

ارزیابی آزمایشگاهی و مزرعه‌ای کارایی زنبور *Trichogramma embryophagum* در حضور گندم سیاه *Fagopyrum esculentum*

پونه قائمیان^۱، حمیدرضا صراف معیری^{۳*} و شهرام فرخی^۲

۱. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، و استادیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان

۲. استادیار، بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۹

چکیده

پارازیتوئیدهای جنس *Trichogramma* از جمله دشمنان طبیعی هستند که به طور وسیعی در کنترل بیولوژیک در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. حضور گیاهان گل‌دار به واسطه تامین مواد قندی می‌تواند موجب بهبود کارایی عوامل کنترل بیولوژیک شود. به منظور بررسی اثر گیاه گل‌دار گندم سیاه (*Fagopyrum esculentum* Moench) روی برخی ویژگی‌های زیستی زنبور (Hartig) *Trichogramma embryophagum*، دو آزمایش در شرایط آزمایشگاهی (دما $25 \pm 1^\circ C$ ، رطوبت نسبی $60 \pm 10\%$ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) انجام شد: (۱). در آزمایش اول ویژگی‌های زیستی زنبور *T. embryophagum* که طی ۲۴ ساعت اول پس از تفریح حشره کامل از ترشحات قندی گیاه گل‌دار گندم سیاه تغذیه کرده بود با تیمارهای آب و عسل ۱۰٪ و شاهد (بدون تغذیه) مقایسه شد. در آزمایش دوم ویژگی‌های زیستی زنبور *T. embryophagum* با تغذیه از منابع غذایی ذکر شده در تمام طول عمر حشره کامل مطالعه شد. در تمام آزمایش‌ها از تخم‌های بیدغلات (*Sitotroga cerealella* Olivier) به عنوان میزبان استفاده شد. در آزمایش‌های ۱ و ۲ زنبورها بیشترین طول عمر (به ترتیب $3/26 \pm 0/22$ و $5/6 \pm 0/18$) و میزان پارازیتسم (به ترتیب $36/8 \pm 2/78$ و $63/36 \pm 1/6$) را در حضور گندم سیاه داشتند که با تیمار دیگر و شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. متعاقب این دو آزمایش، یک بررسی در مزرعه انجام شد تا کارایی زنبور *T. embryophagum* در حضور گندم سیاه گل‌دار در یک سامانه میان‌کشتی با گیاه ذرت مورد ارزیابی قرار گیرد. تعداد ۲۰ سیتوکارت به عنوان تله تخم به طور تصادفی در مزرعه شاهد و تیمار قرار داده شد. میانگین کل تعداد تخم پارازیت در هر تله تخم در مزرعه ذرت با حضور گندم سیاه $19/91 \pm 5/58$ و شاهد $4/33 \pm 1/13$ تخم بود که باهم اختلاف معنی‌داری داشتند. نتایج این پژوهش به وضوح تاثیر معنی‌دار گندم سیاه را در کارایی زنبور *T. embryophagum* نشان می‌دهد که می‌تواند در توسعه برنامه‌های رهاسازی انبوه زنبور تریکوگراما مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: زنبور تریکوگراما، کنترل بیولوژیک، گیاهان گل‌دار، گندم سیاه، پارازیتسم

مقدمه

(1996). برخی نتایج نشان می‌دهد کارایی زنبورهای پارازیتوئید در حضور گل‌های گندم سیاه به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد (Witting-Bissinger, 2000; Dufour, 2000; Timothy et al., 2011).

با توجه به این که بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه در سطح آزمایشگاهی یا باغ‌های میوه بوده است، هدف از پژوهش حاضر بررسی حضور گل‌های گندم سیاه بر برخی ویژگی‌های زیستی زنبور *Trichogramma embryophagum* (Hartig) مانند طول عمر، میزان تغذیه، نسبت جنسی، میزان بدشکلی نتاج و همچنین میزان پارازیتسیم آن در شرایط آزمایشگاهی و همچنین ارزیابی میزان کارایی پارازیتوئید در شرایط مزرعه ذرت با حضور گیاه گندم سیاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

انتخاب جمعیت مناسب زنبور تریکوگراما و پرورش آن

از بین جمعیت‌های موجود در بانک زنبورهای تریکوگرامای بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، جمعیت فردوس متعلق به گونه *T. embryophagum* که از استان خراسان رضوی جمع‌آوری شده بود، برای این مطالعه انتخاب شد. برای تکثیر زنبور *T. embryophagum* از تخم بید غلات *Sitotroga cerealella* Olivier استفاده شد. جمعیت خالص زنبور در لوله‌های شیشه‌ای به ابعاد ۲۲۰×۴۰ میلی‌متر در اتاق دمای ثابت (۲۵±۱°C)، رطوبت نسبی ۶۰±۱۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شد.

بررسی ویژگی‌های زیستی زنبور *T. embryophagum* با حضور گندم سیاه در ۲۴ ساعت اولیه ظهور حشرات بالغ در آزمایشگاه

برای بررسی ویژگی‌های زیستی زنبور *T. embryophagum* آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) مطابق روش Witting-Bissinger et al. (2008)، طراحی شد. به این منظور ظرف پلاستیکی شفاف

زنبورهای خانواده‌ی *Trichogrammatidae* متعلق به بالاخانواده‌ی *Chalcidoidea* می‌باشند که با داشتن ۸۰ جنس و ۶۲۰ گونه دارای گسترش جهانی هستند (Knutson, 1998). زنبورهای تریکوگراما به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک، در سطوح گسترده‌ای از زیست‌بوم‌های کشاورزی دنیا به کار برده می‌شوند. در ایران نیز نزدیک دو دهه از کاربرد وسیع این زنبورهای پارازیتوئید تخم می‌گذرد به طوری که در سال ۱۳۸۹ سطح رهاسازی زنبورهای تریکوگراما در هفت محصول زراعی و باغی حدود ۱۸۷ هزار هکتار توسط سازمان حفظ نباتات گزارش شده است (Attaran and Dadpour Moghanloo, 2011).

زنبورهای بالغ تریکوگراما برای فعالیت‌های زیستی خود نیاز به قند محلول دارند، که آن را از منابعی مانند شهد و عسلک سایر حشرات تامین می‌کنند (Jervis and Kidd, 1986). در مطالعات مختلفی نشان داده شده است که در دسترس بودن و استفاده از منابع قندی می‌تواند ویژگی‌های زیستی زنبورهای پارازیتوئید به ویژه طول عمر و باروری را به شدت تحت تاثیر قرار دهد (Olson and Andow, 1998; McDougall and Mills, 1997; Wackers, 2002; Shearer and Atanassov, 2004). پت و همکاران و واکرز اظهار داشتند (Patt et al., 1997; Wackers, 2002) یکی از روش‌های موثر در افزایش کارایی زنبورهای پارازیتوئید از جمله زنبورهای تریکوگراما در برنامه‌های کنترل بیولوژیک استفاده از گیاهان گلدار مناسب در بین محصول اصلی می‌باشد. حضور گیاهان گلدار به واسطه مهیا کردن منابع غذایی مناسب برای حشرات کامل پارازیتوئید می‌تواند ویژگی‌های زیستی به ویژه طول عمر و باروری آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهد به طوری که در نهایت کاهش جمعیت میزبان گیاه‌خوار را در پی داشته باشد (Dufour, 2000). گندم سیاه (Buckwheat) با نام علمی *Fagopyrum esculentum* گیاهی است یک ساله از تیره ی علف‌های هفت‌بند (Polygonaceae) با گل‌های متراکم و کوچک که دارای شهد فراوانی می‌باشند (Honermeier,

برای بررسی حضور گندم سیاه بر میزان پارازیتسم زنبور *T. embryophagum* در قطعه زمینی به ابعاد ۲۵ در ۴/۵ متر واقع در مزرعه آزمایشی دانشگاه زنجان مبادرت به کشت گیاه ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) شد. در بین ردیف‌های ذرت نیز بذره‌های گندم سیاه کشت شد. در قطعه زمین دیگری که به‌عنوان شاهد با فاصله مناسبی از تیمار اصلی (حدود ۱۵۰ متر) در نظر گرفته شده بود فقط گیاه ذرت، مشابه با شرایط مزرعه تیمار کشت شد. تمامی علف‌های هرز داخل و حاشیه مزارع تیمار و شاهد به صورت دستی حذف شد. کشت ذرت در اردیبهشت ماه سال ۹۱ انجام شد و به دلیل ایجاد هم‌زمانی مناسب رشد رویشی ذرت با حداکثر حضور گل‌های گندم سیاه این گیاه در اواخر خرداد کشت شد. در این آزمایش از کارت‌های حاوی تخم تازه بید غلات به‌عنوان تله‌های تخم استفاده شد. هر کارت تله تخم به‌طور متوسط حاوی ۲۰۰ عدد تخم بید غلات بود. اواخر تیرماه و در زمان اوج گلدهی گندم سیاه چهار عدد تریکوکارت یک صدم گرمی به‌طور تصادفی و با رعایت فاصله مناسب روی گل‌های گندم سیاه قرار داده شد. تعداد ۲۰ عدد تله تخم نیز به‌صورت تصادفی روی بوته‌های ذرت نصب شد. در مزرعه‌ی شاهد نیز چهار عدد تریکوکارت و ۲۰ عدد کارت تله به‌صورت تصادفی روی بوته‌های ذرت نصب شدند. تله تخم‌ها به‌صورت روزانه در طول آزمایش تعویض شدند. بدین ترتیب تعداد تخم‌های پارازیت شده در هر تله تخم به مدت سه روز متوالی در مزرعه شاهد و تیمار شمارش و با هم مقایسه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای نرمال کردن خطای داده‌ها، بسته به نوع داده‌ها و محدوده‌ی اعداد به‌دست آمده، از سه روش لگاریتمی، جذری و قوس سینوس (Arc Sin) استفاده شد (Gomez and Gomez, 1990). آزمایش‌های مربوط به تغذیه‌ی زنبورها در آزمایشگاه در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت و نتایج حاصله با نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد. همچنین میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. داده‌های حاصل از آزمایش‌های مزرعه‌ای با

استوانه‌ای شکل به ابعاد $8 \times 7/5$ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که در قاعده آن سوراخی به قطر ۸ میلی‌متر برای خروج دم-گل ایجاد شد. قسمت انتهایی گل (دم‌گل) با یک تکه پنبه‌ی خیس پوشانده شده بود تا شادابی گیاهان در مدت آزمایش حفظ شود. درون ظروف آزمایش شاخه‌های گل‌دار گیاه گندم سیاه قرار داده و سپس ۱۰۰ تا ۱۵۰ عدد زنبور تریکوگرامای نر و ماده هم سن تازه از سفیره خارج شده (با عمر کمتر از ۲۴ ساعت) در ظرف رهاسازی شد. علاوه بر تیمار گندم سیاه، تیمار آب و عسل ۱۰٪ و شاهد (بدون منبع غذایی) نیز به‌منظور مقایسه در نظر گرفته شد. برای تیمار آب و عسل ۱۰٪ محلول آماده شده با استفاده از یک سوزن نازک به دیواره ظروف کشیده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت زنبورها از ظرف خارج شدند. برای هر تیمار ۳۰ عدد زنبور ماده به‌صورت انفرادی داخل لوله‌های آزمایش ($9/5 \times 1/5$ سانتی‌متر) منتقل و برای هر کدام از آن‌ها هر روز کاغذهای حاوی ۵۰ عدد تخم بید غلات قرار داده شد. علاوه بر طول عمر و میزان پارازیتسم، درصد خروج، نسبت جنسی (تعداد افراد ماده/کل) و میزان بدشکلی نتاج نیز برای هر تیمار بررسی شد. آزمایش مذکور با دو تیمار (گندم سیاه و آب و عسل) به همراه شاهد با ۳۰ تکرار در شرایط دمایی $25 \pm 1^\circ C$ ، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و طول دوره‌ی ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در داخل اتاقک‌های رشد انجام شد.

بررسی ویژگی‌های زیستی زنبور *T. embryophagum* در حضور گندم سیاه در تمام طول عمر در آزمایشگاه

تمام مراحل آزمایش در این قسمت نیز مانند آزمایش قبلی بود با این تفاوت که در تیمار گندم سیاه برای هر زنبور گل‌های گندم سیاه به صورت روزانه تا انتهای عمر زنبورها در اختیارشان قرار داده شد و در طول مدت آزمایش، هر روز گل‌های روز قبل با گل‌های جدید تعویض می‌شدند. برای تیمار آب و عسل نیز دیواره‌های ظروف هر روز با محلول ۱۰٪ آغشته شد.

بررسی میزان پارازیتسم زنبور *T. embryophagum* در حضور گندم سیاه در مزرعه ذرت

های پارازیته شده در مزرعه ذرتی که در بین ردیف‌های آن گندم سیاه کشت شده بود به طور معنی‌داری بیشتر از مزرعه-ی شاهد بود. در هر سه روز اختلاف میزان پارازیتسم بین مزرعه تیمار نسبت به شاهد معنی‌دار بود (به ترتیب برای روزهای اول تا سوم $P=0/028$ ، $F_{1,4}=13/3$ ، $F_{1,4}=0/24$ ، $P=0/024$ ، $F_{1,11}=7/46$ ، $P<0/01$ و این اختلاف نیز در تعداد کل تخم‌های پارازیته شده در طول زمان آزمایش نیز وجود داشت ($F_{1,23}=8/27$ ، $P<0/01$) (شکل ۱).

قابل ذکر است در روز دوم بیشترین اختلاف در میزان تخم‌های پارازیته شده در مزرعه تیمار نسبت به شاهد (تقریباً ۸/۵ برابر) مشاهده شد. میانگین کل تعداد تخم پارازیته شده در هر تله تخم در مزرعه تیمار $19/91 \pm 5/58$ و در شاهد $4/33 \pm 1/13$ به دست آمد (شکل ۱).

بحث

ویژگی‌های زیستی زنبور *T. embryophagum* در حضور گندم سیاه در آزمایشگاه

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد حضور منابع قندی و گیاهان گلدار می‌تواند ویژگی‌های زیستی زنبور *T. embryophagum* (به ویژه طول عمر و باروری) را افزایش دهد که قبلاً نیز در مطالعات مختلفی برای زنبورهای پارازیتوئید به آن اشاره شده است (Olson and Andow, 1998; van Lenteren, 2003; Zhang *et al.*, 2004). همچنین یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که اثرگذاری گل‌های گندم سیاه بر ویژگی‌های زیستی زنبور بیشتر از آب و عسل ۱۰٪ می‌باشد و به ویژه نقش موثرتری در بالا بردن طول عمر زنبورها دارد. مطابق با نتایج این پژوهش مطالعاتی که روی زنبور پارازیتوئید (*Hym., Braconidae*) *Microplitis croceipes* Cresson نیز انجام گرفته است نشان می‌دهد شهد گل‌های گندم سیاه به طور معنی‌داری نسبت به آب و عسل ویژگی‌های زیستی این زنبور را بهبود می‌بخشد (Timothy *et al.*, 2011). همچنین با توجه به نتایج چنین به نظر می‌رسد که حضور مستمر گیاه گلدار و منبع قندی در زمان فعالیت حشره کامل اثر مثبت و معنی‌داری در توان زادآوری و طول عمر آن داشته است. در مطالعه مشابهی نیز گزارش شده است که زنبورهای

آزمون تی تست (t-test) بین تیمار و شاهد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

ویژگی‌های زیستی زنبور *T. embryophagum* در حضور گندم سیاه در آزمایشگاه

همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است در آزمایش تغذیه‌ی زنبورها در ۲۴ ساعت پس از تفریخ، از نظر طول عمر ($F_{2,87}=9/49$ ، $P<0/01$)، پارازیتسم ($P=0/01$)، درصد خروج ($F_{2,87}=4/20$ ، $P<0/01$)، نسبت جنسی ($F_{2,87}=2/86$ ، $P=0/052$) و بدشکلی ($F_{2,87}=4/65$ ، $P=0/01$) بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. طول عمر ($3/26 \pm 0/22$ روز)، میزان پارازیتسم ($36/8 \pm 2/78$) و نسبت جنسی نتاج ($60/53 \pm 2/51$ درصد) زنبورهایی که در مجاورت گندم سیاه نگه‌داری شده بودند به طور معنی‌داری نسبت به آب و عسل و شاهد بیشتر بود. زنبورهای شاهد نیز کمترین درصد خروج ($65/83 \pm 2$) و بیشترین بدشکلی ($2/33 \pm 0/34$) را نسبت به دو تیمار مورد آزمون داشتند که در شاخصه اول با آب و عسل و در مورد میزان بدشکلی با هر دو تیمار اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۱).

در آزمایش تغذیه‌ی مستمر زنبورها، از نظر طول عمر ($F_{2,87}=39/10$ ، $P<0/01$) و میزان پارازیتسم ($P<0/01$)، بین تیمارها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. زنبورهایی که در مجاورت گندم سیاه بودند با طول عمر $5/6 \pm 0/18$ روز و میزان پارازیتسم $63/36 \pm 1/6$ بیشترین مقدار را نسبت به تیمار دیگر و شاهد داشتند. در حالی که درصد خروج ($F_{2,87}=0/21$ ، $P=0/811$)، نسبت جنسی نتاج ($F_{2,87}=1/82$ ، $P=0/168$) و میزان بدشکلی زنبورها ($F_{2,87}=0/59$ ، $P=0/557$) در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

میزان پارازیتسم زنبور *T. embryophagum* در حضور گندم سیاه در مزرعه ذرت

نتایج آزمایش نشان داد حضور گیاه گلدار گندم سیاه در مزرعه ذرت می‌تواند به شدت بر میزان پارازیتسم زنبور *T. embryophagum* تاثیر گذار باشد به طوری که تعداد تخم-

Nagarkatti *et al.*,) *Trichogramma minutum*

(2003) نیز با حضور گندم سیاه گزارش شده است.

مطالعات مختلفی با مقایسه سیستم‌های تک‌کشتی و چندکشتی نشان داده‌اند که تنوع گیاهی در اکوسیستم‌های زراعی می‌تواند در مدیریت آفات نقش موثری داشته باشد (Risch *et al.* 1983; Andow 1991; Coll 1998;) (Gurr *et al.* 2000). به نظر می‌رسد با کاشت گیاهان گلدار پارازیتوئیدهای تغذیه شده زمان بیشتری را برای جستجوی میزبان در نزدیکی منبع تغذیه صرف می‌کنند (Hagen, 1986; Lewis *et al.*, 1998). پارازیتسم آفت در آن منطقه خواهد شد (Baggen and Gurr, 1998; Wratten *et al.*, 2003). زنبورهای پارازیتوئیدی که در مزرعه تیمار رها شده‌اند بیشترین مقدار پارازیتسم خود را در روز دوم داشته‌اند که بسیار متفاوت با روز اول و سوم بوده است در صورتی که در مزرعه شاهد میزان پارازیتسم طی سه روز آزمایش نوسان چندانی نداشته است به خصوص در روز دوم و سوم که مقادیر به نسبت مشابهی در مزرعه شاهد دیده می‌شود. به نظر می‌رسد تحلیل این نتایج را به توان در تغذیه مناسب زنبورهای مزرعه تیمار دانست که پس از تغذیه مناسب از گل‌های گندم سیاه در روز دوم اکثر زمان خود را صرف یافتن میزبان و پارازیته کردن آن‌ها نمودند. در حالی که در مزرعه شاهد به دلیل عدم حضور منابع کافی غذایی، پارازیتوئیدها قسمت قابل توجهی از زمان را برای یافتن منبع غذایی صرف کرده‌اند. همچنین می‌توان از تحلیل انرژی و کاهش قدرت جستجوگری پارازیتوئیدها در شرایط مزرعه شاهد و عدم تغذیه از منابع قندی به عنوان دلیلی دیگر برای کاهش میزان پارازیتسم ذکر کرد.

کشت گیاهان گلدار و پوششی در باغ‌ها و مزارع به ویژه در مناطق گرم و خشک که از نظر پوشش گیاهی و رطوبت نسبی محیط فقیر می‌باشند، علاوه بر اینکه در حفظ و حمایت از دشمنان طبیعی و فون منطقه موثر خواهد بود، می‌تواند در افزایش کارایی زنبورهای بسیار کوچک و حساس تریکوگراما (به ویژه *T. embryophagum*) که به صورت

Trichogramma platneri Nagarkatti که فقط در ابتدای زمان تفریح از آب و عسل تغذیه می‌کنند نسبت به پارازیتوئیدهایی که تغذیه روزانه داشتند دارای طول عمر کمتری می‌باشند (McDougall and Mills, 1997).

مطابق با یافته‌های برناردی و همکاران (Bernardi *et al.*, 2000) نتایج پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد میزان ناهنجاری و بدشکلی در نسل بعد زنبورهای تریکوگراما بستگی به کیفیت و کمیت تغذیه زنبورهای مادری دارد به-طوری که میزان بدشکلی در نسل بعد زنبورهایی که فقط در ۲۴ ساعت اولیه پس از تفریح به منابع قندی دسترسی داشتند به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. این مسئله در کنار افزایش میزان پارازیتسم و طول عمر زنبور *T. embryophagum* با تغذیه از منابع قندی نکته‌ای است که می‌تواند در انتخاب ساز و کارهای مناسب برای پرورش انبوه این زنبور پارازیتوئید در شرایط انسکتاریوم‌ها لحاظ شود.

میزان پارازیتسم زنبور *T. embryophagum* در حضور گندم سیاه در مزرعه ذرت

امروزه به خوبی نشان داده شده است که حضور گیاهان گلدار به عنوان منابع تامین کننده شهد برای زنبورهای پارازیتوئید می‌تواند در کارایی و پویایی جمعیت دشمنان طبیعی نقش بسیار موثری در اکوسیستم‌های زراعی (agroecosystem) داشته باشد (Dufour, 2000).

یافته‌های آزمایش مزرعه‌ای نشان می‌دهد حضور گیاه گندم سیاه در بین ردیف‌های کشت شده گیاه ذرت می‌تواند کارایی زنبور پارازیتوئید *T. embryophagum* را چندین برابر افزایش دهد. مطابق با نتایج به دست آمده از مطالعات آزمایشگاهی به نظر می‌رسد این یافته می‌تواند مرتبط با افزایش باروری و طول عمر این پارازیتوئید در مزرعه تیمار به واسطه تغذیه از شهد گل‌های گندم سیاه باشد. افزون بر این بررسی‌های گذشته نیز نشان داده‌اند پارازیتوئیدهایی که به-خوبی تغذیه کرده باشند فعال‌تر بوده و میزبان خود را سریع‌تر پیدا می‌کنند که در نهایت افزایش میزان پارازیتسم را در پی خواهد داشت (Wackers, 2002). افزایش کارایی پارازیتوئید *Trichogramma carverae* Oatman and Pinto (Begum *et al.*, 2004) و زنبور Riley

اشباعی (inundative) در محیط رهاسازی می‌شوند، نقش قابل توجهی ایفا کنند. مطالعه حضور گیاه گندم سیاه در شرایط مزرعه و باغی و اثر آن بر کارایی زنبورهای تریکوگراما در کنترل میزبان‌های اصلی (آفت) برای مطالعات آتی توصیه می‌شود.

جدول ۱- ویژگی‌های زیستی زنبور ماده *Trichogramma embryophagum* (میانگین \pm خطای استاندارد) در اثر ۲۴ ساعت تغذیه از منابع قندی

Table 1. Biological characteristics of female *Trichogramma embryophagum* (mean \pm SE) with 24 hours feeding from nutritional resources

Treatment	Longevity (day)**	No. of parasitism**	Percentage of emergence**	Sex ratio*	Percentage of malformation**
Buckwheat	3.26 \pm 0.22 ^a	36.8 \pm 2.78 ^a	76.96 \pm 3.25 ^a	60.53 \pm 2.51 ^a	1.33 \pm 0.28 ^b
Honey10%	2.56 \pm 0.14 ^b	29.23 \pm 1.42 ^{ab}	81.23 \pm 1.22 ^a	52.23 \pm 1.45 ^b	1.06 \pm 0.17 ^b
Control	2.23 \pm 0.12 ^b	25.93 \pm 1.96 ^b	65.83 \pm 2 ^b	56.66 \pm 1.28 ^{ab}	2.33 \pm 0.34 ^a

** در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار است. حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است (one-way ANOVA)

* در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار است

** There is a significant difference at 0.01 probability level. The different letters in each column are significantly different (one-way ANOVA)

* There is a significant difference at 0.05 probability level

جدول ۲- ویژگی‌های زیستی زنبورهای *Trichogramma embryophagum* (میانگین \pm خطای استاندارد) در اثر تغذیه‌ی روزانه و مستمر از منابع قندی

Table 2. Biological characteristics of *Trichogramma embryophagum* (mean \pm SE) in continues availability of nutritional resources

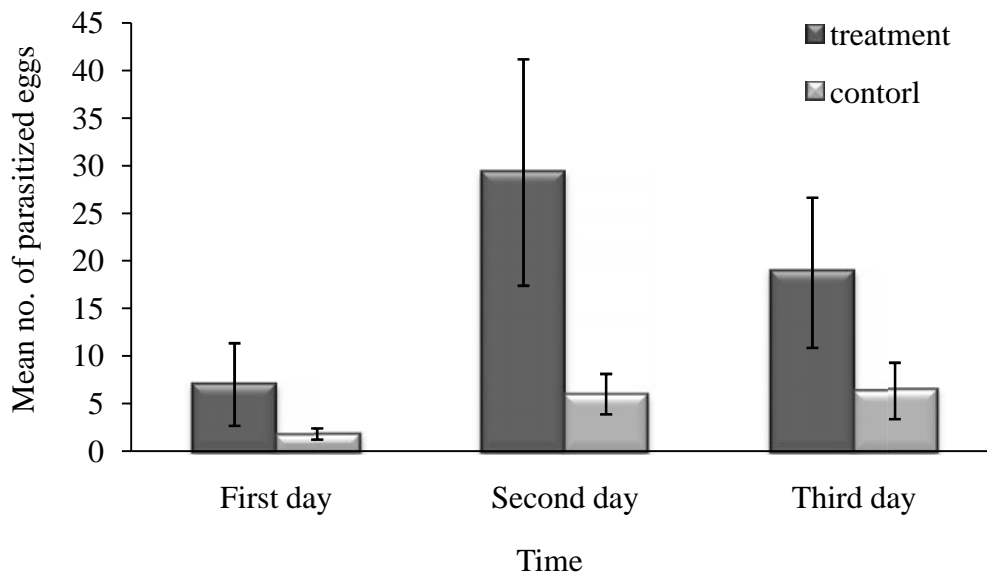
Treatment	Longevity (day)**	No. of parasitism**	Percentage of emergence**	Sex ratio*	Percentage of malformation**
Buckwheat	5.6 \pm 0.18 ^a	63.36 \pm 1.6 ^a	83.43 \pm 1.01	53.73 \pm 1.12	2.2 \pm 0.33
Honey10%	3.73 \pm 0.27 ^b	50.43 \pm 2.45 ^b	83.3 \pm 0.81	53.53 \pm 0.83	2.23 \pm 0.29
Control	2.93 \pm 0.17 ^c	29.26 \pm 1.88 ^c	83.63 \pm 1.04	55.96 \pm 1.02	1.8 \pm 0.28

** در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار است. حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است (one-way ANOVA)

* در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار است

** There is a significant difference at 0.01 probability level. The different letters in each column are significantly different (one-way ANOVA)

* There is a significant difference at 0.05 probability level



شکل ۱- میانگین (\pm خطای استاندارد) تعداد تخم پارازیت شده در شرایط مزرعه
 Figure 1. The mean (\pm SE) no. of parasitized eggs in field condition

References

- Andow, D. A.** 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology** 36: 561-586.
- Attaran, M. and Dadpour Moghanloo, H.** 2011. Analysis of the current situation and prospect of using *Trichogramma* wasps in biological control of agricultural pests. Proceeding of the biological control development congress in Iran, 27-28 July, Tehran, Iran, pp. 104-124. (in Farsi)
- Baggen, L. R. and Gurr, G. M.** 1998. The influence of food on *Copidosoma koedhleri* (Hym: Encyrtidae) and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of the potato moth *Phthorimeae operculella* (Lep: Gelechiidae). **Biological control** 11: 9-17.
- Begum, M., Gurr, G. M., Wratten, S. D. and Nicol, H. I.** 2004. Flower color affects tritrophic-level biocontrol interactions. **Biological control** 30: 584-590.
- Bernardi, E. B., Haddad, M. L. and Parra, J. R. P.** 2000. Comparison of artificial diets for rearing *Corcyra cephalonica* Stainton (Lep., Pyralidae) for *Trichogramma* mass production. **Revista Brasileira de Biologia** 60: 45-52.
- Coll, M.** 1998. Parasitoid activity and plant species composition in intercropped systems. In: Pickett, C.H. and Bugg, R.L. (Eds.). *Enhancing Biological Control*. Berkeley, CA: University of California Press. pp. 85-120.
- Dufour, R.** 2000. Farmscaping to enhance biological control. from [http:// www.attra.org](http://www.attra.org).
- Gomez, K. and Gomez, A.** 1990. Experimental designs for agricultural research. Translated by Farshadfar, E. Tehran Azad Publishing University. 762p. (in Farsi)
- Gurr, G. M., Wratten, S. D. and Barbosa, P.** 2000. Success in conservation biological control of arthropods. In Gurr, G. and Wratten, S.D. (Eds.). *Biological Control: Measures of Success*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp. 105-132.

- Hagen, K. S.** 1986. Ecosystem analysis: plant cultivars, entomophagous species and food supplements. In: Boethel, D.J. and Eikenbary, R.D. (Eds.). Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. Wiley, New York. pp. 151-197.
- Honermeier, B.** 1996. Botanical, qualitative and agronomical characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). **Arznei-und Gewurzpflanzen** 1: 123-127.
- Jervis, M. A. and Kidd, N. A. C.** 1986. Host-feeding strategies in hymenopteran parasitoids. **Biological Reviews** 61: 395-434.
- Knutson, A.** 1998. The *Trichogramma* manual. Texas Agricultural Extension Service. Available on: www.tamu.edu.
- Lewis, W. J., Stapel, J. O., Cortesero, A. M. and Takasu, K.** 1998. Understanding how parasitoids balance food and hosts needs: importance to biological control. **Biological Control** 11: 175-183.
- McDougall, S. J. and Mills, N. J.** 1997. The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 83: 195-203.
- Nagarkatti, S., Tobin, P. C., Saunders, M. C. and Muza, A. J.** 2003. Release of native *Trichogramma minutum* to control grape berry moth. **The Canadian Entomologist** 135 (4): 589-598.
- Olson, D. M. and Andow, D. A.** 1998. Larval crowding and adult nutrition effects on longevity and fecundity of female *Trichogramma nubilale* Ertle and Davis (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Environmental Entomology** 27: 508-514.
- Patt, J. M., Hamilton, G. C. and Lashomb, J. H.** 1997. Foraging success of parasitoid wasps on flowers: interplay of insect morphology, floral architecture and searching behavior. **Experimental and Applied Entomology** 83: 21-30.
- Risch, S. J., Andow, D. A. and Altieri, M.** 1983. Agroecosystems diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions. **Environmental Entomology** 12: 625-629.
- Shearer, P. W. and Atanassov, A.** 2004. Impact of Peach Extrafloral Nectar on Key Biological Characteristics of *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Economic Entomology** 97 (3): 789-792.
- Timothy, D., Nafziger, J. and Henry, Y. F.** 2011. Suitability of some farmscaping plants as nectar sources for the parasitoid wasp, *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae): Effects on longevity and body nutrients. **Biological Control** 56: 225-229.
- Van lenteren, J. C.** 2003. Quality control and production of biological control agents. CABI Publishing. 352 p.
- Wackers, F. L.** 2002. The effect of food supplements on parasitoid-host dynamics. 1st international symposium on biological control of Arthropods. Netherlands Institute of Ecology. pp. 226-231.
- Witting-Bissinger, B. E., Orr, D. B. and Linker, H. M.** 2008. Effects of floral resources on fitness of the parasitoids *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Cotesia congregata* (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control** 47: 180-186.
- Wratten, S. D., Berndt, L., Gurr, G., Tylianakis, J., Fernando, P. and Didham, R.** 2003. Adding floral diversity to enhance parasitoid fitness and efficacy. The first international symposium on biological control of Arthropods. pp. 211-214.
- Zhang, G., Zimmermann, O. and Hassan, S. A.** 2004. Pollen as a source of food for egg parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biocontrol Science and Technology** 14: 201-209.

Laboratory and field evaluation of *Trichogramma embryophagum* efficiency in presence of buckwheat, *Fagopyrum esculentum*

P. Ghaemian¹, H. R. Sarraf Moayeri^{2*} and Sh. Farrokhi³

1 and 2, Msc. Student, and Assistant Professor of Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, respectively 3. Assistant Professor, Biological Control Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran.

(Received: February 20, 2013- Accepted: August 31, 2013)

Abstract

Parasitoids of the genus, *Trichogramma* are the most widely used natural enemies for biological control of pests worldwide. The presence of flowering plants can improve efficiency of biological control agents by supplying sugar resource for parasitoids. In this study, two experiments were performed under laboratory condition (at $25\pm 1^\circ\text{C}$, $60\pm 10\%$ RH and a photoperiod 16L:8D), to evaluate the effect of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) on biological characteristics of *Trichogramma embryophagum* (Hartig). The two conducted experiments were: 1) Study of biological characteristics of *T. embryophagum* in the first 24 hours after adult eclosion on floral plant buckwheat versus honey 10% and control (no feeding). 2) Study of the biological characteristics of *T. embryophagum* with continuous feeding on some nutritional resource as mentioned above during their adulthood. The angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* Olivier, eggs were used as a host in all experiments. In both experiments longevity was (3.26 ± 0.22 and, 5.6 ± 0.18 days, respectively) and number of host parasitized (36.8 ± 2.78 and 63.36 ± 1.6 eggs, respectively) of wasps in presence of buckwheat were significantly more than another treatment and control. In subsequent of laboratory experiments, a field survey was performed to evaluate *T. embryophagum* efficiency in presence of flowering buckwheat as an intercropping system with corn. Twenty sitocards were randomly placed in treatment and control field as an egg trap. The mean number of parasitized *Sitotroga* eggs in each card by *T. embryophagum* in the corn field with buckwheat and control field was 19.91 ± 5.58 and 4.33 ± 1.13 eggs, respectively that were significantly different. The results clearly showed the significant effect of flowering buckwheat on the efficiency of *T. embryophagum* that could be useful to develop an inundative biological control program using *Trichogramma*.

Key word: *Trichogramma*, biological control, flowering plants, buckwheat, parasitism

*Corresponding author: hamidsarrafm@gmail.com