

بررسی کارایی روش اخلاخل در جفت‌گیری برای کنترل خسارت کرم خراط، *Zeuzera pyrina* L. (Lep.: Cossidae)، در باغ‌های گردو

آرمان آوند فقیه^{۱*}، هادی زهدی^۲، محمد جعفرلو^۳ و رئوف کلیایی^۱

۱- مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی، تهران، ۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، کرمان، ۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، تبریز.
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: armanfaghhi@yahoo.fr

Efficiency of mating disruption for controlling the leopard moth, *Zeuzera pyrina* L. (Lep.: Cossidae), in walnut orchards

A. Avand-Faghhi^{1*}, H. Zahdi², M. Jafarloo³ and R. Koliaee¹

1. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Entomology Research Department, Tehran, Iran, 2. Kerman Agricultural and Natural Resources Research Centre, Plant Protection Research Department, Kerman, Iran, 3. East Azarbaidejan Agricultural and Natural Resources Research Centre, Plant Protection Research Department, Tabriz, Iran.

*Corresponding author, E-mail: armanfaghhi@yahoo.fr

چکیده

کرم خراط، *Zeuzera pyrina* L. (Lep.: Cossidae)، مهم‌ترین آفت گردو در ایران است. کارایی روش اخلاخل در جفت‌گیری برای کنترل خسارت کرم خراط با استفاده از دو محصول تجاری با اسامی Isonet[®] Z و Zeumat Universe[®] در دو استان آذربایجان شرقی و کرمان در سال ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. قبل از ظهور نخستین پروانه کرم خراط در هر هکتار ۶۰۰-۳۰۰ عدد پخش‌کننده فرومون به درختان نصب گردیدند. در هر کرت سه تله فرومونی برای بررسی اخلاخل در جهت‌یابی پروانه‌های نر کرم خراط قرار داده شد. عدم شکار تله‌های فرومونی در قطعات آزمایشی که در آنها روش اخلاخل در جفت‌گیری انجام شده بود مؤید موفقیت اخلاخل در جفت‌گیری حشرات کامل آفت با این محصولات و با تعداد پخش‌کننده‌های به‌کار رفته در قطعات آزمایشی بود. میانگین تعداد سوراخ‌های لاروی بر روی شاخه‌های یک‌ساله درختان گردو در تیمارهای Isonet[®] Z و Zeumat Universe[®] و شاهد به‌ترتیب در استان کرمان 0.18 ± 0.03 ، 0.13 ± 0.02 و 0.45 ± 0.04 و در استان آذربایجان شرقی 0.18 ± 0.03 ، 0.2 ± 0.02 و 0.52 ± 0.04 (خطای معیار \pm میانگین) بود که تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ داشتند و نشان‌دهنده کارایی روش اخلاخل در جفت‌گیری به‌وسیله هر دو محصول تجاری در کنترل خسارت کرم خراط بود. میزان خسارت در کرت‌هایی که روش اخلاخل در جفت‌گیری انجام شده بود نسبت به شاهد ۷۰-۶۰ درصد کاهش داشت. نتایج آزمایش نشان داد که تکنیک اخلاخل در جفت‌گیری با تعداد ۳۰۰ عدد پخش‌کننده‌های فرومون محصولات آزمایش شده در هکتار برای کنترل خسارت کرم خراط در باغ‌های گردو مؤثر بود.

واژگان کلیدی: پروانه کرم خراط، *Zeuzera pyrina* L.، فرومون، اخلاخل در جفت‌گیری، گردو

Abstract

Leopard moth, *Zeuzera pyrina* L. (Lep.: Cossidae), is a key pest of walnut in Iran. The efficiency of mating disruption by two commercial products including Isonet[®] Z and Zeumat Universe[®] was evaluated in 2011 in East Azerbaijan and Kerman provinces. In each hectare, 300-600 pheromone dispensers for mating disruption were attached to the trees before the emergence of adults. Three pheromone traps were also installed in each plot to evaluate the orientation disruption before the adults' emergence. The pheromone traps did not capture any adult in the plots where mating disruption was performed during the experiment in both provinces while the traps caught the adults in the control plots. This result confirmed the efficiency of the used number of products for orientation disruption of the males. The averages of the number of larval entrances on the branches of plots where mating disruption was conducted by Isonet[®] Z, Zeumat Universe[®] and control were respectively 0.18 ± 0.03 , 0.13 ± 0.02 and 0.45 ± 0.04 in Kerman province, 0.18 ± 0.03 , 0.2 ± 0.02 and 0.52 ± 0.04 (average \pm S. E.) for the pooled data of both regions. There was a significant difference among the averages ($P < 0.01$). The results showed the efficiency of mating disruption technique by both products for reducing the damage of the pest even after one year. The number of larval entrances on the branches of the trees in mating disruption plots was 60-70% less than control plots. The results confirmed that the mating disruption with 300 pheromone dispensers of each product is efficient for reducing the damage of the pest in the walnut orchards.

Key words: Leopard moth, *Zeuzera pyrina* L., Pheromone, Mating disruption, Walnut

مقدمه

کرم خراط، *Zeuzera pyrina* L. (Lep.: Cossidae)، مهم‌ترین آفت گردو در ایران است که زمان ظهور حشرات کامل آن از اواسط بهار تا پایان تابستان می‌باشد. حشرات نر با توجه به جثه کوچک‌تر به راحتی پرواز می‌کنند و به نور جلب می‌شوند ولی حشرات ماده که سنگین‌تر هستند خیلی کم پرواز می‌کنند و ترجیحاً بر روی همان درختی که از آن از سفیره خارج شده‌اند تخم‌ریزی می‌کنند. تخم‌ها در شکاف‌های تنه و یا زیر پوستک‌های تنه و بیشتر بر روی شاخه‌های بالاتر درخت و همچنین ممکن است بر روی شاخه‌های ضعیف‌تر و یا تنه درختان جوان گذاشته می‌شوند. لاروهای تازه تفریخ شده در بالای جوانه‌ها و شاخه‌های جوان مشاهده می‌شوند. هر حشره ماده ممکن است ۸۰۰-۴۰۰ تخم بگذارد. تخم‌ها پس از ۱۰ روز تفریخ می‌شوند. قسمت اعظم لاروها تابستان دیگر که سن آنها به دو سال می‌رسد سفیره می‌شوند. دوره سفیرگی ۶-۴ هفته به‌طول می‌انجامد (Britton & Cromie, 1911).

بنابر مطالعات پیشین این آفت در تمام باغ‌های ایران وجود دارد و گاهی به درختان بیمار یا ضعیف حمله می‌کند و می‌تواند یک آفت ثانویه باشد. همچنین دوره یک نسل آفت بسته به شرایط آب و هوایی می‌تواند یک یا دو سال به‌طول انجامد (Féron & Audemard, 1966).

مطالعات Radjabi (1986) نشان داد که این آفت در نقاط هم سطح دریای آزاد (سواحل دریای مازندران) تا ۲۲۰۰ متر فعالیت می‌نماید و سیب، گلابی، به، گیلاس، گردو، فندق، افرا، بیدمشک، نارون و زبان گنجشک از میزبان‌های آن هستند. در مطالعه‌ای جدیدتر Abai (2009) میزبان‌های این آفت را در کشور گونه‌های درختان افرا، شاه بلوط هندی، توسکا، زالزالک، زبان گنجشک، گردو،

زیتون، صنوبر، گونه‌های بلوط، گونه‌های بید و گونه‌های نارون گزارش نمود.

حمله این آفت روی سیب استقرار سایر حشرات چوبخوار و مخصوصاً اسکولیت درختان میوه، *Ruguloscolytus mediterraneus* (Eggers) را به‌دنبال خواهد داشت. زیان دیگری که به‌دنبال حمله این آفت متوجه درختان سیب می‌شود جلب پروانه‌های *Synanthedon myopaeformis* (Borkhausen) — برای تخم‌ریزی روی این نوع درختان است زیرا دهانه خروجی دالان‌های لاروی کرم خراط محل مناسبی برای تخم‌ریزی و در نتیجه خسارت *S. myopaeformis* می‌باشد (Radjabi, 1986).

براساس بررسی‌های انجام شده در اوین با ارتفاع ۱۵۵۰ متر و کرج با ارتفاع ۱۳۵۰ متر این حشره یک نسل در ۲-۱ سال دارد. به این معنی که حدود ۵۰٪ از جمعیت این آفت که افراد پیش‌تاز را تشکیل می‌دهند یک نسل خود را در یک سال طی نموده و بقیه ۵۰٪ که دیرتر خارج می‌شوند یک نسل را در دو سال طی می‌نمایند. پروانه‌های حاصل از آنهایی که یک سال دارند دیرتر از پروانه‌های حاصل از آنهایی که یک نسل در دو سال دارند خارج می‌شوند و لذا نسل بعدی را در دو سال طی خواهند نمود. درحالی‌که گروه دیگر نسل بعدی را در یک‌سال خواهند گذراند. میزان جمعیت این دو گروه در اوین و کرج اختلاف چندانی با یکدیگر ندارند درحالی‌که در ارتفاعات بیشتر این نسبت به تدریج تغییر نموده به‌طوری‌که در مناطق با ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر تقریباً تمامی جمعیت این آفت یک نسل خود را در دو سال طی می‌نماید (Radjabi & Daniali, 1970; Radjabi, 1986).

دو مولکول *(E,Z)-2,13-Octadecadienyl acetate* و *(E,Z)-3,13-Octadecadienyl acetate* به ترتیب با نسبت‌های ۹۵ و ۵ به‌عنوان فرمون جنسی یا ترکیب جلب‌کننده

جنسی در کنترل خسارت کرم خراط مورد بررسی قرار گرفت تا در صورت تأثیر مناسب بتوان از این روش برای کاهش خسارت این آفت بهره برد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در باغ‌های آلوده به کرم خراط، Z. *pyrina* در دو استان کرمان (دو روستای مجاور برکنان واقع در عرض ۲۹°، ۱۹' شمالی و طول ۵۶°، ۴۲' شرقی و ارتفاع ۲۶۰۰ متر از سطح دریای آزاد و ابراهیم‌آباد واقع در عرض ۲۹°، ۱۸' شمالی و طول ۵۶°، ۴۱' شرقی و ارتفاع ۲۶۰۰ متر از سطح دریای آزاد از توابع شهرستان بافت) و آذربایجان شرقی (روستای کافی‌الملک از توابع شهرستان شبستر واقع در عرض ۲۲°، ۲۲' شمالی و طول ۵۰°، ۴۹' شرقی و ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریای آزاد) واقع در قطر جنوب شرقی - شمال غربی کشور انجام شد. از ویژگی‌های باغ‌های محل اجرای تحقیق آلودگی متوسط به آفت کرم خراط و قرار نداشتن آنها در شیب تند مناطق کوهستانی بود. در استان کرمان هر تیمار در ۵ کرت و در استان آذربایجان شرقی در ۳ کرت به مساحت ۱۷۳۴ ± ۹۱۲۱ متر مربع (انحراف معیار ± میانگین) با ۱۱ ± ۹۵ درخت که غالب آنها درختان گردو با تعداد ۲۱ ± ۸۴ بودند، اعمال گردید. سایر درختان در کرت‌ها شامل انواع درختان هسته‌دار و دانه‌دار به تعداد ۱/۶ ± ۲ در استان کرمان و به تعداد ۸ ± ۳۵ در استان آذربایجان شرقی بودند. میانگین تعداد کل درختان موجود در کرت‌هایی که روش اخلاص در جفت‌گیری در آنها انجام شد در استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی به ترتیب ۱۲ ± ۱۰۰ و ۸ ± ۹۱ بود. در استان کرمان درختان گردو ۱۸-۱۰ ساله و ارتفاع آنها حدود ۱۰-۶ متر و در استان آذربایجان شرقی درختان گردو ۳۰ ساله به ارتفاع حدود ۱۵ متر بودند.

پروانه کرم خراط معرفی شده‌اند (Natale & Pasqualini, 1999, Pasqualini et al., 1992, Pasqualini et al., 1999). بر همین اساس شرکت‌های مختلف سازنده فرمون محصول تجاری خود به‌عنوان فرمون پروانه کرم خراط را عرضه نموده‌اند. از سویی دیگر در برخی منابع همین دو مولکول با نسبت‌های بسیار نزدیک ۹۷ و ۳ به‌عنوان فرمون جنسی پروانه زنبور مانند، *Synanthedon tipuliformis* Clerk (Lep.: Sesiidae) (James et al., 2001) و توسط شرکت‌های مختلف به‌عنوان فرمون پروانه زنبور مانند عرضه می‌شود. برخی منابع حاکی از آن است که فرمون تجاری پروانه زنبور مانند *S. tipuliformis* برای شکار پروانه کرم خراط از کارایی بیشتری در شرایط کشور برخوردار است (Besharatnejad, 2002).

امکان مداخله در رفتار حشرات به‌وسیله فرمون‌ها به‌منظور کنترل خسارت آنها بر روی گیاهان به‌طور گسترده در حدود نیم قرن گذشته مورد بررسی قرار گرفته است. برای اولین بار موفقیت روش اخلاص در جفت‌گیری در کنترل خسارت شب‌پره‌های *Trichoplusia ni* (Hubner) به اثبات رسید (Gaston et al., 1967) و از آن زمان به بعد این روش با موفقیت برای کنترل تعدادی از حشرات آفت از راسته بال پولک‌داران به‌کار برده شد (Cadré & Minks, 1995). موفقیت روش اخلاص در جفت‌گیری برای کنترل خسارت کرم خراط در باغ‌های زیتون اسپانیا (Durán et al., 2004) و مصر (Hegazi et al., 2010) و باغ‌های سیب در اسپانیا (Sarto i Montey, 2001) نشان داده شده است.

با توجه به آن‌که روش کنترل مؤثری برای این آفت در کشور وجود ندارد و همچنین در سایر کشورها نیز کارایی روش اخلاص در جفت‌گیری برای کنترل آن در باغ‌های گردو مطالعه نگردیده است، در این تحقیق کارایی روش اخلاص در جفت‌گیری به‌وسیله فرمون

درخت در مرکز کرت‌ها سه پخش‌کننده فرومون (۱) عدد در ارتفاع ۲-۱/۵ متری از سطح زمین و ۲ عدد در دو متری پایین کاتویی) و در مجموع 13 ± 292 پخش‌کننده فرومون Isonet® Z (4 ± 98 عدد بر روی درختان حاشیه و 8 ± 194 عدد بر روی درختان مرکزی کرت‌های آزمایشی) و 10 ± 293 پخش‌کننده فرومون Zeumat Universe® (8 ± 92 عدد بر روی درختان حاشیه و 7 ± 201 عدد بر روی درختان مرکزی کرت‌های آزمایشی) نصب گردیدند. در استان آذربایجان شرقی در حاشیه کرت‌ها بر روی هر درخت ۱۲ پخش‌کننده فرومون از هر دو محصول تجاری (چهار عدد در نیمه بالایی و بقیه در نیمه پایینی تاج درخت) و در مرکز کرت‌ها بر روی هر درخت ۹ پخش‌کننده فرومون Isonet® Z (سه عدد در نیمه بالایی و بقیه در نیمه پایینی تاج درخت) و هشت پخش‌کننده فرومون Zeumat Universe® (سه عدد در در نیمه بالایی و بقیه در نیمه پایینی تاج درخت) و در مجموع 600 پخش‌کننده فرومون Isonet® Z (250 عدد بر روی درختان حاشیه و 350 عدد بر روی درختان مرکزی کرت‌های آزمایشی) و 500 پخش‌کننده فرومون Zeumat Universe® (200 عدد بر روی درختان حاشیه و 300 عدد بر روی درختان مرکزی کرت‌های آزمایشی) نصب گردیدند. بنابراین تعداد پخش‌کننده‌های فرومون برای اخلاص در جفت‌گیری در واحد سطح در استان آذربایجان شرقی تقریباً ۲ برابر بیشتر از استان کرمان بود. توصیه هر دو شرکت سازنده استفاده از 300 پخش‌کننده فرومون در هر هکتار می‌باشد ولی در استان آذربایجان شرقی برای اطمینان از تأثیر روش اخلاص در جفت‌گیری در کنترل خسارت آفت تعداد بیشتر پخش‌کننده در هر هکتار استفاده شد.

در هر استان سه تیمار زیر مورد مقایسه قرار گرفتند:

۱- اخلاص در جفت‌گیری پروانه کرم خراط به‌وسیله پخش‌کننده تجاری فرومون با نام Zeumat Universe® (ساخت شرکت GREEN-NUIVERS، اسپانیا).

۲- اخلاص در جفت‌گیری پروانه کرم خراط به‌وسیله پخش‌کننده تجاری فرومون با نام Isonet® Z (ساخت شرکت Shin Etsu، ژاپن).

۳- شاهد بدون اجرای هیچ روش کنترل.

پخش‌کننده‌های فرومون برای اخلاص در جفت‌گیری ساخت هر دو شرکت حاوی دو مولکول Octadecadienyl acetate و (E,Z) -2,13-Octadecadienyl acetate و به‌ترتیب حاوی ۶۸ و ۲ میلی‌گرم در هر پخش‌کننده برای محصول Isonet® Z و ۹۶ و ۴ میلی‌گرم در هر پخش‌کننده برای محصول Zeumat Universe® بودند. پخش‌کننده Isonet® Z شامل دو لوله موازی از جنس پلی‌اتیلن بود که در یک لوله یک سیم آلومینیومی و در لوله دیگر ترکیبات فرومون قرار داشت و به دور شاخه درخت پیچیده می‌شد ولی پخش‌کننده Zeumat Universe® به شکل Vial و از جنس پلی‌اتیلن بودند که به‌وسیله یک حلقه به شاخه درخت نصب می‌شدند.

پخش‌کننده‌های فرومون برای اخلاص در جفت‌گیری قبل از ظهور حشرات کامل پروانه کرم خراط در تاریخ $1390/1/30 - 1390/2/1$ در استان کرمان و در تاریخ $1390/2/26 - 1390/2/27$ در استان آذربایجان شرقی بر روی درختان کرت‌های آزمایشی نصب گردیدند. به‌طور میانگین در استان کرمان بر روی هر درخت در حاشیه کرت‌ها چهار پخش‌کننده فرومون از هر دو محصول تجاری (دو عدد در ارتفاع ۲-۱/۵ متری از سطح زمین و دو عدد در دو متری پایین کاتویی) و بر روی هر

مركب پس از تبدیل LN (X + 1) مورد تجزیه واریانس (ANOVA) قرار گرفتند. تجزیه واریانس برای هر محل اجرای آزمایش با منابع تغییر ثابت تیمارهای آزمایشی (۳ سطح)، جهات جغرافیایی شاخه‌ها (۴ سطح) و ارتفاع شاخه‌ها (۲ سطح) و اثرات متقابل این منابع تغییر ثابت و تکرار (۳۰ تکرار در استان آذربایجان شرقی و ۵۰ تکرار در استان کرمان) به‌عنوان منبع تغییر تصادفی و تجزیه واریانس مرکب با فاکتورهای ثابت فوق و اثرات متقابل این منابع تغییر ثابت و محل‌های اجرای آزمایش (۲ سطح) و تکرار (۸۰ تکرار) به‌عنوان منابع تغییر تصادفی انجام شد. تجزیه‌های واریانس با استفاده از روش General Linear Model در نرم‌افزار MINITAB™ (13.20) انجام گردید. برای گروه‌بندی تیمارها از آزمون Tukey ($\alpha = 0.05$) استفاده گردید.

نتایج و بحث

۱- ردیابی: تله‌های فرمونی که به‌منظور ردیابی در قطعات آزمایشی که در آنها روش اخلاص در جفت-گیری پروانه کرم خراط با محصولات Z Isonet® و یا Zeumat Universe® انجام شده بود، در هر دو استان اجرای طرح هیچ پروانه کرم خراطی را در طول مدت آزمایش شکار نکردند. عدم شکار پروانه‌های نر کرم خراط در این تله‌ها و در کرت‌های اخلاص در جفت‌گیری نشان‌دهنده اشباع مناسب محیط توسط فرمون جنسی و عدم توانایی افراد نر در ردیابی افراد ماده بود. این مطلب مؤید موفقیت اخلاص در جفت‌گیری حشرات کامل آفت با این محصولات و با تعداد پنخ‌کننده‌های به‌کار رفته در کرت‌های آزمایشی است. عدم شکار تله‌های ردیابی در قطعات آزمایشی اخلاص در جفت‌گیری در استان کرمان که تعداد پنخ‌کننده‌های فرمون به‌کار رفته

کارایی روش اخلاص در جفت‌گیری به دو روش زیر تعیین شد:

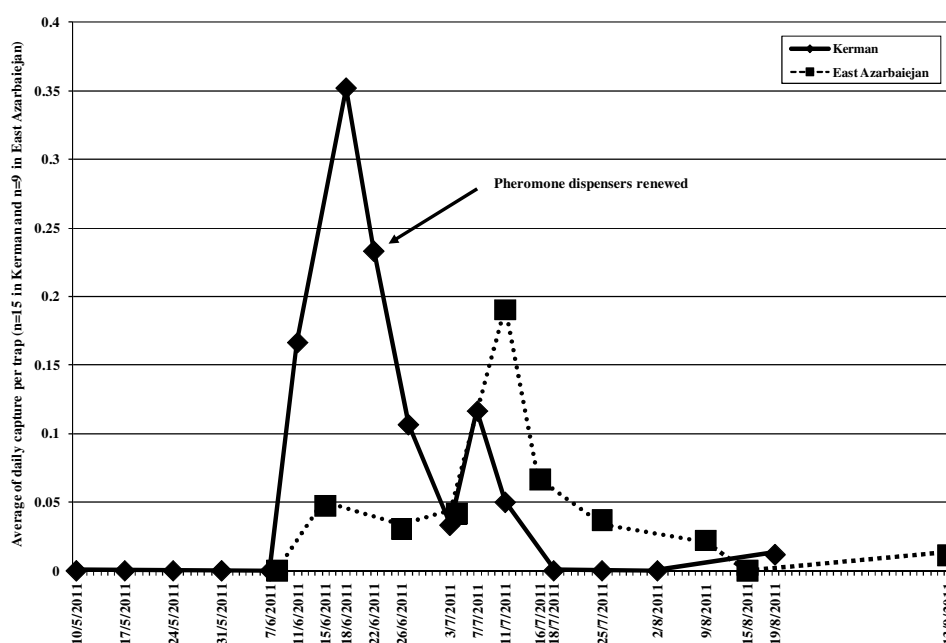
۱- در هر کرت آزمایشی تعداد ۳ تله فرمونی با تله‌های دلتا سبز رنگ (ساخت شرکت Russell IPM، انگلستان) حاوی فرمون جنسی *S. tipuliformis* (ساخت شرکت AgriSense BCS Ltd، انگلستان) با فواصل حدود ۳۰ متر به‌منظور پایش میزان شکار حشرات کامل آفت و در نتیجه کارایی اشباع فرمون و اختلال در جفت‌گیری در قطعات شاهد نصب گردید. تله‌های ردیابی قبل از ظهور حشرات کامل آفت (در استان کرمان در تاریخ ۹۰/۲/۵ و در استان آذربایجان شرقی در تاریخ ۹۰/۲/۱۳) در تمام کرت‌ها نصب گردیدند. تمام تله‌ها در طول مدت آزمایش مورد بازدید قرار گرفتند. پنخ‌کننده‌های فرمون تله‌ها در کرمان در تاریخ ۹۰/۴/۱ تعویض شدند ولی در استان آذربایجان شرقی تجدید نگردیدند.

۲- سوراخ‌های ایجاد شده توسط لاروهای سنین اولیه نسل جدید بر روی ۸ سرشاخه جوان همان سال از ۱۰ اصله درخت که به‌طور تصادفی از مرکز هر کرت انتخاب شدند، مورد شمارش قرار گرفتند. شاخه‌های هر درخت در ۴ جهت جغرافیایی شمال، شرق، جنوب و غرب و در هر جهت جغرافیایی دو شاخه یکی در ارتفاع کمتر از ۲ متر و دیگری در ارتفاع بالای ۲ متر انتخاب شدند. عملیات برآورد خسارت در استان آذربایجان شرقی در تاریخ ۹۰/۷/۱۲ و در استان کرمان در تاریخ ۹۰/۷/۲۴ انجام شد.

میانگین‌های تعداد سوراخ‌های لاروی بر روی شاخه‌های جوان یک ساله نمونه‌برداری شده از هر درخت (تکرار) در هر یک از مناطق اجرا به‌طور جداگانه و همچنین در هر دو محل اجرا به‌طور

قطعات شاهد در استان کرمان و در یکی از قطعات شاهد در استان آذربایجان شرقی شکار شدند (شکل ۱). عدم شکار در دو کرت شاهد در استان آذربایجان شرقی احتمالاً به دلیل مجاورت این کرت‌های شاهد با کرت‌هایی است که در آنها روش اخلال در جفت‌گیری انجام شده بود. در نتیجه این نزدیکی، فضای این قطعات شاهد احتمالاً تحت تأثیر فرومون رهاسازی شده از پخش‌کننده‌ها که با تراکم بالاتری در حاشیه نصب شده بودند، قرار گرفته بود. به همین دلیل شمارش سوراخ‌های لاروها از درختان این دو کرت شاهد در تجزیه آماری منظور نشد و از درختان دو کرت دیگر با فاصله بیشتر از کرت‌های اخلال در جفت‌گیری نمونه-برداری گردید.

در واحد سطح تقریباً نصف آن در استان آذربایجان شرقی بود تأیید می‌کند که کاربرد تقریباً ۳۰۰ پخش‌کننده در هکتار، که مورد توصیه هر دو شرکت تولیدکننده محصولات مورد بررسی در این پروژه نیز می‌باشد، برای اخلال در جفت‌گیری آفت در شرایط باغ‌های محل اجرای آزمایش در کشور کافی می‌باشد. از سوی دیگر تداوم عدم شکار در طول مدت آزمایش نشان داد که این محصولات تجاری قادر به رهاسازی کافی فرومون در طول مدت فعالیت آفت در شرایط کشور بدون نیاز به تجدید آنها برای اخلال در جفت‌گیری آفت می‌باشند که این نیز کارایی این محصولات را در شرایط کشور نشان می‌دهد. این درحالی است که حشرات کامل پروانه کرم خراط توسط تله‌های ردیابی در تمام



شکل ۱- نوسان شکار پروانه‌های کرم خراط، *Zeuzera pyrina* L. به وسیله تله‌های Monitoring در قطعات شاهد در استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی.

Fig. 1. Capture fluctuation of leopard moth, *Zeuzera pyrina* L., by pheromone-based traps in control plots in Kerman and East Azarbaiejan provinces (Iran).

زیست‌شناسی *Z. pyrina* و اطلاعات کم در این زمینه پیشنهاد می‌شود از تله‌های ردیابی برای پایش نوسانات ظهور حشرات کامل آفت در مناطق آلوده کشور به- منظور روشن شدن نکات تاریک زندگی این آفت به- طور مستمر و چندین سال اقدام گردد. طول مدت شکار حشرات کامل آفت در استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی به ترتیب ۶۹ و ۹۰ روز بود. طولانی‌تر بودن دوره ظهور حشرات کامل در استان آذربایجان شرقی نسبت به استان کرمان احتمالاً به دلیل تفاوت‌های شرایط اقلیمی مناطق اجرای آزمایش در اثر اختلاف‌های ارتفاع این مناطق از سطح دریای آزاد و عرض جغرافیایی است. Radjabi (1986) زمان آغاز ظهور حشرات کامل آفت در کرج در سال‌های ۱۳۴۶ و ۱۳۵۶ را تقریباً اواسط اردیبهشت گزارش نموده است در حالی‌که در سال ۱۳۹۰ شکار حشرات کامل آفت در هر دو استان کرمان و آذربایجان غربی از اواخر خرداد آغاز شد. با توجه به بهار خنک سال ۱۳۹۰، احتمالاً دمای هوا مسئول تأخیر ظهور حشرات کامل آفت در این سال بوده است که لازم است صحت این فرضیه با مقایسه داده‌های هواشناسی سال‌های ۱۳۴۶ و ۱۳۵۶ در کرج و سال ۱۳۹۰ در مناطق اجرای آزمایش در استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی بررسی گردد.

بررسی کارایی اخلاص در جفت‌گیری پروانه کرم خراط به‌وسیله دو محصول تجاری به‌روش برآورد خسارت بر روی سرشاخه‌های جوان همان سال: میانگین‌های تعداد سوراخ‌های لاروی در استان آذربایجان شرقی و در استان کرمان به ترتیب $0.03 \pm$ و $0.38 \pm$ و $0.02 \pm$ و $0.25 \pm$ (خطای معیار \pm میانگین) بود که به‌طور معنی‌دار در استان آذربایجان شرقی بیشتر از استان کرمان بود ($F_{1, 1817} = 8.63; P < 0.01$).

میانگین (خطای معیار \pm) تعداد سوراخ‌های لاروی بر روی شاخه‌های یک‌ساله درختان گردو در

مطالعه نوسان شکار پروانه‌های کرم خراط به‌وسیله تله‌های ردیابی در دو استان کرمان و آذربایجان شرقی (شکل ۱)، نشان داد که آغاز شکار پروانه‌های کرم خراط در استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی به ترتیب ۲۱ خرداد (۱۱ ژوئن) و ۲۵ خرداد (۱۵ ژوئن) بود. شکار تله‌های ردیابی در استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی به ترتیب یک هفته پس از آغاز ظهور حشرات کامل در ۲۸ خرداد (۱۸ ژوئن) و تقریباً چهار هفته پس از آغاز ظهور حشرات کامل در ۲۰ تیر (۱۱ ژوئیه) به اوج خود رسید. شکار متراکم حشرات کامل در استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی به ترتیب در تاریخ‌های ۲۷ تیر (۱۸ ژوئیه) و ۲۴ مرداد (۱۵ اوت) پایان یافت. بنابراین طول مدت شکار متراکم پروانه‌های کرم خراط در استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی به ترتیب ۳۷ و ۶۱ روز بود. تله‌های ردیابی مجدداً در استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی به ترتیب در تاریخ‌های ۲۸ مرداد (۱۹ اوت) و ۲۲ شهریور (۱۳ سپتامبر) تعدادی کمی پروانه‌های کرم خراط شکار کردند. براساس اطلاعات موجود در باره زیست‌شناسی *Z. pyrina* احتمالاً شکار متراکم پروانه‌های کرم خراط از اواخر بهار تا اواسط تابستان در سال ۱۳۹۰ مربوط به جمعیتی از آفت است که یک نسل خود را در دو سال طی کرده و حاصل از پروانه‌های ظاهر شده در اواخر تابستان دو سال قبل بوده‌اند و شکار کم حشرات کامل آفت در اواخر تابستان ۱۳۹۰ مربوط به جمعیتی از آفت است که یک نسل خود را در یک سال طی نموده و حاصل از پروانه‌های ظاهر شده در اوایل تابستان سال قبل بوده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تله‌های ردیابی، علیرغم آن‌که هدف اصلی برای کاربرد آنها در این تحقیق پایش نوسان‌های ظهور حشرات کامل نبوده است، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره زیست‌شناسی آفت در شرایط کشور در اختیار قرار دهد. بنابراین با توجه به پیچیدگی‌های

لاروی بر روی شاخه‌های یک‌ساله درختان کرت‌هایی که از هر یک از دو محصول در آنها استفاده شده بود وجود نداشت (جدول ۱). با توجه به آن‌که ترکیب فرمون در دو محصول آزمایش شده تقریباً یکسان بود نمی‌توان توجیهی برای کارایی بهتر ترکیب Isonet® Z در استان آذربایجان شرقی ارائه نمود. هر چند که در استان آذربایجان شرقی تعداد پخش‌کننده‌های به‌کار رفته از محصول Zeumat Universe® (۵۰۰ عدد) کمتر از پخش‌کننده‌های Isonet® Z (۶۰۰ عدد) در هر کرت بود و ممکن است این تفاوت در تعداد پخش‌کننده‌ها دلیل اختلاف کارایی این دو محصول باشد. ولی نتایج حاصل از تله‌های ردیابی و عدم شکار این تله‌ها در کرت‌هایی که از Zeumat Universe® در آنها استفاده شده بود، حاکی از تأثیر مناسب تعداد پخش‌کننده‌های به‌کار رفته در اخلاص در جفت‌گیری است و احتمال اثر دوز را در نتایج به‌دست آمده کاهش می‌دهد. این چنین به‌نظر می‌رسد که نتایج به‌دست آمده در استان کرمان که آزمایش با تکرار بیشتر (۵۰ تکرار در کرمان و ۳۰ تکرار در آذربایجان شرقی) و تعداد مساوی از پخش‌کننده‌های هر محصول انجام شده است بیشتر قابل اطمینان باشد و تفاوت معنی‌داری در کارایی این دو محصول وجود نداشته باشد. چنان‌چه نتایج حاصل از داده‌های هر دو استان با هم نیز مؤید این مطلب است.

میانگین (خطای معیار \pm) تعداد سوراخ‌های لاروی بر روی شاخه‌های یک‌ساله در جهات شمال، شرق، جنوب و غرب درختان گردو به‌ترتیب در استان کرمان 0.27 ± 0.04 ، 0.25 ± 0.04 ، 0.22 ± 0.03 و 0.28 ± 0.04 (F_{3, 1127} = 0.46; P = 0.708) و در استان آذربایجان شرقی 0.32 ± 0.05 ، 0.32 ± 0.05 ، 0.36 ± 0.03 و 0.39 ± 0.07 (F_{3, 667} = 1.15; P = 0.328) و مجموعاً در هر دو استان 0.28 ± 0.03

کرت‌هایی که روش اخلاص در جفت‌گیری به‌وسیله محصولات Zeumat Universe® و Isonet® Z در آنها انجام شده بود و شاهد به‌ترتیب در استان کرمان 0.18 ± 0.02 ، 0.13 ± 0.04 و 0.45 ± 0.03 (F_{2, 1127} = 31.06; P < 0.001) و در استان آذربایجان شرقی 0.18 ± 0.04 ، 0.33 ± 0.07 و 0.63 ± 0.07 (F_{2, 667} = 22.46; P < 0.001) و مجموعاً در هر دو محل اجرای تحقیق 0.18 ± 0.02 ، 0.18 ± 0.02 و 0.52 ± 0.04 (F_{2, 1817} = 50.83; P < 0.001) بود که تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ داشتند. میانگین تعداد سوراخ‌های لاروی بر روی شاخه‌های یک‌ساله در کرت‌هایی که روش اخلاص در جفت‌گیری در آنها به‌وسیله هر کدام از دو محصول تجاری انجام شده بود در هر دو محل اجرای تحقیق و همچنین برای مجموع داده‌های هر دو استان به‌طور معنی‌دار کمتر از آن در کرت‌های شاهد بود که نشان‌دهنده کارایی روش اخلاص در جفت‌گیری در کنترل خسارت کرم خراط در شرایط محل‌های اجرای تحقیق بود. میانگین تعداد سوراخ‌های لاروی بر روی شاخه‌های یک‌ساله درختان گردو در کرت‌هایی که روش اخلاص در جفت‌گیری به‌وسیله محصولات Zeumat Universe® و Isonet® Z انجام شده بود نسبت به کرت‌های شاهد به‌ترتیب در استان کرمان ۶۰٪ و ۷۰٪، در استان آذربایجان شرقی ۷۲٪ و ۴۹٪ و مجموعاً در هر دو استان ۶۵٪ و ۶۰٪ کمتر بود. در استان آذربایجان شرقی میانگین تعداد سوراخ‌های لاروی بر روی شاخه‌های یک‌ساله درختان کرت‌هایی که از محصول Isonet® Z در آن برای اخلاص در جفت‌گیری استفاده شده بود به‌طور معنی‌دار کمتر از درختان کرت‌هایی بود که از محصول Zeumat Universe® در آنها استفاده شده بود. ولی در استان کرمان و همچنین در مجموع داده‌های هر دو استان تفاوت معنی‌داری در میانگین تعداد سوراخ‌های

مورد آزمایش انجام شده بود و در قطعات شاهد در استان‌های کرمان، آذربایجان شرقی و هر دو استان با هم به ترتیب در جدول ۲ نشان داده شد اند. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در هر یک از تیمارها، چه کرت‌های مربوط به اجرای روش اخلاص در جفت‌گیری با هر کدام از محصولات Isonet® Z یا Zeumat Universe® و یا کرت‌های شاهد تفاوت معنی‌داری بین میانگین تعداد سوراخ‌های لاروی بر روی شاخه‌های زیر ۲ متر و بالای ۲ متر وجود نداشت. ولی نکته جالب توجه که در داده‌های مربوط به استان کرمان و مجموع اطلاعات مربوط به هر دو استان دیده می‌شود آن است که در کرت‌های شاهد، همان‌طور که در پیش نیز گفته شد، تعداد سوراخ‌های لاروی در شاخه‌های پایین‌تر بیشتر از شاخه‌های بالاتر می‌باشد ولی در کرت‌هایی که روش اخلاص در جفت‌گیری در آنها انجام شده است تعداد سوراخ‌های لاروی در شاخه‌های پایین‌تر کمتر یا مساوی شاخه‌های بالاتر می‌باشد. این وضعیت در داده‌های مربوط به استان آذربایجان شرقی نیز به استثنای تیمار اخلاص در جفت‌گیری به وسیله Zeumat Universe® دیده می‌شود. این پدیده نشان‌دهنده تأثیر بیشتر روش اخلاص در جفت‌گیری در کاهش آلودگی شاخه‌های پایین‌تر درختان گردو نسبت به شاخه‌های بالاتر می‌باشد. علت این تأثیر بیشتر در شاخه‌های پایینی احتمالاً سنگین تر بودن فرومون نسبت به هوا و غلظت بیشتر فرومون در ارتفاعات کمتر به علت نشست فرومون و در نتیجه اشباع بیشتر فرومون در ارتفاعات کمتر (Gut & Brunner, 1996) و در نهایت موفقیت بیشتر در اخلاص در جفت‌گیری با افراد ماده‌ای است که در ارتفاعات پایین‌تر افراد نر را برای جفت‌گیری فرا می‌خوانند. این مطلب نشان می‌دهد که روش اخلاص در جفت‌گیری در باغ‌هایی که درختان در آنها بسیار

$F_{3, 1817} = 0.30, 0.28 \pm 0.03$ و 0.28 ± 0.04 و 0.35 ± 0.03) $F_{3, 1817} = 1.08; P = 0.356$ بود که تفاوت معنی‌داری نداشتند.

میانگین (خطای معیار \pm) تعداد سوراخ‌های لاروی بر روی شاخه‌های یک‌ساله در دو ارتفاع نمونه‌برداری زیر ۲ متر و بالای ۲ متر درختان گردو به ترتیب در استان کرمان 0.27 ± 0.03 و 0.02 ± 0.24 ($F_{1, 1127} = 0.05; P = 0.826$) و در استان آذربایجان شرقی 0.41 ± 0.04 و 0.35 ± 0.04 ($F_{1, 667} = 0.38; P = 0.539$) و مجموعاً در هر دو استان 0.32 ± 0.02 و 0.28 ± 0.02 ($F_{1, 1817} = 0.338; P = 0.564$) بود که هر چند همیشه تعداد سوراخ‌ها در ارتفاع زیر ۲ متر بیشتر از بالای ۲ متر بود ولی این تفاوت معنی‌داری نبود. با توجه به آن‌که لاروهای نوزاد پس از تفریح تخم‌ها در محل تخم‌ریزی که براساس منابع بیشتر همان دالان‌های قدیمی آفت بر روی تنه است به شاخه‌های جوان مهاجرت می‌کنند (Britton & Cromie, 1911)، طبیعی به نظر می‌رسد که لاروهای نوزاد مهاجر ابتدا به شاخه‌های جوان در ارتفاعات پایین تاج درخت رسیده و آنها را آلوده کنند و با بالا رفتن ارتفاع، شاخه‌های جوان کمتری مورد حمله قرار گیرند.

اثرات متقابل فاکتورهای تیمارهای آزمایشی با جهت شاخه‌ها، ارتفاع شاخه‌ها با جهت شاخه‌ها و همچنین تیمارهای آزمایشی با جهت شاخه‌ها با ارتفاع شاخه‌ها در هیچ‌یک از مناطق اجرای تحقیق معنی‌دار نبودند. هر چند اثر متقابل فاکتورهای تیمار آزمایشی با ارتفاع شاخه‌ها در استان آذربایجان شرقی معنی‌دار نبود ($F_{2, 667} = 0.21; P = 0.813$) ولی در استان کرمان $F_{2, 1127} = 4.05; P = 0.018$ و در مجموع داده‌های هر دو استان ($F_{2, 1817} = 3.17; P = 0.042$) معنی‌دار بود. میانگین تعداد سوراخ‌های لاروی کرم خراط بر روی شاخه‌های زیر ۲ متر و بالای ۲ متر درختان قطعاتی که در آنها روش اخلاص در جفت‌گیری با دو محصول

آوند فقیه و همکاران: بررسی کارایی روش اخلاص در جفت‌گیری برای کنترل خسارت کرم خراط...

بلند می‌باشند و به‌ویژه در باغ‌هایی که در شیب‌های تند
 احداث گردیده‌اند به‌علت نشست فرومون در ارتفاعات
 کمتر یا قسمت‌های ژرف‌تر باغ‌های با شیب زیاد
 نمی‌تواند کارایی مناسب را داشته باشد و توصیه
 می‌گردد که در این گونه باغ‌ها از اجرای روش اخلاص
 در جفت‌گیری خودداری گردد.

جدول ۱- تعداد سوراخ‌های لارو کرم خراط (خطای معیار \pm میانگین) بر روی شاخه‌های درختان گردو در تیمارهای آزمایشی.

Table 1. Lepard moth, *Zeuzera pyrina* L., larval entrances (Mean \pm Standard Error) on the young branches of walnut trees in different treatments.

Treatments	Kerman province	East Azarbaiedjan province	Pooled data of both regions
Isonet® Z	0.18 \pm 0.03 ^B	0.18 \pm 0.03 ^C	0.18 \pm 0.02 ^B
Zeumat Universe®	0.13 \pm 0.02 ^B	0.33 \pm 0.04 ^B	0.20 \pm 0.02 ^B
Control	0.45 \pm 0.04 ^A	0.63 \pm 0.07 ^A	0.52 \pm 0.04 ^A

Means followed by the same letter are not significantly different (Tukey test, $\alpha = 5\%$).

جدول ۲- تعداد سوراخ‌های لارو کرم خراط (خطای معیار \pm میانگین) بر روی شاخه‌های درختان گردو در تیمارهای آزمایشی و در ارتفاعات مختلف.

Table 2. Lepard moth, *Zeuzera pyrina* L., larval entrances (Mean \pm Standard Error) on the young branches of walnut trees in different treatments and different hights.

Treatments	Hights of branches (m)	Kerman province	East Azarbaiedjan province	Pooled data of both regions
Isonet® Z	< 2	0.14 \pm 0.04 ^B	0.18 \pm 0.04	0.15 \pm 0.03 ^B
	> 2	0.22 \pm 0.04 ^{AB}	0.18 \pm 0.04	0.21 \pm 0.03 ^B
Zeumat Universe®	< 2	0.12 \pm 0.02 ^B	0.36 \pm 0.06	0.21 \pm 0.3 ^B
	> 2	0.15 \pm 0.03 ^B	0.29 \pm 0.05	0.20 \pm 0.03 ^B
Control	< 2	0.54 \pm 0.07 ^A	0.68 \pm 0.10	0.59 \pm 0.06 ^A
	> 2	0.36 \pm 0.05 ^A	0.58 \pm 0.09	0.44 \pm 0.05 ^A

Means followed by the same letter are not significantly different (Tukey test, $\alpha = 5\%$).

(Hegazi *et al.*, 2010). همچنین استمرار چندین ساله
 روش اخلاص در جفت‌گیری در باغ‌های سیب اسپانیا
 موجب کاهش هر چه بیشتر خسارت آفت در هر سال
 گردید (Sarto i Monteys, 2001). روش اخلاص در
 جفت‌گیری پروانه کرم خراط در سطوح با مساحت
 حداقل یک هکتار قابل اجرا است (Durán *et al.*, 2004).
 نتایج به‌دست آمده نشان داد که توسعه روش
 اخلاص در جفت‌گیری با استفاده از محصولات تجاری
 آزمایش شده می‌تواند موجب کنترل و کاهش خسارت
 کرم خراط در باغ‌های گردوی کشور که شرایط مناسب

روش اخلاص در جفت‌گیری باید به‌طور مستمر
 در طی چندین سال انجام گردد تا موجب کنترل بیش از
 پیش خسارت کرم خراط در سال‌های متوالی گردد. با
 توجه به آن‌که قسمتی از جمعیت *Z. pyrina* یک نسل
 خود را در دو سال کامل می‌کند و در نتیجه پروانه‌های
 بخشی از لاروهای موجود در هر سال دو سال بعد
 ظاهر می‌شوند تداوم و استمرار اجرای روش اخلاص
 در جفت‌گیری ضروری است. تداوم روش اخلاص در
 جفت‌گیری موجب کاهش تعداد دالان‌های فعال کرم
 خراط در باغ‌های زیتون کشور مصر گردیده است

شهرستان‌های بافت و شبستر در مراحل اجرای این تحقیق همکاری فعالانه داشتند که از ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد. پخش‌کننده‌های فرمون Isonet® Z مورد نیاز برای اجرای این تحقیق به‌طور رایگان توسط شرکت Shin-Etsu در ژاپن در اختیار اینجانب قرار گرفتند که کمال امتنان را از این شرکت و نمایندگی آن در ایران دارد.

برای کاربرد این روش را دارند گردد. مسلماً لازم است روش اختلال در جفت‌گیری در قالب برنامه کنترل تلفیقی آفت به‌ویژه رعایت نیازهای آبی و تغذیه‌ای درختان گردو و مدیریت صحیح باغ اجرا شود.

سپاسگزاری

آقایان مهندس علی محمدی‌پور، مهندس مهدی نصری، یزدان‌شناس و کارکنان کلینیک‌های گیاه پزشکی

منابع

- Abai M.** (2009) Pests of forest trees & shrubs of Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection. 206 pp.
- Besharatnejad M. H.** (2002) Study on effects of various pheromone trap on control of *Zeuzera pyrina* (L.) in walnut orchards (Isfahan region). Thesis in Entomology (M. Sc.). Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. 100 pp. [In Persian with English summary].
- Britton W. E. & Cromie G. A.** (1911) The leopard moth. *Zeuzera pyrina* (Linn.) (= *asculi* Linn.). Connecticut Agricultural Experiment Station, Bulletin. 169, 3-24.
- Cadré R. T. & Minks A. K.** (1995) Control of moth pests by mating disruption: successes and constraints. Annual Review of Entomology. 40, 559-585.
- Durán J. M., Alvarado M., González M. I., Jiménez N., Sánchez A. & Serrano A.** (2004) Control del taladro amarillo, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera, Cossidae); en olivar mediante confusión sexual. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas. 30, 451-462.
- Féron J. & Audemard H.** (1966) Les *Zeuzera*. In: Entomologie Appliquée à l'Agriculture. Tome II, Lépidoptères (Traité, Publié sous la direction de A. S. Balachowsky). Masson et Cie Editeurs. 45-55.
- Gaston L. K., Shorey H. H. & Saario C. A.** (1967) Insect population control by use of sex pheromone to inhibit orientation between the sexes. Nature. 213, 1155.
- Gut L. J. & Brunner J. F.** (1996) Implementing codling moth mating disruption in Washington pome fruit orchards. Tree Fruit Research and Extension Center Information Series. Washington State University, College of Agriculture and Home Economics. No. 1, 7 pp.
- Hegazi E. M., Khafagi W. E., Konstantopoulou M. A., Schlyter F., Raptopoulos D., Sheweil S., Abd El-Rahman S., Atwa A., Ali S. E. & Tawfik H.** (2010) Suppressing of leopard moth (Lepidoptera: Cossidae) populations in olive trees in Egypt through mating disruption. Journal of Economic Entomology. 103 (5), 1621-1627.
- James D. G., Cossé A., Wright C. & Perez J.** (2001) Pheromone trapping of *Synanthedon tipuliformis* (Lepidoptera: Sesiidae) in Washington red currants. Environmental Entomology. 30, 663-666.
- Natale D. & Pasqualini E.** (1999) Control of *Zeuzera pyrina* and *Cossus cossus* using pheromones. L'Informatore Agrario. 55, 79-83.
- Pasqualini E., Antropoli A. & B. Faccioli** (1992) Attractant performance of a synthetic sex pheromone for *Zeuzera pyrina* L. (Lep., Cossidae). Bollettino dell'Istituto di Entomologia 'Guido Grandi' della Università degli Studi di Bologna. 46, 101-108.

- Pasqualini E., Natale D., Witzgall P. & El-Sayed A.** (1999) *Zeuzera pyrina* and *Cossus cossus* (Lepidoptera, Cossidae) control by pheromones: four years advances in Italy. Bulletin Organisation Internationale de Lutte Biologique et Intégrée – Section Régionale Ouest Paléartique. 22, 115-124.
- Radjahi GH.** (1986) Insects attacking rosaceous fruit trees in Iran. Second Volume. Lepidoptera. Plant pests & Diseases Research Institute. 4-14. [In Persian].
- Radjahi G. & Daniali M.** (1970) Etude biologique et écologique de la Zeuzère (*Zeuzera pyrina* L.) en Iran. Entomologie et Phytopathologie Appliquées. 29, 30-49. [In Persian with French summary].
- Sarto I Monteys V.** (2001) Control of leopard moth, *Zeuzera pyrina* L., in apple orchards in NE Spain: mating disruption technique. IOBC/wprs Bulletin. 24 (5), 173-178.