تحقیقات آفات گیاهی
۶۱-۵۱:(۱) ۹- ۱۳۹۸

تأثیر کاشت گیاهان گلدار در باغ‌های انار بر میزان پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار (Zeller) *Ectomyelois ceratoniae* توسط زنبور *Trichogramma brassicae* Bezdenko

محمدسعید امامی[1*]

۱- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۱۸)

چکیده

گیاهان گلدار با تأمین شهد باعث جلب و نگهداری دشمنان طبیعی و افزایش طول عمر و باروری آن‌ها می‌شوند. در این پژوهش تأثیر کاشت پنج گیاه گلدار شامل بومادران البرزی (*Achillea millefolium* subsp. *elbursensis*)، آویشن (*Thymus daenensis*)، پونه (*Mentha pulegium*)، بابونه (*Matricaria chamomilla*) و رازیانه (*Foeniculum vulgare*) در باغ‌های انار همراه رهاسازی زنبور تریکوگراما، روی میزان پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار و درصد خسارت انار بررسی شد. همچنین جلب‌کننده‌ترین این گیاهان برای زنبور پارازیتوید *Trichogramma brassicae* تعیین شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار در دو سال متوالی (۱۳۹۰-۱۳۸۸) در اصفهان انجام شد. نتایج نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار، درصد خسارت انار و میزان جلب زنبورها به گیاهان تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها مشخص کرد تیمار رازیانه دارای بیشترین (۶/۷۲٪) و تیمار شاهد منفی (بدون پوشش گیاهی و بدون رهاسازی شفیره‌های کرم گلوگاه انار) دارای کمترین (۲/۱۲٪) درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار بود. همچنین تیمار شاهد مثبت (بدون پوشش گیاهی همراه با رهاسازی شفیره‌های کرم گلوگاه انار) دارای بیشترین (۳۳/۱۱٪) و تیمار رازیانه دارای کمترین (۲۴/۹۲٪) درصد خسارت انار بود. در بین گیاهان گلدار، گیاه رازیانه با بیشترین درصد پارازیتیسم تخم بید غلات (۱۱/۱۹٪) جلب کننده‌ترین گیاه برای زنبورهای تریکوگراما بود. به منظور تقویت عوامل کنترل بیولوژیک پیشنهاد می‌شود کاشت گیاهان گلدار در برنامه مدیریت تلفیقی آفت کرم گلوگاه انار در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: رازیانه، زنبور تریکوگراما، کنترل بیولوژیک

* نویسنده مسئول: mse1480@gmail.com

مقدمه

کرم گلوگاه انار مهم‌ترین عامل کاهش کمی و کیفی محصول انار بوده و میزان خسارت آن در ایران بین ۳۰ تا ۸۰ درصد گزارش شده است (Shakeri, 2004). دو گونه زنبور تریکوگراما *Trichogramma embryophagum* Hartig و *T. cacoeciae* Marchal از باغ‌های انار ورامین، ساوه، یزد، نطنز و شیراز (Shakeri, 2004) و گونه *T. brassicae* Bezdenko از باغ‌های انار یزد و ساوه (Moezipour, 2006) و اصفهان (Emami, 2012) معرفی شده است. محققین مختلف یکی از عوامل مهم موفقیت کنترل بیولوژیک را فراهم بودن غذا برای پارازیتوئیدها می‌دانند (Beirne, 1962; Leius, 1967; van Lenteren *et al*., 1987). غذا باعث جلب و نگهداری دشمنان طبیعی در یک ناحیه شده (Evans and Swallow, 1993; Jacob and Evans, 1998) و طول عمر و باروری پارازیتوئیدها را افزایش می‌دهد (Foster and Ruesink, 1984; Idris and Grafius, 1995; Baggen and Gurr, 1998; Jacob and Evans, 2000). با کاشت گیاهان گلدار پارازیتوئیدهای تغذیه شده زمان زیادتری را برای جستجوی میزبان در نزدیک منبع تغذیه‌ای صرف می‌کنند (Hagen, 1986; Lewis *et al*., 1998) که این امر منجر به افزایش پارازیتیسم آفت در آن منطقه می‌شود (Leius, 1967; Baggen and Gurr, 1998; Wratten *et al*., 2003). شهد گیاهان گلدار با دارا بودن مواد قندی و هیدروکربنه مناسب باعث افزایش ویژگی‌های مهمی از زنبور نظیر طول عمر و باروری آنها می‌شود (Shearer and Atanassov, 2004). تأثیر گونه‌های گیاهان گلدار در جلب زنبورهای پارازیتوئید به خاطر کیفیت شهد و شکل گل آنها که دسترسی زنبور را به شهد فراهم می‌کند با همدیگر متفاوت است (Johanowicz and Mitchell, 2000). دشمنان طبیعی حشرات در جستجوی غذا (شهد و گرده گل‌ها) طیف وسیعی از گیاهان گلدار را در اکوسیستم‌های زراعی بازدید می‌کنند، ولی گل‌ها به طور یکسان مورد بازدید و تغذیه قرار نمی‌گیرند (Lovei *et al*., 1993; Goulson, 1999; Sutherland *et al*., 1999; Colley and Luna, 2000; Ambrosino *et al*., 2006). گل‌های گیاه بابونه به عنوان منبع غذایی برای حشرات شکارگر (سیرفیده‌ها، کریزوپیده‌ها و کفشدوزک‌ها) و زنبورهای پارازیتوئید شته‌ها مناسب هستند (Abd El-Kareim *et al*., 2008). در باغ‌های ارگانیک آمریکای شمالی جهت جلب زنبور تریکوگراما *T. minutum* Riley کاشت گیاهان رازیانه، هویج، شوید و مخلوطی از شبدرها و علف‌های گلدار (Gilkerson and Grossman, 1991) و همچنین باقلا و بو مادران (Valenzuela, 1994) توصیه شده است. هافمن (Hoffman, 2005) برای جلب زنبورهای پارازیتوئید، گیاهان بومادران، پونه معطر، آویشن، وارنگ بو، بابونه، رازیانه، گشنیز، شوید، گل آهار، مروارید، گل کتانی، گل جعفری، گل شصت عروسان، هویج، زیره سیاه و مینا را توصیه کرده است.کاشت گیاه گندم سیاه (*Fagopyrum esculentum* Moench) در افزایش کارآیی زنبور *T. minutum* (Nagarkatti *et al*., 2003) و *T. embryophagum* (Ghaemian *et al*., 2013) مؤثر بوده است. بابونه (Chamomile) با نام علمی *Matricaria chamomilla* L. گیاهی یک ساله از خانواده Asteraceae است که گل‌های آن در انتهای ساقه‌های اصلی و فرعی ظاهر می‌شود. زمان گل‌دهی آن از اول تیرماه تا مهرماه است. آویشن (thyme) با نام علمی *Thymus daenensis* Celak. گیاهی چند ساله از خانواده Lamiaceae است که گل‌های آن روی چرخه‌های مجتمع ظاهر می‌شوند. زمان گل‌دهی آن از اول خرداد تا آذرماه است. بومادران (yarrow) با نام علمی *Achillea millefolium* L. گیاهی چند ساله از خانواده Asteraceae است که خوشه‌های گل مرکب آن در انتهای ساقه ظاهر می‌شود. پونه معطر (pennyroyal) با نام علمی *Mentha pulegium* L. گیاهی چند ساله از خانواده Lamiaceae است که گل‌های آن به صورت دسته‌های فراهم در طول محور ساقه ظاهر می‌شود. رازیانه (fennel) با نام علمی *Foeniculum vulgare* Mill. گیاهی پایا از خانواده Apiaceae است که گل‌های آن در انتهای شاخه به

صورت چتر مرکب ظاهر می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر کشت گیاهان گلدار در افزایش پارازیتیسم زنبور تریکوگراما و کاهش درصد خسارت انار و همچنین شناسایی گیاهان گلدار ترجیحی زنبور *T. brassicae* بود.

مواد و روش‌ها

مکان آزمایش

باغ انار همگنی در غرب شهرستان اصفهان با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۰۰ متر از سطح دریا به مساحت یک هکتار و آلوده به کرم گلوگاه انار دارای درختان انار قوی و سرسبز با ۲۰ سال سن انتخاب شد. در تمام تیمارها عملیات زراعی و به زراعی شامل آبیاری، کود دهی و هرس به صورت یکسان انجام شد.

کاشت گیاهان

بذر گیاهان بابونه (۴ کیلوگرم در هکتار) و رازیانه (۱۰ کیلوگرم در هکتار) در دهه آخر مهرماه کشت شد. نشاء گیاهان آویشن (فاصلهٔ بین ردیف ۵۰ و روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر)، بومادران البرزی (فاصلهٔ بین ردیف ۶۰ و روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر) و پونه معطر (فاصلهٔ بین ردیف ۵۰ و روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر) نیز در اسفندماه کشت شد.در تیمار علف هرز، گیاهان خودرو شامل سلمه‌تره *Chenopodium album* L. حدود ۷٪، پیچک صحرایی *Convolvulus arvensis* L. حدود ۹٪، تاج خروس وحشی *Amaranthus retroflexus* L. حدود ۸٪، پنیرک *Malva parviflora* L. حدود ۴٪، شیرین بیان *Glycyrrhiza glabra* L. حدود ۸٪، بارهنگ *Plantago major* L. حدود ۶٪، مرغ *Cynodon dactylon* L. حدود ۷٪، ازمک *Cardaria draba* L. حدود ۲۷٪، چچم *Lolium rigidum* Gaud. حدود ۸٪، چسبک *Setaria viridis* L. حدود ۶٪، خونی‌واش *Phalaris minor* Retz. حدود ۵ ٪ و خرفه *Portulaca oleracea* L. حدود ۵٪ بود.

طراحی آزمایش

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار شامل گیاهان بابونه، رازیانه، آویشن، بومادران البرزی، پونه معطر، علف‌های هرز موجود، شاهد مثبت (بدون پوشش گیاهی همراه با رهاسازی شفیره‌های کرم گلوگاه انار) و شاهد منفی (بدون پوشش گیاهی و بدون رهاسازی شفیره‌های کرم گلوگاه انار) همراه با رهاسازی زنبور تریکوگراما در ۴ تکرار اجرا شد. گیاهان در بین درختان انار و در طول مسیر آبیاری کشت شدند. هر واحد آزمایش شامل ۱۰ درخت انار بود. به منظور جلوگیری از اختلاط یا جابجایی زنبورهای رها شده فاصله بین تیمارها در هر بلوک ۱۰ متر در نظر گرفته شد. به دلیل اینکه گیاهان کشت شده به جز بابونه چند ساله بودند، نقشه طرح طی دو سال به صورت یکسان اجرا شد.

آلودگی باغ به کرم گلوگاه انار

به منظور اطمینان از آلودگی باغ به کرم گلوگاه انار برای یک هکتار ۶۰۰ عدد شفیره کرم گلوگاه انار در فروردین و اردیبهشت ماه از انارهای آلوده جداسازی و آلودگی مصنوعی در باغ انجام شد. به استثنای کرت شاهد فاقد رهاسازی شفیره کرم گلوگاه، به ازای هر کرت آزمایشی حدود ۲۱ عدد شفیره در ظروفی به ارتفاع ۱۲ و قطر دهانه ۶ سانتی‌متر قرار داده شد.

تهیه سوش محلی زنبور تریکوگراما به منظور پرورش انبوه

در فروردین ماه انارهای باقیمانده روی درختان و ریخته شده در باغ جمع آوری شد. تخم‌های پارازیته شده کرم گلوگاه انار در آزمایشگاه جداسازی و زنبورهای به دست آمده روی تخم بید غلات *Sitotroga cerealella* Oliv. (Lep.: Gelechidae) در شرایط دمایی ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی ۸ ساعت تاریکی پرورش داده شدند. زنبورها توسط بخش رده‌بندی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی به عنوان گونه *Trichogramma brassica*e Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) شناسایی شدند.

رهاسازی زنبورهای تریکوگراما

بر اساس طول عمر ۱۰ روزه زنبورهای *T. brassicae* (Bigler *et al.*, 1987)، عملیات رهاسازی به فاصله ۱۰ روز و برای ۱۰ نوبت و در هر نوبت به میزان ۶۰ گرم زنبور در هکتار انجام شد. آغاز زمان رهاسازی زنبورها با استفاده از اطلاعات حاصل از زمان خروج شب‌پره‌های کرم گلوگاه انار که از قرار دادن ۲۸ ظرف حاوی حداقل ۲ شفیره کرم گلوگاه انار در باغ به دست آمد و با بررسی تاج ۲۰ عدد میوه انار برای مشاهده تخمریزی آفت انجام شد.

بررسی درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار روی میوه‌های انار

یک هفته پس از هر رهاسازی ۱۰ عدد میوه به‌طور تصادفی از درختان میانی هر تیمار انتخاب و تعداد تخم‌های پارازیته شده و نشده موجود در تاج میوه انار شمارش و ثبت شد.

بررسی درصد پارازیتیسم تخم بید غلات روی گیاهان کشت شده

یک هفته پس از هر رها سازی یک کارت مقوایی با ابعاد ۶ × ۸ سانتی‌متر که یک ورقه کاغذی با ابعاد ۲ × ۲ سانتی‌متر حاوی ۲۰۰ عدد تخم پارازیته نشده بید غلات روی آن قرار داشت به گیاه کشت شده در قسمت میانی هر تیمار نصب شد. پس از ۷۲ ساعت و قبل از رهاسازی بعدی ورقه‌ها جمع آوری و تا زمان تغییر رنگ تخم‌ها در شرایط دمایی ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. سپس تعداد تخم‌های پارازیته شده در هر ورقه شمارش و ثبت شد.

بررسی درصد خسارت انار

در پایان فصل و در زمان برداشت میوه‌ها، ۲ درخت از هر تیمار و در مجموع ۶۴ درخت به صورت تصادفی انتخاب و تمام میوه‌های روی درخت شمارش و میوه‌های آلوده و سالم به تفکیک شمارش و درصد خسارت ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از پارازیتیسم زنبور با فرمول $\sqrt{x+0.5}$ و داده‌های مربوط به درصد خسارت با فرمول $Arc\sin\sqrt{0.01x}$ نرمال و با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹,۱ تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

سال اول

درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F_{7,21} = 39.56, P < 0.0001$). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار رازیانه با ۶/۸۲ درصد دارای بیشترین و تیمارهای شاهد منفی و مثبت به ترتیب با ۲/۳۷ و ۲/۶۶ درصد و آویشن با ۲/۷۵ درصد دارای کمترین درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار بود (جدول ۱).

درصد پارازیتیسم تخم بید غلات روی گیاهان کشت شده

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد پارازیتیسم تخم بید غلات روی گیاهان کشت شده تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F_{7,21} = 58.66, P < 0.0001$). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار رازیانه با ۱۰/۲۸ درصد دارای بیشترین و تیمارهای شاهد منفی و مثبت به ترتیب با ۴/۴۴ و ۴/۶۱ درصد دارای کمترین درصد پارازیتیسم تخم بید غلات بود (جدول ۱).

درصد خسارت انار

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد خسارت انار تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F_{7,21} = 186.43, P < 0.0001$). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمارهای شاهد مثبت و منفی به ترتیب با ۳۵/۸۵ و ۳۵/۱۱ درصد دارای بیشترین و تیمار رازیانه با ۲۷/۲۹ درصد دارای کمترین درصد خسارت انار بود (جدول ۲).

سال دوم

درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F_{7,21}$ = 11.6, $P < 0.0001$). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار رازیانه با ۶/۶۱ درصد دارای بیشترین و تیمار شاهد منفی با ۱/۸۸ درصد دارای کمترین درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار بود (جدول ۳).

درصد پارازیتیسم تخم بید غلات روی گیاهان

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد پارازیتیسم تخم بید غلات روی گیاهان تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F_{7,21}$ = 48.77, $P < 0.0001$). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار رازیانه با ۱۲/۱۱ درصد دارای بیشترین و تیمارهای شاهد منفی و مثبت به ترتیب با ۴/۳۸ و ۴/۸۷ درصد دارای کمترین درصد پارازیتیسم تخم بید غلات بود (جدول ۳).

درصد خسارت انار

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که بین تیمارها از نظر درصد خسارت انار تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F_{7,21}$ = 10.45, $P < 0.0001$). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار شاهد منفی با ۳۰/۳۷ درصد دارای بیشترین و تیمار رازیانه با ۲۲/۵۶ درصد دارای کمترین درصد خسارت انار بود (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار و تخم بید غلات توسط زنبور *Trichogramma brassica*e در تیمارهای مختلف در سال ۸۹-۱۳۸۸

Table 1. Mean percentage of egg parasitism of pomegranate moth and Angoumois grain moth by *Trichogramma brassica*e wasp, in different treatments in 2009-2010

Treatment Egg parasitism	fennel	pennyroyal	yarrow	weeds	chamomile	thyme	control (positive)	control (negative)
pomegranate moth	6.82 ± 0.26 a*	4.45 ± 0.15 b	4.35 ± 0.1 b	3.9 ± 0.32 b	3.85 ± 0.27 b	2.75 ± 0.35 c	2.66 ± 0.16 c	2.37 ± 0.13 c
Angoumois grain moth	10.28±0.26 a*	8.02 ± 0.41 cd	7.66 ± 0.37 cd	8.77 ± 0.04 bc	9.28 ± 0.48 b	7.39 ± 0.33 d	4.61 ± 0.13 e	4.44 ± 0.08 e

*Means followed by different letters are significantly different (Duncan's test, $P < 0.05$)

جدول ۲- میانگین درصد خسارت انار در تیمارهای مختلف در سال‌های متفاوت

Table 2. Mean percentage of pomegranate damage in various treatments in different years

Treatment Year	control (positive)	control (negative)	thyme	weeds	pennyroyal	chamomile	yarrow	fennel
2009-2010	35.85±0.11 a*	35.11±0.27 a	30.57±0.35 b	30.38±0.31 b	30.1±0.08 b	29.98±0.27 b	29.95±0.25 b	27.29±0.43 c
2010-2011	30.37±1.5 a*	29.67±0.28 ab	29.17±0.89 abc	28.52±1.2 abc	26.67±1.22 cd	25.14±0.74 d	27.26±0.34 bcd	22.56±0.44 e

*Means followed by different letters are significantly different (Duncan's test, $P < 0.05$)

جدول ۳- میانگین درصد پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار و تخم بید غلات توسط زنبور *Trichogramma brassica*e در تیمارهای مختلف در سال ۹۰-۱۳۸۹

Table 3. Mean percentage of egg parasitism of pomegranate moth and Angoumois grain moth by *Trichogramma brassica*e wasp in different treatments in 2010-2011

Treatment Egg parasitism	fennel	chamomile	pennyroyal	yarrow	thyme	weeds	control (positive)	control (negative)
Pomegranate moth	6.61 ± 0.35 a*	5.63 ± 0.64 ab	4.67 ± 0.62 bc	4.36 ± 0.56 bc	3.49 ± 0.42 cd	3.4 ± 0.28 cd	2.31 ± 0.51 cd	1.88 ± 0.23 e
Angoumois grain moth	12.11 ± 0.17 a*	10.78 ± 0.06 b	8.32 ± 0.32 c	8.32 ± 0.32 c	8.32 ± 0.32 c	11.07 ± 0.48 ab	4.87 ± 0.27 d	4.38 ± 0.12 d

*Means followed by different letters are significantly different (Duncan's test, $P < 0.05$)

بحث

شهد گیاهان گلدار با دارا بودن مواد قندی و هیدروکربنه مناسب باعث افزایش ویژگی‌های مهمی نظیر طول عمر و باروری زنبورهای پارازیتوئید تریکوگراما که قدرت پرواز محدودی دارند می‌شود (Begum *et al*., 2006; Witting-Bissinger *et al*., 2008). نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد در بین گیاهان گلدار بررسی شده گیاه رازیانه در افزایش میزان پارازیتیسم تخم کرم گلوگاه انار توسط زنبور تریکوگراما نقش موثری ایفا کرد. گیاه رازیانه دارای ساختمان مناسب گل برای دسترسی زنبورهای پارازیتوئید تریکوگراما به شهد آن است (Witting-Bissinger *et al*., 2008, Ndakidemi *et al*., 2016). بررسی‌های ویتینگ-بیسینگر و همکاران (Witting-Bissinger *et al*., 2008) روی زنبور *T. exiguum* Pinto & Platner نشان داد زمانی که گل‌های رازیانه در اختیار زنبورها قرار گرفت، باروری کل ۲ تا ۳ برابر نسبت به شاهد (آب) افزایش یافت. در بررسی حاضر کاشت گیاه گل‌دار رازیانه باعث کاهش خسارت کرم گلوگاه انار شد (جدول‌های ۳ و ۶). در تیمار رازیانه میزان خسارت کرم گلوگاه انار حدود ۸٪ کمتر از تیمارهای شاهد است که آن را می‌توان به افزایش طول عمر و باروری زنبور در اثر استفاده از شهد و گرده گیاه رازیانه و در نتیجه افزایش پارازیتیسم تخم آفت نسبت داد. نتایج به دست آمده از این پژوهش با یافته‌های سایر محققین در خصوص اثر گیاهان گل‌دار در افزایش پارازیتیسم آفت از طریق افزایش طول عمر و باروری زنبورهای تریکوگراما (Ashley and Gonzalez, 1974; Leatemia *et al*. 1995; Gurr and Nicol 2000; Shearer and Atanassov 2004; Witting-Bissinger *et al*., 2008) و همچنین افزایش زمان جستجوگری این زنبورها در نزدیک منبع تغذیه‌ای برای پارازیته کردن میزبان و افزایش پارازیتیسم آفت (Hagen, 1986; Lewis *et al*., 1998; Wratten *et al*., 2003; Ndakidemi *et al*., 2016) مطابقت دارد. از این رو در صورتی که گیاه رازیانه به صورت نواری در باغ‌های انار کشت شود کاهش خسارت آفت به همراه تولید بذر رازیانه به افزایش درآمد باغداران کمک خواهد کرد. درصد پارازیتیسم تخم آفت در تیمار شاهد مثبت و تیمار آویشن در یک گروه آماری قرار گرفت، اما میزان خسارت میوه در این تیمارها دارای تفاوت معنی‌دار بود. علت این تفاوت را می‌توان به تأثیر گیاهان پوششی گلدار در افزایش کارآیی سایر دشمنان طبیعی اعم از شکارگرها یا بیمارگرهای آفت و به عبارت دیگر به حفظ و حمایت گیاهان گلدار از سایر عوامل مفید نسبت داد (Begum *et al*., 2006; Emami, 2012, Ndakidemi *et al*., 2016). قدرت پرواز زنبورهای بسیار کوچک *T. brassicae* محدود (Suverkropp *et al*., 2009) و قابل مقایسه با کفشدوزک‌ها، مگس‌های سیرفید، بالتوری‌ها و یا زنبورهای Scelionidae نیست. از این رو فاصله گل‌های گیاهان گلدار با کانوپی درخت انار (محل نصب تریکوکارت‌ها و فعالیت زنبورهای تریکوگراما) نقش مهمی در استفاده زنبورها از گل‌های گیاه کشت شده دارد و امکان

مواجهه زنبورهای خارج شده از تریکوکارت را با گل گیاهان کشت شده فراهم می‌کند. در بررسی حاضر ارتفاع گیاه رازیانه در زمان گلدهی حدود ۱/۵ متر و بیش از سایر گیاهان گلدار کشت شده بود و گل این گیاه در تماس با کانوپی درختان انار بود از این رو زنبورهای تریکوگراما از لحاظ فاصله آسان‌تر و سریع‌تر به منبع غذایی دسترسی داشتند. بررسی‌های ساورکروپ و همکاران (Suverkropp *et al*., 2009) نشان داد که بیشتر زنبورهای تریکوگرامای *T. brassicae* در نزدیکی محل رهاسازی فعالیت می‌کنند. بررسی‌های تیلیاناکیس و همکاران (Tylianakis *et al*., 2004) نشان داد میزان پارازیتیسم شته غلات توسط زنبور *Aphidius rhopalosiphi* در حالتی که گیاه گلدار در نزدیکی زنبورها بود نسبت به حالتی که گیاه گلدار ۱۴ متر با زنبورها فاصله داشت ۳۶٪ بیشتر بود. در این بررسی نیز شهد گل گیاه رازیانه به خاطر فاصله کم با کانوپی درخت انار در دسترس زنبورها قرار داشت و منجر به افزایش درصد پارازیتیسم تخم آفت شد. در بررسی حاضر بین گیاهان گلدار، گیاه رازیانه بیشترین جذابیت را برای زنبورهای *T. brassicae* نشان داد. جذابیت گیاه گلدار رازیانه برای زنبورهای تریکوگراما توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Gilkerson and Grossman, 1991; Hoffman, 2005; Witting-Bissinger *et al*., 2008; Ndakidemi *et al*., 2016). بررسی‌های ون‌هینینجن و همکاران (van Heiningen *et al*., 1985) نشان داد میزان پارازیتیسم زنبور *T. evanescens* Westwood در گیاهان بلندتر نسبت به گیاهان کوتاه‌تر بیشتر است. در این بررسی نیز گیاه رازیانه بلندتر از سایر گیاهان گلدار بود و با جلب زنبورهای تریکوگراما بیشترین میزان پارازیتیسم را نشان داد. بررسی‌های صادقی (Sadeghi, 2008) نشان داد در میان ۱۶ گونه گیاه گلدار، رازیانه و بابونه در سرتاسر دوره نمونه برداری از جذابیت بالایی برای سیرفیده‌ها برخوردار بودند. پت و همکاران (Patt *et al*. 1997) نشان دادند جام گل عمیق باعث محدودیت استفاده زنبورهای پارازیتوئید از شهد گل می‌شود. در مقابل لووی و همکاران (Lovei *et al*., 1993) نشان دادند گل‌های دارای جام کوتاه سبب سهولت دسترسی دشمنان طبیعی به شهد و گرده گل می‌شوند. گل‌های گیاه رازیانه گل‌های باز کوچکی هستند که برای قطعات دهانی بسیار ریز زنبورهای پارازیتویید کوچک قابل دسترسی هستند (Ndakidemi *et al*., 2016). به طور کلی در انتخاب یک گل و جذابیت آن توسط حشرات، عوامل مختلفی نظیر رنگ (Haslett, 1989; Sutherland *et al*., 1999)، شکل (Gilbert, 1981; Colley and Luna, 2000)، اندازه (Kikuchi, 1963; Lovei *et al*., 1993; Sutherland *et al*., 1999)، کمیت و کیفیت شهد و گرده (Sutherland *et al*., 1999; Colley and Luna, 2000)، فراوانی گل (Sutherland *et al*., 1999; Sutherland *et al*., 2001)، عمر گل (Goulson, 1999)، شرایط اقلیمی (Herrera, 1995)، حضور سایر ملاقات کنندگان گل (Rothery, 1994)، تغییر نیازهای غذایی گل (Haslett, 1989; Hickman and Wratten, 1996)، جنسیت و عمر گل (Sutherland *et al*., 1999) و رفتار یادگیری (Goulson and Wright, 1998) دخالت دارند. علاوه بر جذابیت گل عوامل دیگری مانند فنولوژی گل در تقویت کنترل بیولوژیک دخالت دارند. در صورتیکه منابع شهد و گرده قبل از رسیدن انبوهی جمعیت آفت به آستانه اقتصادی در دسترس دشمنان طبیعی نباشد، گیاهان گلدار در تقویت عامل بیولوژیک موثر نخواهند بود. در پژوهش حاضر گیاهان گل‌دار کشت شده در طول زمان بررسی میزان پارازیتیسم زنبور تریکوگراما دارای گل بودند. بررسی‌های بووی و همکاران (Bowie *et al*., 1995) نشان داد با وجود جذابیت زیاد تعدادی از گیاهان گلدار برای حشرات مفید، برخی ویژگی‌های زراعی این گیاهان می‌تواند مطلوبیت آنها را در افزایش تنوع حشرات مفید و تقویت کنترل بیولوژیک کاهش دهد. برای گیاهان دارای ارزش اقتصادی زیاد مانند درختان انار به طور مسلم کنترل بیولوژیک به تنهایی قادر به کنترل کرم گلوگاه انار نخواهد بود. با این وجود به‌کارگیری عوامل بیولوژیک و تقویت آنها از طریق کاشت گیاهان گلدار در برنامه مدیریت تلفیقی کرم گلوگاه انار، موجب کاهش خسارت این آفت شد. از

این رو کاشت گیاهان گلدار در باغ‌های انار همراه با برنامه مدیریت تلفیقی آفت کرم گلوگاه انار گنجانده شود. رهاسازی زنبورهای پارازیتویید تریکوگراما می‌تواند در

References

Abd El-Kareim, A. I., El-Nagar, M. E. and Marouf, A. E. 2008. Is *Matricaria chamomilla* a beneficial insectary plant? **Journal of Agricultural Science of Mansoura University** 33 (4): 6777–6786.

Ambrosino, M. D., Luna, J. M., Jepson, P. C. and Wratten, S. D. 2006. Relative frequencies of visits to selected insectary plants by predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae), other beneficial insects and herbivores. **Environmental Entomology** 35 (2): 394-400.

Ashley, T. R. and Gonzalez, D. 1974. Effect of various food substances on longevity and fecundity of *Trichogramma*. **Environmental Entomology** 3: 169-171.

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 *Phthorimaea operculella* (Lep.: Gelechiidae). **Biological Control** 11: 9-17.

Begum, M., Gurr, G. M., Wratten, S. D., Hedberg, P. R., Nicol, H. I. 2006. Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. **Journal of Applied Entomology** 43: 547–554.

Beirne, B. 1962. Trends in applied biological control of in sects. **Annual Review of Entomology** 7: 387-400.

Bigler, F., Meyer, A. and Bosshart, S. 1987. Quality assessment in *Trichogramma maidis* Pintureau reared from eggs of the factitious hosts *Ephestia kuehniella* Zell. and *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Journal of Applied Entomology** 104: 340-353.

Bowie M. H., Wratten, S. D. and White, A. J. 1995. Agronomy and phenology of ‘‘companion plants’’ of potential for enhancement of insect biological control. N**ew Zealand Journal of Crop and Horticultural Research** 23: 423–427.

Colley, M. R., and Luna J. M. 2000. Relative attractiveness of potential beneficial insectary plants to aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). **Environmental Entomology** 29(5): 1054-1059.

Emami, M. S. 2012. Study on planting of floral plants to increase parasitism rate of *Ectomyelois ceratoniae* eggs by *Trichogramma* wasps in Pomegranate orchards. Final report of Iranian Research Institute of Plant Protection, No. 41659.

Evans, E. W. and Swallow, J. G. 1993. Numerical responses of natural enemies to artificial honeydew in Utah alfalfa. **Environmental Entomology** 22: 1392-1401.

Foster, M. A. and Ruesink, W. G. 1984. Influence of flowering weeds associated with reduced tillage in corn on a black cutworm (Lep.: Noctuidae) parasitoid *Meteorus rubens*. **Environmental Entomology** 13: 664-668.

Ghaemian, P., Sarraf Moayeri, H. R. and Farrokhi, Sh. 2013. Laboratory and field evaluation of *Trichogramma embryophagum* efficiency in presence of buckwheat, *Fagopyrum esculentum*. **Plant Pests Research** 3 (2): 43-51.

Gilkerson, L. and Grossman, J. 1991.The organic gardening guide to important beneficial and mites of North America. **Organic Gardening Magazine** pp. 46-56.

Goulson, D. 1999. Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** 2: 185–209.

Goulson, D. and Wright, N. P. 1998. Flower constancy in the hoverflies *Episyrphus balteatus*. (Degeer) and *Syrphus ribesii* (L.) (Syrphidae). **Behavior Ecology** 9(3): 213-219.

Gurr, G. M. and Nicol, H. I. 2000. Effect of food on longevity of adults of *Trichogramma carverae* Oatman and Pinto and *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Australian Journal of Entomology** 39: 185-187.

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. Wily, New York. pp. 151-197.

Haslett, J. R. 1989. Interpreting patterns of resource utilization: randomness and selectivity in pollen feeding by adult hoverflies. **Oecologia** 81: 433-442.

Herrera, C. M. 1995. Microclimate and individual variation in pollinators: flowering plants are more than their flowers. **Ecology** 76:1516–1524.

Hickman, J. and Wratten, S. D. 1996. Use of *Phacelia tanacetifolia* strips to enhance biological control of aphids by hoverfly larvae in cereal fields. **Journal of Economic Entomology** 89: 832-840.

Hoffman, F. 2005. Plants that attract beneficial insects. From http://www.farmerfred.com/plants_that_attract_benefi.html.

Idris, A. B. and Grafius, E. 1995. Wildflowers as nectar sources for *Diadegma insulare* (Hym.: Ichneumonide) a parasitoid of diamond back moth (Lep.: Yponomeutidae). **Environmental Entomology** 24: 1726-1735.

Jacob, H. S. and Evans, E. W. 1998. Effects of sugar spray and aphids' honeydew on field populations of the parasitoid *Bathyplectes curculionis* (Hym.: Ichneumonidae). **Environmental Entomology** 27: 1563-1568.

Jacob, H. S. and Evans, E. W. 2000. Influence of carbohydrate foods and mating on longevity of parasitoid *Bathyplectes curculionis* (Hym.: Ichneumonidae). **Environmental Entomology** 29: 1088-1095.

Johanowicz, D. L. and Mitchell, **E. R.** 2000. Effects of Sweet Alyssum flowers on the longevity of the parasitoid wasps *Cotesia marginiventris* (Hym.: Braconidae) and *Diadegma insulare* (Hym.: Ichneumonidae). **Florida Entomologist** 83(1): 41-47.

Leatemia, J. A., Laing, J. E. and Corrigan, J. E. 1995. Effects of adult nutrition on longevity, fecundity, and offspring sex ratio of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Canadian Entomologist** 127: 245-254.

Leius, K. 1967. Influence of wild flowers on parasitism of tent caterpillar and codling moth. **Canadian Entomologist** 99: 444-446.

Lewis, W. J., Stapel, J. O., Cortesero, A. M. and Takasu, K. 1998. Understanding how parasitoids balance food and host's needs: importance to biological control. **Biological Control** 11: 175-183.

Lovei, G. L., Hodgeson, D. J., Macleod, A. and Wratten, S. D. 1993. Attractiveness of some novel crops for flower-visiting hoverflies (Diptera: Syrphidae): comparisons from two continents. In Corey S. (Ed.). Pest control and sustainable agriculture. CSIRO, Canberra, Australia. pp. 368-370.

Moezipour, M. 2006. Effect of different temperature and humidity treatments on some biological parameters of two *Trichogramma brassicae* Bezd. populations, collected from pomegranate orchards of Yazd and Saveh. M.Sc. thesis. Isfahan University of Technology.

Nagarkatti, S., Tobin, P. C., Saunders, M. C. and Muza, A. j. 2003. Release of native *Trichogramma minutum* to control grape berry moth. **Canadian Entomologist** 135(4): 589-598.

Ndakidemi, B., Mtei, K. and Ndakidemi, P. A. 2016. The potential of common beneficial insects and strategies for maintaining them in bean fields of Sub Saharan Africa. **American Journal of Plant Sciences** 7: 425-436.

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. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 83: 21-30.

Rothery, F. A. 1994: Hoverfly foraging on hedgerow flowers. **IOBC/WPRS Bulletin** 17: 148-155.

Sadeghi, H. 2008. Abundance of adult hoverflies (Diptera: Syrphidae) on different flowering plants. **Caspian Journal of Environmental Science** 6 (1): 47-51.

Shakeri, M. 2004. Analytical revising of carob moth studies in Iran. Report of management problems of carob moth in Iran. Agricultural research center of Yazd. Pp. 25 and 28.

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.

Sutherland, J. P., Sullivan, M. S. and Poppy, G. M. 1999. The influence of floral character on the foraging behaviour of the hoverfly, *Episyrphus balteatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 93:157–164.

Sutherland, J. P., Sullivan, M. S. and Poppy, G. M. 2001. Distribution and abundance of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae) in wildflower patches and field margin habitats. **Agricultural and Forest Entomology** 3: 57–64.

Suverkropp, B. P., Bigler, F. and Van Lenteren, J. C. 2009. Dispersal behaviour of *Trichogramma brassicae* in maize fields. **Bulletin of Insectology** 62 (1): 113-120.

Tylianakis, J. M., Didham, R. K. and Wratten, S. D. 2004. Improved fitness of aphid parasitoids receiving resource subsidies. **Ecology** 85: 658–66.

Valenzuela, H. R. 1994. Insectaries: The use of insectary plants as a reservoir for beneficial in vegetable agroecosystems. Hawaii University Coop Extension Service. Vegetable crops update 4 (5): 1-7.

van Heiningen, T. G., Pak, G. A., Hassan, S. A. and van Lenteren J. C. 1985. Four years results of experimental releases of *Trichogramma* egg parasites against Lepidopteran pests in cabbage. **Mededelingen van de Faculteit der Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent** 50: 379-388.

van Lenteren, J. C., van Vianen, A. Gast, H. F. and Kortenhoff, A. 1987. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* Gahan (Hym.: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Hym.: Aleyrodidae) XVI. Food effects on oogenesis, oviposition, life-span and fecundity of *Encarsia formosa* and other Hymenopterous parasitoids. **Journal of Applied Entomology** 103: 69-84.

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 (2): 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.

Plant Pest Research
2019-9(1): 51-61

Effect of planting flowering plants in pomegranate orchards on egg parasitism level of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller), by *Trichogramma brassicae* Bezdenko

M. S. Emami[*1]
1- Plant Protection Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

(Received: March 5, 2019- Accepted: June 8, 2019)

Abstract

Flowering plants can attract and retain natural enemies and increase their longevity and fecundity by providing pollen and nectar. In this study the effect of flowering plants including: yarrow (*Achillea millefolium* subsp. *elbursensis*), thyme (*Thymus daenensis*), pennyroyal (*Mentha pulegium*), chamomile (*Matricaria chamomilla*) and fennel (*Foeniculum vulgare*) were investigated on eggs parasitism of *Ectomyelois ceratoniae* by *Trichogramma brassicae* in Isfahan pomegranate orchards during 2009-2011. Relative attractiveness of floral plants to *T. brassicae* was assessed using *Sitotroga cerealella* (Oliv.) egg cards. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 8 treatments and 4 replications. Data were analyzed using ANOVA and mean comparison were performed using Duncan's multiple range test. The results indicated that fennel planting caused the highest parasitism (6.72%) of the pest eggs and the lowest damage of fruits (24.92%). The Fennel was the most preferred flower to attract *Trichogramma* wasps (11.19%) among the floral plants tested. In order to improve the biological control of the pest, it is recommended that planting flowering plants can be considered in integrated pomegranate moth management.

Key words: biological control, fennel, *Trichogramma* wasp

* Corresponding author: mse1480@gmail.com