

ارزیابی کارایی زنبور پارازیتوئید (*Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hym., Braconidae)

پرورش یافته روی شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli، به منظور کنترل شته‌ی جالیز

Aphis gossypii Glover

علی الماسی^۱، آرش راسخ^{۱*}، مهدی اسفندیاری^۱، مجید عسکری سیاهوئی^۲ و معصومه ضیائی^۱

۱- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار، دانشیار و استادیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۲- استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس.

* مکاتبه کننده مقاله mail: a.rasekh@scu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۲/۰۳

چکیده

شته‌ی جالیز *Aphis gossypii* یکی از آفات خسارت زای مهم در مزارع و گلخانه‌های صیفی و سبزی است. بررسی شاخص‌های زیستی مرتبط با کارایی دشمنان طبیعی یکی از راه‌کارهای کنترل کیفی عوامل بیولوژیک قبل از رهاسازی محسوب می‌شود. در این مطالعه ویژگی‌های زیستی (نرخ پارازیتسم، نرخ ظهور و نسبت جنسی) جمعیت جنسی زنبور *Lysiphlebus fabarum* روی سننین مختلف رشدی شته‌ی جالیز بررسی شد. همچنین شاخص‌های مهم در شایستگی نتاج (اندازه‌ی بدن، طول دوره‌ی رشدونمو، میزان باروری و طول عمر) مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده زنبور *L. fabarum* قادر بود تمام سننین پورگی شته‌ی جالیز را به‌خوبی پارازیت کند. در تمام شاخص‌های زیستی مورد بررسی به‌جز اندازه‌ی تخم، اختلاف معنی‌داری بین زنبورهای حاصل از چهار سن پورگی مشاهده شد به‌صورتی که رشد و نمو زنبور در پوره‌های سن دوم و سوم میزبان باعث تولید نتاج با ویژگی‌های زیستی مطلوب‌تری نسبت به سایر مراحل رشدی شته شد. در مجموع نتایج پژوهش حاضر این نوید را می‌دهد که بتوان از این پارازیتوئید در برنامه‌های کنترل بیولوژیک شته‌ی جالیز استفاده نمود؛ هرچند این نتایج باید در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اندازه‌ی بدن، سننین پورگی، کنترل کیفی، گیاه خیار، ویژگی‌های زیستی.

مقدمه

گیاهی (کرستینگ و همکاران ۱۹۹۹) خسارت قابل ملاحظه- ای بر گیاه میزبان وارد می‌سازد.

با گذشت زمان و آشکار شدن هر چه بیشتر پیامدهای منفی کاربرد آفت‌کش‌ها از جمله از بین بردن دشمنان طبیعی آفات، تولید محصولات آلوده به باقی‌مانده سموم و همچنین اثرات منفی بر سلامت مصرف‌کنندگان، توجه متخصصین حشره‌شناسی به کنترل زیستی آفات به‌عنوان محور اصلی مدیریت تلفیقی آفات^۱ جلب شده است

شته‌ی جالیز *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آفات خیار در گلخانه‌ها و مزارع محسوب شده و به دلیل پراکنش وسیع و دامنه‌ی میزبانی گسترده دارای اهمیت زیادی است (بلکمن و ایستاپ ۱۹۸۴). این آفت علاوه بر تغذیه‌ی مستقیم که منجر به پژمردگی، کوتولگی و ریزش برگ‌ها می‌شود (آتیا و ال-حمای ۱۹۸۷) به صورت غیر مستقیم نیز از طریق ترشح عسلک و انتقال ویروس‌های

^۱Integrated pest management

زنبور در مقایسه با گونه‌ی بومی *L. fabarum* پراکنش بسیار پایینی در کشور برخوردار می‌باشد. به ویژه این که مطابق با نتایج این تحقیق، زنبور *L. fabarum* از قدرت پارازیتیسمی بالایی روی شته‌ی جالیز برخوردار بوده و می‌تواند به عنوان یک عامل بیوکنترل روی این شته‌ی آفت مورد مطالعه قرار گیرد. اگرچه پیش از این، زنبور *L. fabarum* از روی شته‌ی جالیز گزارش شده است (برهویی ۲۰۱۱)، ولی مطالعه‌ی حاضر اولین تحقیقی است که در آن وضعیت پارازیتیسم، نرخ ظهور و نسبت جنسی زنبور *L. fabarum* روی سننین مختلف شته‌ی جالیز بررسی شده و همچنین شاخص‌های مهم در شایستگی نتاج در زنبورهای ظاهر شده در سننین مختلف رشدی شته‌ی جالیز مورد ارزیابی قرار گرفته است. پارازیتیسم موفق روی تمام سننین رشدی آفت هدف (شته‌ی جالیز) به ویژه در رهاسازی اشباعی^۳ که در آن تعداد زیادی از جمعیت دشمن طبیعی برای کاهش جمعیت فوری آفت رهاسازی می‌شود، می‌تواند اهمیت ویژه‌ای داشته باشد (ون لنترن ۲۰۰۰). همچنین امکان استفاده از زنبور *L. fabarum*، در قالب رهاسازی تلقیحی^۴ نیز قابل بررسی است. در این نوع رهاسازی هنگامی که جمعیت آفت پایین است، تعداد کمی از جمعیت دشمن طبیعی در فواصل زمانی معینی رهاسازی می‌شود و انتظار می‌رود که دشمن طبیعی بتواند جمعیت خود را تکثیر کرده و مستقر شود (ون لنترن و بوئو ۲۰۰۳) بنابراین سهم یک پارازیتوئید در نسل بعد، به پارازیتیسم موفق و کیفیت هرچه بیشتر نتاج آن وابسته است (های و وینسون ۱۹۷۱). در این راستا شاخص‌های مهم در شایستگی نتاج (رویتبرگ و همکاران ۲۰۰۱) شامل اندازه‌ی بدن، طول دوره‌ی رشدونمو، میزان باروری و طول عمر در زنبورهای ظاهر شده در سننین مختلف رشدی شته‌ی جالیز مورد ارزیابی قرار گرفت، چرا که عملکرد نسل‌های بعدی این زنبورها در مزارع و

(دسنیوکس و همکاران ۲۰۰۷). در این ارتباط با توجه به افزایش سریع جمعیت شته‌ها و مقاومت آن‌ها به انواع حشره‌کش، استفاده از روش‌های کنترل زیستی علیه آن‌ها اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است (وان استینیس و ال-خاواس ۱۹۹۵).

مطالعات بنیادی در ارتباط با بیولوژی و اکولوژی آفات و دشمنان طبیعی جزو مطالعات ضروری و تکمیلی در زمینه‌ی کنترل زیستی محسوب می‌شود (رزن و دباخ ۱۹۹۲). در میان عوامل کنترل زیستی، استفاده از پارازیتوئیدها جهت کنترل آفات با اهمیت است به طوری که کاربرد مفید و مؤثر آن‌ها، نیازمند آگاهی از برهم‌کنش پارازیتوئید- میزبان و همچنین پارامترهای مؤثر بر شایستگی آن‌ها می‌باشد.

زنبور *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) یک گونه‌ی پلی‌فاژ بوده (کارور ۱۹۸۴) و تاکنون به‌عنوان پارازیتوئید ۴۴ گونه‌ی مختلف شته مورد گزارش قرار گرفته است (کاوالیراتوس و همکاران ۲۰۰۴). بررسی‌ها حاکی از آن است که این زنبور، بهترین پارازیتوئید شته‌ها در شمال ایران و مرکز اروپا است (استاری ۱۹۸۳). این زنبور پارازیتوئید دارای دو نژاد با تولیدمثل جنسی (نرزا)^۱ و غیر جنسی (ماده‌زا)^۲ بوده و نژاد جنسی آن از مناطق شمالی و جنوبی کشور (باقری متین و همکاران ۲۰۰۵، مصدق و همکاران ۲۰۱۱) و نژاد غیرجنسی آن تاکنون فقط از منطقه‌ی چورزق زنجان (راسخ و همکاران ۲۰۱۱) گزارش شده است. در برخی مطالعات از زنبور *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) به‌عنوان پارازیتوئید مهم شته‌ی جالیز نام برده شده است (رودریگویز و بوئو ۲۰۰۱، کارنوال و همکاران ۲۰۰۳). این گونه در سال ۱۹۷۳ از کوبا به اروپا آورده شده و همراه با استقرار در کل مناطق مدیترانه (زکیچ و همکاران ۲۰۱۵)، از ایران نیز گزارش شده است (رخشانی و همکاران ۲۰۰۵). ولی این

³Inundative release

⁴Inoculative release

¹Sexual reproduction (Arrhenotokous)

²Asexual reproduction (Thelytokous)

تشکیل کلونی روی گیاه خیار پرورش داده شدند. پرورش هر دو حشره به طور جداگانه درون قفس توری به ابعاد ۶۰×۶۰×۱۲۰ سانتی متر در شرایط محیطی ذکر شده انجام گرفت.

پرورش زنبور *L. fabarum*

طی نمونه برداری از مزارع باقلای دانشکدهی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، شته‌های سیاه باقلای مومیایی شده، جمع‌آوری شد. با ظهور حشرات کامل زنبور، نسبت به تایید گونه توسط متخصصین اقدام شد. به منظور نگهداری و پرورش زنبورها، تعدادی از زنبورهای نر و ماده در قفسی حاوی گیاهان باقلای آلوده به شتهی سیاه باقلا، تحت شرایط محیطی ذکر شده رهاسازی و کلونی آن‌ها شکل گرفت.

هم‌سن‌سازی شتهی جالیز و زنبور *L. fabarum*

در این آزمایش برای رفع نیازهای تهیه به جمعیت هم‌سن شته، حشرات کامل شته‌های بکرزا روی دیسک برگ‌ی خیار در ظروف پتری (قطر ۹ و ارتفاع یک سانتی‌متر) حاوی محلول آگار (۱/۲ درصد) قرار داده شدند و پس از ۱۲ ساعت حشرات کامل شته حذف و پوره‌های هم‌سن تا رسیدن به سن مورد نظر پرورش داده شدند. به منظور تهویه، روی درپوش هر ظرف پتری سوراخی به قطر دو سانتی‌متر که با توری ارگانزا پوشانده شده بودند، ایجاد گردید.

برای هم‌سن‌سازی زنبور نیز چند گلدان باقلای آلوده به شتهی سیاه، در قفسی با ابعاد ۳۰×۳۰×۶۰ قرار داده شد. سپس تعدادی زنبور ماده جفت‌گیری کرده (هم‌سن) به قفس معرفی و بعد از ۱۲ ساعت زنبورها حذف شدند. پس از چند روز با ظهور شته‌های مومیایی، یکایک آن‌ها به آرامی توسط قلم‌مو^۱ از گیاه جدا و به درون ظرف پتری انتقال یافتند تا زنبورها ظاهر شوند. هم‌گون‌سازی شتهی جالیز و زنبور نیز در آزمایشگاه با شرایط محیطی ذکر شده انجام گرفت.

گلخانه‌ها کاملاً به این ویژگی‌های زیستی وابسته است (ون آلفن و همکاران ۲۰۰۳).

شتهی سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli به‌عنوان میزبان اختصاصی زنبور *L. fabarum* محسوب شده (ولکل و استچمن ۱۹۹۸) و از نگاه پرورش انبوه، امکان پرورش سریع و ارزان‌قیمت زنبور روی شتهی سیاه و گیاهان باقلا (*Vicia faba* L.) امکان‌پذیر است (ماهی ۱۳۹۲). به همین منظور در پژوهش حاضر، از زنبورهای پرورش‌یافته روی این میزبان‌ها برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد و موفقیت‌های پارازیتیمی این زنبورها روی شتهی جالیز و همچنین شایستگی نتاج پرورش‌یافتهی زنبور در سنین مختلف پورگی شتهی جالیز مورد بررسی قرار گرفت. امید می‌رود که نتایج این بررسی در ارزیابی میزان کارایی این عامل بیوکنترل جهت کنترل شتهی جالیز کمک رسان باشد.

مواد و روش‌ها

کشت گیاهان باقلا و خیار

بذر باقلای رقم شوشتری، در گلدان‌های چهار لیتری حاوی خاک اره و بذر خیار گلخانه‌ای *Cucumis sativus* L. رقم نگین (Negin) در گلخانه در بستری از خاک و خاک اره با نسبت (۳:۲) در گلدان‌هایی با قطر دهانه‌ی ۱۵ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. این گیاهان هر چهار روز یک بار، با کود کامل ([®]Horti-grow) به نسبت سه در هزار تغذیه شدند و در شرایط دمایی ۲۲±۲°C، رطوبت نسبی ۶۵±۵٪ و دوره روشنایی: تاریکی ۸:۱۶ در گلخانه نگهداری شدند.

پرورش شتهی سیاه باقلا و شتهی جالیز

جمعیت اولیهی شتهی سیاه باقلا طی نمونه برداری از مزارع باقلای دانشکدهی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز جمع‌آوری و پس از تایید گونه توسط متخصصین، روی گیاه باقلا پرورش داده شد. برای تهیهی کلونی شتهی جالیز نیز، نمونه‌هایی از جمعیت *A. gossypii* از مزارع خیار اطراف اهواز جمع‌آوری و جهت

^۱Camel brush

طراحی و انجام آزمایش‌ها

محاسبه طول دوره‌ی مراحل مختلف رشدی شته‌ی جالیز برای تعیین طول دوره‌ی مراحل مختلف رشدی شته جالیز، ۴۰ ظرف پتری (با قطر پنج و ارتفاع یک سانتی‌متر) محتوی ۲۰ میلی‌لیتر آگار (۱/۲ درصد) تهیه و یک برگ جوان خیار روی هر یک مستقر شد. سپس درون هر ظرف پتری یک شته‌ی مادر (بالغ بکرزا) قرار داده شد و پس از گذشت ۱۲ ساعت شته‌ی مادر و همگی پوره‌های سن اول به غیر از یکی از آن‌ها، حذف شدند. شته‌ی باقیمانده هر ۱۲ ساعت یکبار تا زمان ظهور حشره کامل و همچنین تعیین اولین روز پوره‌زایی مورد بازدید قرار گرفت. مشاهده‌ی جلد کهنه در هر ظرف پتری به عنوان معیار ظهور سن بعدی پورگی بکار برده شد. به کمک داده‌های ثبت شده میانگین طول دوره‌ی رشدی مربوط به هر مرحله سنی شته تعیین شد.

تعیین میزان فعالیت های پارازیتیسمی زنبورهای *L. fabarum* روی سنین مختلف رشدی شته‌ی جالیز

برای این منظور به صورت جداگانه گروه‌های همسن از چهار مرحله‌ی مختلف رشدی شته‌ی جالیز تشکیل شد. سپس در ۳۰ تکرار به هر یک از ظروف پتری دیش محتوی ۲۰ شته‌ی میزبان همسن، یک زنبور ماده‌ی یک روزه (جفتگیری کرده)، پرورش‌یافته در شته‌ی سیاه باقلا وارد شد. پس از ۲۴ ساعت، زنبورها حذف و شته‌های پارازیت‌ه شده تا ظهور زنبورهای نتاج پرورش یافتند. در ادامه، نرخ پارازیتیسم (تعداد شته‌های مومیایی)، طول دوره‌ی رشد و نمای مراحل نابالغ، نرخ ظهور و همچنین نسبت جنسی در هر یک از مراحل رشدی شته تعیین شد.

بررسی تأثیر پرورش در سنین مختلف رشدی شته‌ی جالیز روی ویژگی‌های زیستی زنبور

در این آزمایش برخی از ویژگی‌های زیستی زنبور پارازیتوبید پرورش‌یافته روی مراحل مختلف رشدی شته‌ی جالیز (پوره‌های سنین اول تا چهارم) مورد ارزیابی قرار گرفت. مشابه آزمایش قبل در ۳۰ تکرار به هر یک از

ظروف پتری محتوی ۲۰ شته‌ی میزبان همسن، یک زنبور ماده‌ی یک روزه (جفتگیری کرده)، پرورش‌یافته در شته‌ی سیاه باقلا رهاسازی شد. پس از ۲۴ ساعت، زنبورها حذف و شته‌های پارازیت‌ه شده تا ظهور زنبورهای نتاج پرورش یافتند. در ادامه‌ی آزمایش، تمامی زنبورهای نر و ماده‌ی به‌دست آمده، بلافاصله پس از ظهور به مدت سه دقیقه در معرض بخار الکل قرار داده شدند تا کشته شوند. سپس از طول بدن زنبورها به کمک بینوکولر مجهز به دوربین دیجیتال (با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر) عکس گرفته شد. پس از آن زنبورهای ماده در محلول سدیم کلراید ۰/۷ درصد در زیر استریومیکروسکوپ تشریح شده و با پاره کردن تخمدان‌ها، از تمامی تخم‌های موجود در دو تخمدان با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر عکس‌برداری شد. در ادامه در هر یک از زنبورهای ماده به طور تصادفی از مجموعه‌ی ۱۵-۱۰ تایی تخم‌های بالغ با بزرگنمایی ۲۴۰ برابر عکس گرفته شد. این عکس‌ها به کامپیوتر منتقل و با استفاده از نرم افزار ImageJ از عکس‌ها به ترتیب برای تعیین طول بدن، بار تخم و اندازه تخم‌های بالغ استفاده شد.

تعیین طول عمر حشرات کامل زنبور پارازیتوبید در سنین مختلف پورگی شته‌ی جالیز

در این آزمایش تأثیر سنین مختلف پورگی شته‌ی جالیز بر طول عمر زنبور پارازیتوبید بررسی شد. ابتدا زنبور به روش ذکرشده، روی مراحل مختلف رشدی شته-ی جالیز پرورش داده شد. سپس زنبورهای پرورش‌یافته در هر مرحله رشدی بلافاصله پس از ظهور، به‌صورت انفرادی درون ظروف تهویه‌دار کوچک (به قطر چهار و ارتفاع هفت سانتی‌متر) قرار داده شدند (۲۰ عدد زنبور نر و ۲۰ عدد زنبور ماده). در ادامه، زنده‌مانی زنبورها هر ۱۲ ساعت بررسی و مرگومیر احتمالی آن‌ها ثبت شد. در طول این مدت آب به صورت رول پنبه‌ای مرطوب و محلول عسل (۳۰ درصد) به‌صورت قطرات ریز روی کاغذ مومی در اختیار آن‌ها قرار داده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

در این مطالعه از مدل‌های خطی تعمیم^۱ برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به نرخ پارازیتیسیم، نرخ ظهور و نسبت جنسی استفاده شد. در این مدل برای این داده‌های نسبتی، از توزیع دوجمله‌ای خطا^۲ با تابع خطی لوگ^۳ برای نرخ پارازیتیسیم و تابع لوژیت^۴ برای نرخ ظهور و نسبت جنسی استفاده شد. برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها از آزمون تکمیلی بونفرونی^۵ (در سطح ۰/۰۵) استفاده شد. در آزمایش دوم به منظور پی بردن به تأثیر سن پورگی شته‌ی جالیز بر ویژگی‌های زیستی زنبور، از آزمون آماری تجزیه واریانس یکطرفه^۶ و جهت تعیین اختلاف بین گروه‌ها از آزمون تکمیلی توکی^۷ (در سطح ۰/۰۵)، با نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

تعیین طول دوره‌ی رشدی سنین مختلف شته‌ی جالیز

طول دوره رشدی شته‌ی جالیز در سنین پورگی اول تا چهارم و همچنین طول دوره‌ی پیش از پوره‌زایی در جدول ۱ ارایه شده است. زمان‌های ارائه شده برای پوره‌ی سن اول، مدت زمان بین بکرزایی تا اولین تغییر جلد بوده و برای سایر سنین پورگی شامل مدت زمان بین دو تغییر جلد می‌باشد. میانگین مدت زمان مورد نیاز برای ظهور حشره‌ی کامل شته از زمان بکرزایی، ۵/۷۵ روز بود که از مجموع طول دوره‌ی رشدی چهار سن پورگی به دست آمد.

تعیین نرخ ظهور، نرخ پارازیتیسیم و نسبت جنسی زنبورهای *L. fabarum* پرورش یافته در سنین مختلف پورگی شته‌ی جالیز

نتایج نرخ ظهور، نرخ پارازیتیسیم و نسبت جنسی زنبورهای *L. fabarum* پرورش یافته در سنین مختلف

پورگی شته‌ی جالیز در جدول ۲ ارائه شده است. مطابق نتایج به دست آمده، اختلاف معنی‌داری در نرخ ظهور زنبورهای پرورش یافته در سنین مختلف رشدی شته‌ی جالیز مشاهده شد. بیشترین نرخ ظهور در زنبورهای پرورش یافته در پوره‌ی سن سوم شته با ۹۲/۵۷ درصد و پس از آن به ترتیب در پوره‌های سنین اول و دوم به دست آمد. کمترین نرخ ظهور نیز در زنبورهای پرورش یافته در پوره‌ی سن چهارم با ۷۵/۷۴ درصد دیده شد. (جدول ۲). نتایج حاصله همچنین اختلاف معنی‌داری در نرخ پارازیتیسیم زنبورهای پرورش یافته در سنین مختلف رشدی شته‌ی جالیز نشان داد. به طوری که بیشترین و کمترین نرخ پارازیتیسیم به ترتیب در زنبورهای حاصل از پوره‌ی سن سوم و چهارم شته‌ی میزبان مشاهده شد (جدول ۲). نسبت‌های جنسی این زنبورها نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد. چنانچه زنبورهای پرورش یافته در پوره‌های سن دوم، سوم و چهارم در گروه اول جای گرفته و در زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌های سن اول، نسبت جنسی به طور معنی‌داری کمتر بود (جدول ۲).

تعیین ویژگی‌های زیستی زنبورهای *L. fabarum*

پرورش یافته در سنین مختلف پورگی شته‌ی جالیز

نتایج اندازه‌گیری طول بدن نشان داد که زنبورهای ماده پرورش یافته در سنین مختلف رشدی شته‌ی جالیز اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند (جدول ۳). همانند زنبورهای ماده، اندازه‌ی بدن در زنبورهای نر نیز، در سنین مختلف رشدی شته‌ی میزبان اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴). در هر دو جنس نر و ماده، بلندترین طول بدن مربوط به زنبورهای پرورش یافته در پوره‌ی سن سوم میزبان بود که هم جنس نر ($P=0/99$) و هم جنس ماده ($P=0/52$) با زنبورهای پرورش یافته در پوره‌ی سن دوم اختلاف معنی‌داری نداشتند. زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌ی سن چهارم، کوتاه‌ترین اندازه‌ی بدن را به خود اختصاص دادند.

نتایج به دست آمده نشان داد از نظر طول دوره‌ی رشدی زنبورهای نر و ماده‌ی *L. fabarum* پرورش یافته

¹ Generalized linear models (GLM)

² Binomial error distribution

³ log linear

⁴ Logit link function

⁵ Post Hoc-Bonferroni

⁶ One-way ANOVA

⁷ Post Hoc-Tukey

زنبورهای پرورش یافته روی پورهی سن چهارم و سوم شتهی جالیز مشاهده شد.

در سنین مختلف رشدی میزبان اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول های ۳ و ۴). بیشترین و کمترین میانگین طول دوره رشدی در هر دو جنس نر و ماده، به ترتیب در

جدول ۱- میانگین طول دورهی رشدی (ساعت) سنین مختلف پورگی شتهی جالیز *A. gossypii*

P	F	df	دوره پیش از پوره زایی بالغ	پوره سن سوم	پوره سن دوم	پوره سن اول	تکرار	طول دورهی رشدی
$P < 0.001$	۸/۰۸	۳،۱۴۴	۱۲/۳۲	۳۶/۶۵ a	۳۴/۷۰ a	۳۰/۴۹ b	۳۶/۱۶ a	۳۷

* میانگین های دارای حروف مشابه اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند (Tukey test و $P=0.05$).

جدول ۲- میانگین نرخ ظهور، نرخ پارازیتسم و نسبت جنسی (درصد ماده ها) زنبورهای *L. fabarum* پرورش یافته روی مراحل مختلف رشدی شتهی جالیز، *A. gossypii*

P	G	df	پوره سن چهارم	پوره سن سوم	پوره سن دوم	پوره سن اول	تعداد	
			۲۳	۲۳	۲۵	۱۸		
$P < 0.001$	۲۰/۱۳	۳،۸۴	۷۵/۷۴ b	۹۲/۵۷ a	۹۰/۵۲ a	۹۱/۴۱ a	n=۵۲۷	نرخ ظهور
$P < 0.001$	۷۸/۷۷	۳،۸۴	۲۵/۸۷ b	۴۳/۰۴ a	۳۸/۶۰ a	۲۱/۴۷ b	n=۵۷۲	نرخ پارازیتسم
$P < 0.001$	۳۸/۹۶	۳،۸۴	۷۳/۲۲ a	۷۷/۸۷ a	۷۰/۶۸ a	۴۰/۷۱ b	n=۵۲۷	نسبت جنسی

* میانگین های دارای حروف مشابه در هر ردیف اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند (Bonferroni test و $P=0.05$).

جدول ۳- میانگین اندازهی بدن (میلی متر) و طول دورهی نشوونمای (روز) مراحل نابالغ زنبورهای مادهی *L. fabarum* پرورش یافته روی سنین مختلف شتهی جالیز.

P	F	df	پوره سن چهارم	پوره سن سوم	پوره سن دوم	پوره سن اول	تعداد	
			۲۲	۲۳	۲۵	۱۴		
$P < 0.001$	۵۹/۲۳	۳،۸۰	۱/۴۵ b	۱/۶۸ a	۱/۶۵ a	۱/۴۷ b	n=۳۶۷	طول بدن
$P < 0.001$	۶۷/۰۳	۳،۸۰	۹/۵۳ a	۷/۸۲ c	۸/۹۹ b	۹/۰۵ b	n=۳۶۷	طول دورهی رشدی

* میانگین های دارای حروف مشابه در هر ردیف اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند (Tukey test و $P=0.05$).

جدول ۴ - میانگین اندازه‌ی بدن (میلی‌متر) و طول دوره‌ی نشوونمای (روز) مراحل نابالغ زنبورهای نر *L. fabarum* پرورش یافته روی سنین مختلف شته‌ی جالیز.

P	F	df	پوره سن سوم	پوره سن چهارم	پوره سن اول	پوره سن دوم	تعداد	
			۲۰	۱۴	۱۴	۲۲		
$P < 0.001$	۲۱/۰۶	۳.۶۶	۱/۶۲ a	۱/۴۱ b	۱/۴۶ b	۱/۶۱ a	n=۱۵۹	طول بدن
$P < 0.001$	۳۶/۸۹	۳.۶۶	۷/۵۰ b	۹/۲۵ a	۹/۰۰ a	۸/۹۱ a	n=۱۵۹	طول دوره‌ی رشدی

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (Tukey test و $P=0.05$).

زنبورهای پرورش یافته روی پوره‌ی سن سوم و اول به ترتیب با میانگین ۳/۷۳ و ۲/۷۰ روز و برای زنبورهای نر نیز روی پوره سن سوم و اول به ترتیب با میانگین ۳/۳۰ و ۲/۴۳ روز مشاهده شد (جدول ۵).

طبق نتایج به دست آمده، در طول عمر حشرات کامل نر و ماده پرورش یافته روی پوره‌های سنین مختلف میزبان، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵). در این میان بیشترین و کمترین طول عمر برای ماده‌ها در

جدول ۵ - میانگین طول عمر (روز) زنبورهای نر و ماده *L. fabarum* پرورش یافته روی سنین مختلف شته‌ی جالیز.

P	F	df	پوره سن سوم	پوره سن چهارم	پوره سن اول	پوره سن دوم	تعداد	
			۲۰	۲۰	۲۰	۲۰		
$P < 0.001$	۶/۵۵	۳.۷۶	۳/۷۳ a	۳/۱۰ b	۲/۷۰ b	۳/۴۸ a	n=۸۰	زنبور ماده
$P = 0.003$	۴/۹۹	۳.۷۶	۳/۳۰ a	۲/۹۲ ab	۲/۴۳ b	۳/۰۳ ab	n=۸۰	زنبور نر

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (Tukey test و $P=0.05$).

پرورش یافته روی سنین اول و چهارم شته دیده شد که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P=0.99$) (جدول ۶). طبق نتایج حاصله، مرحله‌ی رشدی که زنبور در آن پرورش یافته، اثر معنی‌داری بر اندازه‌ی تخم نداشت (جدول ۶).

مطابق با نتایج به دست آمده، سن پورگی میزبان اثر معنی‌داری بر مجموع تعداد تخم موجود در دو تخمدان زنبور ماده داشت (جدول ۶). بیشترین میزان بار تخم در زنبورهای پرورش یافته در پوره‌ی سنین دوم و سوم شته مشاهده شد که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P=0.98$) و کمترین بار تخم نیز در زنبورهای

جدول ۶ - میانگین بار تخم و اندازه‌ی تخم زنبورهای ماده *L. fabarum* پرورش یافته روی سنین مختلف شته‌ی جالیز.

P	F	df	پوره سن سوم	پوره سن چهارم	پوره سن اول	پوره سن دوم	تعداد	
			۲۳	۲۲	۱۴	۲۵		
$P < 0.001$	۱۷۶/۹۱	۳.۸۰	۱۸۴/۴۳ a	۱۳۲/۴۴ b	۱۳۱/۵۲ b	۱۸۳/۳۲ a	n=۳۶۹	بار تخم
$P = 0.54$	۰/۷۲	۳.۸۰	۱۸۷ a	۱۹۰ a	۱۸۷ a	۱۸۵ a	n=۳۶۹	اندازه تخم (10^{-7})

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ردیف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (Tukey test و $P=0.05$).

بحث

از اندازه‌ی میزبان اغلب به عنوان عامل کلیدی و تأثیرگذار در شایستگی پارازیتوئیدها نام برده شده است (گادفرای، ۱۹۹۴). در زنبورهای ایدیوبیونت^۱، معمولاً میزبان‌های بزرگتر کیفیت بهتری دارند و پارازیتوئیدهای حاصل از آنها علاوه بر اندازه‌ی بزرگتر، شایستگی‌های بیشتری را نیز به دست می‌آورند (ساگارا و همکاران ۲۰۰۱). با وجود رابطه‌ی مستقیم بین سنین مختلف رشدی شته‌ها و اندازه‌ی آنها (لی و میلز ۲۰۰۴، زو و همکاران ۲۰۰۸)، الگوهای متفاوتی از رشد و نمو در پارازیتوئیدهای کوینوبیونت^۲ دیده شده است (سکوئیرا و مکوتر ۱۹۹۲، هاروی و همکاران ۱۹۹۴، کرافت و کوپلند ۱۹۹۵). در پژوهش حاضر الگوی زیستی زنبور *L. fabarum* در پوره‌های سنین مختلف شته‌ی جالیز نشان داد که با افزایش سن پورگی شته و تا سن سوم پورگی، طول بدن زنبور افزایش و طول دوره‌ی رشدونمایی مراحل نابالغ زنبور کاهش یافته است، ولی در زنبورهای پرورش‌یافته در پوره‌ی سن چهارم شته به طور ناگهانی از هر دو شایستگی زنبور (افزایش طول بدن و کاهش طول دوره‌ی رشدی) کاسته شده است، نتایجی که با الگوی به دست آمده از پژوهش محمدی و همکاران (۱۳۹۴)، در جمعیت جنسی زنبور *L. fabarum* پرورش‌یافته روی سنین مختلف رشدی شته‌ی سیاه باقلا مطابقت دارد. با توجه به الگوی زیستی ذکر شده و روند رشدی زنبور در خصوص اندازه‌ی میزبان، نتایج حاضر با الگوی مشاهده شده در تحقیقات زو و همکاران (۲۰۰۸)، روی *Lysiphlebus ambiguus* Haliday که در آن هم طول دوره رشدی و هم اندازه زنبور با افزایش سن میزبان افزایش یافت، کاملاً منطبق نیست. علت اصلی مشاهده این الگو شاید به دفاع میزبان اعم از فیزیکی و فیزیولوژیک، همچنین اندازه میزبان در زمان پارازیتیزم برمی‌گردد. زمانی که اندازه‌ی بدن میزبان تغییر می‌کند به تبعیت از آن کمیت غذای در دسترس برای نوزاد پارازیتوئید نیز تغییر می‌کند، در مقابل کیفیت مواد تغذیه‌ای از طریق اعمال دفاع

پارامترهای کنترل کیفیت از جمله نرخ پارازیتیزم، نرخ ظهور، نسبت جنسی، میزان باروری و طول عمر ارتباط نزدیکی با عملکرد دشمنان طبیعی در مزارع و گلخانه‌ها دارند (کالکینز و اشلی ۱۹۸۹، ونلنترن و همکاران ۲۰۰۳). نتایج این مطالعه نشان داد که گونه‌ی *L. fabarum* می‌تواند به عنوان یک پارازیتوئید مهم این آفت معرفی شود، چرا که فعالیت پارازیتیزی زنبور *L. fabarum* روی سنین مختلف پورگی شته‌ی جالیز قابل قبول می‌باشد. در این ارتباط نرخ پارازیتیزم زنبور پارازیتوئید *L. testaceipes* روی پوره سن سوم شته‌ی جالیز بر اساس مطالعات رودریگویز و بوئنو (۲۰۰۱) و کارنوال و همکاران (۲۰۰۳) به ترتیب ۴۶ و ۴۴/۲ درصد گزارش شده است. همچنین کارنوال و همکاران (۲۰۰۳) نرخ ظهور زنبور پارازیتوئید *L. testaceipes* روی این سن پورگی شته‌ی جالیز ۹۲/۶ درصد گزارش کرده‌اند، که این نتایج با فعالیت پارازیتیزی زنبور *L. fabarum* روی پوره‌ی سن سوم شته‌ی جالیز مطابقت دارد.

لئوپولد (۱۹۹۸)، متذکر شده است که تمایل نسبت جنسی به طرف ماده، می‌تواند به عنوان یک مزیت برای اهداف کنترل زیستی مطرح گردد. ماده‌های جفتگیری کرده در زنبورهای پارازیتوئید انفرادی معمولاً قادرند نسبت جنسی نتاج خود را در ارتباط با اندازه‌ی میزبان تنظیم نمایند (گادفرای ۱۹۹۴). بر این اساس، به طور معمول نسبت جنسی نتاج در میزبان‌های کوچک متمایل به نر بوده در حالی‌که در میزبان‌های بزرگ این نسبت متمایل به ماده می‌باشد (ولینگز و همکاران ۱۹۸۶). در مطالعه‌ی حاضر نسبت جنسی در زنبورهای پرورش‌یافته در سنین پورگی دوم، سوم و چهارم بیشتر از ۷۰٪ محاسبه شد، امری که می‌تواند ناشی از انتخاب مناسب زنبورهای مادر باشد (کلوتیر و همکاران ۱۹۹۱). نتایج تحقیق حاضر با گزارش محمدی و همکاران (۱۳۹۴)، نیز که بالاترین نسبت جنسی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* را روی پوره‌های سنین دوم و سوم شته‌ی سیاه باقلا گزارش کرده‌اند، مطابقت دارد.

¹ Idiobiont

² Koinobiont

به طوری که زنبورهای حاصل از پوره سنین دوم و سوم با اندازه‌ی بدن بزرگ‌تر بار تخم بیشتری داشتند. این امر در مورد این زنبور پارازیتوتید روی شته‌ی سیاه باقلا (محمدی و همکاران ۱۳۹۴) و سایر گونه‌های پارازیتوتید (جرویس و همکاران ۲۰۰۱، بزمیر و همکاران ۲۰۰۵) گزارش شده است. بار تخم بالا در این پارازیتوتید می‌تواند دلیلی محکم بر کارایی مناسب این پارازیتوتید جهت کنترل شته‌ی جالیز باشد.

عقیده بر این است پارازیتوتیدهایی که از لحاظ شاخص‌های زیستی، (اندازه‌ی بدن، طول عمر، بار تخم) کیفیت مناسب را داشته باشند، می‌توانند عملکرد مناسبی در ادامه‌ی فعالیت پارازیتوسی خود جهت کنترل آفت داشته باشند (هاروی و همکاران ۲۰۰۱ و مارتینز-کاستیلو و همکاران ۲۰۰۲). این امر می‌تواند در رهاسازی تلقیحی اهمیت ویژه‌ای داشته باشد. طبق نتایج این بررسی، کیفیت مناسب زنبور نشان داد که زنبورهای ظاهر شده روی شته‌ی جالیز از کیفیت مناسب برخوردار بوده و می‌توانند به فعالیت پارازیتوسی خود در آفت به عنوان نسل‌های آینده ادامه دهند.

در جمع‌بندی نهایی می‌توان اظهار داشت که زنبور پارازیتوتید *L. fabarum* در کنترل زیستی شته‌ی جالیز از آن جهت دارای اهمیت است که این پارازیتوتید مراحل مختلف پورگی شته، به ویژه پوره‌های سنین دوم و سوم را با میزان مناسب و قابل قبولی پارازیت می‌کند و توانایی تکمیل دوره‌ی رشد و نمو خود در تمامی مراحل رشدی شته را دارد. بنابراین با شناخت بیشتر پارامترهای زیستی این عامل بیوکنترل، انتظار می‌رود که نتایج این تحقیق بتواند پایه‌ی خوبی برای تحقیقات آینده روی این زنبور از جمله الگوی پارازیتسم در شرایط مزرعه و گلخانه و سایر آزمون‌های مهم از جمله نرخ رهاسازی در شرایط گلخانه را فراهم کند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر می‌گردد.

فیزیولوژیک متفاوت توسط میزبان تحت تأثیر قرار خواهد گرفت (سالت ۱۹۶۸). بنابراین این امر می‌تواند استراتژی متفاوت زنبور *L. fabarum* در مواجهه با مراحل مختلف سنی میزبان با اندازه‌های متفاوت باشد که حاکی از وجود فشار به‌گزینی و محدودیت‌های اکولوژیکی و فیزیولوژیکی است (هاروی ۲۰۰۵).

محمدی و همکاران (۱۳۹۴)، بیشترین طول عمر زنبور *L. fabarum* را روی پوره‌ی سنین دوم و سوم شته‌ی سیاه باقلا گزارش کرده‌اند. کارنوال و همکاران (۲۰۰۳) نیز، طول عمر زنبور پارازیتوتید *L. testaceipes* روی پوره سن سوم شته‌ی جالیز ۳/۹ روز، محاسبه کردند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. طبق نتایج این بررسی، طول عمر زنبورهای رشد کرده در پوره‌های سنین دوم و سوم و چهارم در هر دو جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، بنابراین به نظر می‌رسد که زنبور پارازیتوتید در این سه مرحله‌ی رشدی نخایر متابولیکی یکسانی به طول عمر اختصاص داده است. در پوره سن اول نیز به دلیل کیفیت پایین میزبان، زنبور توانایی دریافت کافی منابع غذایی نسبت به سایر مراحل پورگی شته را نداشته است. در مجموع می‌توان بیان نمود که زنبور *L. fabarum* در مقایسه با زنبور *L. testaceipes* از طول عمر مناسبی برای کنترل آفت برخوردار بوده است.

محاسبه‌ی ویژگی‌های زیستی دیگری مانند بار تخم و اندازه‌ی تخم، می‌تواند تصویر واضح‌تری از برهمکنش میان زنبور پارازیتوتید و شته فراهم کند. زنبور پارازیتوتید *L. fabarum* یک‌گونه‌ی پرواوژنیک^۱ محسوب می‌شود (بلشاو و کوئیک ۲۰۰۳)، به این معنی که حشرات ماده در زمان ظهور دارای تخم‌های رسیده بوده و اغلب آماده‌ی تخم‌ریزی هستند. بنابراین در این زنبور شمارش تعداد تخم بلافاصله بعد از ظهور می‌تواند تا حدود زیادی معرف بار تخم نهایی زنبور باشد. در مطالعه‌ی حاضر بار تخم زنبور ارتباط مستقیمی با طول بدن داشت،

^۱Pro-ovigenic

منابع

- ماهی ح، ۱۳۹۲. امکان سنجی نگهداری زنبور پارازیتوئید (*Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hym., Aphidiidae) در سرما، به منظور استفاده در تولید انبوه. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۹۰ ص.
- محمدی ز، راسخ آ، کچیلی ف و حبیب‌پور ب، ۱۳۹۴. تاثیر سن پورگی شته سیاه باقلا (*Aphis fabae* (Hem., Aphididae) بر شایستگی جمعیت جنسی زنبور پارازیتوئید (*Lysiphlebus fabarum* (Hym., Braconidae) مجله گیاهپزشکی، جلد ۳۸، شماره ۴، صفحه‌های ۸۹ تا ۱۰۲.
- Attia AA and El-Hamaky MA, 1987. The biology of the cotton aphid *Aphis gossypii* Glover in Egypt (Hom: aphididae). Bulletin Societe Entomologique Egypte 85: 359-371.
- Baghery-Matin Sh, Sahragard A and Rasoolian G, 2005. Some behavioural characteristics of *Lysiphlebus fabarum* (Hymenoptera: Aphidiidae) parasiting *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae) under laboratory conditions. Journal of Entomology 20: 64- 68.
- Belshaw R and Quicke DL, 2003. The cytogenetics of thelytoky in a predominantly asexual parasitoid wasp with covert sex. Genome 461: 170-173.
- Barahoei H, Madjdzadeh SM and Mehrparvar M, 2011. Morphometric differentiation of five biotypes of *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in Iran. Zootaxa 2745: 43-52.
- Bezemer TM, Harvey JA and Mills NJ, 2005. Influence of adult nutrition on the relationship between body size and reproductive parameters in a parasitoid wasp. Ecological Entomology 30: 571 -580.
- Blackman RL and Eastop VF, 1984. Aphids on the World's Crops. An identification and information guide. John Wileyand, Chichester, UK.
- Calkins CO and Ashley TR, 1989. The impact of poor quality of mass-reared Mediterranean fruit flies on the sterile insect technique used for eradication. Journal of Applied Entomology 108: 401-408.
- Carnevale AB, Bueno VH and Sampaio MV, 2003. Parasitism and development of *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Aphidiidae) on *Aphis gossypii* Glover and *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae). Neotropical Entomology 32: 293-297.
- Carver M, 1984. The potential host ranges in Australia of some imported aphid parasite (Hom., Aphididae). Entomophaga 29: 351-359.
- Cloutier C, Levesque CA, Eaves DM 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.
- Croft P and Copland MJW, 1995. The effect of host instar on the size and sex ratio of the endoparasitoid *Dacnusa sibirica*. Entomologia Experimentalis et Applicata 74: 121-124.
- Desneux N, Decourtye A and Delpuech M, 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Review of Entomology 52: 81-106.
- Godfray HCJ, 1994. Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press, New Jersey.

- Harvey JA, Harvey IF and Thompson DJ, 2001. Life time reproductive success in the solitary endoparasitoid, *Venturia canescens*. *Journal of Insect Behavior* 14: 573-593.
- Harvey JA, 2005. Factors affecting the evolution of development strategies in parasitoid wasps: the importance of functional constraints and incorporating complexity. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 117: 1-13.
- Harvey JA, Harvey IF and Thompson DJ, 1994. Flexible larval growth allows use of a range of host sizes by a parasitoid wasp. *Ecology* 75: 1420-1428.
- Hays DB and Vinson SB, 1971. Acceptance of *Heliothis virescens* Fabricius (Lepidoptera, Noctuidae) as a host by the parasite *Cardiochiles nigriceps* Viereck (Hymenoptera, Braconidae). *Animal Behaviour* 19: 344-352.
- Jervis MA, Heimpel GE, Ferns PN, Harvey JA and Kidd NAC, 2001. Life-history strategies in parasitoid wasps: a comparative analysis of 'ovigeny'. *Journal of Animal Ecology* 70: 442-458.
- Kavallieratos NG, Tomanovic Z, Stary P, Athanassiou CG, Sarlis GP, Petrovic O, Niketic, M and Veroniki MA, 2004. A survey of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Southeastern Europe and their aphid-plant associations. *Applied Entomology and Zoology* 39: 227-263.
- Kresting U, Satar S and Uygun N, 1999. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom: Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. *Journal of Applied Entomology* 123: 23-27.
- Leopold RA, 1998. Cold storage of insects for integrated pest management. Pp. 235-267 In: Hallman GJ and Denlinger DL (eds). *Temperature Sensitivity in Insects and Application in Integrated Pest Management*. Boulder, CO, USA: Westview Press.
- 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: 249-256.
- Martinez-Castillo M, Leyva JL, Cibrian-Tovar J and Bujanos-Muniz R, 2002. Parasitoid diversity and impact on populations of the diamondback moth *Plutella xylostella* L. on Brassica crops in central Mexico. *BioControl* 47: 23-31.
- Mossadegh MS, 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.
- Rakhshani E, Talebi AA, Kavallieratos NG, Rezwani A, Manzari S and Tomanović Z, 2005. Parasitoid complex (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) of *Aphis craccivora* Koch (Homiptera: Aphidoidea) in Iran. *Journal of Pest Science* 78: 193-198.
- Rasekh A, Kharazi-Pakdel A, Michaud JP, 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.
- Rodrigues SM and Bueno VH, 2001. Parasitism rates of *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hym: Aphidiidae) on *Schizaphis graminum* Rond and *Aphis gossypii* Glover (Hem: Aphididae). *Neotropical Entomology* 30: 625-629.
- Roitberg BD, Boivin G and Vet LEM, 2001. Fitness, parasitoids, and biological control: an opinion. *The Canadian Entomologist* 133: 429-438.
- Rosen D and DeBach P, 1992. Foreign exploration: the key to classical biological control. *Florida Entomologist* 75: 409-413.

- Sagarra L, Vincent C and Stewart R, 2001. Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Bulletin of Entomological Research* 91: 363-368.
- Salt G, 1968. The resistance of insect parasitoids to the defense reactions of their hosts. *Biological Reviews* 43: 200-232.
- Sequeira R and Mackauer MK, 1992. Covariance of adult size and development time in the parasitoid wasp *Aphidius ervi* in relation size of its host, *Acyrtosiphon pisum*. *Evolutionary Ecology* 6: 34-44.
- Stary P, 1983. The perennial stinging nettle (*Urtica nettle*) as a reservoir of aphid parasitoid (Aphidiidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 80: 81-86.
- Van Alphen JJM, Bernstein C and Driessen G, 2003. Information acquisition and time allocation in insect parasitoids. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 81 -87.
- Van lenteren JC, 2000. Measures of success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies. Pp. 77-103 In: Gurr G and Wratten S (eds). *Measures of Success in Biological Control*. Kluwer Academic Publishres.
- Van Lenteren JC and Bueno VH, 2003. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *BioControl* 48: 123-139.
- Van Lenteren JC, Hale A, Klapwijk J, Van Schelt, J and Steinberg S, 2003. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. Pp. 265-303 In: Lenteren JC (eds). *Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures*. Kluwer Academic Publishres.
- Van Steenis MJ and EI-Khawass KAMH, 1995. Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 76: 121-131.
- Volkl W and Stechmann DH, 1998. Parasitism of the black bean aphid (*Aphis fabae*) by *Lysiphlebus fabarum* (Hym., Aphidiidae): the influence of host plant and habitat1. *Journal of Applied Entomology* 122: 201-206.
- Wellings PW, Morton R and Hart PJ, 1986. Primary sex-ratio and differential progeny survivorship in solitary haplodiploid parasitoids. *Ecological Entomology* 11: 341-348.
- 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: 389-395.
- Zikic V, Stankovic SS, Milosevic MI, Petrovic-Obradovic O, Petrovic A, Stary P and Tomanovic Z, 2015. First detection of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiinae) in Serbia: an introduced species invading Europe? *North-western Journal of Zoology* 11: 97-101

Evaluation of the Efficiency of Parasitoid Wasp, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hym., Braconidae), Reared on *Aphis fabae* Scopoli, Against the Melon Aphid, *Aphis gossypii* Glover

A Almasi¹, A Rasekh^{2*}, M Esfandiari², M Askari Seyahoei³ and M Ziaee⁴

¹Ph.D. Student, Associate, Associate and Assistant Professors, Respectively, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

²Assistant Professor, Division of Plant Protection Research, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran.

*Corresponding author: a.rasekh@scu.ac.ir

Received: 1 July 2016

Accepted: 23 April 2017

Abstract

The melon aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), is one of the most important pests causes damage to vegetable both in fields and greenhouses. The biological characteristics related to the efficiency of natural enemies are considered as quality control indices for preliminary screening, prior to release of biological control agents. In this study some biological characters including parasitism rate, emergence rate, and sex ratio of a sexual strain of the parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall), was evaluated for individuals that were reared on different stages of *A. gossypii*. Furthermore, important factors related to offspring fitness (body length, developmental time, fecundity, and longevity) were surveyed. Results revealed that, *L. fabarum* could successfully parasitize all the nymphal instars of the melon aphid. With the exception of egg size, all other characteristics were significantly affected by host stage. Wasps emerged from the second and third instars had higher fitness than the other stages. Consequently, *L. fabarum* may be considered as an effective biological control agent of the melon aphid, although these results need to be confirmed by further field and greenhouse studies.

Keyword: Biological characteristics, Body size, Cucumber plant, Instar stages, Quality control.