

مقایسه پارامترهای رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید
Aphidius matricariae Haliday (Hym., Aphidiidae) نسبت به شته میزبان
Aphis fabae Scopoli (Hom., Aphididae) روی چهار رقم چغندر قند در شرایط آزمایشگاه

سپیده تحریری ادبی¹، علی اصغر طالبی² و یعقوب فتحی پور³

چکیده

زنبور *Aphidius matricariae* Haliday (Hym., Aphidiidae) به عنوان پارازیتوئید مهم بسیاری از شته‌ها در برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات استفاده می‌شود. در این پژوهش، پارامترهای رشد جمعیت زنبور *A. matricariae* روی شته *Aphis fabae* Scopoli (Hom., Aphididae) و چهار رقم چغندر قند شامل IC، PP8، رسول و شیرین مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در اتاق رشد با دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و دوره نوری 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی انجام شد. به منظور انجام آزمایش 20 زنبور ماده تازه ظاهر شده به‌طور جداگانه داخل قفس‌های شفاف مستطیلی (6×10×15 سانتی‌متر) که داخل هر یک 50 پوره سن سوم شته وجود داشت رهاسازی شد. پس از 24 ساعت زنبورها به داخل قفس‌های شفاف مستطیلی جدید و با همان شرایط قبلی منتقل شدند و این عمل تا پایان عمر زنبورها ادامه یافت. در نهایت تعداد مومیایی‌های تشکیل شده مربوط به روز و رقم مربوطه شمارش شدند. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از روش جک‌نایف و نرم‌افزارهای آماری SAS و MINITAB تجزیه و تحلیل شد. در این پژوهش نرخ خالص تولیدمثل (R_0) روی ارقام IC، PP8، رسول و شیرین به ترتیب 13/31، 18/18، 16/54 و 18/58 ماده/ماده/نسل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) به ترتیب 0/360، 0/406، 0/401 و 0/408 ماده/ماده/روز، متوسط مدت زمان هر نسل (T_e) به ترتیب 7/18، 7/14، 6/99 و 7/17 روز و مدت زمان دو برابر شده جمعیت به ترتیب 1/92، 1/70، 1/73 و 1/67 روز برآورد شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت ارقام مختلف چغندر قند بر پارامترهای رشد جمعیت دشمن طبیعی اثر گذار است.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای رشد جمعیت، ارقام چغندر قند، زنبور پارازیتوئید، شته سیاه باقلا

مقایسه پارامترهای رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید ...

میشلف و رزن، 1988). رخشانی (1385) یک جنس و 11 گونه جدید از زیرخانواده Aphidiinae را برای فون ایران گزارش کرد. این پارازیتوئید داخل بدن شته تخم-گذاری می‌کند سپس لارو زنبور داخل بدن شته میزبان رشد و نمو می‌کند و شته میزبان به رنگ قهوه‌ای یا طلایی درمی‌آید. در نهایت زنبور بالغ با بریدن جلد و ایجاد سوراخ در قسمت انتهایی شته مومیایی از میزبان خارج و شروع به تخم‌گذاری مجدد می‌کند (استاری، 1989). برخی از گونه‌های این زیرخانواده به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک شته‌ها به صورت تجارتي تکثیر و عرضه می‌شوند. به عنوان مثال استفاده از زنبور *A. matricariae* برای کنترل شته همکاران، (1977)، کنترل شته *Aphis craccivora* Koch در استرالیا (حمید و *Aphis gossypii* Glover در برزیل (ترمبلی و همکاران، 1985) و کنترل *Myzus persicae* (Sulzer) در اسرائیل و کالیفرنیا (شلینگر و مک کوئر، 1963) موفقیت‌آمیز بوده است. زنبور پارازیتوئید *A. matricariae* شته *Capitophorus inulae* (Passerini) را روی گیاه *Dittrichia viscosa* (L.) و شته *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) را روی جو و گندم پارازیته می‌کند (کاوالیراتوس و همکاران، 2002) و در کنترل شته‌های کلم نیز بسیار موثر بوده است (بیجایا دوی و همکاران، 1999). از این پارازیتوئید می‌توان در گلخانه‌های فلفل، گوجه‌فرنگی، خیار درختی، گیاهان دارویی و سایر محصولات گلخانه‌ای به‌راحتی استفاده نمود (شلینگر و مک کوئر، 1963). زنبور *A. matricariae* بومی مناطق گرمسیری است و بیش از 40 گونه شته را در تمام نقاط دنیا پارازیته می‌کند. رخشانی طی سال‌های 1381-1384 زنبور پارازیتوئید *A. matricariae* را از روی 17 گونه شته و تعداد زیادی گیاهان زراعی و درختان میوه جمع‌آوری کرده است. در حال حاضر اهمیت و نیاز به شکارگرها و پارازیتوئیدها، سهولت نسبی در پرورش بعضی از گونه‌ها در شرایط آزمایشگاه و دوره زندگی ساده بسیاری از گونه‌ها باعث گسترش کنترل بیولوژیک شده است

چغندرقد *Beta vulgaris* L. (Chenopodiaceae) یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی است و دارای آفات زیادی است که یکی از مهم‌ترین آن‌ها شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli (Hom.: Aphididae) می‌باشد. این شته به صورت مستقیم (تغذیه از شیره نباتی و تولید عسلک) و غیر مستقیم (انتقال بیماری‌های ویروسی) به چغندرقد خسارت وارد می‌کند. در اثر تغذیه، برگ‌ها پیچ‌خورده و پژمرده شده و در نهایت قهوه‌ای و نکروزه می‌شوند و در جمعیت بالای شته ممکن است کل بوته از بین برود. تراکم شته روی محصول باعث تجمع عسلک، قارچ دوده، گرد و خاک، مورچه و در نهایت کاهش فتوسنتز می‌شود (بهداد، 1371؛ شپیرز، 1989 و میلز، 1989). این شته دارای دامنه میزبانی وسیعی است و به بیش از 200 گونه گیاهی خسارت وارد می‌کند و تقریباً در همه مناطق دنیا پراکنده است (بی‌نام، 2000). استفاده از سموم حشره‌کش متداول‌ترین روش کنترل شته‌ها می‌باشد و از آن‌جائی‌که استفاده از این سموم مشکلاتی از قبیل مقاومت حشرات به حشره‌کش‌ها، افزایش جمعیت آفات ثانویه، جایگزینی اکولوژیکی آفات، کاهش اثرات سموم، اثرات سرطان‌زایی و جهش‌زایی و اثرات سوء زیست محیطی را به‌دنبال دارد (ورکرک و همکاران، 1998)، استفاده از روش‌های سازگار با اکوسیستم در کنترل آفات الزامی است. یکی از راه-کارهای بی‌خطر برای انسان و محیط زیست استفاده از عوامل بیولوژیک جهت کنترل حشرات آفت می‌باشد. زنبورهای زیرخانواده Aphidiinae متعلق به خانواده Braconidae که پارازیتوئید داخلی شته‌ها هستند به-علت باروری بالا برای کنترل شته‌ها مناسب می‌باشند (جاکوپسون و کرافت، 1998) و در کنترل بیولوژیک آفات اهمیت زیادی دارند (مک کوئر و وی، 1976). تعداد گونه‌های زیرخانواده Aphidiinae در ایران 49 و بیش از 400 گونه در سراسر جهان بوده که متعلق به 60 جنس و زیر جنس از خانواده Braconidae می‌باشند و گونه *A. matricariae* نیز بین این گونه‌ها وجود دارد که از روی شته‌های متعددی جمع‌آوری شده است (استاری، 1989؛ مک کوئر و استاری، 1967؛

(1381). مشاهده شده است که PIS موجود در لوبیا و سویا رابطه معنی‌داری در مرگ و میر شته لوبیا (*Acyrtosiphon pisum* (Harris) دارد. PIS که از دانه برنج به‌دست آمده است (آبه و همکاران، 1987) رابطه معنی‌داری در کاهش وزن حشرات بالغ و باروری شته *M. persicae* دارد. برخی گیاهان میزبان اندازه طول و عرض بدن آفات را کاهش می‌دهند به عنوان مثال مدیکوساید- آ که از ریشه یونجه استخراج شده است اندازه طول بدن شته سیب‌زمینی (Kaltenbach) *Aulacorthum solani* را کاهش می‌دهد. هم‌چنین میانگین پوره‌های تولید شده را کاهش می‌دهد و یا ماده ساپونین که از برگ یونجه استخراج شده است طی 5-11 روز باعث مرگ و میر شته‌ها به میزان 60% در مقایسه با شاهد شده است (مظاهری لقب و احمدوند، 1383). بنا به مطالعات استاری (1966 و 1970) میزان پارازیتیسیم شته *A. fabae* توسط زنبور پارازیتوئید *Binodoxys angelicae* (Haliday) روی گیاهان *Euonymus europea* L. (Celastraceae) و *Philadelphus coronarius* L. (Saxifragaceae) متفاوت است. مک کوئر و همکاران (1996) گزارش داده‌اند که درصد پارازیتیسیم شته *A. fabae* توسط زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus cardui* (Marshall) روی گیاه *Cirsium arvense* Scopoli (Asteraceae) بیشتر از گیاه *C. palustre* Scopoli (Asteraceae) است. داگلاس (1997) اشاره دارد که میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت، میزان مرگ و میر سنین پورگی، میانگین وزن بالغ‌ها و میانگین تعداد شته تولید شده به ازای هر شته ماده روی میزبان‌های گوناگون متفاوت است. تحقیقات انجام شده توسط سیکوکا و همکاران (2002) نشان می‌دهد که میزان باروری، پارامترهای رشد جمعیت، طول یک نسل، تعداد نسل در سال و مرگ و میر طی دوران رشد و نمو شته *A. fabae* روی ارقام گوناگون باقلا با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند. در بررسی اثر گیاه میزبان بر میزان پارازیتیسیم *Lysiphlebus fabarum* Marshall روی شته سیاه باقلا نشان داده شده است که درصد پارازیتیسیم شته مذکور روی چغندر لبویی، باقلا و علف‌های هرز با این‌که زیاد بوده ولی میزان پارازیتیسیم

(جرویس و کید، 1996). برای کاربرد دشمنان طبیعی در کنترل آفات لازم است از زیست‌شناسی، پارامترهای زیستی و رفتاری و میزان کارایی آن‌ها اطلاعات کافی در اختیار داشته باشیم و با توجه به آن‌ها دشمن طبیعی مناسب در کنترل آفات مورد نظر را انتخاب نماییم. پارامترهای رشد جمعیت از مهم‌ترین ویژگی‌های زیستی حشرات و در انتخاب دشمنان طبیعی موثر حائز اهمیت هستند. مهم‌ترین پارامتر رشد جمعیت، نرخ ذاتی افزایش جمعیت می‌باشد که اولین بار توسط بیرچ (1948) مطرح شد. سایر پارامترهای رشد جمعیت و تولید مثل توسط کری (1993 و 2001) توسعه یافت. فاکتورهای مختلفی پارامترهای رشد جمعیت را تحت تاثیر قرار می‌دهند که از جمله آن‌ها می‌توان به دما، منشاء جغرافیایی جمعیت و ارقام گیاهی اشاره نمود (فلینت، 1979؛ جرویس و کید، 1996 و مک‌کوئر و همکاران، 1996). نرخ ذاتی افزایش جمعیت، تحت تاثیر عواملی نظیر گونه میزبان و پارازیتوئید (جرویس و کوپلند، 1996)، اندازه میزبان (سینها و سینگ، 1982) و پارازیتوئید (جرویس و کوپلند، 1996)، سوش پارازیتوئید (فلینت، 1979)، گیاه میزبان و دما (فورس و مسنجر، 1964) تعداد افراد نر، کایرومون‌ها و رژیم غذایی افراد بالغ (جرویس و کوپلند، 1996) و نیز روش انجام آزمایش می‌باشند. به اعتقاد ولکل و استکمن (1998) کیفیت گیاه میزبان از مهم‌ترین عواملی است که بر پارامترهای رشد جمعیت آفت و دشمن طبیعی آن تاثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال گیاهان ترنس‌ژنیک مقاوم به حشرات، مثل سیب‌زمینی حاوی GNA (*Galanthus nivalis agglutinin lectin*)، که مقاومت آنتی‌بیوز دارد، بقاء، رشد، اندازه و باروری حشره گیاه خوار را کاهش می‌دهد و اثر غیرمستقیم بر اندازه میزبان و نسبت جنسی آن و در نتیجه اندازه و رشد و نمو پارازیتوئید دارد (کوتی و همکاران، 2001). سیب‌زمینی ترنس‌ژنیک - BI بیش‌ترین میزان مرگ و میر را در پارازیتوئید (*Aphidius nigripes* (Ashm.)) کم‌ترین وزن ماده بالغ و در نتیجه پایین‌ترین میزان زادآوری را باعث می‌شود و سیب‌زمینی ترنس‌ژنیک OCI بیش‌ترین وزن بالغ پارازیتوئید و به طبع آن بیش‌ترین میزان زادآوری آن را باعث می‌شود (عاشوری،

مقایسه پارامترهای رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید ...

پتری‌های بزرگ قرار داده شدند. زنبورهای پارازیتوئید *A. matricariae* پس از خروج، شناسایی و جهت ایجاد نسل آزمایشگاهی روی بوته‌های چغندر قند آلوده به شته *A. fabae* منتقل شدند. قفس‌های شفاف پلی اتیلن استوانه‌ای به ارتفاع و قطر 35×70 سانتی‌متر روی بوته‌ها قرار داده شد و قسمت فوقانی آن‌ها با حریر مسدود شد و جهت تغذیه زنبورها چند قطره آب و عسل رقیق یک درصد روی بوته‌ها قرار داده شد. دقت لازم جهت جلوگیری از ورود دیگر دشمنان طبیعی و هیپوپارازیتوئیدها به عمل آمد. کلنی شته *A. fabae* روی رقم PP8 تشکیل شد. شته و زنبور پیش از شروع آزمایش برای سازگاری با شرایط آزمایشگاه سه نسل پرورش یافتند.

نحوه انجام آزمایش ویژگی‌های دموگرافی زنبور *Aphidius matricariae*

پارامترهای دموگرافیک مشابه حسینی و همکاران (1382) و تکلوزاده و همکاران (1382) مورد بررسی قرار گرفت. تعدادی زنبور ماده جفت‌گیری کرده با طول عمر حداکثر 24 ساعت انتخاب و روی برگ چغندر قند (روی هر رقم به طور جداگانه) در زیر قفس‌های شفاف مستطیلی به ابعاد $15 \times 10 \times 6$ سانتی‌متر که داخل آن‌ها حدود 50 پوره سن سوم شته همراه با برگ چغندر قند وجود داشت، رهاسازی و قسمت فوقانی قفس‌ها با پارچه حریر مسدود شد. پوره سن سوم بر اساس اندازه، رنگ و خطوط روی بدن تشخیص داده شد. به منظور حفظ طراوت و شادابی گیاه میزبان، اطراف دم‌برگ پنبه مرطوب قرار داده شد. پس از 24 ساعت زنبورهای ماده حذف شدند و شته‌هایی که در معرض حمله زنبورها قرار گرفتند، به همراه رقم مربوطه به صورت مجزا تا زمان ظهور حشرات کامل زنبور نگهداری شدند. سپس 20 جفت زنبور *A. matricariae* با طول عمر حداکثر 24 ساعت از زنبورهای ظاهر شده از روی هر رقم انتخاب شد و داخل قفس‌های طلقی با شرایط ذکر شده رهاسازی شد. پس از 24 ساعت زنبورها به داخل قفس‌های طلقی جدید و با همان شرایط قبلی منتقل شدند و این عمل تا پایان عمر زنبورهای ماده ادامه یافت. شته‌هایی که در معرض حمله زنبورها قرار گرفتند، به

روی باقلا کمتر از سایر گیاهان میزبان بوده و زنبور مذکور کم‌ترین میزان مرگ و میر را در شته *A. fabae* روی باقلا ایجاد کرده است (ولکل و استکمن، 1998). پژوهش‌های انجام شده روی پارامترهای دموگرافیک حشره آفت و دشمن طبیعی و اثر گیاه میزبان بر آن‌ها اشاره به اهمیت بررسی‌های بیشتری روی این فاکتورها دارد. با توجه به اهمیت شته *A. fabae* در اکوسیستم‌های کشاورزی، تعیین پارامترهای زیستی و دموگرافی آن بسیار حائز اهمیت است. بر اساس بررسی منابع تاکنون پژوهشی در مورد پارامترهای دموگرافیک زنبور پارازیتوئید *A. matricariae* روی شته *A. fabae* و روی ارقام مختلف چغندر قند در ایران انجام نشده است. لذا در این تحقیق تاثیر چهار رقم چغندر قند شامل شیرین، رسول، IC و PP8 روی ویژگی‌های جمعیتی زنبور پارازیتوئید *A. matricariae* مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

کشت گیاه میزبان در اتاق رشد

در پژوهش حاضر، مشابه بررسی‌های انجام شده توسط طالبی و همکاران (2006)، زیشان و همکاران (2004) و حسینی و همکاران (1382) پارامترهای دموگرافیک، در دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و دوره نوری 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی در اتاق رشد انجام شد. به منظور کشت بذرهای چغندر قند از گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع و قطر 30×40 سانتی‌متر استفاده شد. برای هر رقم 20 تکرار (گلدان) در نظر گرفته شد. خاک داخل گلدان‌ها شامل دو قسمت رس، یک قسمت ماسه و یک قسمت هوموس بود. آبیاری به‌طور مرتب هفته‌ای دو بار انجام شد.

جمع‌آوری، خالص‌سازی و تشکیل کلنی زنبور

A. fabae و شته *Aphidius matricariae*

به منظور خالص‌سازی و تشکیل کلنی زنبور پارازیتوئید *A. matricariae* و شته *A. fabae* شته‌های سالم و مومیایی از مزرعه به آزمایشگاه منتقل شدند. مومیایی‌ها همراه مقداری از برگ، داخل

$$\text{Net fecundity rate} = \sum_a^b L_x M_x$$

نرخ خالص بارآوری

$$\text{Net fertility rate} = \sum_a^b L_x h_x M_x$$

میانگین تعداد تخم در روز

$$\text{Mean egg per day} = \frac{\sum_a^b M_x}{(w-e)}$$

برای محاسبه نرخ ناخالص باروری از نرم افزار SAS و روش جک نایف استفاده شد (مایا و همکاران، 2000).
طبق فرمول زیر:

$$Psv M_{x(j)} = n \times M_{x(all)} - (n-1) \times M_{x(i)}$$

$$\text{Var } M_{x(j)} = \sum_1^n (M_j - M_{all})^2 / n-1$$

$$SE M_{x(j)} = \sqrt{\text{VAR } M_{x(j)} / n}$$

n = تعداد تکرارها

M_j = نرخ ناخالص باروری برای هر تکرار

M_{all} = نرخ ناخالص باروری برای 20 تکرار

M_i = نرخ ناخالص باروری برای هر تکرار $n-1$

M_x = نرخ ناخالص باروری در سن x

سایر پارامترها (نرخ ناخالص بارآوری، نرخ خالص باروری و نرخ خالص بارآوری) نیز طبق روش فوق محاسبه شد.

پارامترهای رشد جمعیت

پارامترهای رشد جمعیت روی هر یک از ارقام چغندر قند محاسبه و تجزیه و تحلیل شدند. داده‌ها بر اساس سن (x) و تعداد مومیایی‌های تولید شده به ازای هر ماده در سن x (m_x) تنظیم و پارامترهای رشد جمعیت با استفاده از روش کری (2001) به صورت زیر محاسبه شدند:

نرخ خالص تولید مثل

$$\text{Net Reproduction Rate} = R_0 = \sum_a^b l_x m_x$$

نرخ ذاتی افزایش جمعیت

همراه رقم مربوطه به صورت مجزا نگهداری شدند و هر 24 ساعت مورد بازدید قرار گرفتند. شته‌های پارازیت‌ه شده پس از مدتی مومیایی شدند و حشرات کامل زنبورها از داخل مومیایی‌ها خارج شدند. این زنبورها از نظر جنسی تفکیک و تعداد زنبورهای ماده تولید شده مربوط به هر روز و تکرار در جداول مربوطه ثبت شدند. بنابراین، طول دوره بلوغ (طول عمر حشره کامل)، طول عمر کل (از زمان تولید تخم تا زمان مرگ) و میزان کل تخم تولید شده توسط زنبور پارازیتوئید ماده در طول عمر خود روی چهار رقم چغندر قند محاسبه و تجزیه و تحلیل آماری شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جدول تولیدمثل

L_x ، M_x و h_x اجزای اصلی تشکیل دهنده جدول تولیدمثل می‌باشند که با استفاده از آن‌ها پارامترهای تولیدمثل بر اساس روش کری (2001) محاسبه می‌شوند.

x = سن

M_x = تعداد نتاج تولید شده توسط ماده‌ها در فاصله زمانی بین x و $x+1$

L_x = بقای میان دوره یا بقای میان دو گروه سنی x و $x+1$

h_x = نسبتی از تخم‌های تولید شده که تفریخ شده‌اند (نرخ تفریخ).

سایر پارامترهای تولیدمثل عبارتند از:

نرخ ناخالص باروری

$$\text{Gross fecundity rate} = \sum_a^b M_x$$

نرخ ناخالص بارآوری

$$\text{Gross fertility rate} = \sum_a^b h_x M_x$$

نرخ ناخالص تفریخ

$$\text{Gross hatch rate} = \frac{\sum_a^b h_x M_x}{\sum_a^b M_x}$$

نرخ خالص باروری

نتایج و بحث

پارامترهای تولید مثل زنبور *Aphidius matricariae*

نتایج به دست آمده از نرخ ناخالص باروری زنبور *A. matricariae* که عبارت از متوسط تعداد تخم تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر می باشد، روی چهار رقم چغندر قند شامل IC، PP8، رسول و شیرین در جدول 1 آمده است که نشان می دهد بیشترین تعداد تخم زنبور به طور معنی داری ($P < 0.01$) روی رقم شیرین و PP8 بود. باروری زنبورهای پارازیتوئید روی میزبان مناسب گیاهی، یکی از ویژگی های مهم برای انتخاب دشمن طبیعی در برنامه های کنترل بیولوژیک می باشد (بیگلر، 1994). شاهرخی خانقاه و همکاران (1383) باروری پارازیتوئید *A. matricariae* را روی شته *Schizaphis graminum* (Rondani) 168/500 تخم و سلجوقی و ون آمدن (2003) باروری پارازیتوئید *A. matricariae* را روی شته *M. persicae* 200 تخم و نسبت خروج حشره کامل ناخالص زادآوری زنبور که نشان دهنده متوسط تعداد تخم تفریح شده از کل تخم های تولید شده توسط یک حشره ماده می باشد، برابر با نرخ ناخالص باروری بود زیرا نرخ تفریح برابر با یک بود. از آن جایی که نرخ ناخالص باروری برابر با نرخ ناخالص بارآوری بود نرخ ناخالص تفریح که نسبت نرخ خالص زادآوری به نرخ ناخالص بارآوری است برابر با یک به دست آمد. نرخ خالص باروری زنبور *A. matricariae* روی چهار رقم چغندر قند شامل IC، PP8، رسول و شیرین در جدول 1 نشان داده شده است. این پارامتر عبارت از متوسط تعداد تخم تولید شده توسط یک حشره ماده در طول عمر با در نظر گرفتن احتمال بقای آن فرد می باشد. نرخ خالص زادآوری یا متوسط تعداد تخم تفریح شده از تخم های تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر با در نظر گرفتن احتمال بقای ماده ها، به طور معنی داری ($P < 0.05$) روی رقم شیرین و PP8 بیشتر بود از آن جایی که نرخ تفریح برابر یک بود، نرخ خالص زادآوری با نرخ خالص باروری برابر به دست آمد.

$$\text{Intrinsic Rate of Increase} = \sum_a^b e^{-rx} l_x m_x = 1$$

نرخ متناهی افزایش جمعیت

$$\text{Finite Rate of Increase} = I = e^r$$

مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت

$$\text{Doubling Time} = D_T = \frac{\ln 2}{r}$$

میانگین طول هر نسل

$$\text{Mean Generation Time} = T = \frac{\ln R_0}{r}$$

نرخ ذاتی افزایش جمعیت عبارت است از نرخ افزایش به ازای هر ماده تحت شرایط معین و بدون عامل محدود کننده. این پارامتر یکی از مهم ترین شاخص های زیستی و جمعیتی حشرات بوده و پتانسیل افزایش جمعیت یک گونه را نشان می دهد و به عنوان شاخصی در موفقیت یک حشره مفید به کار می رود (فتحی پور و همکاران، 1382). برای محاسبه پارامترهای زیستی از نرم افزار SAS و روش جک نایف استفاده شد (مایا و همکاران، 2000). نرخ خالص تولید مثل طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$R_{oj} = n \times R_{o\text{all}} - (n - 1) \times R_{oi}$$

$$\text{VAR } R_o = \frac{1}{n-1} \sum_1^n (R_{oj} - R_{o\text{all}})^2$$

$$R_o = (\text{mean})$$

$$\text{SEM } R_o (\text{mean}) = \sqrt{\text{VAR } R_o (\text{mean})/n}$$

سایر پارامترها (نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت و میانگین طول هر نسل) نیز طبق روش فوق محاسبه گردید. سپس برای تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده برای هر یک از پارامترهای زیستی از نرم افزار Minitab و تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد. در صورت وجود تفاوت معنی دار بین ارقام، مقایسه میانگین به روش Student-Newman-Keuls (SNK) انجام شد.

جدول 1: پارامترهای تولیدمثل زنبور *Aphidius matricariae* روی چهار رقم چغندر قند

واحد	ارقام چغندر قند				پارامتر
	شیرین	رسول	PP8	IC	
مومیایی	35/751±1/681 ^a	30/674±1/162 ^b	33/692±2/402 ^a	28/440±1/850 ^b	نرخ ناخالص باروری
مومیایی	35/751±1/681 ^a	30/674±1/162 ^b	33/692±2/402 ^a	28/440±1/850 ^b	نرخ ناخالص زادآوری
مومیایی	19/525±1/092 ^a	16/649±1/066 ^b	19/621±1/500 ^a	17/527±0/907 ^b	نرخ خالص باروری
مومیایی	19/525±1/092 ^a	16/649±1/066 ^b	19/621±1/500 ^a	17/527±0/907 ^b	نرخ خالص زادآوری
مومیایی	7/138±0/134 ^a	6/134±0/124 ^b	7/094±0/133 ^a	5/569±0/118 ^c	میانگین تعداد تخم در روز

حروف غیرمشابه در ردیفها نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار بین ارقام در سطح یک درصد و 5 درصد به ترتیب در نرخ ناخالص باروری و نرخ خالص باروری است.

تاثیر ارقام مختلف چغندر قند بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) زنبور *A. matricariae* مشخص شد که در سطح یک درصد اختلاف معنی دار وجود دارد یا به عبارتی ارقام مختلف چغندر قند بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت پارازیتوئید تاثیر گذاشته و بیشترین میزان r_m پارازیتوئید مربوط به ارقام رسول، شیرین و PP8 است. این مطلب در واقع نشان دهنده این است که پتانسیل افزایش جمعیت و تعداد ماده‌های افزوده شده به جمعیت به ازای هر فرد ماده در هر روز برای زنبور *A. matricariae* روی رقم IC از سایر ارقام کمتر می‌باشد. r_m هم‌چنین نشان دهنده اختلاف میان نرخ ذاتی تولد و نرخ ذاتی مرگ در جمعیت می‌باشد.

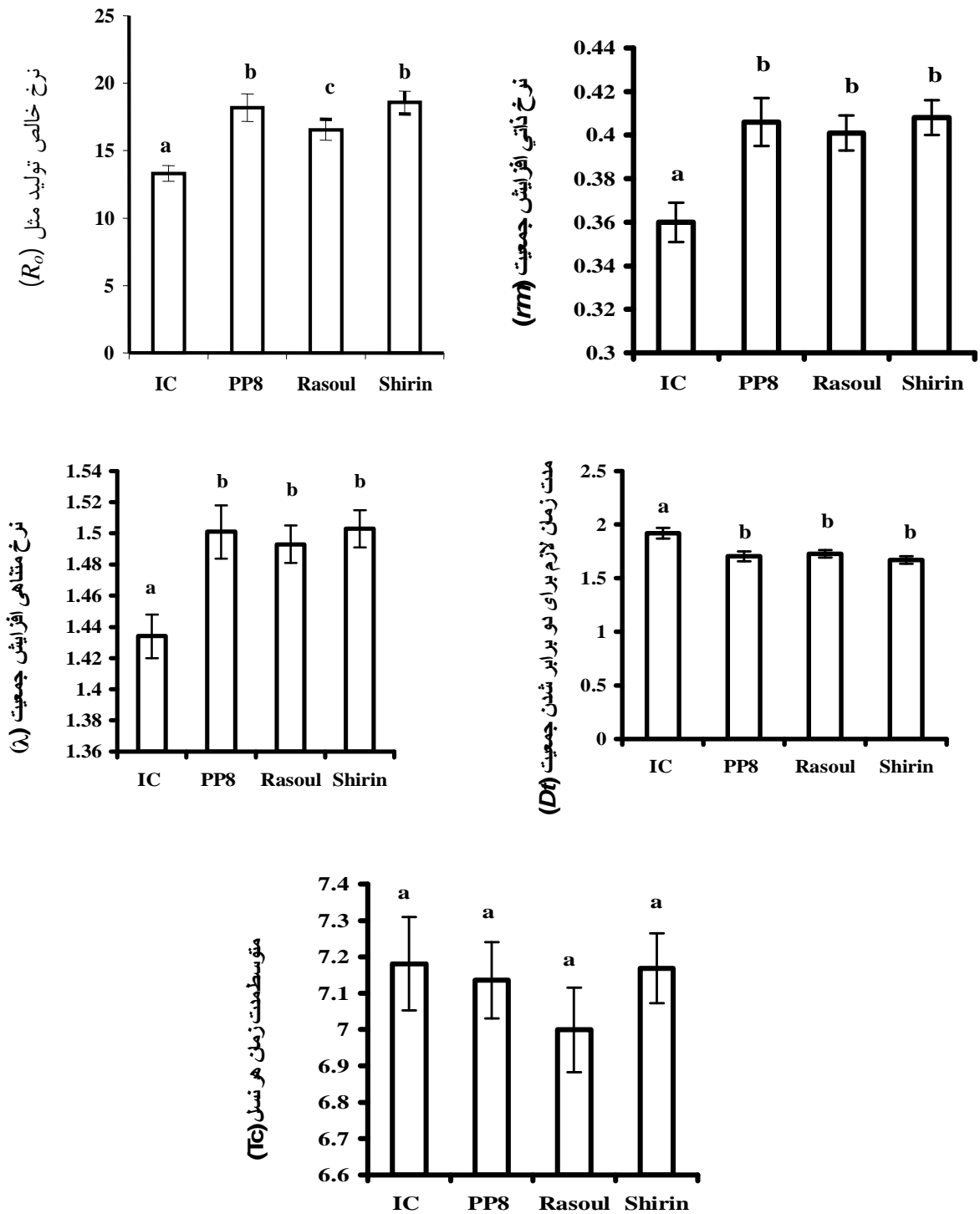
شاهرخی خانقاه و همکاران (1383) میزان r_m را برای زنبور *A. matricariae* 0/24 ماده به ازای هر ماده در هر روز تعیین نمودند. رید و همکاران (1992) میزان r_m را برای زنبور *A. matricariae* 0/202 به دست آوردند. نرخ متنهای افزایش جمعیت (λ) زنبور *A. matricariae* روی ارقام مذکور به ترتیب 1/434±0/014، 1/501±0/017، 1/493±0/012 و 1/503±0/012 به دست آمد که بیانگر میزان افزایش جمعیت ماده‌ها در هر روز نسبت به روز قبل است. مقادیر متنهای افزایش جمعیت (λ) روی چهار رقم مذکور برای زنبور *A. matricariae* در سطح یک درصد اختلاف معنی دار نشان دادند. بیشترین میزان نرخ متنهای افزایش جمعیت (λ) زنبور *A. matricariae*

پارامترهای رشد جمعیت زنبور *Aphidius matricariae*

مقایسه پارامترهای رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید *A. matricariae* روی شته *A. fabae* روی چهار رقم چغندر قند در شرایط آزمایشگاه در شکل 1 نشان داده شده است. نرخ خالص تولیدمثل (R_o) که نشان دهنده مجموع ماده‌های تولید شده توسط یک حشره ماده در طول عمر آن است روی ارقام IC، PP8، رسول و شیرین به ترتیب 13/309±0/589، 16/543±0/773، 18/180±1/030 و 18/579±0/838 ماده/ماده/نسل تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که نرخ خالص تولیدمثل *A. matricariae* در سطح یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی دار نشان دادند. بیشترین میزان R_o برای زنبور *A. matricariae* روی رقم شیرین و PP8 به دست آمد. بنابراین می‌توان گفت توان تولیدمثل این پارازیتوئید در شرایط ذکر شده روی رقم شیرین و PP8 از سایر ارقام بیشتر است. شاهرخی خانقاه و همکاران (1383) نرخ خالص تولیدمثل زنبور *A. matricariae* را روی شته *S. graminum* در مزارع گندم 65/21 ماده به ازای هر ماده در نسل به دست آوردند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) زنبور *A. matricariae* روی ارقام IC، PP8، رسول و شیرین به ترتیب 0/360±0/009، 0/406±0/011، 0/401±0/008 و 0/408±0/008 ماده/ماده/روز تعیین شد. در مقایسه

بودن بیشترین میزان نرخ خالص و ناخالص باروری و زادآوری، نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت و کمترین زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت زنبور *A. matricariae* نسبت به ارقام رسول و IC چغندرقد جهت انتخاب دشمن طبیعی مناسبتر تشخیص داده شدند. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش و سایر تحقیقات می‌توان گفت انتخاب گیاه میزبان روی پارامترهای زیستی دشمن طبیعی حشره آفت نقش بسزایی دارد. گیاهان دارای خصوصیات فیزیکی و فیزیولوژیکی گوناگون (وجود یا عدم وجود کرک، خار، تیغ، رنگ، بو و...) و به دنبال آن دارای اثرات دورکنندگی یا جلب‌کنندگی برای حشره آفت و دشمن طبیعی مستقر بر آن می‌باشند. بنابراین هر گیاه به عنوان میزبان می‌تواند بر پارامترهای مربوط به حشره‌ای که روی آن مستقر است تاثیر بگذارد و این تاثیر برای آفت و یا دشمن طبیعی مفید یا مضر می‌باشد. بنابراین می‌توان در برنامه‌های کنترل آفات گیاهانی به کار برد که اثرات منفی بر پارامترهای زیستی آفت و مثبت بر پارامترهای زیستی دشمن طبیعی داشته باشد و از این روابط می‌توان در انتخاب دشمن طبیعی سازگار با گیاه میزبان در کنترل آفات استفاده کرد.

روی ارقام رسول، شیرین و PP8 به دست آمد. متوسط مدت زمان هر نسل (T_c) روی چهار رقم مذکور به ترتیب $7/181 \pm 0/128$ ، $7/136 \pm 0/105$ ، $6/999 \pm 0/116$ و $7/169 \pm 0/096$ روز و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (D_T) به ترتیب $1/921 \pm 0/051$ ، $1/704 \pm 0/046$ و $1/670 \pm 0/034$ و $1/728 \pm 0/035$ روز برآورد شد. مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت روی چهار رقم مذکور در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار نشان داد. کمترین زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت اولیه (D_T) زنبور روی ارقام رسول، شیرین و PP8 به دست آمد. طول یک نسل زنبور *A. matricariae* روی چهار رقم مذکور اختلاف معنی‌دار نشان نداد. شاه‌رخی خانقاه و همکاران (1383) مقادیر متناهی افزایش جمعیت و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت و طول یک نسل را برای زنبور *A. matricariae* به ترتیب $1/27$ ، $2/88$ و $17/29$ تعیین نمودند. توزیع سنی پایدار نسبت افرادی را که در هر کلاس سنی (x) وجود دارند را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده درصد افراد نابالغ زنبور *A. matricariae* روی تمام ارقام بیشتر از درصد حشره کامل به دست آمد. درصد افراد نابالغ و حشره کامل زنبور *A. matricariae* روی ارقام IC، PP8، رسول و شیرین به ترتیب $98/2$ و $8/8$ ، $93/3$ و $6/7$ ، $92/8$ و $7/2$ ، $93/2$ و $6/8$ به دست آمد. ارقام شیرین و PP8 به علت دارا



شکل 1: پارامترهای رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید *Aphidius matricariae* روی شته *Aphis fabae* روی چهار رقم چغندر قند در شرایط آزمایشگاه

پژوهش را فراهم نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود. هم‌چنین از آقای دکتر احسان رخشانی بخاطر شناسایی زنبور پارازیتوئید سپاسگزاری می‌شود.

سپاسگزاری

از گروه حشره شناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس که امکانات لازم جهت انجام این

منابع

- بهداد، ا. 1371. آفات گیاهان زراعی ایران. مرکز نشر یاد بود، جلد 3، صفحه 188-293.
- تکلو زاده، ح. م.، کمالی، ک.، طالبی، ع. ا. و فتحی پور، ی. 1382. اثر دما و گیاه میزبان، بر پارامترهای رشد جمعیت زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hym.: Aphidiidae) مجله علوم و صنایع کشاورزی، 17 (1): 113-107.
- حسینی قرالری، ع.، فتحی پور، ی. و طالبی، ع. ا. 1382. مقایسه پارامترهای جمعیت پایدار شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* و زنبور پارازیتوئید آن *Diaeretiella rapae* مجله علوم کشاورزی ایران، 34 (4): 791-785.
- رخشانی، ا. 1385. مطالعه مرفولوژیک و روابط فیلوژنیک زنبورهای زیرخانواده Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae) با استفاده از ژن 28S Rdna. رساله دکتری، گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه 122-126.
- شاهرخی خانقاه، ش.، شجاعی، م.، رضوانی، ع.، استوان، ه. و عبداللهی، غ. ع. 1383. خصوصیات زیستی و پارامترهای جدول باروری زنبور پارازیتوئید *Aphidius matricariae* Haliday (Hym.: Aphidiidae) در مقایسه با شته میزبان *Schizaphis graminum* (Rondani)، شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه 37.
- عاشوری، ا. 1381. برهم کنش گیاهان ترنس ژنیک سیب زمینی با موجودات غیر هدف: اثر بر زیست شناسی *Macrosiphum euphorbiae* و پارازیتوئید *Aphidius nigripes* پانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه 114.
- مظاهری لقب، ح. ا. و احمدوند، گ. 1383. اثر مدیکوساید آ و سویاساپونین 1 بر اندازه جثه و باروری شته سیب زمینی (*Aulachorthum solani*). شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، صفحه 227.
- Abe, K., Emori, Y., Kondo, H., Suzuki, K. and Arai, S. 1987. Molecular cloning of a cysteine proteinase inhibitor of rice (*Oryza cystatin*). Journal of Biological Chemistry, 262: 16793-19797.
- Anonymus. 2000. CAB International, Crop protection compendium, Global module, (2nd edition), Wallingford, UK, CABI Publishing.
- Bigler, F. 1994. Quality control in *Trichogramma* production species for use in biological control. In: Wajnberg, E. and Hassan, S. A. (Eds.). Biological Control with Egg Parasitoids. pp. 93-111. Wallingford, CAB International, UK.
- Bijaya Devi, P., Singh, T. K. and Jiten Singh, H. 1999. Studies on the natural enemy complex of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) on Knol-Khol, *Brassica oleracea gongylodes*. Annals of Plant Protection Science, 7: 37-40.
- Carey, J. R. 2001. Insect biodemography. Annual Review of Entomology, 46: 79-110.
- Cichocka, E., Leszczyński, B., Ciepiela, A. P. and Goszczyński, W. 2002. Response of *Aphis fabae* Scop. to different broad bean cultivars. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Horticulture 5(2). Available on the: <http://www.ejpau.media.pl/series/volume5/issue2/horticulture/art-01.html>
- Couty, A., de la Vina, G., Clark, S. J., Kaiser, L., Pham-Delegue, M. H. and Poppy, G. M. 2001. Direct and indirect sublethal effects of *Galanthus nivalis* agglutinin (GNA) on the development of a potato- aphid parasitoid, *Aphelinus abdominalis*. Journal of Insect Physiology, 47: 553-561.
- Douglas, A. E. 1997. Provenance, experience and plant utilization by the polyphagous aphid, *Aphis fabae*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 83 (2): 161-170.
- Flint, M. L. 1979. Geographic variation in *Trioxys complanatus*. Ph. D. thesis. University of California, Berkeley.
- Force, D. C. and Messenger, P. S. 1964. Fecundity, reproductive rate and innate capacity of increase of 3 parasites of *Therioaphis maculata*. Ecology, 45: 706-715.

- Hamid, S., Shah, M. A. and Anwar, A. M. 1977. Some ecological and behavioral studies on *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae). CIBC Technical Bulletin No. 18: 99-111.
- Jacobson, R. J. and Croft, P. 1998. Strategies for the control of *Aphis gossypii* in protected cucumbers. *Biocontrol Science and Technology*, 8: 377-378.
- Jervis, M. A. and Copland, M. J. W. 1996. The life cycle, In: Jervis, M. and Kidd, N. (Eds.). *Insect natural enemies*. pp. 63-131. Chapman & Hall, London.
- Jervis, M. A. and Kidd, N. 1996. *Insect natural enemies. Practical approaches to their study and evaluation*. Chapman & Hall, London. pp.491.
- Kavallieratos, N. G., Stathas, G. J., Athanassion, C. G. and Papadoulis, G. T. 2002. *Dittrichia viscosa* and *Rubus ulmifolius* as reservoirs of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) and the role of certain coccinellid species. *Phytoparasitica*, 30 (3): 231-242.
- Mackauer, M. and Starý, P. 1967. Hymenoptera. Ichneumonoidea. World Aphidiidae, In: Delucchi, V. and Remaudière, G. (Eds.). *Index of Entomophagous Insects*. pp: 1-195. Le Francois, Paris.
- Mackauer, M. and Way, M. J. 1976. *Myzus persicae* sulz, an aphid of world importance, In: Delucchi, V. L. (Eds). *Studies in Biological Control International Biological Programme 9*. pp. 51-119. Cambridge University Press.
- Mackauer, M., Michaud, J. P. and Volkl, W. 1996. Host choice by aphidiid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): host recognition, host quality and host value. *Canadian Entomology*, 128: 959-980.
- Maia, A. N., Luiz, A. J. B. and Campaniolo, C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology*, 511-518.
- Mescheloff, E. and Rosen, D. 1988. Biosystematic studies on the Aphidiidae of Israel (Hymenoptera: Ichneumonoidea) 2. The genera *Ephedrus* and *Praon*. *Israel Journal of Entomology*, 22: 75-100.
- Mills, P. W. 1989. Specific responses and damage caused by Aphidoidea, In: Minks, A. K. and Harrewijn, P. (Eds.). *Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control*. pp. 23-47. Elsevier Publishers, Amsterdam.
- Reed, H. C., Reed, D. K. and Elliot, N. C. 1992. Comparative life table of *Diaeretiella rapae* and *Aphidius matricariae* on the Russian wheat aphid. *Southwestern Entomologist* 17: 307-312.
- Saljoqi, A. U. R. and van Emden, H. F. 2003. Selective toxicity of different granular insecticides to the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) and its parasitoid *Aphidius matricariae* Haliday (Hymenoptera; Aphidiidae) in two differentially resistant potato cultivars. *Journal of Biological Sciences*, 3 (2): 215-227.
- Schepers, A. 1989. Chemical control, In: Minks, A. K. and Harrewijn, P. (Eds.). *Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control*. pp. 89-122. Elsevier Publishers, Amsterdam.
- Schlinger, E. I. and Mackauer, M. J. P. 1963. Identity, distribution and hosts of *Aphidius matricariae* Haliday, an important parasite of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Hymenoptera: Aphididae-Homoptera: Aphidoidea). *Annals of the Entomological Society of America*, 56: 648-653.
- Sinha, T. B. and Singh, R. 1982. Bionomics of *Trioxys indicus*. *Indian Journal of Parasitology*, 5: 9-15.
- Starý, P. 1966. Aphid parasites of Czechoslovakia. A review of the Czechoslovak Aphidiidae (Hymenoptera). Academia, Publishing House of the Czechslovak Academy of Sciences, Prague, Czech Republic.
- Starý, P. 1970. *Biology of Aphid Parasites (Hymenoptera: Aphidiidae) with Respect to Integrated Control*. Dr. W. Junk, the Hague, the Netherlands.
- Starý, P. 1989. Aphidiidae. In: Minks, A. K. and Harrewijn, P. (Eds.). *Aphids, Their Natural Enemies and Control*. pp: 171-184. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Talebi, A. A., Zamani, A. A., Fathipour, Y., Baniameri, V., Kheradmand, K. and Haghani, M. 2006. Host stage preference by *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera:

- Aphidiidae) as parasitoids of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) on greenhouse cucumber. IOBC/wprs Bulletin, 29(4): 173-177.
- Tremblay, E., Kwar, N. and Barbagallo, S. 1985. Aphid (Homoptera, Aphidoidea) and aphidiines (Hymenoptera, Braconidae) of Lebanon. Eollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri Portici, 42: 19-32.
- Tripathi, R. N. and Singh, R. 1990. Fecundity, reproduction rate longevity and intrinsic rate of natural increase of aphidiid parasite, *Lusiphlebia mirzai*. Entomophaga, 35: 601-610.
- Verkerk, R. H. J., Neugebauer, K. R., Ellis, P. R. and Wright, D. J. 1998. Aphids on cabbage: tritrophic and selective insecticide interactions. Bulletin of Entomological Research, 88: 343-349.
- Völkl, W. and Stechmann, D. H. 1998. Parasitism of the black aphid (*Aphis fabae*) by *Lysiphlebus fabarum* (Hym., Aphidiidae): the influence of host plant and habitat. Journal of Applied Entomology, 122: 201-206.
- Zhishan, W., Hopper, K. R., O'Neil, R. J., Voegtlin, D. J., Prokrym, D. R. and Heimpel, G. E. 2004. Reproductive compatibility and genetic variation between two strains of *Aphelinus albipodus* (Hymenoptera: Aphelenidae), a parasitoid of the soybean aphid, *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae). Biological Control, 31: 311-319.

Comparison of Growth Population Parameters of *Aphidius matricariae* (Hym., Aphidiidae) on Host aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Homoptera: Aphididae), on Four Varieties of Sugarbeet in Laboratory Conditions

Tahriri Adabi¹, S., Talebi², A. A. and Fathipour³, Y.

Abstract

Aphidius matricariae Haliday (Hym., Aphidiidae) is one of the most important parasitoids of numerous aphids which is used in pest management programs. In this research, growth population parameters of *A. matricariae* were studied on *Aphis fabae* Scopoli (Hom., Aphididae) on four varieties of sugar beet (IC, PP8, Rasoul and Shirin). Experiments were carried out in a growth chamber with temperature of $25\pm 1^\circ\text{C}$, $70\pm 5\%$ RH and a photoperiod of 16L: 8D hours. Twenty newly emerged adult wasps were separately released in leaf cages containing 50 nymphs of aphids. After 24 hours parasitoids were placed in other leaf cages with the same conditions and was continued until the parasitoids death. The parasitized aphids on each variety were counted daily. The results were analyzed according to Jackknife method with SAS and MINITAB statistical softwares. In this research, the net reproductive rates (R_o) on IC, PP8, Rasoul and Shirin cultivars were 13.31, 18.18, 16.54 and 18.58 female/female/generation, intrinsic rate of increase (r_m) were 0.360, 0.406, 0.401 and 0.408 female/female/day, mean generation time (T_c) were 7.18, 7.14, 6.99 and 7.17 days and doubling time (D_T) were 1.92, 1.70, 1.73 and 1.67 days, respectively. The results showed that host plant varieties affect the growth population parameters of parasitoid.

Keywords: *Aphis fabae*, *Aphidius matricariae*, Population parameter, Sugar beet

1, 2 and 3. Former Graduate Student. Associate Professor and Professor, Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran

