به میزبان‌های کوچک‌تر، در مواردی از توانایی زنبور در دریافت منابع کافی غذایی می‌کاهد (سکوئرا و مکوئر[9]، ۱۹۹۲). در خصوص ارتباط کیفیت و اندازه میزبان با شایستگی پارازیتوئیدها، مشاهده شده که اندازه بدن پارازیتوئید با ویژگی‌های زیستی، مانند کارآمدی جفتگیری، باروری، پراکنش، دوره تولیدمثلی و طول عمر در ارتباط است (لیکورسیس و همکاران، ۲۰۰۹). این ارتباط با استفاده از پوره‌های سنین مختلف یک گونه‌ی میزبان (هاروی و همکاران، ۱۹۹۴؛ کرافت و کوپلند[10]، ۱۹۹۵؛ لی و میلز[11]، ۲۰۰۴) یا استفاده از گونه-های مختلف میزبان با اندازه و کیفیت متفاوت (سامپایو و همکاران[12]، ۲۰۰۸)، مورد ارزیابی قرار گرفته است.

در ارتباط با تاثیر پذیری اندازه‌ی زنبورها در نتیجه‌ی تغذیه از پوره‌های سنین مختلف شته‌ها (لی و میلز، ۲۰۰۴؛ زو و همکاران، ۲۰۰۸)، الگوی‌های متفاوتی از رشدونمو در پارازیتوئیدهای کوینوبیونت انفرادی مشاهده شده است. در تعدادی از مطالعات، همراه با افزایش اندازه‌ی بدن مراحل مختلف رشدی شته میزبان، طول دوره نشوونمایی پارازیتوئید کاهش و اندازه بدن آن افزایش - یافته است (سکوئرا و مکوئر، ۱۹۹۲، هاروی و همکاران، ۱۹۹۴؛ کرافت و کوپلند، ۱۹۹۵). محققین دیگری نیز مانند وانی و همکاران[13] (۱۹۹۴) گزارش کردند که دوره رشدی با افزایش اندازه میزبان کاهش پیدا می‌کند ولی تغییر در اندازه بدن میزبان، تاثیری بر اندازه بدن زنبور ندارد. مجموعه این پژوهش‌ها نشان میدهد که به‌گزینی و محدودیت‌های اکولوژیکی و فیزیولوژیکی، منجر به بروز الگوهای متفاوت از رشدونمو در زنبورهای کوینوبیونت شده است (هاروی، ۲۰۰۵).

از زنبور *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hym., Braconidae) در بیشتر گزارش‌ها در کشور به عنوان پارازیتوئید غالب روی شته ها نام برده شده است (رخشانی و همکاران[14]، ۲۰۰۶؛ طالبی و همکاران[15]، ۲۰۰۹). این زنبور دارای دو جمعیت تولیدمثلی جنسی[16] (نرزای[17]) و غیرجنسی[18] (ماده‌زا[19])

1- Mackauer *et al.*
2- Harvey
3- Koinobiont
4- Godfray
5- He & Wang
6- Solitary parasitoids
7- Kouame & Mackauer
8- Charnov *et al.*
9- Sequeira & Mackauer
10- Croft & Copland
11- Li & Mills
12- Sampaio *et al.*
13- Wani et al.
14- Rakhshani *et al.*
15- Talebi *et al.*
16- Sexual strain
17- Arrhenotokous
18- Asexual strain
19- Thelytokous

می‌باشد. در مطالعات قبلی روی زنبورهای با جمعیت‌های متفاوت تولیدمثلی، مشخص شده است که جمعیت‌های جنسی سریع‌تر به تغییر شرایط محیطی سازگار شده‌اند؛ بنابراین درصورتی که محل رهاسازی زنبور، با منطقه‌ی جمع‌آوری آن متفاوت باشد، رهاسازی جمعیت جنسی مزیت بیشتری دارد. همچنین در مواردی که تراکم میزبان خیلی بالا است، به علت توانایی بیش‌تر در کاهش جمعیت آفت، ابتدا باید جمعیت‌های جنسی رهاسازی شوند، سپس می‌توان از جمعیت‌های ماده‌زا سود جست (استوتامر[1]، ۲۰۰۳). اما جمعیت غیرجنسی نیز دارای مزایایی می‌باشد از جمله این که چون جمعیت غیرجنسی تخم‌های خود را صرف تولید افراد نر نمی‌کند، بنابراین در مقایسه با جمعیت جنسی میزان افزایش جمعیت بیش تری خواهد داشت و در پرورش انبوه نیز هزینه‌ی تولید آن پایین‌تر خواهد آمد. همچنین جمعیت جنسی برای تولید نتاج ماده باید جفت‌گیری کند و در مناطقی که تراکم زنبورها خیلی پایین است، نر و ماده ممکن است در یافتن یک‌دیگر دچار مشکل شوند و بهتر است جمعیت غیرجنسی رهاسازی شود (استوتامر، ۲۰۰۳). مطابق با این گزارش‌ها به نظر می‌رسد هر یک از جمعیت های جنسی و غیرجنسی در کاربرد دارای مزایایی می باشند که استفاده‌ی درست و هوشمندانه از آن‌ها منجر به تقویت برنامه‌های کنترل بیولوژیک خواهد شد. با توجه به مطالعه‌ی جمعیت ماده‌زای *L. fabarum* (عامری، ۱۳۹۱)، در این پژوهش جمعیت جنسی این زنبور نیز مورد بررسی قرار گرفت.

هدف از اجرای این پژوهش تعیین شایستگی کسب شده توسط حشرات کامل زنبور *L. fabarum* هنگام پرورش در سنین مختلف پورگی شته سیاه باقلا می باشد. در این راستا در مطالعه حاضر، تاثیر سن پورگی شته میزبان، روی برخی از ویژگی‌های زیستی این پارازیتوئید مورد بررسی قرار گرفت تا در تعیین بهترین مرحله رشدی این شته به منظور پرورش انبوه زنبور به کار گرفته شود. با توجه به حضور جمعیت جنسی زنبور در استان خوزستان (مصدق و همکاران[2]، ۲۰۱۱) و قدرت بالای پارازیتیسم آن روی شته جالیز *Aphis gossypii* Glover (راسخ، داده‌های منتشر نشده)، انتظار می‌رود که بتوان از این زنبورهای پرورشی، به منظور کنترل شته جالیز بر روی بوته‌های خیار استفاده نمود.

مواد و روش ها

پرورش حشرات

شته‌ی *Aphis fabae*

جمعیت اولیه‌ی شته سیاه باقلا (*Aphis fabae*) در اردیبهشت سال ۱۳۹۰ طی نمونه‌برداری از مزارع باقلای دانشگاه شهید چمران اهواز به دست آمد و روی بوته‌های باقلا (*Vicia fabae* L.)، رقم شوشتری، درون قفس های توری با ابعاد ۷۰×۱۲۰×۸۰ سانتی‌متر پرورش داده شد. گیاهان میزبان در گلدان‌های چهار لیتری حاوی خاک اره و درون اتاق رشد با شرایط محیطی دمای ۱±۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۶۵٪ و دوره ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش یافتند و برای تغذیه آنان از محلول کود کامل[3]، (یک بار در هفته) استفاده شد. کلیه آزمایش‌ها در شرایط محیطی ذکر شده، انجام گرفتند.

زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*

همراه با نمونه برداری‌هایی انجام شده از مزارع باقلای دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، مومیایی‌های شته سیاه باقلا جمع‌آوری شدند. با ظهور حشرات کامل زنبور، گونه زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* تشخیص داده شد. مشاهده‌ی زنبورهای نر در افراد جمع‌آوری شده و همچنین آزمایش‌های تکمیلی (تمامی نتاج زنبورهای ماده‌ی باکره، نر بودند)، نشان دهنده‌ی جنسی بودن تولیدمثل در این جمعیت جمع آوری شده بود. قبل از شروع آزمایش‌ها، زنبور روی

1- Stouthamer

2- Mossadegh *et al.*

3- Hortigrowth

گلدان‌های آلوده به شته سیاه باقلا در شرایط ذکر شده به مدت ۶ ماه (حدود ۱۲ نسل) نگهداری و پرورش داده شد.

طراحی و انجام آزمایش

تأثیر سن پورگی میزبان روی ویژگی‌های زیستی زنبور *L. fabarum*

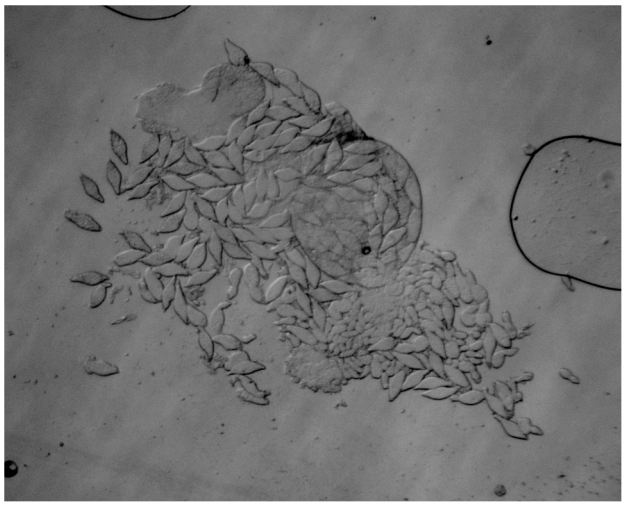
در این آزمایش برخی از ویژگی‌های زیستی زنبور پارازیتوئید پرورش یافته روی مراحل مختلف نشوونمایی میزبان (پوره‌های سن اول تا چهارم)، به عنوان میزبان‌های با کیفیت متفاوت، مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، گروه‌های همسن[1] از چهار مرحله مختلف رشدی شته به صورت جداگانه تشکیل شدند. به این صورت که ابتدا حدود ۵۰ عدد شته بالغ بکرزا از کلنی شته انتخاب و روی یک شاخه جوان گیاه باقلا گذاشته شد. شاخه باقلا در درون یک ظرف استوانه‌ای تهویه‌دار (به ابعاد ۸×۱۵ سانتی‌متر) قرار داده شد و قاعده شاخه درون محلول کود کامل (با غلظت سه در هزار) قرار گرفت. پس از ۱۲ ساعت شته‌های مادر حذف و پوره‌های همسن تا رسیدن به سن مورد نظر پرورش داده شدند. پس از رسیدن پوره های شته به سن مورد نظر، زنبورهای ماده‌ی که از قبل جفت‌گیری کرده بودند (n=۲۰)، هر یک جداگانه به یک ظرف محتوی حدود ۴۰ شته میزبان همسن وارد شدند. این زنبورهای همسن (یک روزه)، در پوره سن دوم شته پرورش یافته و به مدت شش ساعت به زنبورهای نر دسترسی داشتند. مطابق با مطالعات قبلی، این مدت زمان برای اطمینان از جفتگیری حشرات ماده کافی می‌باشد. این زنبورها به مدت ۸ ساعت اجازه پارازیته کردن میزبان‌ها را داشتند و پس از این زمان، حذف شدند. شته‌های پارازیته شده تا زمان مومیایی شدن بر روی شاخه‌های باقلا پرورش داده شدند. سپس مومیایی‌های ظاهر شده از شاخه ها جدا و به ظروف پتری منتقل شدند. در ادامه، هر ۱۲ ساعت، مومیایی‌ها بررسی و با ثبت زمان ظهور و جنسیت حشرات کامل ظاهر شده، طول دوره رشدونمای مراحل نارس و نسبت جنسی (ماده به کل حشرات) تعیین شد. از نسبت تعداد کل حشرات ظاهر شده به تعداد مومیایی، نرخ ظهور تعیین گردید. در ادامه‌ی آزمایش، تمامی زنبورهای ماده بلافاصله پس از ظهور به مدت حدود سه دقیقه در معرض بخار الکل (۷۰ درصد) قرار داده شدند تا کشته شوند. سپس طول ساق پای عقب به کمک استریومیکروسکوپ مجهز به عدسی چشمی مدرج (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. پس از آن زنبورها در محلول کلرید سدیم ۰/۷ درصد در زیر استریومیکروسکوپ تشریح شده و با پاره کردن تخمدان‌ها، از تمامی تخم‌های موجود در دو تخمدان به وسیله بینوکولر مجهز به دوربین دیجیتال با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر عکس‌برداری شد (شکل ۱). این عکس‌ها به کامپیوتر منتقل شد و با شمارش تمام تخم‌ها به کمک نرم افزار[2]، بار تخم[3] تعیین شد. در ادامه به طور تصادفی از یک دسته ۱۵-۱۰ تایی تخم‌های بالغ با بزرگنمایی ۲۴۰ برابر عکس گرفته شد و به کمک نرم افزار مذکور، اندازه (طول) تخم‌های بالغ (با دقت ۰/۰۰۲ میلی‌متر) به دست آمد.

تاثیر سن پورگی میزبان بر طول عمر زنبورهای ماده

در این آزمایش تأثیر رشدونمو در سنین مختلف پورگی شته‌ی میزبان بر طول عمر زنبورهای پارازیتوئید ماده بررسی شد. ابتدا زنبور به روش ذکر شده در بالا، روی مراحل مختلف نشوونمایی میزبان پرورش داده شد. سپس زنبورهای پرورش یافته روی هر سن پورگی بلافاصله پس از ظهور به طور تصادفی در دو تیمار جای گرفتند. در تیمار اول (n=۳۰) زنبورها به طور جداگانه به ظروف استوانه‌ای تهویه‌دار (به قطر ۸ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر) حاوی یک شاخه آلوده به شته (محتوی ۵۰-۴۰ شته از مراحل مختلف رشدی)، وارد شدند. این شاخه‌ها هر ۱۲ ساعت تا مرگ آخرین زنبور به وسیله

1- Synchronous cohorts

2- ImageJ
3- Egg load



شکل ۱- تخم‌های موجود در تخمدان تشریح شده‌ی زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* (بزرگنمایی ۱۰۰ برابر).

آب پاش مرطوب می‌شدند. در تیمار دوم (n=۲۰) زنبورها به صورت انفرادی درون ظروف تهویه‌دار کوچک (به قطر ۴ و ارتفاع ۷ سانتی‌متر) بدون حضور میزبان قرار داده شدند. آب به صورت رول پنبه‌ای مرطوب و محلول عسل به صورت قطرات روی کاغذ مومی در اختیار این زنبورها قرار داده شد. رول پنبه‌ای به صورت روزانه و محلول عسل هر دو روز یکبار تجدید می‌شدند. در هر دو تیمار، زنده‌مانی زنبورها هر ۱۲ ساعت مورد بررسی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

برای پی بردن به تاثیر سن پورگی بر ویژگی‌های زیستی زنبور از آنالیز واریانس یک طرفه[1] و برای تعیین اختلاف بین تیمارها از آزمون تکمیلی حداقل تفاوت معنی‌داری[2] استفاده شد. از آرک سینوس داده‌های نسبت جنسی و نرخ ظهور، جهت آنالیز واریانس استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده ها در نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

طول دوره نشوونمای مراحل نارس، نرخ ظهور و نسبت جنسی

مطابق با نتایج به دست آمده، اختلاف معنی‌داری در طول دوره نشوونمای مراحل نارس زنبورهای ماده‌ی *L. fabarum* پرورش یافته روی سنین مختلف پورگی میزبان وجود داشت ($F=۹/۰۵$؛ $df = ۳،۷۶$ ؛ $P<۰/۰۰۱$). بیشترین و کمترین میانگین طول دوره نشوونمایی به ترتیب مربوط به زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن چهارم و سن سوم شته سیاه باقلا بود (جدول ۱). به عبارتی، با افزایش سن پورگی شته و تا سن سوم پورگی، طول دوره نشوونمایی مراحل نارس زنبور کاهش یافت به طوری که در این سن پورگی، زنبور دارای کوتاه‌ترین دوره‌ی رشدی بود، ولی طول دوره‌ی نشوونمایی مراحل نارس زنبور در پوره سن چهارم شته به طور ناگهانی افزایش یافت و به بالاترین میزان خود رسید. زنبورهای ماده‌ی پرورش یافته روی پوره‌های سنین اول و دوم ($P = ۰/۲۴$) و همچنین زنبورهای ماده‌ی پرورش یافته روی پوره‌های سنین دوم و سوم ($P = ۰/۲۴$) اختلاف معنی‌داری از نظر طول دوره نشوونمای مراحل نارس نداشتند (جدول ۱).

1- One-way ANOVA
2- Post Hoc-LSD

جدول ۱ - میانگین (± خطای معیار) طول دوره رشدی (حشرات ماده)، نرخ ظهور و نسبت جنسی (درصد ماده) در زنبورهای *Lysiphlebus fabarum* پرورش یافته روی مراحل مختلف رشدی شته سیاه باقلا، *Aphis fabae*

ویژگی زیستی	سن پورگی شته میزبان (تعداد تکرار)			
	سن اول (۷۵)	سن دوم (۴۴)	سن سوم (۶۴)	سن چهارم (۵۳)
طول دوره رشدی (روز)	۱۰/۲۹ ± ۰/۰۱ b	۱۰/۱۰ ± ۰/۰۱ bc	۹/۹۰ ± ۰/۱۰ c	۱۰/۷۱ ± ۰/۱۵ a
نرخ ظهور	۸۰/۹ ± ۱/۱۰ a	۸۲/۴ ± ۱/۱۶ a	۸۴/۰ ± ۱/۶۵ a	۸۱/۷ ± ۱/۶۴ a
نسبت جنسی (درصد ماده)	۷۸/۱ ± ۱/۸۶ a	۶۷/۸ ± ۱/۹۶ b	۸۲/۲ ± ۱/۳۹ a	۷۰/۸ ± ۲/۱۳ b

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (LSD و P =۰/۰۵).

عامری و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که طول دوره رشدونمو مراحل نارس جمعیت غیرجنسی[1] زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*، هنگام پرورش روی پوره های سنین مختلف و حشره‌ی کامل شته سیاه باقلا، افزایش یافت. البته تفاوت در طول دوره رشدی بین جمعیت های جنسی و غیر جنسی در یک گونه پارازیتوئید چندان دور از ذهن نیست چرا که در مطالعه انجام شده روی جمعیت‌های جنسی و غیرجنسی زنبور *Venturia canescens* (Gravenhorst) نیز اختلافاتی در ویژگی‌های زیستی مانند نرخ رشدونمو، تعداد و اندازه تخم مشاهده شده است (بک و همکاران[2]، ۱۹۹۹).

مطابق نتایج به دست آمده، اختلاف معنی‌داری در نرخ ظهور زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سنین مختلف شته میزبان مشاهده نشد (df=۳،۸۴؛ P=۰/۴۷۶ ؛ F=۰/۸۷۳) (جدول ۱)، اما نسبت‌های جنسی زنبورهای خارج شده با هم اختلاف معنی‌داری نشان دادند (df=۳،۶۹؛ P<۰/۰۰۱ ؛ F=۱۲/۶۴)، به طوری که زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سنین اول و سوم در یک گروه جای گرفتند و زنبورهای پرورشی یافته روی پوره‌های سنین دوم و چهارم، با نسبت جنسی کمتر (ظهور کمتر حشرات ماده)، در گروه بعدی قرار گرفتند (جدول ۱).

ماده‌های جفتگیری کرده در زنبورهای پارازیتوئید انفرادی معمولاً قادرند نسبت جنسی نتاج خود را در ارتباط با اندازه میزبان تنظیم نمایند (چارنف، ۱۹۸۲؛ گادفرای، ۱۹۹۴). بر این اساس، به طور معمول نسبت جنسی نتاج در میزبان‌های کوچک متمایل به نر بوده در حالی‌که در میزبان‌های بزرگ‌تر این نسبت به ماده متمایل می‌شود. البته همانند مطالعه‌ی حاضر، در بعضی مطالعات دیگر نیز نتایج متفاوتی به دست آمده، چنان‌چه در مطالعه انجام شده روی زنبور *Aphidius colemani* Viereck، تولید ماده روی شته‌های کوچک‌تر بیشتر از شته‌های بزرگ‌تر بود (جاروسیک و همکاران[3]، ۲۰۰۳). لازم به ذکر است که نسبت جنسی مشاهده شده پس از ظهور حشرات کامل، ممکن است ناشی از تفاوت در میزان مرگ و میر نتاج نر و ماده در مراحل نارس حشره باشد، موضوعی که در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار نگرفته است. بهر حال مطابق با نظر چارنف و همکاران (۱۹۸۱)، بهتر است که میزان مرگ و میر هنگام گزارش نسبت جنسی در نظر گرفته شود. در مطالعه انجام شده روی زنبور پارازیتوئید *A. ervi* Haliday روی شته *Acyrthosiphon condoi* Shinji، مشخص شد که

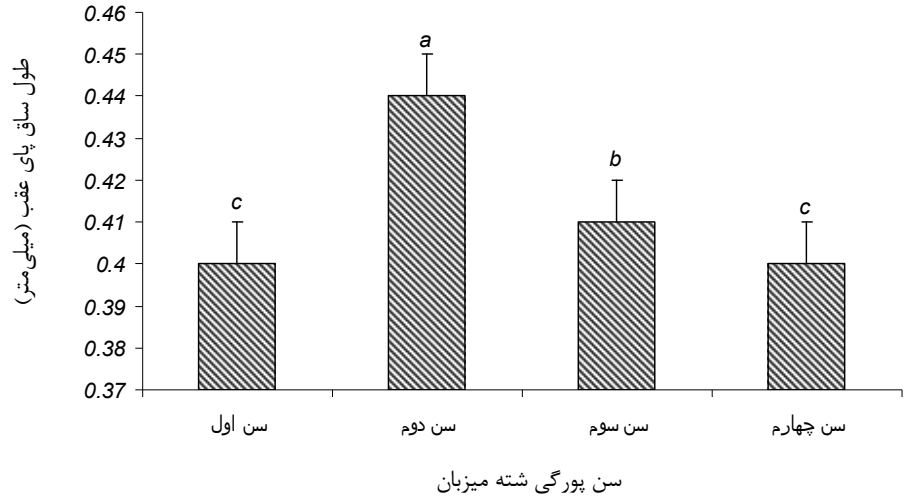
1- Asexual population
2- Beck *et al.*
3 -Jarosik *et al.*

نسبت جنسی متمایل به نر در شته‌های کوچک‌تر ناشی از متفاوت بودن میزان مرگ و میر در زنبورهای دو جنس بود (ولینگز و همکاران[1]، ۱۹۸۶). مطابق با نتایج ولینگز و همکاران (۱۹۸۶)، از آنجا که کیفیت میزبان‌های پارازیته شده در آینده قابل پیش بینی نمی‌باشد، بنابراین ماده‌ها معمولاً تخم‌های نر و ماده را به طور تصادفی به میزبان های مختلف اختصاص می‌دهند. از طرفی، در تحقیق دیگری روی زنبور *Ephedrus californicus* Baker، تفاوت در نسبت جنسی به واسطه انتخاب حشرات مادر بود و تفاوت مرگ ومیر در این خصوص نقشی نداشت. بنابراین کیفیت میزبان‌های در حال نشوونما بر پایه‌ی اندازه اولیه آنها قابل پیش‌بینی می‌باشد (کلوتیر و همکاران[2]، ۱۹۹۱). در مطالعه حاضر نسبت جنسی در زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن اول و سوم شته بیشتر از سایر سنین پورگی بود. این امر می تواند ناشی از انتخاب اولیه زنبورهای مادر باشد و یا این که در ارتباط با تلفات متفاوت مراحل نارس جنس‌های نر و ماده (در هر سن پورگی) باشد.

اندازه‌ی بدن (طول ساق پا) در زنبورهای ماده

مطابق با نتایج به دست آمده، طول ساق پای عقب زنبورهای ماده‌ی پرورش یافته روی پوره‌های سنین مختلف شته با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند ($F = ۱۰/۲۴$؛ $df=۹۳،۳$؛ $P<۰/۰۰۱$). به طوری‌که بلندترین ساق پای عقب مربوط به زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن دوم میزبان و پس از آن زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن سوم شته مشاهده شد. زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن اول، کوتاه‌ترین ساق پای عقب را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). با توجه به مشاهده‌ی کمترین طول دوره ی رشدی در زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سنین دوم و سوم، ظهور بزرگ‌ترین زنبورها در این سنین پورگی کاملاً قابل انتظار بود. موضوعی که نشان دهنده ی کیفیت بالاتر این دو سن پورگی نسبت به سایر سنین پورگی می باشد. در تحقیق انجام شده روی جمعیت غیرجنسی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*، نیز بزرگ ترین زنبورها هنگامی ظاهر شدند که روی پوره سن دوم شته‌ی میزبان پرورش یافته بودند (عامری، ۱۳۹۱)، اما بر خلاف نتایج مقاله حاضر، کوچک‌ترین زنبورها در جمعیت غیرجنسی روی پوره‌های سن چهارم مشاهده شدند. با توجه به روند رشدی زنبور در خصوص اندازه میزبان، نتیجه حاضر با الگوی مشاهده شده روی *Lysiphlebus ambiguous* (Haliday) (زو و همکاران، ۲۰۰۸)، که در آن اندازه زنبور با افزایش سن میزبان افزایش یافت، نیز کاملاً منطبق نیست. از جمله دلایل متفاوت بودن الگو مشاهده شده در این پژوهش با الگوهای گزارش شده در سایر مطالعات، می‌تواند دفاع فیزیولوژیکی میزبان (کیفیت میزبان) و همچنین اندازه میزبان در زمان پارازیتیسم (کمیت میزبان) باشد. با تغییر اندازه بدن میزبان، کمیت غذای در دسترس برای نوزاد پارازیتوئید نیز تغییر می‌کند. در مقابل، کیفیت مواد تغذیه‌ای از طریق اعمال دفاع فیزیولوژیک متفاوت توسط میزبان تحت تأثیر قرار می‌گیرد (سالت[3]، ۱۹۴۱). به دلیل دفاع فیزیکی (جرلینگ و همکاران[4]، ۱۹۹۰) و فیزیولوژیکی (والکر و هوی[5]، ۲۰۰۳) ضعیف‌تر در پوره-های سنین اول شته‌ها، غالباً پارازیتوئیدهای زیر خانواده‌ی Aphidiinae پوره‌های جوان‌تر میزبان را برای پارازیته کردن ترجیح می‌دهند (هاگوار و هافسوانگ[6]، ۱۹۸۶، چو و مکوئر[7]، ۲۰۰۰؛ زو و همکاران، ۲۰۰۸). دفاع فیزیولوژیکی میزبان عامل مهمی است که غالب شدن بر آن برای پارازیتوئید هزینه‌هایی مانند کاهش اندازه حشره کامل، افزایش دوره رشدونمو و کاهش نرخ ظهور را در

1- Wellings *et al.*
2- Cloutier *et al.*
3- Salt
4- Gerling *et al.*
5- Walker & Hoy
6- Hagvar & Hofsvang
7- Chau & Mackauer



شکل ۲- میانگین (± خطای معیار) طول ساق پای عقب در زنبورهای ماده‌ی *Lysiphlebus fabarum* پرورش یافته روی مراحل مختلف رشدی شته سیاه باقلا، *Aphis fabae*. میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (LSD و P =۰/۰۵)

پی دارد (سالت، ۱۹۸۶؛ والکر و هوی، ۲۰۰۳؛ اشمید و همکاران[1]، ۲۰۱۲). بر اساس نتایج تحقیق حاضر، اندازه ی ماده‌های پرورش یافته در پوره‌های سنین اول و چهارم، به حداقل اندازه خود رسید، نتایجی که همسو با یافته‌های عامری و همکاران (۱۳۹۱) می‌باشد. دلیل این امر می‌تواند پایین بودن کمیت منابع غذایی در پوره سن اول و نامناسب بودن کیفیت منابع غذایی به واسطه دفاع فیزیولوژیک قوی در پوره‌های سن چهارم باشد.

بار تخم و اندازه تخم

مطابق نتایج به دست آمده، سن پورگی میزبان بر مجموع تعداد تخم موجود در دو تخمدان زنبور تاثیر معنی‌داری داشت (F=۱۵/۸۰ ؛ df=۷۶،۳؛ P<۰/۰۰۱). زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن دوم شته به طور معنی‌داری بیشترین بار تخم را نسبت به سایر گروه‌ها داشتند، در حالی که کمترین میزان بار تخم در زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سنین اول و چهارم شته مشاهده شد (شکل ۳). همچنین بر اساس نتایج به دست آمده، سن پورگی میزبان که زنبور در آن پرورش یافته اثر معنی‌داری بر طول تخم داشت (F=۶/۳۰ ؛ df=۸۴،۳؛ P<۰/۰۰۱). بر اساس نتایج، بزرگ‌ترین تخم‌ها در ماده‌ها ی پرورش یافته روی پوره‌های سنین دوم و چهارم مشاهده شد. در مقابل کوچک‌ترین تخم‌ها در زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن اول و سوم شته مشاهده شدند (شکل ۳).

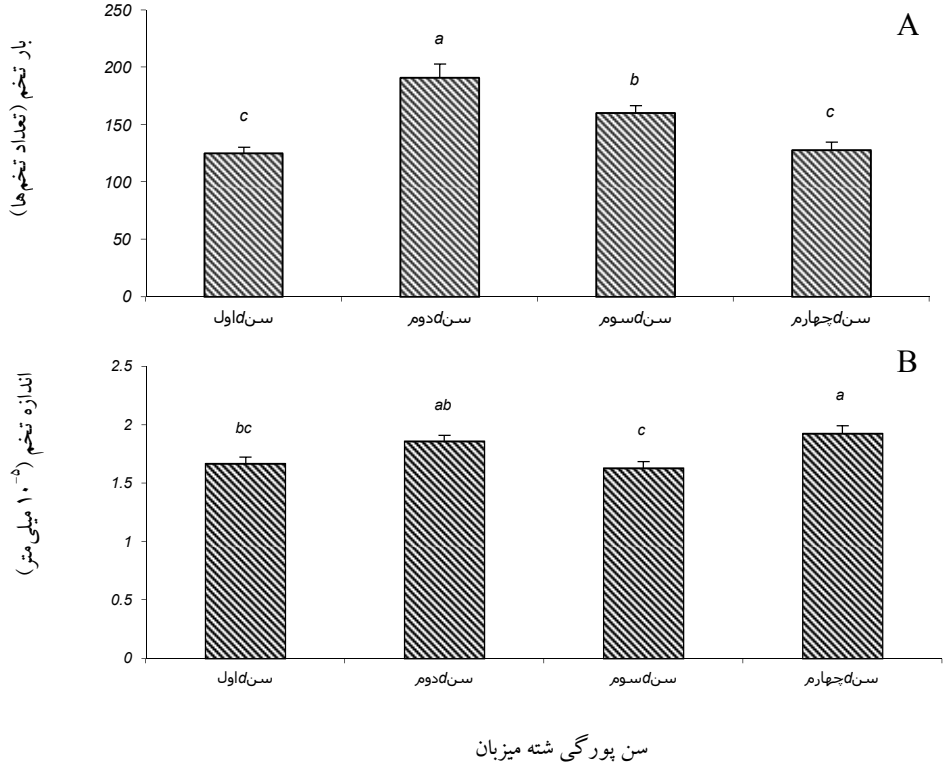
در مطالعه انجام شده روی جمعیت ماده‌زای زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*، نیز تغییرات بار تخم زنبورهای پرورش یافته روی سنین مختلف پورگی شته سیاه باقلا از روند مشابهی با نتایج پژوهش حاضر برخوردار بود، چنانچه زنبورهای پرورش یافته روی پوره های سنین دوم و چهارم به ترتیب دارای بیشترین و کمترین بار تخم بودند و زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سنین اول و سوم در گروه حدواسط جای داشتند (عامری، ۱۳۹۱). در مطالعه‌ی عامری (۱۳۹۱)، برخلاف نتایج به دست آمده روی جمعیت جنسی، کوچک‌ترین اندازه تخم در زنبورهای پرورش یافته روی

1- Schmid *et al.*

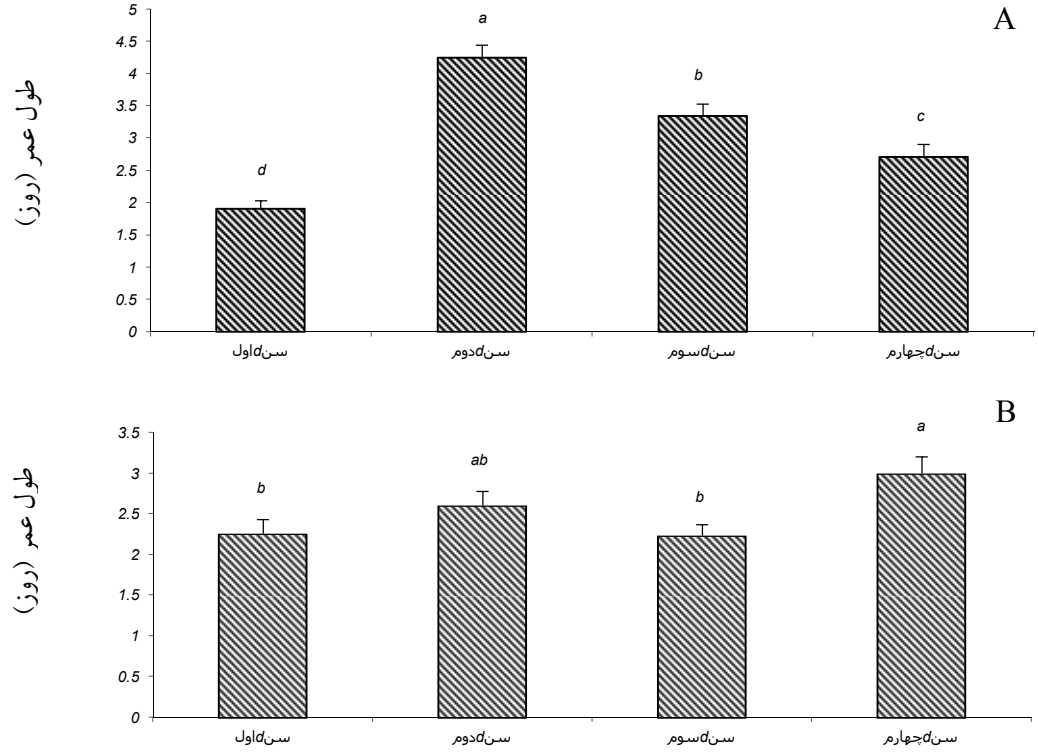
پوره‌های سن چهارم مشاهده شد، اما همچنان پرورش روی پوره سن دوم، منجر به تولید زنبورهایی با بزرگ ترین اندازه تخم گردید. با توجه به همبستگی بالای اندازه زنبور ماده با اندازه تخم، این نتایج منطقی به نظر می‌رسد.

طول عمر حشرات ماده *L. fabarum*

نتایج این پژوهش نشان داد که بین طول عمر حشرات کامل ماده در تیمارهای مختلف، در آزمایش بدون حضور میزبان، تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F=۳۷/۰۱$؛ $df=۷۶،۳$؛ $P<۰/۰۰۱$). بیشترین و کمترین طول عمر زنبورهای ماده به ترتیب روی پوره‌های سن دوم با میانگین ۴/۲۶ روز و پوره‌های سن اول با میانگین ۱/۹۱ روز مشاهده شد (شکل ۴). همچنین، طول عمر زنبورهای ماده درحضور میزبان نیز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($F=۴/۱۸$؛ $df=۱۰۸،۳$؛ $P=۰/۰۰۷$). بیشترین طول عمر در زنبورهای پرورش یافته روی پوره های سنین چهارم و دوم به ترتیب با میانگین ۳ و ۲/۲۶ روز دیده شد. در مقابل، کمترین طول عمر به زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سنین اول و سوم تعلق داشت (شکل ۴).



شکل ۳- میانگین (± خطای معیار) بار تخم (A) و اندازه تخم (B) (میلی‌متر) در زنبورهای ماده *Lysiphlebus fabarum* پرورش یافته روی مراحل مختلف رشدی شته سیاه باقلا، *Aphis fabae*. میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (LSD و P = ۰/۰۵)



شکل ٤- میانگین (± خطای معیار) طول عمر (روز) زنبورهای ماده *Lysiphlebus fabarum* پرورش یافته روی مراحل مختلف رشدی شته سیاه باقلا، *Aphis fabae* بدون حضور میزبان (A) و یا در حضور شته میزبان (B). میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (LSD و P = ۰/۰۵).

در مطالعه انجام شده روی جمعیت ماده‌زای زنبور *L. fabarum*، زنبورهای تغذیه شده با محلول عسل و آب به طور معنی‌داری از زنبورهای قرار گرفته در معرض شته و گیاه میزبان (بدون تغذیه با آب عسل)، طول عمر بیشتری داشتند (راسخ و همکاران[1]، ۲۰۱۱)، که با نتایج سایر پژوهشگران مبنی بر افزایش طول عمر زنبورهای کامل تغذیه شده با محلول عسل نسبت به تغذیه با عسلک یا شهد گیاه مطابقت دارد (اروین و همکاران[2]، ۲۰۰۷؛ ویکویز و همکاران[3]، ۲۰۰۸). البته تحرک بالاتر، فعالیت‌های پارازیته کردن شته‌ها و مرگ و میر ناشی از تماس با قطرات ترشح شده از کورنیکول شته‌ها (راسخ و همکاران، ۲۰۱۰) می‌تواند در کاهش طول عمر زنبورهایی که در مواجهه با شته بودند، موثر باشد.

زنبورهای پارازیتوئید در چگونگی تخصیص منابع غذایی کسب شده از میزبان به ویژگی‌های زیستی خود مانند بارتخم و طول عمر با چالش مواجه هستند، زیرا باید از این منابع محدود غذایی حداکثر استفاده را نمایند (جرویس و همکاران[4]، ۲۰۰۸). بر اساس نتایج کسب

1- Rasekh *et al.*
2- Irvin *et al.*
3- Wyckhuys *et al.*
4- Jervis *et al.*

شده، زنبورهای پرورش یافته در میزبان‌های با کیفیت‌تر (پوره‌های سن دوم) بار تخم بیشتری داشتند. نتیجه‌ی حاضر همسو با یافته‌های عامری (۱۳۹۱) می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که زنبور پارازیتوئید در این مرحله رشدی از میزبان ذخایر متابولیکی مطلوبی را دریافت می‌نمایند. این در حالی است که در سایر سنین پورگی میزبان به دلیل کیفیت کمتر میزبان (پوره سن اول) و یا دفاع فیزیولوژیک قوی‌تر (در مورد پوره های سنین سوم و چهارم)، زنبور ممکن است توانایی دریافت کافی منابع غذایی را نداشته باشد. از طرفی، زمانی که لارو پارازیتوئید مجبور به رشدونمو درون بدن میزبان با کیفیت پایین است، با تخصیص هدفمند منابع غذایی تا جایی که بتواند ویژگی‌های زیستی خود را بهبود می‌بخشد (اسلانسکی[1]، ۱۹۸۶؛ سکوئرا و مکوئر، ۱۹۹۲). بنابراین مطابق با نتایج به دست آمده، مشاهده‌ی بیشترین طول عمر زنبور در پوره سن چهارم میزبان می‌تواند نشان دهنده‌ی پاسخ فیزیولوژیکی مناسب لارو پارازیتوئید نسبت به محدودیت منابع غذایی میزبان باشد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، سن پورگی شته میزبان در چگونگی تخصیص منابع به ویژگی‌های زیستی زنبور *L. fabarum* نقش دارد، این تخصیص منابع تحت تاثیر فرآیندهای تکاملی و فشار به‌گزینی به صورتی حاصل شده‌اند که بیشترین شایستگی را برای نتاج زنبور در هر مرحله رشدی میزبان فراهم آورند. به این صورت که در زنبورهای پرورش یافته روی پوره سن اول، با یک دوره رشدی حدواسط در مرحله نابالغ و نسبت جنسی مناسب، از کوچک‌ترین اندازه بدن، بار تخم و اندازه تخم در مقایسه با سایر زنبورها برخوردار بودند. در زنبورهای پرورش یافته روی پوره سن دوم، کوتاه‌ترین طول دوره رشدی، بزرگ‌ترین اندازه بدن، بیشترین بار تخم و اندازه تخم را دارا بودند و طول عمر آنها نیز در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود، هرچند که در خصوص نسبت جنسی، نسبت زنبورهای ماده کمتر بود. در زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن سوم در حالی‌که در کوتاه‌ترین مدت مراحل رشدی نابالغ خود را تکمیل کردند، و نسبت جنسی بالایی داشتند، اما اندازه بدن، بار تخم و اندازه تخم مناسبی نداشتند. در نهایت زنبورهای پرورش یافته روی پوره سن چهارم، کوچک‌ترین اندازه بدن و کمترین بار تخم را داشتند در حالی که کوتاه‌ترین طول دوره رشدی و بزرگ‌ترین اندازه تخم در ماده‌های پرورش یافته در این سن پورگی مشاهده شد.

در یک جمع‌بندی کلی باید اظهار داشت زنبورهای *L. fabarum* پرورش یافته روی پوره سن دوم شته از یک برتری نسبی برخوردار بودند و بنابراین استفاده از این سن پورگی برای پرورش انبوه قابل توصیه است. با این حال زنبورهای رشد و نمو یافته روی سایر سنین پورگی شته سیاه باقلا، در یک یا چند ویژگی زیستی (از نظر طول دوره رشدی مراحل نابالغ، نرخ ظهور، نسبت جنسی، اندازه بدن، بار تخم، اندازه تخم و طول عمر)، برتری نسبی کسب کردند، امری که منجر به ایجاد تنوع در ویژگی‌های زیستی در زنبورهای پرورش یافته در سنین مختلف پورگی میزبان گردید.

سپاس گزاری

به این وسیله از حمایت های مالی معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر می شود.

1- Slansky

منابع

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

۲. عامری، م. ۱۳۹۱. بررسی برخی از عوامل تاثیرگذار بر رفتار کاوشگری جمعیت ماده‌زای زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Aphidiidae) پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز. ۸۱ ص.

3. Beck, M., Siekmann, G., Li, D., Theopold, U., and Schmidt, O. 1999. A maternal gene mutation correlates with an ovary phenotype in a parthenogenetic wasp population. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 29(5): 453-460.

4. Charnov, E.L., Hartogh, R.L., Los-den Jones, W.T., and van den Assem, J. 1981. Sex ratio evolution in a variable environment. Nature, 289: 27-33.

5. Charnov, E.L. 1982. The theory of sex allocation. Princeton, New Jersey, Princeton University Press.

6. Chau, A., and Mackauer, M. 2000. Dropping of pea aphids from feeding site: a choice by the parasitoid wasp *Ephedrus californicus*: a test of host-size models. Oecologia, 88: 501-514.

7. Cloutier, C., Lévesque, C.A., Eaves, D.M., and Mackauer, M. 1991. Maternal adjustment of sex ratio in response to host size in the aphid parasitoid *Ephedrus californicus*. Canadian Journal of Zoology, 69: 1489–1495.

8. Croft, P., and Copland, M.J.W. 1995. The effect of host instar on the size and sex ratio of the endoparasitoid *Dacnusa sibirica*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 74(2): 121-124.

9. Gerling, D., Roitberg, B., and Mackauer, M. 1990. Instar-specific defense of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum:* influence on oviposition success of the parasite *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelmidae). Journal of Insect Behavior, 3(4): 501-514.

10. Godfray, H.C.J. 1994. Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. Princeton, New Jersey, Princeton University Press. 473 pp.

11. Hagvar, E.B., and Hofsvang, T. 1986. Parasitism by *Ephedrus cerasicola* (Hymenoptera: Aphidiidae) developing in different stages of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Entomophaga, 31: 337-346.

12. 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. Ecology, 75: 1420-1428.

13. Harvey, J.A. 2005. Factors affecting the evolution of development strategies in parasitoid wasps: the importance of functional constraints and incorporating complexity. Entomologia Experimentalis et Applicata, 117(1): 1-13.

14. He, X.Z., and Wang, Q. 2006. Host age preference in *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). New Zealand Plant Protection, 59: 195-201.

15. Irvin, N.A., Hoddle, M.S., Steven, J., and Castle, B. 2007. The effect of resource provisioning and sugar composition of foods on longevity of three *Gonatocerus* spp., egg parasitoids of *Homalodisca vitripennis*. Biological Control, 40: 69–79.

16. Jarosik, V., Holy, I., Lapchin, L., and Havelka, J. 2003. Sex ratio in the aphid parasitoid *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) in relation to host size. Bulletin of Entomological Research, 93: 255-258.

17. Jervis, M.A., Heimpel, G.E., Ferns, P.N., Harvey, J.A., and Kidd, N.A.C. 2001. Life-history strategies in parasitoid wasps: a comparative analysis of 'ovigeny'. Journal of Animal Ecology, 70(3): 442-458.

18. Kouame, 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.

19. Li, B., and Mills, N. 2004. The influence of temperature on size as an indicator of host quality for the development of a solitary koinobiont parasitoid. Entomologia Experimentalis et Applicata, 110(3): 249-256.

20. Lykouressis, D., Garantonakis, N., Perdikis, D., Fantinou, A., and Mauromoustakos, A. 2009. Effect of female size on host selection by a koinobiont insect parasitoid (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). European Journal of Entomology, 106(3): 363-367.

21. Mackauer, M., Michaud, J.P., and Volkl, W. 1996. Host choice by aphidiid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality, and host. Canadian Entomologist, 6: 959-980.

22. Mossadegh, M.S., Stary, P., and Salehipour, H. 2011. Aphid Parasitoids in a dry lowland area of khuzestan, Iran (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae). Asian Journal of Biological Sciences, 4: 175-181.

23. 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 Entomological Society of Iran, 25(2): 1-14.

24. Rasekh A., Michaud J.P., Kharazi-Pakdel A., and Allahyari, H. 2010. Ant mimicry by an aphid parasitoid, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Aphidiidae). Journal of Insect Science, 10 (126).

25. Rasekh, A., Kharazi-Pakdel, A., Allahyari1, H., Michaud, J.P., and Farhadi, R. 2011. The effect of hunger on foraging behavior of an aphid parasitoid, *Lysiphlebus fabarum*

(Marshall) on *Aphis fabae* Scopoli. Iranian Journal of Plant Protection Science, 41(2): 261-270.

26. Salt, G. 1941. The effects of hosts upon their insect parasites. Biological Reviews, 16(4): 239-264.

27. Sampaio, M.V., Bueno, V.H. P., and De Conti, B.F. 2008. The effect of the quality and size of host aphid species on the biological characteristics of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). European Journal of Entomology, 105(3): 489-494.

28. 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.

29. Sequeira, R., and Mackauer, M.K. 1992. Covariance of adult size and development time in the parasitoid wasp *Aphidius ervi* in relation to size of its host, *Acyrtosiphon pisum*. Evolutionary Ecology, 6(1): 34-44.

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

31. Stouthamer, R. 2003. The use of unisexual wasps in biological control. In van lenteren, J.C. (ed), Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. CABI Publishing, Wallingford. pp: 93-113.

32. Talebi, A.A., Rakhshani, E., Fathipour, Y., Starý, P., and Tomanović, Ž. 2009. Aphids and their parasitoids (Hym., Braconidae: Aphidiinae) associated with medicinal plants in Iran. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 3(2): 205-219.

33. Walker, A.M., and Hoy, M.A. 2003. Responses of *Lipolexis oregmae* (Hymenoptera: Aphidiidae) to different instars of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology, 96: 1685-1692.

34. Wani, M., Iwabuchi, K., and Mitsuhashi, J. 1994. Developmental responses of *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Pyralidae) larvae to parasitism by a braconid parasitoid, *Apanteles galleriae* (Hymenoptera, Braconidae). Applied Entomology and Zoology, 29(2): 193-201.

35. Wellings, P.W., Morton, R., and Hart, P.J. 1986. Primary sex-ratio and differential progeny survivorship in solitary haplodiploid parasitoids. Ecological Entomology, 11: 341–348.

36. Wyckhuys, K., Stone, L., Desneux, N., Hoelmer, K., Hopper, K., and Heimpel, G. 2008. Parasitism of the soybean aphid, *Aphis glycines* by *Binodoxys communis*: the role of aphid defensive behaviour and parasitoid reproductive performance. Bulletin of Entomological Research, 98(4): 361-370.

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

Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 38(4), Winter, 2016

The effect of different instars of black bean aphid, *Aphis fabae* (Hem.: Aphididae) on fitness of sexual population of *Lysiphlebus fabarum* (Hym.: Braconidae)

Z. Mohammadi[1], A. Rasekh[2]*, F. Kocheli[3], and B. Habibpour[4]

1. Former M.Sc.Student of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. ***Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (a.rasekh@scu.ac.ir).
3,4. Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Received: 29 May, 2015 Accepted: 18 October, 2015

Abstract

Parasitoid wasps usually encounter hosts of different instars and they have the chance to choose the most suitable hosts to maximize their reproductive fitness. In this study, a sexual population of *Lysiphlebus fabarum* was reared on different instars of the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli, to evaluate some biological components. The results showed that pre-adult development times were decreased with increasing the host body size (from first to third instars), but the longest developmental time was observed in wasps reared in fourth instar. Sex ratios in wasps reared in first and third instars were the most, but there was no significant difference in emergence rate. The largest wasps were observed in the wasps reared in second instar as well as, these wasps had a high egg load and egg size. The survey on lifespan of parasitoids reared in different host instars also showed that the maximum longevity occurred in the wasps reared in second and fourth instars, in the presence of host aphids. Totally, the greatest fitness was achieved when the wasps were reared in second instar of aphids, although the wasps reared in other instars obtained some biological components.

Keywords: Host quality, Egg load, Egg size, Fitness