دانش گیاهپزشکی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۴ (ص ۸-۱)

جمع‌آوری، شناسایی و انتخاب سوش بومی زنبورهای انگل‌وارهٔ *Trichogramma* به منظور کنترل بیولوژیک کرم سیب، *Cydia pomonella* در منطقهٔ دماوند

حسین رنجبر اقدم[1*] و محمدرضا عطاران[2]

۱ و ۲. استادیار و محقق مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۴/۲۳)

چکیده

به منظور انتخاب گونهٔ مناسبی از زنبورهای تریکوگراما برای کنترل بیولوژیک کرم سیب، تعدادی از گونه‌های زنبورهای *Trichogramma* ضمن نمونه‌برداری مستقیم از تخم‌های کرم سیب و دیگر بال‌پولک‌داران فعال در باغ‌های سیب و استفاده از تله‌های تخم، از باغ‌های تحت مطالعه در شمال شرق استان تهران جمع‌آوری و شناسایی شدند. آزمایش‌هایی در قالب طرح کاملاً تصادفی در راستای ارزیابی و مقایسهٔ میزان باروری و طول عمر زنبورها در سه دمای ۲۲، ۲۴ و ۲۶ درجهٔ سلسیوس با استفاده از تخم بید غلات به عنوان میزبان واسط انجام گرفت. علاوه بر این، میزان پذیرش تخم‌های کرم سیب توسط گونه‌های تحت بررسی بعد از پنج نسل پرورش روی میزبان واسط آزمایشگاهی، از نظر آماری ارزیابی شد. سه گونه زنبور انگل‌وارهٔ تخم با نام‌های *Trichogramma brassicae*، *T. pintoi* و *T. embryophagum* از باغ‌های دماوند و رودهن جمع‌آوری و شناسایی شدند. بر اساس نتایج، باروری زنبورهای تحت بررسی در دماهای ۲۴ و ۲۶ درجهٔ سلسیوس از نظر آماری بیشتر از دمای ۲۲ درجهٔ سلسیوس بود. بیشترین مقدار باروری زنبورهای *T. pintoi* و *T. embryophagum* به‌ترتیب ۳۰/۹۳ و ۲۶/۴۶ تخم به ازای ماده در طول بازهٔ زمانی تحت بررسی تعیین شد. در راستای ارزیابی میزان پذیرش تخم کرم سیب توسط کلنی‌های آزمایشگاهی زنبور، درصد پارازیتیسم تخم‌های کرم سیب توسط گونه‌های یادشده به‌ترتیب ۱۷/۷۰ و ۷۳/۶۴ درصد تعیین شد. با در نظر گرفتن همهٔ نتایج، سوش بومی زنبور انگل‌واره *T. embryophagum* گزینهٔ مناسبی برای توسعهٔ برنامه‌های کنترل بیولوژیک کرم سیب در منطقهٔ تحت مطالعه معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: اکوتیپ، انگل‌واره تخم، کرم سیب، کنترل بیولوژیک.

مقدمه

کرم سیب *Cydia pomonella* (Lineaus) مخرب‌ترین و کلیدی‌ترین آفت باغ‌های سیب در سراسر جهان معرفی شده است (Al Bitar *et al*., 2010). در همهٔ مناطقی از ایران که کشت درختان میوهٔ سردسیری رواج دارد، این آفت نیز حضور دارد و به‌صورت یکی از رایج‌ترین حشرات زیان‌آور درختان میوهٔ سردسیری مطرح است (Oloumi-Sadeghi & Esmaili, 1980; Esmaili *et al*., 1993). در صورت کنترل نشدن، میزان خسارت آن به‌شدت بالا می‌رود، به‌طوری که در برخی نقاط به ۹۰ درصد نیز می‌تواند برسد (Esmaili, 1991). کرم سیب در ایران از مناطق هم‌سطح دریا (نواحی جلگه‌ای گیلان

* تلفن: ۲۲۱۸۱۲۱۸ - ۰۲۱، ۰۹۱۲۲۶۲۱۷۱۵
E-mail: hossein_aghdam2003@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

و مازندران) تا مناطقی با ارتفاع ۲۶۰۰ متر (دربندسر شمشک از نواحی کوهستانی شمال تهران) مشاهده شده است (Radjabi, 1986). این آفت بسته به عرض جغرافیایی و ارتفاع محل می‌تواند از یک نسل (در روسیه، انگلستان و کانادا) تا ۵ نسل (در فلسطین اشغالی) در سال داشته باشد (Setyobudi, 1989). آفت یادشده هر ساله در ایران با جمعیت فراوانی به درختان میوهٔ میزبان، به‌ویژه درختان سیب حمله می‌کند و خسارت آن از سطح زیان اقتصادی تجاوز می‌کند. از این رو این آفت به‌صورت یک آفت کلیدی مطرح شده است و کنترل تلفیقی آن الزامی است (Radjabi, 1986).

از زمان‌های گذشته، مطالعه و بررسی دربارهٔ امکان کنترل بیولوژیک کرم سیب با استفاده از زنبورهای انگل‌واره، به‌ویژه زنبورهای جنس تریکوگراما همواره مورد توجه پژوهشگران بوده است. برای مثال، Mashhadi Jafarloo *et al.* (1998)، Rowshandel *et al.* (1998) و Mills (2005) در مقابل Dolstad (1985)، کنترل بیولوژیک کرم سیب را غیر مؤثر می‌دانند. با این حال، Hassan *et al.* (1988) تأثیر به‌کارگیری زنبورهای *Trichogramma dendrolimi* Matsumura و *Trichogramma embryophagum* Hartig را در کاهش خسارت کرم سیب بررسی و توان آنها در کنترل بیولوژیک کرم سیب را تأیید کرده‌اند. طبق مستندات موجود، رهاسازی زنبور تریکوگراما در آمریکا توانسته است تا حدود ۶۰ درصد از خسارت کرم سیب را کاهش دهد (Mills *et al.*, 2000). در آزمونی که Mills (2003)، برای مقایسهٔ کارایی چهار گونه از زنبورهای تریکوگراما انجام داد، گونهٔ *Trichogramma platneri* Nagarkatti کارایی بیشتر و معناداری نسبت به دیگر گونه‌ها نشان داده و گونهٔ *Trichogramma brassicae* Bezdenko، کمترین کارایی را در کاهش خسارت کرم سیب از خود نشان داده است (Mills, 2003).

در ایران پارازیتیسم طبیعی کرم سیب توسط زنبورهای تریکوگراما در مناطقی از استان آذربایجان شرقی تا بیش از ۷۴ درصد در اواخر فصل گزارش شده است. بر اساس همین پژوهش، میانگین درصد پارازیتیسم طبیعی در کل فصل روی تخم‌های کرم سیب بین ۲۷ تا ۳۶ درصد در مناطق تحت بررسی ذکر شده است (Mashhadi Jafarloo *et al.*, 1998). بررسی عوامل محدودکنندهٔ جمعیت کرم سیب در منطقهٔ خسروشهر تبریز نشان داد زنبورهای تریکوگراما مهم‌ترین انگل‌وارهٔ تخم کرم سیب محسوب می‌شوند (Rowshandel *et al.*, 1998). به غیر از زنبورهای انگل‌وارهٔ مرحلهٔ تخم متعلق به جنس *Trichogramma*، سه گونه زنبور انگل‌وارهٔ مهم از خانواده‌های Braconidae و Ichneumonidae به نام‌های *Bassus rufipes* (Nees)، *Pristomerus vulnerator* (Panzer) و *Ascogaster quadridentata* Wesmael از روی لاروهای سیب از منطقهٔ مراغه جداسازی و گزارش شده است (Ranjbar Aghdam, 2009; Ranjbar Aghdam & Fathipour, 2010). لازم به ذکر است که آمریکایی‌ها گونهٔ *A. quadridentata* را از ناحیهٔ آسیای میانه جمع‌آوری کرده‌اند و ضمن دستیابی به فناوری پرورش انبوه آن، از آن در قالب کنترل بیولوژیک کلاسیک کرم سیب در ایالت کالیفرنیا استفاده کرده‌اند (Mills, 2005). با وجود این توان ارزشمند در فون بومی زنبورهای انگل‌وارهٔ ایران در کنترل طبیعی کرم سیب، برنامهٔ کنترل بیولوژیک کرم سیب در کشور حتی با استفاده از زنبورهای تریکوگراما که فناوری تولید انبوه آنها وجود دارد، متوقف شده است. در پژوهش حاضر در راستای بازنگری برنامهٔ کنترل بیولوژیک کرم سیب با استفاده از سوش‌های بومی زنبورهای انگل‌وارهٔ تریکوگراما، اقدام به جمع‌آوری، شناسایی و ارزیابی آنها برای کنترل کرم سیب در باغ‌های سیب منطقه دماوند شد.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری و جمع‌آوری زنبورهای بومی تریکوگراما

این پژوهش در باغ‌های سیب شهرستان‌های دماوند و رودهن واقع در استان تهران در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. به منظور جمع‌آوری گونه‌های احتمالی و نژادهای بومی زنبورهای تریکوگرامای مستقر در مناطق یادشده، از دو روش نمونه‌برداری مستقیم از تخم‌های کرم سیب و تخم‌های دیگر بال‌پولک‌داران موجود در روی علف‌های هرز سطح باغ و روش به‌کارگیری تله‌های تخم استفاده شد. در استفاده از روش تله‌گذاری، از تخم‌های بید غلات *Sitotroga cerealella* Olivere که

Archive of SID

www.SID.ir

روی تریکوکارت چسبانده شده بودند، استفاده شد. به‌علاوه، تخم‌های کرم سیب نیز در هر بار نمونه‌برداری از باغ، از نظر پارازیته بودن تحت بررسی و مشاهدهٔ مستقیم قرار گرفتند و همهٔ تخم‌های کرم سیبی که علائم پارازیت شدن را نشان می‌دادند، برای بررسی‌های بیشتر از نظر پارازیته بودن و جداسازی زنبور به آزمایشگاه بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک منتقل شدند. فواصل نمونه‌برداری به‌صورت هفتگی از زمان شروع تشکیل میوه و ریزش گلبرگ‌های سیب از اواخر اردیبهشت ماه تا زمان برداشت میوه در اوایل مهرماه ادامه داشت.

شناسایی زنبورها

از شاخک و ژنیتالیای زنبورهای به‌دست‌آمده در نمونه‌برداری‌های مختلف اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. نمونه‌های آماده‌شده بعد از شناسایی اولیه، برای تأیید شناسایی اولیه به بخش تحقیقات رده‌بندی حشرات مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور ارسال شدند.

حفظ و نگهداری کلنی زنبورها

به محض خروج زنبورها از تخم‌های پارازیته جمع‌آوری‌شده از باغ‌های تحت بررسی، به منظور حفظ و استقرار کلنی زنبورهای به‌دست‌آمده در دمای ۱±۲۵ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی حدود ۱۰±۵۰ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در انسکتاریوم، از تخم‌های بید غلات به عنوان میزبان آزمایشگاهی استفاده شد.

بررسی و مقایسهٔ میزان باروری و طول عمر زنبورهای انگل‌وارهٔ تریکوگراما

میزان باروری دو گونه زنبور تریکوگراما، به نام‌های *Trichogramma pintoi* Voegelé و*T. embryophagum* که از باغ‌های سیب تحت بررسی جمع‌آوری شده بودند، پس از استقرار در شرایط آزمایشگاهی، ضمن طراحی آزمایشی، ارزیابی و مقایسه شد. در این آزمایش تأثیر دما در سه سطح روی میزان باروری ۴۸ ساعت اولیهٔ دو گونه زنبور تحت مطالعه، بررسی شد. این بررسی در نسل پنجم آزمایشگاهی هر دو گونه و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ آزمایشی کاملاً تصادفی انجام گرفت. دماهای تحت بررسی در این آزمایش (۱±) ۲۲، ۲۴ و ۲۶ درجهٔ سلسیوس، دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی حدود ۱۰±۵۰ درصد بود. در هر دما، آزمایش با ۱۵ عدد زنبور ماده از هر گونه به عنوان ۱۵ تکرار انجام گرفت. بدین منظور، هر یک از افراد ماده که به‌طور تصادفی از کلنی اصلی و با حداکثر عمر ۲۴ ساعت از نسل پنجم آزمایشگاهی انتخاب شده بودند، به صورت انفرادی به داخل لوله‌های آزمایشی به قطر ۱/۵ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر منتقل شد و دهانهٔ لوله‌ها با استفاده از پنبه مسدود شد. این افراد با استفاده از محلول آب و عسل ۲۵ درصد تغذیه شدند. میزان تخم‌ریزی هر یک از زنبورهای ماده در مدت ۴۸ ساعت اول با قرار دادن یک دسته تخم بید غلات (تعداد تخم در هر لوله به‌طور میانگین ۱۵۰ تخم) در هر لوله ثبت شد. در ادامه، طول عمر ۱۵ زنبور ماده به عنوان ۱۵ تکرار بدون میزبان و تغذیه برای هر فرد ماده در هر دما به‌طور روزانه ثبت شد. داده‌های به‌دست‌آمده از بررسی میزان تخم‌ریزی ۴۸ ساعته و طول عمر زنبورهای ماده در دماهای تحت بررسی، پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها تجزیهٔ واریانس شد. بر اساس نتایج، مقایسهٔ میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. تجزیه‌وتحلیل‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری MINITAB و SAS انجام گرفت.

میزان پذیرش تخم‌های کرم سیب توسط زنبورهای تریکوگراما

به‌منظور بررسی و مقایسهٔ میزان پذیرش تخم‌های کرم سیب و پارازیته کردن آنها توسط زنبورهای مادهٔ دو گونهٔ *T. pintoi* و *T. embryophagum*، ۱۰ عدد زنبور ماده با سن حداکثر ۲۴ ساعت از نسل پنجم آزمایشگاهی دو گونهٔ یادشده به‌صورت تصادفی انتخاب و به‌طور انفرادی به داخل لوله‌های آزمایشی به قطر ۱/۵ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر منتقل شدند. برای هر یک از زنبورها در داخل هر لولهٔ آزمایش حداکثر ۲۰ عدد تخم کرم سیب هم‌سن روی کاغذ کالک به عنوان بستر تخم‌ریزی قرار داده شد و پس از گذشت ۸ روز در دمای ۲۴ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰±۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، تعداد تخم‌های پارازیت‌شده توسط هر فرد شمارش شد. شایان ذکر است که پرورش لاروهای کرم سیب روی غذای مصنوعی انجام گرفته بود و در ادامه، برای جفت‌گیری و تخم‌ریزی شب‌پرک‌های کرم سیب از ظروف استوانه‌ای پلاستیکی به‌ترتیب به قطر و ارتفاع ۱۶و ۲۵ سانتی‌متر با استفاده از بستر کاغذ کالک ضخیم طبق روش Ranjbar Aghdam (2009) استفاده شده بود. بر اساس نتایج، درصد پارازیتیسم تخم‌ها توسط هر یک از زنبورهای ماده محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از آزمون T-test از نظر آماری مقایسه شدند.

نتایج

شناسایی زنبورهای تریکوگرامای جمع‌آوری شده

در جمع‌آوری زنبورهای بومی تریکوگراما از مناطق تحت مطالعه، سه گونه زنبور انگل‌وارهٔ تخم از خانوادهٔ Trichogrammatidae جمع‌آوری و شناسایی شدند:

Trichogramma pintoi Voegelé, 1982

Trichogramma embryophagum (Hartig, 1838)

Trichogramma brassicae Bezdenko, 1968

گونهٔ *T. brassicae* همراه با زنبورهای گونهٔ *T. pintoi* و به‌صورت مخلوط در نمونه‌برداری‌های اولیه به‌دست آمد، اما در نمونه‌برداری‌های بعدی از این گونه مشاهده نشد. در طول پرورش زنبورها در آزمایشگاه که به منظور تثبیت کلنی زنبورهای جمع‌آوری‌شده و به‌صورت هم‌زمان انجام می‌گرفت، گونهٔ *T. brassicae* توسط *T. pintoi* حذف شد. با وجود فعالیت گونهٔ *T. pintoi* روی تخم‌های آفات پروانه‌ای که روی علف‌های هرز سطح باغ سیب تحت مطالعه مستقر بودند (این گونه از خرداد تا شهریور ماه روی تخم‌های بال‌پولک‌داران فعال روی علف‌های هرز قابل دسترسی بود)، گونهٔ یادشده از روی تخم‌های کرم سیب منطقهٔ تحت بررسی جمع‌آوری نشد، اما زنبور *T. embryophagum* هم توسط تله‌های تخم بید غلات و هم به‌صورت مستقیم از روی تخم‌های کرم سیب به‌دست آمد. اختلاف رنگ بارز بین دو گونهٔ *T. pintoi* و *T. embryophagum* وجود دارد. زنبورهای *T. embryophagum* به‌طور کامل زردرنگ‌اند، ولی زنبورهای *T. pintoi* به‌طور کامل تیره‌اند. از نظر اندازه نیز زنبورهای تریکوگرامای گونهٔ *T. pintoi* بزرگ‌تر از گونهٔ دیگرند. ویژگی‌های یادشده تفکیک این دو گونه را از یکدیگر آسان‌تر می‌کند.

حفظ و نگهداری کلنی زنبورها

برای تشکیل کلنی و حفظ و استقرار آنها در آزمایشگاه، زنبورهای به‌دست‌آمده با استفاده از تخم بید غلات در شرایط دمای ۱±۲۴ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی حدود ۱۰±۵۰ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در اتاق رشد نگهداری و پرورش داده شدند. همان‌گونه که ذکر شد، از باغ‌های سیب تحت بررسی زنبورهای تریکوگرامای *T. brassicae* مخلوط با گونهٔ *T. pintoi* به‌دست آمد که در نهایت زنبورهای گونهٔ *T. brassicae* در مسیر پرورش حذف شدند و امکان جداسازی آنها نیز میسر نشد چون این اتفاق در نسل‌های اولیهٔ پرورش حادث شده بود. در واقع وجود گونهٔ *T. brassicae* تنها با تهیهٔ پرپاراسیون از نمونه‌های اولیه مشخص شد. این نکته ضرورت بررسی خلوص گونه‌های جمع‌آوری‌شده توسط تولیدکنندگان زنبور تریکوگراما را نشان می‌دهد و جالب است که این نمونه‌ها از یک محل محدود و تعداد حدود ۳۰ عدد تخم پارازیته به‌دست آمده بودند. زنبورهای گونهٔ *T. brassicae* تنها در اولین نمونه‌برداری‌های انجام‌گرفته از باغ تحت بررسی در شهرستان دماوند یافت شدند و در نمونه‌برداری‌های بعدی هیچ زنبوری از گونهٔ یادشده به‌دست نیامد. با توجه به این توضیحات، تنها جمعیت‌هایی از دو گونهٔ *T. pintoi* و *T. embryophagum* که از محل بررسی جمع‌آوری شده بودند، در شرایط آزمایشگاهی مستقر و در ادامهٔ بررسی‌ها به‌کار گرفته شدند. استقرار گونهٔ *T. embryophagum* به مراتب سخت‌تر از استقرار *T. pintoi* بر روی تخم‌های بید غلات بود و سه نسل طول کشید تا زنبورهای *T. embryophagum* روی تخم‌های بید غلات مستقر شوند. در حالی‌که زنبورهای *T. pintoi* از نسل اول آزمایشگاهی به‌راحتی تخم‌های بید غلات را پذیرفتند.

مقایسهٔ باروری زنبورها در دماهای تحت بررسی

میانگین میزان باروری دو گونهٔ *T. pintoi* و *T. embryophagum* در دماهای ۲۲، ۲۴ و ۲۶ درجهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

سلسیوس در جدول ۱ ارائه شده است. تجزیهٔ واریانس نتایج آزمایش مقایسهٔ میزان باروری زنبورهای انگل‌وارهٔ یادشده در ۳ دما، بعد از بررسی نرمال بودن داده‌ها نشان داد بین گونه‌های تحت بررسی از نظر باروری تفاوت معناداری وجود ندارد ($P=۰/۶۸۹۰$، $df_e=۷۹$، $df_t=۱$، $F=۰/۱۶$). ولی اثر دما در سطح احتمال یک درصد روی باروری گونه‌های تحت بررسی معنادار بود ($P<۰/۰۰۰۱$، $df_e=۷۹$، $df_t=۲$، $F=۲۱/۵۴$). همین‌طور مشخص شد اثر متقابل گونه و دما روی باروری زنبورها معنادار نبود ($P=۰/۱۶۷۳$، $df_e=۷۹$، $df_t=۲$، $F=۱/۸۳$). مقایسهٔ میانگین تأثیر تیمارهای دمایی بر میزان باروری هر یک از زنبورهای تحت بررسی با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد بیشترین و کمترین میزان تخم‌ریزی زنبور *T. pintoi* در بین دماهای تحت بررسی به‌ترتیب در دماهای ۲۴ و ۲۲ درجهٔ سلسیوس با مقادیر ۲/۴۰±۳۰/۹۳ و ۲/۳۲±۱۲/۳۳ ثبت شد. در دمای ۲۶ درجهٔ سلسیوس نیز میزان باروری گونهٔ یادشده بدون اختلاف معنادار با دمای ۲۴ درجهٔ سلسیوس با مقدار عددی ۲/۳۲±۲۸/۵۰ تخم ثبت شده بود. در مورد گونهٔ *T. embryophagum* نیز بیشترین و کمترین میزان تخم‌ریزی در بین دماهای تحت بررسی به‌ترتیب در دماهای ۲۴ و ۲۲ درجهٔ سلسیوس با مقادیر ۲/۳۲±۲۶/۳۳ و ۲/۴۹±۱۶/۶۱ ثبت شد. میزان باروری گونهٔ یادشده در دمای ۲۶ درجهٔ سلسیوس نیز بدون اختلاف معنادار با دمای ۲۴ درجهٔ سلسیوس با مقدار عددی ۲/۴۹±۲۶/۴۶ تخم ثبت شده بود. در دمای ۲۲ درجهٔ سلسیوس، میزان تخم‌ریزی گونهٔ *T. embryophagum* از گونهٔ دیگر بیشتر بود، اما در دو دمای دیگر میزان تخم‌ریزی زنبورهای گونهٔ *T. pintoi* از گونهٔ دیگر بیشتر بود (جدول ۱). این موضوع بیانگر تحمل بیشتر زنبورهای جمعیت بومی *T. embryophagum* و تخم‌ریزی بیشتر آنها در دمای پایین است که در انتخاب زنبورها برای محل تحت نظر که دمای نسبتاً کمتری دارند (به‌ویژه در اوایل فصل) از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بود.

مقایسهٔ طول عمر زنبورها در دماهای تحت بررسی

تجزیهٔ واریانس نتایج آزمایش مقایسهٔ طول عمر زنبورهای انگل‌وارهٔ دو گونهٔ *T. pintoi* و *T. embryophagum* بعد از تأیید نرمال بودن داده‌ها با آزمون Ryan-Joiner نشان داد گونه ($P<۰/۰۰۰۱$، $df_e=۷۹$، $df_t=۱$، $F=۱۹/۱۹$) و دما ($P=۰/۰۰۰۱$، $df_e=۷۹$، $df_t=۲$، $F=۴۸/۹۳$) بر طول عمر زنبورها از نظر آماری تأثیر معناداری دارد. در حالی که اثر متقابل فاکتورهای یادشده بر طول عمر زنبورها معنادار نبود ($P=۰/۱۸۲۸$، $df_e=۷۹$، $df_t=۲$، $F=۱/۷۴$). مقایسهٔ میانگین تیمارها با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد بیشترین میزان طول عمر زنبورها در دمای ۲۲ درجهٔ سلسیوس ۰/۸۷±۱۷/۰۰و ۰/۸۲±۱۲/۲۰ روز به‌ترتیب برای گونه‌های *T. embryophagum* و *T. pintoi* بود. کمترین طول عمر زنبورهای هر دو گونه نیز در دمای ۲۶ درجهٔ سلسیوس با مقادیر ۰/۸۸± ۷/۱۵ و ۰/۸۱± ۵/۳۳ روز به‌ترتیب برای گونه‌های *T. embryophagum* و *T.pintoi* به‌دست آمد. در دمای ۲۴ درجهٔ سلسیوس نیز به همین ترتیب طول عمر زنبورهای گونهٔ *T. pintoi* نسبت به گونهٔ دیگر کمتر بود. در این دما طول عمر زنبورهای بالغ گونه‌های یادشده به‌ترتیب ۰/۸۲±۱۲/۲۰ و ۰/۸۴±۹/۷۸ روز بود. بر اساس نتایج، در همهٔ دماها طول عمر زنبورهای بالغ گونهٔ *T. embryophagum* بیشتر از گونهٔ دیگر بود. در حالت کلی نیز با افزایش دما روند کاهشی طول عمر زنبورها مشاهده شد که در موجودات خونسرد این موضوع امری طبیعی است (شکل ۱).

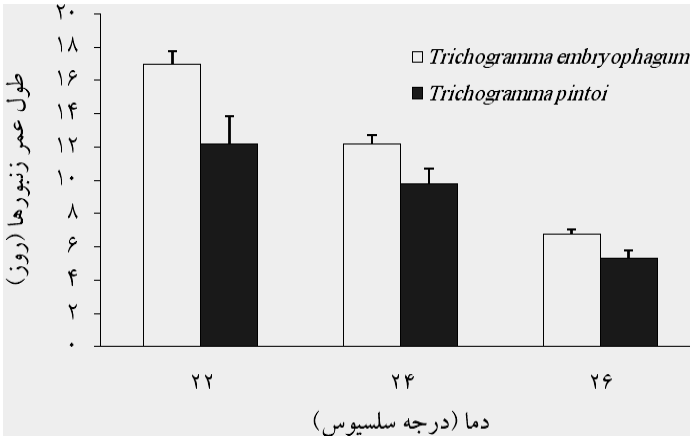
جدول ۱. مقایسهٔ تأثیر دما بر میزان باروری زنبورهای انگل‌وارهٔ *Trichogramma embryophagum* و *Trichogramma pintoi* در شرایط آزمایشگاهی

دماهای تحت بررسی (درجهٔ سلسیوس)	SE ± میانگین میزان باروری*	
	T. embryophagum	*T.pintoi*
۲۲	۱۶/۶۱ ± ۲/۴۹^{b}	۱۲/۳۳ ± ۲/۲۳^{b}
۲۴	۲۶/۳۳ ± ۲/۳۲^{a}	۳۰/۹۳ ± ۲/۴۰^{a}
۲۶	۲۶/۴۶ ± ۲/۴۹^{a}	۲۸/۵۰ ± ۲/۳۲^{a}

* میانگین‌های همراه با حروف لاتین متفاوت در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنادار دارند (توکی، ٪۵ = α).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. مقایسهٔ طول عمر زنبورهای ماده *Trichogramma embryophagum* و *Trichogramma pintoi* در دماهای تحت بررسی در شرایط آزمایشگاهی بدون تغذیه از آب و عسل (n= 15)

میزان پذیرش تخم‌های کرم سیب

بررسی میزان پارازیتیسم و پذیرش تخم‌های کرم سیب نشان داد که زنبورهای گونهٔ *T. embryophagum* تعداد و درصد تخم‌های بیشتری را نسبت به زنبورهای گونهٔ *T. pintoi* پارازیته می‌کنند. مقایسهٔ درصد پارازیتیسم این دو گونه تفاوت معنادار شاخص تحت بررسی را در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین دو گونه نشان داد (P<۰/۰۵، df =۹، F=۴/۳۸)؛ به‌نحوی که میانگین درصد پارازیتیسم تخم‌های کرم سیب توسط زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* به‌ترتیب ۷۳/۶۴ و ۱۷/۷۰ درصد بود. با توجه به تفاوت در درصد پارازیتیسم و تعداد زنبورهایی که از روی تخم‌های کرم سیب جمع‌آوری شد، مشخص شد که جمعیت گونهٔ *T. embryophagum* از قابلیت بیشتری برای پارازیته کردن تخم‌های کرم سیب نسبت به گونهٔ دیگر برخوردار است و می‌تواند نامزد مناسبی برای کاربرد در شرایط صحرایی باشد. در بررسی پارازیتیسم تخم‌های کرم سیب توسط زنبور *T. pintoi* مشخص شد که از بین ۱۰ فرد مادهٔ تحت بررسی از این گونه فقط سه فرد تخم‌های کرم سیب را پارازیته کرده بودند، ولی در مقابل همهٔ زنبورهای گونهٔ *T. embryophagum* تخم‌های کرم سیب را پذیرفته و پارازیته کرده بودند. در ادامه، بررسی‌ها نشان داد که اغلب تخم‌های پارازیتهٔ کرم سیب حاوی دو یا سه شفیرهٔ زنبور بودند و زنبورها به‌راحتی توانستند مراحل رشدی خود را درون تخم کرم سیب کامل کنند و خارج شوند.

بحث

زنبور *T. embryophagum* در گذشته از روی کرم سیب جمع‌آوری و گزارش شده بود. این زنبور از روی تخم‌های کرم سیب، کرم ساقه‌خوار برنج و کرم گلوگاه انار نیز جمع‌آوری شده بود. زنبور *T. pintoi* از باغ‌های سیب مناطق مشهد و نیشابور و همچنین از روی تخم‌های *Plusia gamma* L. و *Ostrinia nubilalis* (Hubner) از منطقهٔ مغان به‌دست آمده بود (Ebrahimi *et al.*, 1998). ولی با توجه به اینکه به‌طور مستقیم از روی تخم کرم سیب گزارش نشده بودند، احتمال می‌رود که نمونه‌ها با تله‌گذاری در باغ به‌دست آمده باشند (Akbarzadeh Shoukat *et al.*, 2007; Ebrahimi *et al.*, 1998). در گذشته Akbarzadeh Shoukat *et al.* (2007)، میزان پارازیتیسم طبیعی زنبور *T. embryophagum* را در باغ‌های گردو بین ۱۷ تا ۵۱ درصد گزارش کرده بودند.

مقایسهٔ طول عمر زنبورهای *T. embryophagum* و *T. pintoi* در این پژوهش نشان داد طول عمر زنبورهای گونهٔ *T. embryophagum* بیشتر است. در همین راستا در گذشته Akbarzadeh shoukat *et al.* (2007)، طول عمر این زنبورها را در دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس ۱۰/۲۵ روز گزارش کرده بودند که نزدیک به نتایج حاصل از این تحقیق در دمای ۲۴ درجهٔ سلسیوس است. همین‌طور Dadpour Moghanlou (2001) طول عمر زنبورهای *T. pintoi* را در دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس ۶/۹۳ روز گزارش کرده بود که تقریباً در

Archive of SID

www.SID.ir

میان اعداد حاصل از این تحقیق برای دماهای ۲۴ و ۲۶ درجهٔ سلسیوس قرار دارد. طول عمر زنبورها در دمای ۲۴ و ۲۲ درجهٔ سلسیوس نسبت به برخی گونه‌های دیگر مقدار شایان توجهی است و نشان از قابلیت خوب این زنبورها از نظر بقا دارد.

در بررسی رفتار تخم‌ریزی زنبورهای تحت بررسی در این تحقیق مشخص شد زنبورهای گونهٔ *T. pintoi* تخم‌های میزبان خود را که در کنار هم‌اند پارازیت می‌کنند. به عبارت دیگر، زنبورهای ماده به‌صورت تجمعی تخم‌ها را پارازیته می‌کنند. به‌نحوی که روی یک برگ غذای تخم میزبان که در اختیار زنبورها قرار داده شده بود، زنبورها تنها تخم‌های موجود در یک قسمت محدود از برگهٔ تخم را پارازیت کرده بودند. بدین معنا که زنبور بعد از پارازیته کردن یک تخم، بلافاصله نزدیک‌ترین تخم میزبان را برای پارازیتیسم انتخاب کرده و کار را ادامه داده بود. این رفتار در زنبورهای گونهٔ *T. embryophagum* به‌طور کامل متفاوت بود و زنبورهای ماده تخم‌های میزبانی را که تقریباً به‌صورت تک‌تک در همهٔ صفحهٔ تخم پراکنده بودند، انتخاب و پارازیته کرده بودند. این رفتار با توجه به وضعیت تخم‌ریزی انفرادی کرم سیب شایان توجه است. زنبورهای *T. embryophagum* تمایل داشتند تخم‌هایی را که بیشتر به‌صورت انفرادی بودند، پارازیته کنند و سطح بیشتری را برای پیدا کردن تخم‌ها جستجو کنند و از این لحاظ نیز نسبت به زنبورهای *T. pintoi* برای یافتن تخم‌های کرم سیب برتری داشتند. در بررسی میزان پارازیتیسم تخم کرم سیب توسط دو گونهٔ تحت بررسی نیز این نتایج تأیید شد.

با توجه به بررسی‌های Kuhlmanns & Mills (1999)، مشخص شده بود که اوج تخم‌ریزی زنبورهای تریکوگراما در ۲۴ ساعت اول است. همین‌طور بررسی‌های Hegazi & Khafagi (1998)، اثبات کرده بود که بیش از ۶۰ درصد تخم‌های زنبور *T. brassicae* در همان روز اول گذاشته می‌شود. بر این اساس، در پژوهش حاضر نیز میزان تخم‌ریزی ۴۸ ساعت اول زنبورهای ماده به عنوان معیار بررسی میزان باروری زنبورها تحت ارزیابی قرار گرفت.

در پژوهش Hassan (1989)، روی ۱۷ استرین از زنبورهای تریکوگراما که به منظور استفاده در برنامهٔ کنترل بیولوژیک کرم سیب انجام گرفته بود نیز مشابه یافته‌های این تحقیق، گونهٔ *T. embryophagum* به عنوان مناسب‌ترین گونه از بین استرین‌ها و گونه‌های تحت بررسی، برای رهاسازی در باغ انتخاب و معرفی شده بود. همین‌طور در تحقیقات Hassan *et al.* (1988)، در راستای کنترل بیولوژیک کرم سیب با استفاده از گونه‌های مختلف تریکوگراما، میزان کاهش خسارت این آفت ضمن به‌کارگیری زنبورهای *Trichogramma dendrolimi* Matsumura و *T. embryophagum* به‌ترتیب ۶۱/۳۵ و ۵۰/۰۶ درصد بیشتر از دیگر گونه‌ها برآورد شده بود. در موارد دیگری از برنامهٔ کنترل بیولوژیک کرم سیب با استفاده از رهاسازی نژاد بومی زنبور *Trichogramma platneri* Nagarkatti در آمریکا، کاهش ۶۰ درصدی خسارت کرم سیب با اجرای این برنامه گزارش شده بود (Mills *et al.*, 2000).

با در نظر گرفتن نتایج این بررسی، به نظر می‌رسد زنبورهای *T. embryophagum* کاندیدای مناسب‌تری برای کاربرد در باغ‌های سیب برای کنترل بیولوژیک کرم سیب باشند. زیرا این زنبور در درجهٔ اول از روی تخم‌های خود آفت جمع‌آوری شده بود و در درجهٔ بعدی این زنبورها توانستند در شرایط آزمایشگاهی پس از شش نسل پرورش روی تخم‌های میزبان آزمایشگاهی، تخم‌های کرم سیب را همچنان پذیرا باشند. میزان بیشتر تخم‌ریزی *T. embryophagum* در دمای کم و طول عمر بیشتر زنبورهای *T. embryophagum* در سه دمای تحت بررسی نیز از برتری‌های دیگر زنبور *T. embryophagum* بود که می‌تواند برای استفاده در مناطق سردسیر که سیب در آنها بیشتر کشت می‌شود، مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از باغداران منطقهٔ دماوند و رودهن، به‌ویژه آقای یحیی‌آبادی، مدیر باغ ۱۲۷ هکتاری واقع در روستای جابان شهرستان دماوند، به واسطهٔ همکاری و مساعدت آنها در راستای هر چه بهتر اجرا شدن این تحقیق سپاسگزاری کنند.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Akbarzadeh Shoukat, G., H. Ranji & Ebrahimi, E. (2007). Identification of the egg parasitoids of *Cydia pomonella* (L.) on Walnut trees and its efficiency in West Azarbaijan-Iran. *Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi*, 27-29 Ağustos 2007, Isparta, Turkey.
2. Al Bitar, L., Voigt, D.., Zebitz, C. P. W. & Gorb, S. N. (2010). Attachment ability of the codling moth *Cydia pomonella* L. to rough substrates. *Journal of Insect Physiology*, 56, 1966-1972.
3. Dadpour Moghanlou, H. (2001). *Study on host-parasitoid system of Trichogramma pintoi and Ephestia kuehniella and Sitotroga cerealella in laboratory conditions*. M.Sc. Thesis, Tarbiat Modares University, Iran.
4. Dolstad, K. D. (1985). Biology and control of the codling moth in the Pacific Northwest. B.Sc. Thesis, Simon Fraser University.
5. Ebrahimi, E., Pintureau, B. & Shojai, M. (1998). Morphological and Enzymatic study of the genus Trichogramma in Iran, *Applied Entomology and Phytopathology*, 66 (1, 2), 122-141. (in Farsi with English summary)
6. Esmaili, M. (1991). *Important pests of fruit trees*. Nashr-e-Sepehr Publication, Tehran. (in Farsi)
7. Esmaili, M., Mirkarimi, A. A. & Azmayesh-Fard, P. (1993). *Agricultural Entomology, Destructive Insects, Mites, Rodents, Molusks and their Control*. Tehran University Publication, No. 2073. (In Farsi)
8. Hassan, S. A. (1989). Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* [Lep.: Tortricidae]. *BioControl*, 34(1), 19-27.
9. Hassan, S. A., Kohler, E. & Rost, W. M. (1988). Mass production and utilization of *Trichogramma*: 10. Control of the codling moth *Cydia pomonella* and the summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* (Lep.: Tortricidae). *BioControl*, 33(4), 413-420.
10. Hegazi, E. M. & Khafagi, W. E. (1998). Studies on three species of *Trichogramma*. III. Comparison of longevity and fecundity of adult wasps fed on selected foods. *Alexandria Journal of Agricultural Research*, 43(2), 79-88
11. Kuhlmann, U. & Mills, N. J. (1999). Comparative analysis of the reproductive attributes of three commercially produced *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biocontrol Science and Technology*, 9, 335- 346.
12. Mashhadi Jafarloo, M., Bayat Asadi, H. & Talebi Chaichi, P. (1998). Report on potentiality of *Trichogramma* spp. in egg parasitism of codling moth (*Laspeyresia pomonella* L.) in East Azarbaijan province. In: *Proceedings of the 13th Iranian Plant Protection Congress*, 23-27 Aug., Karaj Junior College of Agriculture, Karaj, Iran. p. 160.
13. Mills, M. J. (2003). Augmentation in orchards: Improving the efficiency of *Trichogramma* inundation. In: *1st International Symposium on Biological Control of Arthropods*, 14-18 Jan., Honolulu, Hawaii, USA, pp. 130-135.
14. Mills, N. (2005). Selecting effective parasitoids for biological control introductions: Codling moth as a case study, *Biological Control*, 34, 274-282.
15. Mills, N., Pickel, C., Mansfield, S., McDougall, S., Buchner, R., Caprile, J., Edstrom, J., Elkins, R., Hasey, J., Kelley, K., Krueger, B., Olson, B. & Stocker, R. (2000). Mass releases of *Trichogramma* wasps can reduce damage from codling moth. *California Agriculture*, 54(6), 22-25.
16. Oloumi-Sadeghi, H. & Esmaili, M. (1980). Population fluctuation study of the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (L.) to determine the best time of control, *Iranian Journal of Agricultural Science*, 3 (1-4), 83-112. (in Farsi)
17. Radjabi, Gh. (1986). *Insects attacking rosaceous fruit trees in Iran*. Vol. 2: *Lepidoptera*. Publication of Plant Pest and Disease Research Institute, Tehran, Iran. (in Farsi)
18. Ranjbar Aghdam, H. & Fathipour, Y. (2010). First report of parasitoid wasp, *Ascogaster quadridentata* and *Bassus rufipes* (Hym.: Braconidae) on codling moth (Lep.: Tortricidae) larvae from Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 30(1), 55-58.
19. Ranjbar Aghdam, H. (2009). *Using temperature-dependent phenology in providing forecasting model of codling moth (Lepidiotera: Tortricidae)*, Ph.D. dissertation, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (in Farsi)
20. Rowshandel, S., Maleki-Milani, H. & Talebi-Chaichi, P. (1998). Introduction predators and parasitoids of codling moth *Laspeyresia pomonella* L. in Khosrowshahr. In: *Proceedings of the 13th Iranian Plant Protection Congress*, 23-27 Aug., Karaj Junior College of Agriculture, Karaj, Iran, p. 129.
21. Setyobudi, L. (1989). *Seasonality of codling moth, Cydia pomonella (Lepidoptera: Olethreutidae) in the Willamette valley of Oregon: role of photoperiod and temperature*. Ph.D. dissertation, Oregon State University, USA.

Archive of SID

www.SID.ir