

مرفولوژی، بیولوژی، کارآیی و خصوصیات رفتاری زنبور پارازیتوئید (*Eretmocerus mundus*) روی سفید بالک *Bemisia argentifoli*

*حسن قهاری^۱ و هادی استوان^۲

^۱اعضای هیأت علمی گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری، گروه گیاه پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
تاریخ دریافت: ۸۱/۲/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۵/۵

چکیده

مرفولوژی، بیولوژی، کارآیی و خصوصیات رفتاری زنبور پارازیتوئید (*Eretmocerus mundus* Mercet) روی *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring در اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. طول بدن حشرات کامل نر و ماده به ترتیب 0.68 ± 0.01 و 0.78 ± 0.04 میلی متر تعیین گردید. کلاوا در حشرات ماده ۸-۷ ولی در نرها ۱۰۰-۸۰ عدد عضو حسی دارد. هفت مرحله زیستی شامل تخم، سه سن لاروی، پیش شفیره، شفیره و حشره کامل برای این پارازیتوئید شناسایی گردید. زنبور *E. mundus* پوره‌های سنین دوم و سوم میزبان را بیش از سنین دیگر جهت پارازیتسم ترجیح داد. پارازیتوئید در زیر بدن پوره‌ی میزبان تخم‌گذاری کرده و لارو سن اول پس از خروج از تخم وارد بدن پوره‌ی میزبان شده و به صورت داخلی به رشد و نمو خود ادامه می‌دهد. طول دوره رشدی مراحل مختلف زیستی زنبور از تخم تا شفیره به ترتیب 3.91 ± 0.58 ، 1.83 ± 0.42 ، 3.58 ± 0.58 ، 5.08 ± 0.2 ، 3.5 ± 0.54 و 8.33 ± 1.08 روز تعیین گردید. در بین انواع رژیم‌های غذایی، تغذیه‌ی میزبانی با همولنف میزبان و محلول ۱۵ درصد آب و عسل بیشترین تأثیر را در افزایش طول عمر و کارآیی پارازیتوئید داشت. طول عمر و باروری ماده‌های جفتگیری کرده بیشتر از ماده‌های باکره بود. زنبور *E. mundus* در حالت بکرزایی فقط نتاج نر تولید نمود. نسبت جنسی زنبور در پرورش آزمایشگاهی ۱:۱ و در طبیعت در ماه‌های مختلف سال و بر روی میزبان‌های گیاهی مختلف، متفاوت بود، اما نسبت ماده‌ها همواره بیشتر از نرها و حداکثر آن روی گیاهان شاه‌پسند درختی و پیچیک صحرایی در اواسط مهرماه تعیین گردید. زنبور *E. mundus* در صورت داشتن تعداد کافی میزبان، از سوپرپارازیتسم اجتناب می‌کند. برای این پارازیتوئید در منطقه اصفهان، هیپرپارازیتوئید فعال شناسایی نگردید.

واژه‌های کلیدی: پارازیتوئید، *Eretmocerus mundus*، *Bemisia argentifolii*، ترجیح میزبانی، رژیم غذایی

مقدمه

نشان می‌دهد که این امر مشکل مبارزه با این آفت را حادثر نموده است (هودل و همکاران، ۱۹۹۷). عوامل کنترل بیولوژیک و به خصوص زنبور *E. mundus* با پرازیته نمودن مراحل زیستی نابالغ سفید بالک‌ها و از جمله گونه‌ی *B. argentifolii* نقش مؤثری در کاهش خسارت این آفات دارند (جرلینگ و فولتین، ۱۹۸۷). با توجه به اینکه تحقیقات انجام شده بر روی زنبورهای *E. mundus* پرورش یافته در *B. argentifolii* بسیار معدود می‌باشد و در کشور ایران هیچ گونه بررسی در این رابطه انجام نشده بود، بنابراین لزوم انجام این تحقیق بسیار ضروری نمود تا با شناخت هر چه دقیق‌تر بیواکولوژی و کارایی زنبور *E. mundus*، زمینه‌های لازم جهت تولید بیوفابریک آن در برنامه‌های کنترل بیولوژیک و مدیریت تلفیقی آفات و با هدف توسعه‌ی کشاورزی پایدار فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

ترجیح میزبانی زنبور *E. mundus* روی سنین مختلف پورگی *B. argentifolii* در شرایط غیر انتخابی: بیست و چهار عدد گلدان پلاستیکی به قطر دهانه‌ی ۱۸ و عمق ۱۳ سانتی‌متر هر یک محتوی یک عدد قلمه‌ی ۸-۶ برگی شاه پسند درختی (*Lantana camara*) محصور در قفس‌های استوانه‌ای شفاف به قطر دهانه‌ی ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر در داخل انکوباتوری با دمای 24 ± 1 درجه‌سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه روز قرار داده شدند. هر قفس حاوی یکی از مراحل رشدی از پوره‌ی سن اول تا شفیره‌ی میزبان به تعداد ۱۰۰ عدد بود. پنج جفت زنبور نر و ماده‌ی *E. mundus* که به تازگی از میزبان‌های خود در پرورش آزمایشگاهی خارج شده بودند، داخل هر قفس رها و ۴۸ ساعت بعد تمام زنبورها از قفس‌ها خارج گردیدند. آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و در چهار تکرار و بدون حق انتخاب بین تیمارها برای پرازیتوئید انجام شد. هفتاد و دو ساعت پس از انجام آزمایش برگ‌های گیاهان قطع و با ذکر مشخصات هر تیمار داخل پتری‌های پلاستیکی با درپوش

زنبور پرازیتوئید (*Mercet* (Aphelinidae) *Eretmocerus mundus* یکی از مهمترین و کارآمدترین دشمنان طبیعی انواع سفید بالک‌ها (*Homoptera: Aleyrodidae*) می‌باشد که تقریباً در تمام مناطق آلوده به این آفات وجود دارد (هدریک و همکاران، ۱۹۹۵). سفید بالک‌ها آفاتی با انتشار جهانی هستند که با تغذیه از شیرهی آوندی گیاهان میزبان، انتقال عوامل بیماریزای ویروسی و ترشح عسلک فراوان خسارت شدیدی به انواع گیاهان زراعی و زینتی و نیز درختان مثمر و غیر مثمر وارد می‌آورند (جرلینگ، ۱۹۹۰). با توجه به عدم موفقیت مبارزه‌ی شیمیایی در کنترل سفید بالک‌ها، استفاده از انواع دشمنان طبیعی علیه این گروه از آفات در سال‌های اخیر اهمیت زیادی پیدا کرده است. اغلب پرازیتوئیدهای سفید بالک‌ها به خانواده *Aphelinidae* تعلق دارند که خانواده کوچکی از بالا خانواده‌ی *Chalcidoidea* است و دارای ۴۴ جنس و حدود ۱۰۰۰ گونه می‌باشد. در بین جنس‌های مختلف این خانواده جنس *Eretmocerus* Haldeman، ۱۸۵۰ پرازیتوئید اختصاصی عسلک پنبه، *Bemisia tabaci* Gennadius محسوب می‌گردد، به‌طوری‌که در بین ۲۷ گونه زنبور پرازیتوئید عسلک پنبه، مؤثرترین نقش را در کاهش تراکم جمعیت این آفت ایفا می‌نماید (رز و زولنروویچ، ۱۹۹۷). عسلک پنبه یکی از مهمترین آفات پنبه در ایران و بسیاری از کشورهای جهان محسوب می‌شود و دارای بیوتیپ‌های مختلفی است که این بیوتیپ‌ها از نظر توان انتقال عوامل بیماریزای ویروسی، ایجاد گیاه‌سوزی در گیاهان میزبان، میزان عسلک دفع شده، قدرت باروری، دامنه‌ی میزبانی و سایر عوامل بیولوژیک و اکولوژیک با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند (پربینگ و همکاران، ۱۹۹۲؛ براون و همکاران، ۱۹۹۵). مهمترین بیوتیپ عسلک پنبه، بیوتیپ "B" یا *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring است که از ایران نیز گزارش گردیده است (قهاری و حاتمی، ۱۳۷۹). این آفت به دلیل چند نسلی بودن و دامنه‌ی میزبانی بسیار وسیع در کوتاه مدت به انواع سموم شیمیایی مقاومت

گردید و مطالعات شکل‌شناسی و زیست‌شناسی این پارازیتوئید انجام شد. به منظور مطالعه‌ی طول دوره‌ی تکاملی یا رشد و نمو زنبور، روزانه تعداد ۲۰ عدد پوره‌ی پارازیت شده‌ی سن سوم میزبان توسط سوزن‌های ظریف در زیر بینوکولر با بزرگنمایی ۲۵۰ برابر شکافته شد و طول دوره‌ی رشد و نمو هر یک از مراحل زیستی و خصوصیات رفتاری مراحل نابالغ پارازیتوئید مورد بررسی قرار گرفت. تعداد سنین لاروی و خصوصیات مرفولوژیک هر یک از مراحل زیستی پارازیتوئید از تخم تا حشره‌ی کامل با اندازه‌گیری طول و عرض بدن به وسیله‌ی استرئوسکوپ در ۱۰ تکرار بررسی گردید. مطالعات مقایسه‌ای نیز روی پوسته‌ی پوره‌های پارازیت شده و پارازیت نشده یا سالم میزبان به منظور بررسی علائم ظاهری پارازیتسم انجام شد. از حشرات کامل زنبور اسلاید میکروسکوپی تهیه و اندازه‌ی طول بدن و عرض کپسول سر تعیین گردید. طی انجام این آزمایش و نیز سایر آزمایشات، خصوصیات رفتاری مراحل زیستی نابالغ و حشرات کامل زنبور در آزمایشگاه در زیر استرئوسکوپ و در گلخانه با استفاده از هدلنز یا ذره‌بین مورد توجه قرار گرفت.

بررسی تأثیر انواع رژیم‌های غذایی بر طول عمر زنبورهای نر و ماده (باکره و جفتگیری کرده) *E.mundus*: تعداد ۳۶ عدد پتری پلاستیکی با درپوش منفذدار به قطر ۱۰ و عمق ۲ سانتی‌متر هر یک محتوی یک عدد زنبور ماده تازه خارج شده و باکره در یک انکوباتور قرار داده شدند. تیمارهای غذایی داخل پتری‌ها شامل محلول ۱۵ درصد آب و عسل، محلول ۱۵ درصد ساکارز، عسلک تولید شده توسط میزبان، سفیره‌های میزبان جهت تغذیه‌ی پارازیتوئید از همولنف، آب مقطر و شاهد (بدون ماده‌ی غذایی) بودند. در بدنه پتری‌های محتوی آب و ماده‌ی غذایی سوراخی به قطر ۱/۵ سانتی‌متر جهت تعویض مواد غذایی تعبیه گردید که در سایر مواقع جهت جلوگیری از خروج زنبورها با پنبه مسدود شده بود. در تمام تیمارها به غیر از تیمارهای عسلک، همولنف و شاهد، مواد غذایی از طریق یک قطعه اسفنج بسیار کوچک در اختیار زنبور قرار گرفت. مواد

منفذدار قرار گرفته و به داخل انکوباتور دیگر با شرایط مشابه انکوباتور قبلی منتقل گردیدند. حدود سه روز بعد که مصادف با ظهور لاروهای پارازیتوئید درون پوره‌های عسلک پنبه می‌باشد، با استفاده از سوزن‌های بسیار ظریف، پوره‌ها در یک قطره آب مقطر در زیر بینوکولر با بزرگنمایی ۲۵۰ برابر شکافته شده و پوره‌های پارازیت شده شمارش گردیدند. در پایان از داده‌های به‌دست آمده شامل تعداد پوره‌های پارازیت شده و پارازیت نشده یا سالم، با استفاده از نرم‌افزار SAS (۱۹۹۴) تجزیه و تحلیل آماری به عمل آمد.

ترجیح میزبانی زنبور *E. mundus* روی سنین مختلف پورگی *B. argentifolii* در شرایط انتخابی: در گلخانه‌ای به ابعاد ۱۵×۵×۳ متر و با شرایط دمایی، رطوبتی و روشنایی مشابه آزمایش قبل، چهار عدد قفس چوبی به ابعاد ۱×۱×۱ متر که هر یک با پارچه‌ی توری ۷۰ مش از تمام جهات پوشیده شده بود، بر روی سکوهای فلزی قرار داده شدند. داخل هر قفس ۶ عدد گلدان محتوی قلمه‌های شاه‌پسند درختی قرار گرفت. هر یک از گلدان‌ها حاوی یکی از مراحل رشدی میزبان از پوره‌ی سن اول تا سفیره به تعداد ۱۰۰ عدد بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و در چهار تکرار و با حق انتخاب بین تیمارها برای پارازیتوئید انجام شد. به ازای هر گلدان ۵ جفت زنبور نر و ماده و در مجموع ۳۰ جفت زنبور در هر قفس رها و ۴۸ ساعت بعد گلدان‌ها به قفس‌های ایزوله‌ی دیگر با مشخصات فوق منتقل گردیدند. سایر مراحل اجرایی این آزمایش مشابه آزمایش قبل انجام شد.

بررسی مرفولوژی و زیست‌شناسی زنبور *E.mundus* پرورش‌یافته در *B. argentifolii*: براساس نتایج آزمایش‌های ترجیح میزبانی و نیز مطالعات انجام شده توسط آل‌منصور (۱۳۷۲)، طالبی (۱۳۷۷) و هدریک و همکاران (۱۹۹۶)، سن سوم پورگی *B. tabaci* (*B. argentifolii* در تحقیق حاضر) مناسب‌ترین مرحله برای پارازیتسم تعیین گردید، بنابراین در شرایط مشابه آزمایش ترجیح میزبانی، اقدام به رهاسازی زنبور پارازیتوئید روی پوره‌ی سن سوم *B. argentifolii*

غذایی هر ۱۲ ساعت تعویض می شدند. در تیمار عسلک یک عدد برگ شاهپسند درختی محتوی ۴۰ عدد حشره‌ی بالغ *B. argentifolii* مورد استفاده قرار گرفت. در تیمار مربوط به تغذیه‌ی میزبانی نیز یک عدد برگ شاهپسند درختی محتوی ۳۰ عدد شفیره‌ی میزبان در داخل یک پتری قرار گرفت. این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و در شش تکرار انجام شد. تعیین دقیق طول عمر پارازیتوئیدها با بازدهی‌های منظم ۸ ساعته صورت گرفت. به منظور بررسی تأثیر انواع رژیم‌های غذایی بر طول عمر ماده‌های جفتگیری کرده و نیز نرهای زنبور، مشابه آزمایش فوق انجام شد، با این تفاوت که در تمام تیمارها یک جفت زنبور نر ماده که به تازگی از میزبان خارج شده بودند داخل هر پتری رها گردید. در پایان با تجزیه و تحلیل آماری، تأثیر جفت‌گیری بر طول عمر ماده‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مقایسه میزان تخمگذاری ماده‌های جفتگیری کرده و ماده‌های باکره‌ی زنبور *E. mundus* به‌منظور بررسی نقش جفتگیری در میزان تخمگذاری یا قدرت باروری زنبور *E. mundus* از ۱۶ عدد قفس استوانه‌ای شفاف با مشخصات آزمایش ترجیح میزبانی هر یک حاوی یک عدد قلمه شاهپسند درختی آلوده به ۱۰۰ عدد پوره سن سوم *B. argentifolii* استفاده شد. در ۸ عدد از قفس‌ها در هر کدام یک جفت زنبور نر و ماده و در ۸ قفس دیگر یک عدد ماده جفتگیری نکرده زنبور رهاسازی و به مدت ۴۸ ساعت در مجاورت میزبان قرار گرفتند. سایر مراحل اجرایی این آزمایش یعنی جدا کردن برگ‌های حاوی پوره‌های پارازیت شده‌ی میزبان و انتقال آنها به داخل انکوباتور، شکافتن پوره‌های میزبان و تجزیه و تحلیل آماری مشابه آزمایش اول انجام شد.

بررسی پدیده‌ی بکرزایی در زنبور *E. mundus* به‌منظور بررسی پدیده‌ی بکرزایی در زنبور *E. mundus* شش عدد گلدان حاوی بوته‌های شاهپسند درختی محصور در قفس‌های استوانه‌ای شفاف در یک انکوباتور با شرایط مشابه آزمایشات قبل قرار داده شد. با توجه به ترجیح میزبانی سن سوم پورگی *B. argentifolii* توسط

E. mundus و به منظور در اختیار داشتن پوره‌های سن سوم میزبان، ده عدد ماده‌ی جفتگیری کرده‌ی سفید‌بالک در هر یک از قفس‌ها رها و ۲۴ ساعت بعد خارج شدند. با ظهور پوره‌ی سن سوم میزبان، در هر قفس ۱۰ عدد زنبور ماده‌ی تازه خارج شده و باکره رها و ۴۸ ساعت بعد خارج شدند. با ظهور حشرات کامل زنبور، به‌منظور سهولت در جمع‌آوری و تعیین جنسیت آنها، دم‌ای انکوباتور از 24 ± 1 به ۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. در پایان حشرات جمع‌آوری شده در هر تکرار با قلم‌مو جدا و داخل الکل ۷۰ درصد قرار داده شدند. سپس جنسیت آنها در زیر بینوکولر تعیین گردید.

تعیین نسبت جنسی زنبور پارازیتوئید *E. mundus* در شرایط طبیعت و آزمایشگاه: برای این منظور تعداد ۷ میزبان گیاهی شامل شاهپسند درختی، پیچک صحرائی (*Convolvulus arvensis*)، گاو پنبه (*Vicina*)، رز (*Rosa sp.*)، انار (*Punica granatum*)، نارنج (*Citrus aurantium*)، و ختمی چینی (*Althea sp.*) انتخاب و نمونه‌برداری از فروردین تا آذر در اول و پانزدهم هر ماه انجام شد. به این ترتیب هر ماه دو بار نمونه‌برداری و در هر نوبت تعداد ۳ بوته یا درخت و از هر گیاه ۹ برگ از قسمت‌های پائینی، میانی و انتهایی جمع‌آوری شد و داخل پتری‌های پلاستیکی با درپوش منفذدار قرار گرفته و پس از ثبت مشخصات مربوطه تا خروج حشرات کامل پارازیتوئید داخل انکوباتور با شرایط مشابه آزمایش اول قرار گرفت. حشرات کامل خارج شده در هر تکرار به‌طور جداگانه تعیین جنسیت گردیدند. همچنین نسبت جنسی زنبور در شرایط آزمایشگاه نیز طی چندین نوبت نمونه‌برداری تعیین گردید.

نتایج و بحث

ترجیح میزبانی زنبور *E. mundus* روی سنین مختلف پورگی *B. argentifolii* در شرایط غیرانتخابی و انتخابی: نتایج آزمایش مربوط به ترجیح میزبانی زنبور پارازیتوئید *E. mundus* در روش غیرانتخابی نشان داد که این پارازیتوئید پوره‌های سنین دوم و سوم

B. argentifolii را نسبت به سایر مراحل زیستی ترجیح داده و اختلاف با سایر تیمارها در سطح آماری ۱ درصد معنی دار است. پورهی سن چهارم در مرحلهی بعدی از نظر ترجیح میزبانی قرار داشت ($F=58/4$ ، $df=5$ و 18 ، $P<0/01$ ، $CV=9/5$ ، شکل ۱). در شرایط انتخابی، پارازیتوئید پورهی سن سوم میزبان را ترجیح داده و پوره‌های سنین دوم و چهارم در مراحل بعدی قرار دارند ($F=95/6$ ، $df=5$ و 18 ، $P<0/01$ ، $CV=11/43$ ، شکل ۲). نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که درصد پارازیتیسیم در تیمارهای مربوط به روش غیر انتخابی بیشتر از تیمارهای روش انتخابی بود که دلیل این امر این است که در روش غیر انتخابی، پارازیتوئید فاقد حق انتخاب بوده و به ناچار مراحل زیستی نامطلوب میزبان را نیز پارازیت می‌نماید اما در روش انتخابی وجود مراحل زیستی مناسب در کنار مراحل زیستی نامناسب موجب عدم توجه و جلب زنبور به این میزبان‌های نامطلوب گردیده است. ترجیح میزبانی زنبور *E. mundus* روی مراحل مختلف رشدی *B. tabaci*، به دو روش مستقیم و غیرمستقیم توسط فولتین و جرلینگ (۱۹۸۵) مورد مطالعه قرار گرفت. روش مستقیم براساس مشاهدهی پارازیتوئیدهای در حال تخم‌گذاری در زیر بدن مراحل زیستی میزبان و سپس مشاهدهی تخم پارازیتوئید در زیر استرئوسکوپ از طریق برگرداندن پوره‌های میزبان بود. در روش غیر مستقیم سنین مختلف پورگی میزبان به مدت ۲۴ ساعت در اختیار ماده‌های پارازیتوئید قرار گرفته و سپس ترجیح مراحل زیستی مختلف میزبان توسط پارازیتوئید تعیین گردید. نتایج این مطالعه با گزارش‌های طالبی (۱۳۷۷)، جرلینگ و فولتین (۱۹۸۷) و جونز و گرین‌برگ (۱۹۹۸) مبنی بر ترجیح تخم‌گذاری *E. mundus* روی پوره‌های سنین دوم و سوم عسلک پنبه مطابقت دارد.

با توجه به اینکه بطور کلی ترجیح مراحل زیستی اولیهی یک آفت توسط یک دشمن طبیعی، از نظر کنترل بیولوژیک یک مزیت مهم محسوب می‌گردد، بنابراین زنبور *E. mundus* با پارازیت نمودن پوره‌های سنین دوم و سوم *B. argentifolii* نقش مهمی در جلوگیری از

افزایش تراکم جمعیت آفت به سطح زیان اقتصادی بر عهده دارد. مقایسه‌ی بین داده‌های به دست آمده از شرایط انتخابی و غیرانتخابی بیانگر اختلافات در نتایج دو شرایط مذکور می‌باشد که علت این اختلاف‌ها، تفاوت در اندازه‌ی فضای آزمایش، تعداد و طول عمر پارازیتوئیدهای رهاسازی شده و به خصوص روش اجرای آزمایش می‌باشد. به طوری که در شرایط آزمایشگاه سنین پورگی یا تیمارها تفکیک شدند و پارازیتوئیدها فاقد حق انتخاب بودند در حالی که در شرایط گلخانه به دلیل عدم تفکیک سنین پورگی، طیف وسیع‌تری از میزبان‌های سنین مختلف به صورت حضور تمام سنین پورگی روی یک گیاه در اختیار زنبورها قرار داشته و پارازیتوئیدها دارای حق انتخاب بودند. در رابطه با نقش ابعاد فضای آزمایش، به طور کلی کنترل بیولوژیک در فضاهای کوچک از ثبات کمی برخوردار است که دلیل این بی‌ثباتی نوسان شدید تغییرات تراکم میزبان به تراکم پارازیتوئید در فضاهای کوچک است و در تراکم‌های بسیار زیاد پارازیتوئید به میزبان، تغذیه میزبانی و سوپرپارازیتیسیم^۱ افزایش می‌یابد که علاوه بر از بین رفتن میزبان به از بین رفتن خود پارازیتوئید نیز منجر می‌گردد. در حالی که در فضاهای بزرگتر و نسبت‌های رهاسازی مناسب پارازیتوئید به میزبان، پناهگاه‌هایی برای میزبان در برابر پارازیتوئیدها وجود خواهد داشت که تغییرات میزبان به پارازیتوئید از ثبات به مراتب بیشتری برخوردار است (هودل و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین بر اساس عقیده‌ی فرانس و مونت‌فورت (۱۹۸۷) تأثیر متقابل بین تراکم سفید بالک و درصد پارازیتیسیم در یک مدت زمان معین بیانگر واکنش تابعی نوع دوم می‌باشد. بنابراین میزان تراکم سفید بالک نیز عامل مهمی در پارازیتیسیم محسوب می‌گردد زیرا برگ‌هایی از گیاه میزبان با تراکم بسیار بالا از جمعیت آفت، دارای میزان عسلک دفع شده‌ی زیاد خواهند بود که روی فعالیت قدم زدن و رفتار جستجوگری پارازیتوئید و در نهایت درصد پارازیتیسیم تأثیر می‌گذارد. همچنین در صورتی که گیاه میزبان دارای کرک‌های ریز و فراوان باشد، به دلیل چسبیدن شاخک زنبور در بین کرک‌های

آغشته به عسلک میزبان و کاهش شدید فعالیت قدم زدن و رفتار جستجوگری، کارایی پارازیتوئید به طور معنی داری کاهش می یابد (هودل و همکاران، ۱۹۹۸ b). بنابراین با توجه به تأثیر نوع میزبان گیاهی روی درصد پارازیتیسیم *E. mundus* (هدریک و همکاران، ۱۹۹۶) و تفاوت در نوع میزبان گیاهی در این تحقیق با مطالعات سایر محققین، اختلافات جزئی موجود براساس درصد پارازیتیسیم، در نتایج این بررسی با برخی منابع علمی مورد انتظار بود. با توجه به موارد مذکور پیشنهاد می شود به منظور تولید بیوفابریک زنبور *E. mundus* از پورهی سن سوم *B. argentifolii* با تراکم مناسب در واحد سطح و نیز از گیاهان کم کرک استفاده گردد تا راندمان تولید محصول افزایش یابد.

شکل شناسی و زیست شناسی زنبور *E. mundus*
 حشرات کامل نر و ماده زنبور *E. mundus* به ترتیب به طول متوسط 0.68 ± 0.01 و 0.78 ± 0.04 ، و با عرض کپسول سر 0.22 ± 0.01 و 0.24 ± 0.02 می باشند. رنگ عمومی بدن در جنس ماده به طور کامل زرد لیمویی در حالی که در جنس نر، سطح پشتی بدن و شاخک به ترتیب سیاه و قهوه ای روشن اما سایر قسمت های بدن زرد روشن است. حشرات کامل نر و ماده از روی تعداد مفاصل شاخک شناسایی می شوند. شاخک ماده ها ۵ مفصلی و دارای دو فونیکول، در حالی که شاخک نرها سه مفصلی و فاقد فونیکول می باشد. قسمت کلاوا در شاخک ماده ها کوتاه و دارای ۷-۸ عدد عضو حسی بسیار کوچک می باشد اما کلاوا در حشرات نر طول تر و پوشیده از ۱۰۰-۸۰ عدد عضو حسی است که احتمالاً در جفت یابی نقش مهمی ایفا می نمایند. بررسی های تاکسونومیک در مورد نمونه های جمع آوری شده از نقاط مختلف استان اصفهان نشان داد که رنگ چشم های مرکب در اغلب جمعیت های این گونه قرمز تیره و در موارد معدود به طور کامل سیاه و یا سبز تیره است که به این ترتیب زنبور پارازیتوئید *E. mundus* تغییرات مرفولوژیک درون گونه ای نشان می دهد که بیانگر بیوتیپ های مختلف می باشد. نتایج این مطالعه با گزارش گمیل (۱۹۶۹) مبنی بر اینکه رنگ چشم های مرکب در

حشرات کامل نر و ماده ی *E. mundus* منحصرأ سبز متالیک می باشد، مطابقت ندارد اما با گزارش آل منصور (۱۳۷۲) در مورد جمعیت های مناطق مختلف استان فارس مطابقت نسبی دارد. شکل تخم در زنبور *E. mundus* لویبایی و میانگین طول و عرض آن به ترتیب 0.12 ± 0.01 و 0.05 ± 0.01 میلی متر می باشد. تخم های زنبور *E. mundus* در زیر بدن پورهی میزبان و نزدیک محلی که خرطوم پوره ها در بافت برگ فرو می رود، گذاشته می شوند. رنگ تخم های تازه گذاشته شده سفید شفاف، اما به تدریج طی رشد و نمو جنین تغییر رنگ داده و قهوه ای تیره می گردند که با توجه به تیره بودن تخم ها مشاهده مراحل تکاملی جنین به سهولت امکان پذیر نمی باشد. پس از تکمیل رشد و نمو جنین، تخم ها با یک شکاف طولی تفریخ شده و لارو سن اول زنبور خارج می گردد. لارو سن اول پس از خروج از تخم قسمت زیرین بدن میزبان را سوراخ نموده و به داخل آن نفوذ می نماید و به صورت پارازیتوئید داخلی به رشد و نمو خود ادامه می دهد. لارو سن اول گلابی شکل، شفاف و با مفصل بندی و سیستم تنفسی (منافذ تنفسی و تراشه ها) نامشخص اما با آرواره های مشخص می باشد. متوسط طول بدن لارو سن اول 0.18 ± 0.02 میلی متر است. سن دوم لاروی بیضی شکل و شفاف و با مفصل بندی نسبتاً مشخص می باشد اما سیستم تنفسی آن نامشخص است. طول بدن لارو سن دوم به طور متوسط 0.37 ± 0.02 میلی متر می باشد. لارو سن سوم دارای سه ناحیه ی مشخص شامل سر، سینه و شکم بوده و منافذ تنفسی به طور کامل قابل روئیت می باشند. لارو سن سوم نیز بیضی شکل و شفاف و با میانگین طول بدن 0.57 ± 0.03 میلی متر می باشد. پیش شفیره به رنگ زرد روشن بوده و متوسط طول و عرض بدن آن به ترتیب 0.61 ± 0.04 و 0.49 ± 0.03 میلی متر تعیین گردید. در مرحله ی پیش شفیرگی پاها و شاخک ها نسبتاً رشد یافته و مشخص هستند اما تفکیک جنس های نر و ماده در مرحله ی پیش شفیرگی امکان پذیر نمی باشد. شفیره ی زنبور *E. mundus* در ابتدا زرد تیره اما در مراحل انتهایی قهوه ای مایل به قرمز است. چشم های مرکب قرمز تیره و یا سیاه، پاها و

شاخک‌ها در این مرحله به‌طور کامل رشد کرده و جنس‌های نر و ماده قابل تمایز هستند. در مرحله‌ی شفیرگی زنبور، محتویات بدن پوره‌ی سفید‌بالک میزبان به دلیل تغذیه لارو پارازیتوئید کاملاً خالی و خشک شده و حشرات کامل زنبور با جویدن قسمت پشتی قفس سینه‌ی میزبان از آن خارج می‌گردند.

مقایسه‌ی پوره‌های پارازیت‌شده با پوره‌های غیر پارازیت‌شده نشان داد که پارازیت‌سیسم باعث تغییر رنگ در پوره‌های میزبان می‌گردد که بر اساس گزارش جربلینگ (۱۹۹۰)، علت تیره شدن یا ملانیزاسیون پوسته‌ی پورگی میزبان، غشاء یا پیله‌ای است که لارو سن آخر پارازیتوئید تشکیل می‌دهد. به‌علاوه پوره‌های پارازیت‌شده متورم‌تر از پوره‌های غیر پارازیت‌شده می‌باشند. تمایز بین پوره‌های پارازیت‌شده و غیر پارازیت‌شده در اوایل پارازیت‌سیسم امکان‌پذیر نبوده اما یک هفته بعد با تغییر رنگ و شکل میزبان تفکیک آنها میسر است. شکل سوراخ خروجی در پوره‌های پارازیت‌شده به شکل دایره با قطر متوسط 0.25 ± 0.02 میلی‌متر اما در پوره‌های غیر پارازیت‌شده که حشره‌ی کامل سفید‌بالک از آنها خارج شده‌اند، سوراخ خروجی T شکل می‌باشد. جمع‌آوری پوره‌های پارازیت‌شده‌ی *B. argentifolii* در فصول مختلف سال و از روی گیاهان مختلف و شکافتن آنها در آزمایشگاه نشان داد که در تمام موارد فقط یک عدد لارو یا سایر مراحل زیستی نابالغ پارازیتوئید در داخل بدن میزبان وجود داشت. با پرورش جداگانه‌ی پوره‌های پارازیت‌شده‌ی میزبان در شرایط مناسب، فقط یک عدد پارازیتوئید از هر میزبان خارج گردید که گونه‌ی *E. mundus* و یا *Encarsia spp.* بودند. به این ترتیب زنبور *E. mundus* در شرایط طبیعی به میزان ۱۰۰ درصد از پدیده‌های سوپرپارازیت‌سیسم و خود - سوپرپارازیت‌سیسم اجتناب می‌نماید و از طرف دیگر هیپرپارازیتوئید فعالی برای این پارازیتوئید در منطقه‌ی اصفهان شناسایی نگردید که عدم هیپرپارازیتوئیدها برای این پارازیتوئید احتمالاً باعث افزایش کارایی آن در منطقه‌ی مذکور می‌شود.

در پژوهش حاضر، طول دوره‌ی رشد و نمو زنبور *E. mundus* از تخم تا شفیره حدود ۲۶ روز تعیین

گردید، بطوری که طول دوره‌ی رشد و نمو برای تخم، لاروهای سنین اول تا سوم، پیش شفیره و شفیره به‌ترتیب $3/91 \pm 0/58$ ، $1/83 \pm 0/42$ ، $3/58 \pm 0/58$ ، $5/08 \pm 0/2$ ، $3/50 \pm 0/54$ و $8/33 \pm 1/08$ روز به‌دست آمد. نتایج حاصل از بررسی طول دوره‌ی رشد و نمو زنبور *E. mundus* با گزارش آل‌منصور (۱۳۷۲) و پاول و بیلاس (۱۹۹۲) به‌دلیل تفاوت در گونه‌ی سفید‌بالک میزبان (دیواین و همکاران، ۲۰۰۰)، بیوتیپ زنبور پارازیتوئید، نوع گیاه میزبان (بوترل و همکاران، ۱۹۹۸) و شرایط محیطی مطابقت کامل ندارد.

بررسی طول دوره‌ی رشد و نمو مرحله‌ی جنینی زنبور *E. mundus* نشان داد که طول دوره‌ی رشد و نمو مرحله‌ی جنینی به مرحله‌ی زیستی میزبان بستگی دارد به طوری که طول دوره‌ی رشد و نمو جنینی در پوره‌های سنین اولیه‌ی میزبان به مراتب طولانی‌تر از شرایطی است که پوره‌های مسن‌تر *B. argentifolii* پارازیت‌شده‌ی آنها در این رابطه طول دوره‌ی رشد و نمو جنینی زنبور در پوره‌های سنین اول و دوم $5/5 \pm 2/1$ و در پوره‌های سنین سوم و چهارم $3/4 \pm 0/28$ روز تعیین گردید.

بر اساس مشاهدات، رفتارهای جفتگیری زنبور پارازیتوئید *E. mundus* شامل ۸ مرحله مشخص می‌باشد که عبارتند از تماس شاخکی، سوار شدن بر پشت ماده، حرکات شاخکی پس از سوار شدن، جفتگیری، جدا شدن، سوار شدن مجدد، یکسری حرکات و رقص‌های پس از جفتگیری و جدا شدن نهایی، که مجموع مراحل جفتگیری حدود یک تا دو دقیقه به طول می‌انجامد. رفتار تخمگذاری این پارازیتوئید نیز طی مراحل خاصی انجام می‌شود، به طوری که حشره‌ی ماده در ابتدا ضمن راه رفتن، شاخک‌های خود را مرتب بالا و پائین می‌برد و پس از رسیدن به میزبان متوقف می‌شود و با شاخک‌های خود عمل ضربه زدن روی پوره‌ها را آغاز می‌نماید و گاهی ضمن ضربه زدن، در اطراف پوره حرکت می‌کند. پارازیتوئید در بسیاری از مواقع پس از ضربات شاخکی، میزبان خود را ترک می‌نماید که بر اساس گزارش هودل و همکاران (۱۹۹۸b)، دلیل این امر نامناسب بودن میزبان می‌باشد به طوری که میزبان ممکن

است قبلاً توسط پارازیتوئید دیگری و یا همان پارازیتوئید تخمگذاری شده باشد و به این ترتیب از سوپرپارازیتسم جلوگیری می‌شود. چنانچه پذیرش میزبانی انجام شود، محور بدن زنبور نسبت به میزبان به صورت عمودی قرار گرفته، شاخک‌ها به طرف جلوی سر کشیده می‌شوند و بال‌ها نیز باز و به صورت عمودی قرار می‌گیرند. سپس زنبور با خارج نمودن تخم‌ریز خود یک تخم در زیر بدن پوره‌ی میزبان قرار می‌دهد و پس از تخمگذاری، روی بدن میزبان راه رفته و با پاهای عقبی خود ضربات متناوبی به سطح پشتی بدن میزبان می‌زند. پارازیتوئید طی ضربه زدن به پوره‌ی پارازیت شده، به طور متناوب پاهای عقبی را به قسمت زیرین و طرفین شکم خود مالش داده و مجدداً ضربه زدن را آغاز می‌نماید که دلیل این عمل احتمالاً آغشته کردن پاها به یک ماده‌ی ترش‌جی یا فرومون است که این ماده‌ی مترشحه به عنوان یک علامت نقش بسیار مؤثری در پدیده‌ی فرق‌گذاری یا تمایز بین میزبان‌های پارازیت شده و غیر پارازیت یافته می‌نماید که نتیجه‌ی این امر جلوگیری از وقوع سوپرپارازیتسم می‌باشد.

ماده‌های زنبور *E. mundus* با استفاده از تخم‌ریز خود بدن میزبان به خصوص اطراف میستوم‌ها^۱ را سوراخ نموده و از همولنف خارج شده‌ی میزبان تغذیه می‌نمایند. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده در این تحقیق تغذیه‌ی میزبانی زنبور موجب مرگ میزبان می‌شود و پارازیتوئید در چنین میزبان‌هایی که مورد تغذیه قرار گرفته‌اند، تخمگذاری نمی‌کند. به عبارت دیگر پارازیتوئید برخی میزبان‌ها را جهت تغذیه و یا بقای خود و بعضی دیگر را برای تخمگذاری یا تضمین بقای نسل خود مورد استفاده قرار می‌دهد. مشاهدات بر اساس سوراخ‌های ناشی از زخم تخم‌ریز و بقایای همولنف زرد رنگ میزبان بر روی پوسته‌ی پورگی نشان داد که تغذیه‌ی میزبانی پارازیتوئید

از پیش شفیره و شفیره احتمالاً به دلیل کمیت بیشتر و کیفیت مطلوب‌تر ترکیبات غذایی به مراتب بیشتر از سایر مراحل رشدی می‌باشد و تغذیه از پوره‌های سنین دوم و سوم در هیچ موردی مشاهده نگردید. به این ترتیب تلفات ناشی از تغذیه‌ی پارازیتوئید نیز در کاهش تراکم جمعیت *B. argentifolii* مؤثر می‌باشد.

تأثیر انواع رژیم‌های غذایی بر طول عمر زنبورهای نر و ماده (باکره و جفتگیری کرده) *E. mundus*: نتیجه آزمایش مربوط به تأثیر انواع رژیم‌های غذایی بر طول عمر زنبور *E. mundus* نشان داد که همولنف میزبان و محلول ۱۵ درصد آب و عسل بیشترین تأثیر را در افزایش طول عمر ماده‌های جفتگیری کرده ($CV=9/41, P<0/01$)، $F=108/06, df=5$ و 30 ، و ماده‌های باکره ($CV=12/69, P<0/01, F=76/68, df=5$ و 30) داشته و اختلاف آنها با سایر تیمارها در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (شکل‌های ۳ و ۴). با توجه به نتایج این بررسی می‌توان استنباط نمود که علاوه بر تغذیه‌ی میزبانی، قرار دادن محلول آب و عسل ۱۵ درصد در گلخانه‌ها باعث افزایش طول عمر و کارایی پارازیتوئیدها می‌شود. همچنین وجود عسل یا هر نوع ماده‌ی غذایی مطلوب برای این پارازیتوئید به دلیل تأمین مواد و عناصر غذایی مورد نیاز، مانع تغذیه‌ی میزبانی آن شده و این امر در افزایش میزان پارازیتسم مؤثر است، زیرا پارازیتوئید با تخم‌گذاری در تعداد بیشتری میزبان، نتایج بیشتری تولید می‌نماید که در نهایت باعث افزایش جمعیت فعال و کارآمد پارازیتوئید می‌گردد. بر اساس نتایج این بررسی اختلاف بین تیمارهای عسلک و شاهد در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود، بنابراین با توجه به اینکه زنبورها در شرایط عدم دسترسی به مواد غذایی مطلوب عمر بسیار کوتاهی دارند، پیشنهاد می‌گردد رهاسازی زنبورها که به صورت پخش برگ‌های حامل پوره‌های پارازیت شده‌ی سفید بالک انجام می‌گیرد، در مکان‌هایی با آلودگی اولیه به سفید بالک‌ها انجام شود تا عسلک تولید شده توسط سفید بالک‌ها به عنوان منبع غذایی برای پارازیتوئیدهایی که از میزبان‌ها خارج می‌شوند در دسترس آنها قرار گیرد. در غیر این صورت باید یک منبع غذایی مناسب به طور

۱- Mycetome: باکتری‌های همزیست داخلی در سفید بالک‌ها در سلول‌های تخصص یافته‌ی بنام میستوسیت وجود دارند و به صورت ساختمان‌های جفت شده بنام میستوم گروه‌بندی می‌شوند (کاستا و همکاران، ۱۹۹۶).

مصنوعی تهیه و در اختیار پارازیتوئیدها قرار داده شود تا احتمال تلف شدن پارازیتوئیدهای خارج شده در اثر عدم دسترسی به غذا، در مدت زمان کوتاه بوجود نیاید. بنابراین نتایج به دست آمده در این تحقیق که اهمیت رژیم غذایی مناسب را نشان می‌دهد، بیانگر این است که رهاسازی *E. mundus* به روش کلاسیک به دلیل وجود میزبان یا مواد غذایی مانند عسلک نتایج موفقیت‌آمیزی را به دنبال خواهد داشت، در حالی که روش دریبل که طی آن رهاسازی پارازیتوئید پیش از استقرار آفت در محیط انجام می‌گیرد، از موفقیت کمتری برخوردار است مگر آنکه به طرق گوناگون به خصوص رژیم غذایی مطلوب از پارازیتوئیدهای رهاسازی شده حمایت گردد (هودل و همکاران، ۱۹۹۷)، که این خود مستلزم صرف هزینه‌های بیشتری در مقایسه با روش کلاسیک می‌باشد. در رابطه با طول عمر زنبورهای خانواده‌ی *Aphelinidae* و از جمله گونه *E. mundus* باید به این نکته اساسی توجه داشت که طول عمر فقط به رژیم غذایی بستگی نداشته و تحت تأثیر عوامل محیطی دیگر به خصوص درجه حرارت نیز می‌باشد. به‌عنوان مثال، طول عمر زنبور *Encarsia formosa* Gahan در دماهای ۱۳، ۱۶، ۲۴ و ۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد به ترتیب ۵۳، ۳۰، ۲۲/۶ و ۹ روز می‌باشد (حاتمی و قهاری، ۱۳۸۰؛ هودل و همکاران، ۱۹۹۸). به این ترتیب بین دما و طول عمر، تا یک حد معینی همبستگی منفی وجود دارد. همچنین نتایج این بررسی نشان می‌دهد که ماده‌های جفتگیری کرده در شرایط یکسان طول عمر بیشتری در مقایسه با ماده‌های باکره و نیز نرها ($CV=13/4$ ، $P<0/01$ ، $df=5$ و $F=76/68$) داشتند (شکل ۵). در رابطه با حشرات نر، به دلیل عدم توانایی آنها در تغذیه از همولنف میزبان، محلول ۱۵ درصد آب و عسل بیشترین تأثیر را در افزایش طول عمر داشته است و با توجه به یکسان بودن ارزش غذایی تیمارهای مربوط به همولنف میزبان و عسلک، تغذیه‌ی زنبورها از عسلک تولید شده توسط پوره‌ها انجام می‌شود. با توجه به اینکه طول عمر زنبور *E. mundus* در این بررسی حدود ۱۳ روز تعیین گردید، بنابراین در رهاسازی این پارازیتوئید به خصوص به روش تلقیحی

باید توجه داشت که در روز دوازدهم پس از رهاسازی پارازیتوئید، به دلیل شروع مرگ و میر طبیعی و کاهش تراکم پارازیتوئیدهای فعال، نمونه‌برداری به منظور تعیین تراکم جمعیت به عمل آید و در صورتی که تراکم آن به دلیل مرگ و میر و یا سایر عوامل کاهش یافت، تلقیح پارازیتوئید به محیط انجام گیرد. رژیم غذایی مطلوب علاوه بر اینکه روی طول عمر تأثیر دارد، بر میزان باروری زنبورهای پارازیتوئید نیز اثرات مثبت می‌گذارد، به طوری که تعداد تخمک‌های موجود در هر اواریول در شرایط دسترسی به جیره‌ی غذایی مناسب افزایش می‌یابد. تعداد اواریول‌ها در زنبورهای خانواده‌ی *Aphelinidae* فقط به شرایط محیطی بستگی داشته و توارث هیچ نقشی در این رابطه ندارد (هودل و همکاران، ۱۹۹۸).

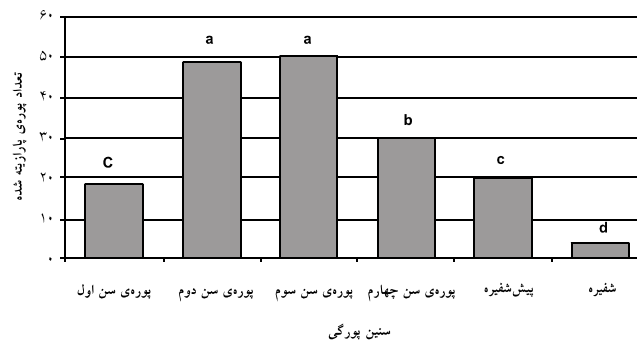
مقایسه میزان تخمگذاری ماده‌های جفتگیری کرده و ماده‌های باکره‌ی زنبور *E. mundus*. مقایسه میزان تخمگذاری ماده‌های جفتگیری کرده و ماده‌های باکره‌ی زنبور *E. mundus* نشان داد که متوسط تعداد تخم گذاشته شده توسط ماده‌های جفتگیری کرده بیشتر از ماده‌های باکره می‌باشد، به طوری که میانگین تعداد تخم‌های گذاشته شده به ازای یک ماده در یک روز برای ماده‌های جفتگیری کرده و باکره به ترتیب $8/2 \pm 0/93$ و $1/4 \pm 0/5$ عدد به دست آمد.

پدیده بکرزایی در زنبور *E. mundus*: مطالعه پدیده بکرزایی یا پارتنوز در زنبور *E. mundus* نشان داد که در شرایط آزمایشگاه تمام نتایج حاصل از ماده‌های باکره، جنس نر بودند در حالی که ماده‌های جفتگیری کرده هم نتایج نر و هم نتایج ماده تولید نمودند. نتایج حاصل از این بررسی و مقایسه‌ی آن با بکرزایی در زنبور *E. formosa* (قهاری و حاتمی، ۱۳۸۰)، نشان می‌دهد که زنبور *E. mundus* با توجه به این که ۱۰۰ درصد بکرزای ماده‌زاست و بدون وابستگی به جنس نر قادر است نسل جدید و باروری را تولید نماید، اما *E. mundus* فاقد این توانایی است. بنابراین در تولید بیوفابریک این پارازیتوئید باید به این نکته توجه داشت که هر دو جنس نر و ماده به طور توأم رهاسازی شوند تا علاوه بر تضمین بقای نسل پارازیتوئید، جمعیت کارآمدی از آن در محیط

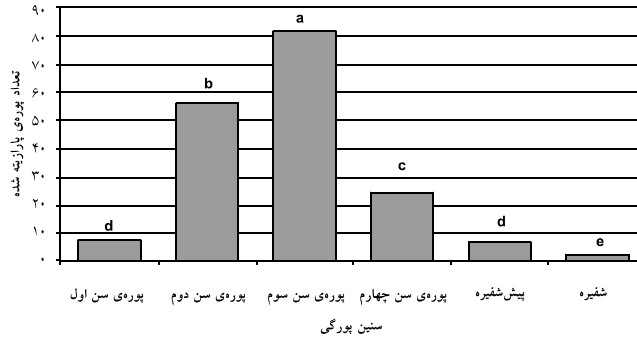
وجود داشته باشد. همچنین در فواصل زمانی مشخص نوسانات و تغییراتی در دمای محیط پرورش بوجود آید تا از روند رو به رشد نرزیایی پارازیتوئیدها جلوگیری شود (هودل و همکاران، b و a ۱۹۹۸).

نسبت جنسی زنبور *E. mundus* در شرایط طبیعت و آزمایشگاه. بررسی نسبت جنسی زنبور *E. mundus* در فصول مختلف سال و روی انواع گیاهان نشان داد که نسبت جنسی پارازیتوئید علاوه بر اینکه در فصول مختلف سال و بر حسب شرایط آب و هوایی تفاوت دارد، نوع گیاه میزبان نیز روی آن تأثیر می‌گذارد. بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق، حداکثر درصد تولید ماده‌ها در

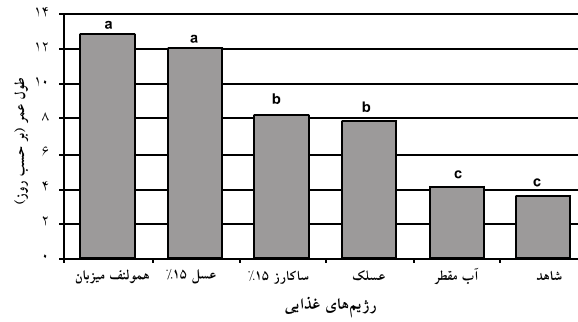
ماه مهر و بر روی گیاهان شاه‌پسند درختی و پیچک صحرایی تعیین گردید. نمونه‌برداری‌ها نشان داد که در تمام فصول سال و روی میزبان‌های گیاهی مختلف نسبت جنسی ماده بیشتر از نر بود (جدول ۱). نسبت جنسی زنبور *E. mundus* در شرایط آزمایشگاه و روی گیاه شاه‌پسند درختی ۱:۱ تعیین گردید که به این ترتیب با توجه به ثابت بودن شرایط آزمایشگاه از نظر درجه حرارت، رطوبت و طول دوره‌ی روشنایی، اهمیت بیشتر ایجاد نوسانات و تغییرات در محیط‌های پرورش آزمایشگاهی *E. mundus* به اثبات می‌رسد.



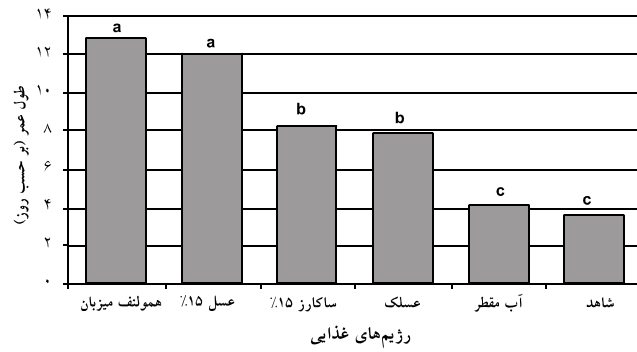
شکل ۱- ترجیح میزبانی زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* روی مراحل مختلف زیستی *Bemisia argentifolii* در شرایط غیر انتخابی.



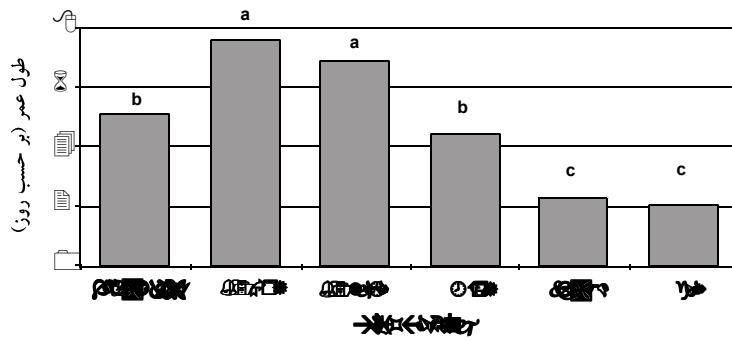
شکل ۲- ترجیح میزبانی زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* روی مراحل مختلف زیستی *Bemisia argentifolii* در شرایط انتخابی.



شکل ۳- تأثیر انواع رژیم‌های غذایی بر طول عمر ماده‌های جفتگیری کرده‌ی زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus mundus*



شکل ۴- تأثیر انواع رژیم‌های غذایی بر طول عمر ماده‌های باکره‌ی زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus mundus*



شکل ۵- تأثیر انواع رژیم‌های غذایی بر طول عمر نرهای زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus mundus*

جدول ۱- درصد ماده‌های تولید شده‌ی زنبور پارازیتوئید *E. mundus* در فصول مختلف سال و بر روی انواع میزبان‌های گیاهی.

میزبان/ ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	میانگین
رز	۵۴/۲	۵۷/۴	۶۸/۸	۷۱/۲	۷۵/۵	۷۹/۸	۷۷/۳	۷۰/۴	۶۸	۶۹/۱۷
شاه‌پسند درختی	۵۹/۷	۶۶/۲	۷۳/۹	۷۸/۶	۸۱/۳	۸۳/۲	۸۸/۶*	۸۰/۶	۷۴/۱	۷۶/۲۴
گاو پنبه	۵۵/۶	۵۸/۷	۷۳	۷۵	۷۹/۲	۸۱/۳	۸۲/۴	۸۲	۷۶	۷۳/۶۸
انار	۵۲	۵۵/۵	۶۱	۶۶/۶	۶۹/۸	۷۶/۴	۷۹/۷	۷۸/۱	۷۵/۳	۶۸/۲۶
پیچک صحرايي	۶۱/۳	۶۶/۸	۷۰/۴	۷۳/۲	۷۹	۸۲	۸۵/۱*	۷۸/۳	۷۸	۷۵/۹
نارنج	۵۸/۳	۷۰/۱	۷۶/۲	۷۹	۸۲	۸۱	۸۳	۷۷/۴	۶۹/۶	۷۵/۱
ختمی چینی	۵۸	۵۹/۷	۶۷/۱	۷۳/۵	۷۴/۸	۷۹	۸۳/۸	۸۲/۵	۸۰/۸	۷۳/۲
میانگین	۵۷	۶۲	۷۰	۷۳/۸	۷۷/۳	۸۰/۳	۸۳	۷۹/۴	۷۴/۵	-

* حداکثر درصد ماده‌های تولید شده.

شده توسط محققین مختلف نشان داده است که مکانیسم تعیین جنسیت، در تخمدان زنبور پارازیتوئید صورت می‌گیرد. کیسه‌ی اسپرم جهت باز شدن و خروج اسپرم و تلقیح تخم تحت تأثیر محرک‌های مختلفی است که این محرک‌ها ممکن است درونی و یا بیرونی باشند. عواملی مانند دما، رطوبت، طول دوره‌ی روشنایی، شدت نور و نوسانات آنها به عنوان محرک‌های خارجی در تغییرات نسبت جنسی نقش مؤثری دارند (تابر و تابر، ۱۹۸۱). محرک‌های گیاهی (کایرومون‌ها) نیز می‌توانند باعث تغییراتی در باز شدن دهانه‌ی کیسه‌ی اسپرم و در نتیجه خروج منظم و یا نامنظم اسپرم و تلقیح تخم‌ها گردند (پرایس و همکاران، ۱۹۸۰). بنابراین با توجه به اثرات تعیین کننده‌ی میزبان‌های گیاهی روی نسبت جنسی *E. mundus*، در تکثیر انبوه این پارازیتوئیدها علاوه بر توجه به شرایط محیطی و نوسانات آن در طول زمان، در انتخاب میزبان گیاهی نیز باید دقت کافی به عمل آید.

نتایج به دست آمده در این بررسی در رابطه با درصد ماده‌های تولید شده در فصول مختلف سال و بر روی انواع میزبان‌های گیاهی با گزارش امین (۱۳۷۷) در استان فارس و تافیک و همکاران (۱۹۷۸) در کشور مصر مطابقت نسبی دارد و اندک اختلاف موجود در نسبت جنسی پارازیتوئید، مربوط به تفاوت در شرایط آب و هوایی، نوع گیاه میزبان و نیز بیوتیپ زنبور پارازیتوئید و سفید بالک میزبان می‌باشد. بر اساس نتایج این مطالعه، با پیشرفت فصول سال و افزایش دما، درصد ماده‌های تولید شده در جمعیت افزایش نشان داد به طوری که مطابق داده‌های جدول ۱، از اردیبهشت تا مهر ماه که دمای هوا رو به افزایش است، نسبت ماده‌های تولید شده افزایش، و در ماه‌های آبان و آذر با کاهش دمای محیط نسبت ماده‌ها نیز به تدریج کاهش می‌یابد. هبستگی مثبت بین دما و ماده‌زایی، در زنبور *E. formosa* نیز به اثبات رسیده است (هودل و همکاران، ۱۹۹۸ a). پژوهش‌های انجام

منابع

۱. آل‌منصور، ح. ۱۳۷۲. انتشار، دامنه‌ی میزبانی و دشمنان طبیعی عسلک پنبه، *Bemisia tabaci* در استان فارس. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی دانشگاه شیراز، صفحات ۱۳۴-۱۱۶.
۲. امین، غ.ع. ۱۳۷۷. تأثیر میزبان‌های گیاهی بر کارایی و تکثیر انبوه زنبور *Eretmoceris mundus* Mercet (Hym.: Aphelinidae)، پارازیتوئید عسلک پنبه، (*Bemisia tabaci* Gennadius (Hom.: Aleyrodidae) در منطقه‌ی داراب. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی دانشگاه شیراز، صفحات ۸۵-۷۱.
۳. حاتمی، ب. و قهاری، ح. ۱۳۸۰. تأثیر رژیم‌های غذایی و ذخیره‌سازی بر طول عمر و کارایی زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa* (Hym.: Aphelinidae) Gahan. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، جلد ۵، شماره‌ی ۳.
۴. طالبی، ع.ا. ۱۳۷۷. شناسایی دشمنان طبیعی، دینامیسم جمعیت *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) در مزارع پنبه ورامین و گرمسار و مطالعه‌ی زنبورهای پارازیتوئید *Encarsia lutea* و *Eretmoceris mundus* (Hym.: Aphelinidae). پایان‌نامه‌ی دکترای حشره‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس، صفحات ۲۳۰-۱۹۹.

۵. قهاری، ح. و حاتمی، ب. ۱۳۷۹. مطالعه‌ی فونستیکی آلوده‌های استان اصفهان. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره‌ی گیاه‌پزشکی ایران، صفحه‌ی ۳۴۷.

۶. قهاری، ح. و حاتمی، ب. ۱۳۸۰. مطالعه‌ی مورفولوژیک، بیولوژیک و ترجیح مراحل میزبانی زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa* (Hym.: Aphelinidae) در اصفهان. مجله علوم و صنایع کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۱۵، شماره ۱.
7. Bottrell, D.G., Barbosa, P., and Gould, F. 1998. Manipulating of natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 347–67.
8. Brown, J.K., Feohlich, D.R., and Rosell, R.C. 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annu. Rev. Entomol.* 40: 511–34.
9. Costa, H.S., Toscano, N.C., and Henneberry, T.J. 1996. Mycetocyte inclusion in the oocytes of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 89(5): 694–99.
10. Devine, G.J., Wright, D.J., and Denholm, I. 2000. A parasitic wasp (*Eretmocerus mundus* Mercet) can exploit chemically induced delays in the development rates of its whitefly host (*Bemisia tabaci* Genn.). *Biological control*, 19: 64–75.
11. Foltyn, S., and Gerling, D. 1985. The parasitoids of the aleyrodid *Bemisia tabaci* in Israel: Development, host preference and discrimination of the aphelinid wasp, *Eretmocerus mundus*. *Entomol. Exp. Appl.* 38: 255–60.
12. Fransen, J.J., and Montfort, M.A.J. 1987. Functional response and host preference of *Encarsia formosa* a parasitoid of greenhouse whitefly. *J. Appl. Entomol.* 103: 55–69.
13. Gameel, O.I. 1969. Studies on whitefly parasitoids *Encarsia lutea* Masi and *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae). *Revue de Zoologie et de Botanique Africaines*, 79: 65–77.
14. Gerling, D. 1990. Whiteflies: their bionomics, pest status and anagement. Intercept Ltd. Andover Hants.
15. Gerling, D., and Foltyn, S. 1987. Development and host preference of *Encarsia lutea* Masi and interspecific host discrimination with *Eretmicerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoids of *Bemisia tabaci* Gennadius (Hymenoptera : Aphelinidae). *J. Appl. Entomol.* 103: 425–33.
16. Headrick, D.H., Bellows, T.S., and Thomuns, M.P. 1995. Behaviors of female *Eretmocerus* sp. nr. *californicus* (Hym. Aphelinidae) attacking *Bemisia tabaci* (Hom: Aleyrodidae) on sweetpotato. *Environ. Entomol.* 24: 412–22.
17. Headrick, D.H., Bllows, T.S., and Perring, T.M. 1996. Host–plant effects on The behavior of *Eretmocerus* sp. nr. *californicus* female raised melon. *Entomophaga* 1(1): 15–26.
18. Hoddle, M.S., and Van Drieshe, R.G. 1997. Biological control of *Bemisia argentifolii* (Hom.: Aleyrodidae) on poinsettia with inundative of *Encarsia formosa* Beltsville strain (Hym.: Aphelinidae): Can parasitoid reproduction Augument inundative release? *J. Econ. Entomol.* 90 (4): 910 – 24.
19. Hoddle, M.S., Van Driesche, R.G., and Sanderson, J.P. 1998a. Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 645–69.
20. Hoddle, M.S., Van Driesche, R.G., Elkinton, J.S., and Sanderson, J.P. 1998b. Discovery and utilization of *Bemisia argentifolii* patches by *Eretmocerus eremicus* and *Encarsia formosa* (Beltsville strain) in greenhouses. *Entomol. Exp. Appl.* 87: 15–28.
21. Jones, W.A., and Greenbery, S.M. 1998. Suitability of *Bemisia argentifolii* (Hom.: Aleyrodidae) instar for the parasitoid. *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae). *Environ. Entomol.* 27 (6): 1569–73.
22. Perring, T.M., Cooper, A., and Kazmer, D.J. 1992. Identification of the poinsettia strain of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on broccoli by electrophoresis. *J. Econ. Entomol.* 85(4): 1278–84.
23. Powell, D.A., and Bellows, T.S. 1994. Preimaginal, development and survival of *Bemisia tabaci* on cotton and cucumber. *Environ. Entomol.* 21(2): 359–63.
24. Price, P.W., Bouton, C.E., Gross, P., Pheron, B.A., Thompson, J.N., and Weis, A.E. 1980. Interaction among three trophic levels: Influence of plant interaction between insect herbivores and natural enemies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11:41–65.
25. Rose, M., and Zolnerowich, G. 1997. The genus *Eretmocerus* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasites of whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). Texas A & M University.
26. Tauber, C.A., and Tauber, M.J. 1981. Insect seasonal cycle: genetics and evolution. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 12: 281–308.
27. Tawfic, M.F.S., Awadallah, K.T., Hafez, M., and Sarhan, A.A. 1978. Biology of the Aphelinid parasites *Eretmocerus mundus* Mercet. *Bull. Soc. Entomol. Egypt.* 62: 33–48.

**Morphology, biology, efficiency and behavior of *Eretmocerus mundus*
(Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoid of *Bemisia argentifolii*
(Homoptera: Aleyrodidae)**

H. Ghahari¹ and H. Ostovan²

¹Faculty member of Islamic Azad University, Shahr-e-Rey Branch, ²Assist., Prof., of Islamic Azad University, Science & Resources, Branch, Tehran, Iran

Abstract

Morphology, biology, efficiency and behavior of *Eretmocerus mundus* (Mercet) were studied on the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring in Isfahan province. The body length of male and female were 0.68 ± 0.01 and 0.78 ± 0.04 mm, respectively. Female's antennal clava with 7-8 sensilla and for males is 80-100 ones. Seven life stages including, egg, 3 larval instars, pre-pupa, pupa and adult were identified for the parasitoid. Second and 3rd nymphal stages of the host were preferred. The parasitoid puts its eggs below the nymph; first larval instar enters into the host body and develops as endoparasitoid. Developmental life stages from egg to pupa were 3.91 ± 0.58 , 1.83 ± 0.42 , 3.58 ± 0.58 , 5.08 ± 0.2 , and 3.5 ± 0.54 and 8.33 ± 1.08 days, respectively. Host hemolymph and solution of 15% honey syrup caused the highest effect on longevity and efficiency of parasitoid. The mated females had more longevity and fecundity than unmated ones. All the virgin females of *E.mundus* produced only male offsprings. Sex ratio was 1:1 in cultures but in nature varied in different months and on the host plants. The rate of female was always more than males, and the highest was on *Lantana camara* and *Convolvulus arvensis* in middle of September. Superparasitism and self - superparasitism were not observed for *E. mundus*. There was not found any efficient hyperparasitoid for the parasitoid in Isfahan province.

Keywords: Parasitoid; *Eretmocerus mundus*; *Bemisia argentifolii*; Host preference; Food diets