Archive of SID

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۶۵- ۵۵ ,۳۷(۱), ۱۳۹۶
JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2017. 37 (1), 55-65

کنترل کرم گلوگاه انار *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) با استفاده از روش نابارورسازی حشرات در استان یزد

محمود سوف‌باف سرجمعی*و[۱]، بهاره صالحی خشکرودی[۱]، نادیا کلانتریان[۱]، علی حسین زنگنه[۱]، محمد بابایی[۱]، هادی فتح‌اللهی[۱]، حسین اهری مصطفوی[۱]، محمدعلی منصوری‌فرد[۱]، سیدابوالفضل حسینی بغدادآباد[۲]، سیدجلال میروکیلی[۳]، رضا زارع بیدکی[۳]، حبیب‌اله طلابی[۳] و سیداحمد امیری عقدا[۳]

۱- گروه گیاهپزشکی، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، کرج، ۲- پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، مدیریت توسعه و همکاری‌های بین‌الملل، تهران و ۳- سازمان جهاد کشاورزی استان یزد، مدیریت حفظ نباتات، یزد
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: msoufbaf@nrcam.org

چکیده

کرم گلوگاه انار، *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lep.: Pyralidae)، مهمترین آفت محصول انار در ایران می‌باشد. به دلیل فعالیت مخفی لارو این آفت، استفاده از روش کنترل شیمیایی علیه آن موثر نمی‌باشد. در این تحقیق توانایی کاربردی شدن روش نابارورسازی حشرات به منظور مدیریت کرم گلوگاه انار در باغات دو منطقه ایزوله در استان یزد (عقدا و مهریز) مورد ارزیابی قرار گرفت. پرورش انبوه حشرات در اتاق‌های تمیز و روی جیره مصنوعی تحت شرایط محیطی ۱±۲۹ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۷۵ درصد انجام شد و دز ۱۶۵ گری از پرتو گاما به عنوان دز عقیم کننده اعمال گردید. رهاسازی دوره‌ای حشرات نابارور در منطقه عقدا به مساحت ۴۵ هکتار و منطقه چاه شیدا در مهریز به مساحت ۱۲ هکتار از فروردین تا آبان ۱۳۹۴ اجرا شد. آلودگی به کرم گلوگاه انار در عقدا و مهریز تحت تاثیر تیمار رهاسازی کاهش یافت. آلودگی به کرم گلوگاه انار در منطقه هدف و شاهد آن به ترتیب برای عقدا ۱۲/۲۷ و ۴۴/۰۲ درصد و برای مهریز ۱۲/۰۶ و ۵۰/۱۱ درصد برآورد گردید. چنین استنتاج گردید که رهاسازی حشرات نابارور کرم گلوگاه انار به صورت دوره‌ای قادر به کاهش قابل توجه جمعیت و به تبع آن کاهش قابل ملاحظه خسارت این آفت می‌باشد.

واژگان کلیدی: کرم گلوگاه انار، روش نابارورسازی حشرات، پرتوتابی گاما

Using sterile insect technique against Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lep.: Pyralidae), in Yazd province, Iran

Mahmoud Soufbaf[1&*], Bahareh Salehi[1], Nadia Kalantarian[1], Ali Hosein Zanganeh[1], Mohammad Babaei[1], Hadi Fathollahi[1], Hosein Ahari Mostafavi[1], Mohammad Ali Mansourifard[1], Seyeed Abolfazl Hoseini Baghdad Abad[2], Seyeed Jalal Mirvakili[3], Reza Zare Bidoki[3], Habib Allah Tollabi[3] & Seyeed Ahmad Amiri Aqda[3]

1-Plant Protection Department, Nuclear Agriculture Resarch School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, 2- Nuclear Science and Technology Research Institute, International Collaborations and Development Management, Tehran & 3- Jihad Agriculture Organization, Plant Protection Management, Yazd
*Corresponding author, E-mail: msoufbaf@nrcam.org

Abstract

Carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lep.: Pyralidae), is the most important pest of pomegranate fruit in Iran where the cryptic activity of its larva makes the application of insecticides practically impossible. In this research, we evaluated the viability of the sterile insect technique against the carob moth in two isolated regions in Yazd province (Aqda and Mehriz). The mass rearing of the pest was performed in clean rooms on artificial diet under environmental conditions, 29±1 ºC and 75±5 %RH applying 165 Gy gamma ray as sterilizing doze.

دریافت: ۱۳۹۵/۹/۲۲، پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۲۱.
دبیر تخصصی : یعقوب فتحی‌پور

www.SID.ir

Archive of SID

The sterile insects were released periodically in Aqda orchards (45 hectares) and in Chah Sheida (12 hectares) in Mehriz between March and November 2015. The infestation rate of carob moth in Aqda and Mehriz significantly reduced, in both target regions and control areas, by 12.27% and 44.02%, as well as 12.06% and 50.11%, for Aqda and Mehriz, respectively. It was concluded that periodical release of sterile carob moths can effectively lower the density of pest population and its economic loss on the harvest.

Key words: Carob moth, sterile insect technique, Gamma irradiation

Received: 12 December 2016, *Accepted*: 11 March 2017

مقدمه

کرم گلوگاه انار با نام علمی *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lep.: Pyralidae) آفت کلیدی محصول انار در کشور می‌باشد (Soofbaf *et al*. 2007; Kashkuli & Eghtedar 1976). این آفت علاوه بر خسارت مستقیم، به صورت غیر مستقیم شرایط را برای ظهور انواع آلودگی‌های ثانویه در میوه فراهم می‌کند. با توجه به شواهد میدانی مبنی بر عاری‌بودن زیست‌بوم انار از آلاینده‌های محیطی از قبیل انواع سموم سنتزی، کنترل غیرشیمیایی این آفت برای مدیریت تلفیقی کارآمد ضروری است. تقریباً تمامی روش‌های کنترل از قبیل کنترل مکانیکی شامل جمع‌آوری و سوزاندن انارهای آلوده، کنترل زراعی شامل کوددهی و هرس، کنترل بیولوژیکی شامل استفاده از زنبور تریکوگراما و نیز کنترل شیمیایی توسط کشاورزان مختلف مورد استفاده قرار گرفته ولی هیچکدام به تنهایی به عنوان یک راهکار کارآمد بر علیه این آفت قابل توصیه نمی‌باشد و مدیریت تلفیقی با مجموعه‌ای از این روش‌ها منطبق بر اصول اساسی IPM نیز تاکنون در باغات انار کشور کاربرد همگانی پیدا نکرده است. گام نخست در تدوین و اجرای یک برنامه IPM برای هر حشره آفت تعیین سطح زیان اقتصادی آن آفت می‌باشد و یکی از دلایل اصلی عدم موفقیت مطلوب در مدیریت این آفت را می‌توان عدم آگاهی از این شاخصه و به تبع آن عدم اطلاع از زمان دقیق کنترل می‌باشد. امروزه تعیین زمان ظهور و نیز مراحل زیستی مختلف حشرات بر اساس تقویم و نیز فنولوژی گیاه به دلیل سرعت فزاینده پدیده گرم شدن جهانی، چندان قابل اعتماد نمی‌باشد و لذا استفاده از شاخصه روز–درجه یا Degree-Day که اکیداً در یک یا دو سال قبل از سال مورد استفاده اندازه‌گیری شده باشد اولویت دارد. بر این اساس محقق پس از بررسی بیولوژی آفت در شرایط طبیعی و آزمایشگاه و با استفاده از مدل‌های مرتبط، فنولوژی حشره آفت را ارزیابی می‌کند و بر اساس آن می‌تواند ظهور مراحل سنی و نیز نسل‌های مختلف یک حشره را پیش‌بینی کند. محققین مختلف زمان ظهور حشرات کامل بسیاری از حشرات آفت را در مناطق مختلف بر اساس شاخصه‌ای وابسته به فنولوژی گیاه تحت عنوان "اندازه میوه" پیش‌بینی می‌کنند. اصولاً این شاخصه خود بر اساس زمان فیزیولوژیک حشره آفت مربوطه محاسبه و جهت سهولت تشخیص زمان ظهور و تصمیم‌سازی برای اعمال مدیریت به اطلاع کشاورز رسانده می‌شود. بنابراین برای کرم گلوگاه انار نیز بدون محاسبه زمان فیزیولوژیک حشره و ثبت وضعیت فنولوژیک همزمان درخت انار، توصیه درستی در مورد شاخصه‌های گیاهی نمی‌توان ارائه داد و لذا در تحقیق حاضر نیز از اطلاعات موجود در سایت IPM دانشگاه کالیفرنیا در مورد روز–درجه این آفت استفاده شد (http://ipm.ucanr.edu/PMG/crops-agriculture.html).

یکی از راهکارهای کنترل حشرات آفت، استفاده از پرتوهای یونیزان به منظور تولید حشرات نابارور در قالب روش نابارورسازی حشرات Sterile Insect Technique (SIT) می‌باشد (Knipling 1970). به این منظور اغلب از پرتو گامای حاصل از منبع کبالت ۶۰ جهت ایجاد تغییرات بنیادین ترجیحاً در مرحله هیستوژنز شفیرگی برای نابارورسازی حشرات نر و یا ماده استفاده می‌شود (Lindquist 1955). مکانیسم عمل بدین صورت است که ابتدا حشره تا مرحله شفیرگی پرورش داده شده و شفیره‌های نر، ماده و یا نر و ماده پس از پرتوتابی با دز مشخص در محیط طبیعی رها می‌شوند و از تلاقی حشرات نابارور با حشرات طبیعی نتاجی تولید نشده و آفت پس از چند نسل کنترل خواهد شد. با توجه به موفقیت قابل

www.SID.ir

Archive of SID

توجه روش نابارورسازی حشرات در کاهش جمعیت و خسارت آفت در یک باغ ایزوله سه هکتاری در منطقه ساوه (Soufbaf *et al*. 2015) و با توجه به این‌که هیچگونه راهکار کنترل قطعی برای کرم گلوگاه انار در ایران موجود نیست لذا هدف اصلی تحقیق حاضر کنترل جمعیت و خسارت کرم گلوگاه انار در باغات انار کشور با استفاده از روش عقیم سازی می‌باشد که شواهد موجود در دنیا بیانگر کارآمدی این روش در کاهش قابل توجه جمعیت حشرات هدف می‌باشد (Klassen & Curtis 2005). کشور ایران در حال حاضر بزرگترین تولیدکننده محصول انار ارگانیک در جهان می‌باشد، به طوری که ۴۰ درصد تولید انار در جهان متعلق به ایران است و کرم گلوگاه انار سالانه ۶۰-۳۰ درصد این محصول را از گردونه بازار داخلی و بین‌المللی خارج می‌کند. هدف این تحقیق ارزیابی پتانسیل روش نابارورسازی حشرات برای کنترل جمعیت کرم گلوگاه انار در سطح لکه‌های کوچک انارکاری کشور و امکان‌سنجی بسط آن به سطح کل باغات انار کشور بود. همچنین تحقیق حاضر امید دارد تا بتواند پس از کسب موفقیت در کاهش جمعیت و خسارت کرم گلوگاه انار با استفاده از روش SIT، این روش را به عنوان یکی از ارکان مهم برنامه مدیریت تلفیقی پوش منطقه‌ای (AW-IPM) موفق بر علیه این آفت مهم معرفی نماید.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

تولید انبوه حشرات در یک کارگاه تولید حشرات (Insectary) با شرایط استاندارد محیطی ۱±۲۹ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۷۵ درصد انجام شد. این کارگاه شامل یک اتاق تمیز ۳۰ متر مربعی برای پرورش مراحل نابالغ، یک اتاق تمیز ۲۰ مترمربعی برای نگهداری از حشرات کامل و تخم‌گیری، یک اتاق ۸ مترمربعی برای انجام آزمون‌های کنترل کیفیت، یک اتاق ۹ مترمربعی مجهز به ادوات لازم برای تهیه جیره مصنوعی و یک اتاق ۸ مترمربعی برای شستشو و ضدعفونی ظروف و وسایل کار می‌باشد. پرورش لاروها روی جیره مصنوعی با ترکیب معرفی شده در جدول ۱ مورد استفاده قرار گرفت (Mediouni & Dhaouibi, 2007).

به منظور تخم‌گیری، حشرات کامل پس از ظهور توسط آسپیراتور جمع‌آوری و به استوانه‌های تخم‌گیری منتقل شد. از حشرات کامل تا زمان مرگ اکثریت جمعیت در هر استوانه تخم‌گیری شد. جهت جلوگیری از ورود هر گونه آلودگی به کلنی حشرات کرم گلوگاه انار ضدعفونی اتاق‌های جیره، کنترل کیفی و اتاق شستشو و هر گونه وسیله استفاده شده در طول فعالیت با محلول ۵٪ هیپوکلریت سدیم، تمیزی روزانه کل کارگاه، ضد عفونی هفتگی اتاق‌های پرورش با استفاده از آب و صابون، ضدعفونی ماهیانه کل کارگاه با محلول ۱٪ هیپوکلریت سدیم، شستشوی سینی‌های جیره با مایع ظرفشویی و سپس ضدعفونی با محلول ۱٪ هیپوکلریت سدیم و سپس خشک کردن سینی‌ها در دمای ۵۰ درجه سلسیوس انجام شد.

تعیین زمان ظهور حشرات پیشتاز

به منظور تعیین زمان ظهور حشرات زمستان‌گذران در فصل بهار تله‌های دلتای سبز رنگ حاوی حشرات ماده باکره کرم گلوگاه انار به ازای هر ۱۰۰ متر یک تله در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین به عنوان منبع فرومون طبیعی در مناطق مختلف باغات آزمایشی نصب گردیده و تله‌ها به صورت منظم و روزانه مورد بازدید قرار گرفت. پس از مشاهده و گزارش اولین شکار اقدام به تخمین جمعیت حشرات نر وحشی و تدوین و اجرای برنامه رهاسازی گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ترکیب جیره مصنوعی کرم گلوگاه انار مورد استفاده در پرورش انبوه. مقادیر به ازای یک کیلوگرم جیره می‌باشد.

Table 1. Composition of carob moth artificial diet used in mass rearing. Quantities per 1 kg of diet.

Materials	**Weight (g)**
Wheat bran	600
Sucrose	120
Yeast	23
Erythromycin	6.7
Methyl paraben	6.7
Salt mixture	20
Glycerin	150 ml
Distilled water	250 ml

تخمین جمعیت

پس از ثبت اولین شکار در تله‌ها با استفاده از روش capture-recapture با استفاده از رنگ پودری مناسب نارنجی (یک رنگ خوراکی معمولی گیاهی) مورد استفاده توسط محققین آژانس بین المللی انرژی هسته‌ای نسبت به تخمین جمعیت اولیه (پیشتاز) اقدام گردید. بدین منظور در دو شب متوالی با استفاده از جلب‌کنندگی ماده‌های باکره پرورشی و با استفاده از آسپیراتور دستی نرهای وحشی موجود در باغ شکار گردید. با نزدیک شدن نرها به ماده مستقر در قفسک نصب شده روی درخت در طی دوره تاریکی با استفاده از آسپیراتور اقدام به مکیدن نرها نموده و تعداد ۵۰ تا ۱۰۰ نر به عنوان فراسنجه m در مدل لینکولن شکار شد. این نمونه اولیه در داخل یک لوله آزمایش بزرگ حاوی رنگ به آرامی چرخانده شد تا میزان مناسبی از رنگ روی شاخک و حاشیه بال‌های حشرات قرار گیرد. بلافاصله پس از رنگ‌آمیزی حشرات نر، آن‌ها مجدداً در محیط باغ رهاسازی گردیدند. در شب دوم با نصب تله‌های حاوی ماده‌های باکره جدید اقدام به شکار مجدد حشرات نر وحشی باغ گردید و بر اساس شاخص لینکولن که در آن N میزان جمعیت تخمینی، m تعداد حشرات شکار اولیه و رنگ‌آمیزی شده، n تعداد کل حشرات شکار مجدد شده و r تعداد حشرات رنگ‌آمیزی شده در شکار مجدد می‌باشد جمعیت نرهای وحشی تخمین زده شد (Nicols 1992):

$$N = \frac{m \times n}{r}$$

برای برآورد دقت این تخمین از فرمول زیر برای برآورد انحراف استاندارد استفاده گردید:

$$S = \sqrt{\frac{(m+1)(n+1)(m-r)(n-r)}{(r+1)^2(r+2)}}$$

برای تخمین جمعیت دوم از حشرات موجود در باغ که معادل نسل اول آفت در باغ آزمایشی می‌باشد اقدام به تخمین جمعیت حشرات آفت در زمان پیش‌بینی شده بر اساس روز-درجه مربوط به کرم گلوگاه انار (در حدود ۶۴۵ روز-درجه برای یک نسل) بر اساس داده‌های دمایی مناطق دو گانه شد. لازم به ذکر است به دلیل نبود اطلاعات در زمینه زمان فیزیولوژیک کرم گلوگاه انار در شرایط اقلیمی کشور از روز-درجه تعریف شده در سایت IPM دانشگاه کالیفرنیا که تقریباً معادل ۶۴۵ روز-درجه می‌باشد استفاده شد. پس از دو مرحله تخمین جمعیت وحشی ارزیابی تعداد حشره لازم برای

www.SID.ir

Archive of SID

رهاسازی بر اساس فرمول ۷ تا ۹ برابر جمعیت (و گاهاً ۱۲ برابر جمعیت) اقدام به رهاسازی حشرات عقیم گردید. لازم به ذکر است در رهاسازی صفر بر علیه پیشتازها و رهاسازی نسل اول در حدود ۲۰ برابر جمعیت وحشی حشرات عقیم رهاسازی شدند (جدول ۲).

شکل ۱- تصاویر ماهواره‌ای مناطق دوگانه آزمایشی عقدا (راست) به مساحت ۴۵ هکتار و مهریز (چپ) به مساحت ۱۲ هکتار. مناطق هدف در برنامه رهاسازی حشرات نابارور کرم گلوگاه انار با دایره قرمز رنگ نشان داده شده است. تصاویر با استفاده از نرم افزار Google Earth نسخه 7.1.5.1557

Fig. 1. Satellite images of two experimental regions, Aqda (right) with 45 ha area and Mehriz (left) with 12 ha area. The target regions in sterile insects' releasing program are shown with red circle. Images were taken by Google Earth 7.1.5.1557

پرتودهی و رهاسازی

پس از تخمین جمعیت و برآورد تعداد حشره نابارور مورد نیاز برای انجام هر دوره رهاسازی، شفیره‌های ۳ تا ۴ روزه (اواخر سن شفیرگی در شرایط پرورشی حاضر) به مقدار ۵ گری بالاتر از دز معرفی شده توسط Zolfagharieh *et al.* (2010) و با استفاده از سیستم پرتوتابی گاماسل (PX-۳۰) مجهز به کبالت-۶۰ با نرخ پرتودهی ۰/۱۲ گری بر ثانیه پرتو داده شده و سپس به تعداد تقریباً مساوی در پاکت‌های تهویه‌دار بسته‌بندی شد. بسته‌های حاوی شفیره‌های نابارور کرم گلوگاه انار طبق برنامه رهاسازی در باغات آزمایشی نصب گردید. به منظور کنترل کیفیت حشرات تولیدی و بویژه اطمینان از عقیم بودن حشرات تولیدی، در طول برنامه رهاسازی دو مرتبه به صورت نمونه برداری تصادفی از حشرات پرتودیده و پایش وضعیت باروری تخم‌های تولیدی ارزیابی لازم صورت گرفت. لازم به ذکر است به دلیل پرتوتابی شفیره‌های خیلی مسن، اغلب شفیره‌ها در حین پرتوتابی و نیز بلافاصله پس از آن تفریخ شدند و لذا در هر بار رهاسازی ابتدا حشرات کامل در باغ رها شده و سپس مابقی شفیره‌ها بسته‌بندی و آویزان می‌شدند. به دلیل همپوشان بودن نسل‌ها و وجود همیشگی حشرات کامل در طول فصل در باغات، برنامه رهاسازی به صورت دوره‌ای (هفتگی) انجام شد. منطقه عقدا به وسعت ۴۵ هکتار (۳۲ درجه و ۲۶ دقیقه و ۴۲ ثانیه شمالی و ۵۳ درجه و ۳۷ دقیقه و ۴۶ ثانیه شرقی با شرایط اقلیمی کویری و ارتفاع از سطح دریا معادل ۱۲۵۶ متر) و منطقه چاه شیدا در مهریز به وسعت تقریبی ۱۲ هکتار (۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه و ۴/۱۷ ثانیه شمالی و ۵۴ درجه و ۲۶ دقیقه و ۲۵/۶۴ ثانیه شرقی با شرایط اقلیمی کویری و ارتفاع از سطح دریا معادل ۱۶۲۶ متر) (شکل ۱) به طور همزمان تحت برنامه رهاسازی حشرات نابارور کرم گلوگاه انار در طی فصل زراعی ۹۳-۹۴ قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی آلودگی باغات

همزمان با انجام برنامه رهاسازی و از زمان شروع مشاهده آلودگی در باغات آزمایشی مناطق دو گانه اقدام به برآورد خسارت گردید. نمونه‌برداری از درختان بر اساس اندازه نمونه محاسبه شده با فرمول Whitley & Ball (2002) (فرمول ۳) برای دو نمونه با شرایط مشابه انجام گرفته و آلودگی به صورت نسبت تعداد میوه آلوده به کل میوه در نمونه محاسبه شد (فرمول ۴). برای سهولت محاسبه cp/power عدد ۸ در نظر گرفته شد.

$$n = \frac{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}{(p_1 - p_2)^2} \times c_{p/power} \qquad (۳)$$

$$Infestation = \frac{n_{inj}}{n_{total}} \times 100 \qquad (۴)$$

که n تعداد نمونه لازم برای آماربرداری، p1 درصد آلودگی در منطقه هدف، p2 درصد آلودگی در منطقه شاهد، ninj تعداد میوه آلوده و ntotal تعداد کل میوه موجود در هر نمونه می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای ارزیابی نرمال بودن داده‌ها از تست Kulmogrov-Smirnov استفاده شد. داده‌های مربوط به آلودگی در منطقه عقدا در زمان‌های اول و دوم با استفاده از تبدیل لگاریتمی و داده‌های مربوط به مهریز بدون تبدیل و با استفاده از رویه آنالیز اندازه‌های تکرار شده repeated-measures مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ارزیابی خسارت در ۶ مرحله از ابتدای فصل انجام گردید و به دلیل پایین بودن خسارت تا نسل چهارم، آمار مربوط به ۳ مرحله ابتدایی در آماره مربوط به مرحله چهارم جمع گردیده و به عنوان infestation 1 تجزیه واریانس شد. مقایسات میانگین با استفاده از رویه LSD و در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ انجام گرفت.

نتایج و بحث

تخمین جمعیت حشرات وحشی

مقادیر مربوط به پارامترهای m، n و r مر بوط به شاخص لینکولن و نیز جمعیت‌های تخمینی حشرات وحشی در جدول ۲ ارائه شده است. به دلیل حضور حشرات عقیم در طول فصل و عدم امکان شناسایی حشرات شکار مجدد در طی فرآیند تخمین جمعیت، این امر تنها برای حشرات پیشتاز و نیز حشرات نسل اول و با فاصله زمانی بیشتر از یک هفته از رهاسازی صورت گرفت و در بقیه موارد به دلیل حضور حشرات عقیم در باغ و عدم امکان نشان‌دارسازی حشرات عقیم با امکانات موجود، اندازه جمعیت لازم تنها بر اساس تخمین رشد تقریبی جمعیت با آماره‌های موجود در منابع صورت گرفت. به طور میانگین ۵۰۰ حشره در هکتار به صورت هفتگی تا انتهای فصل رهاسازی گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تخمین جمعیت حشرات وحشی نر کرم گلوگاه انار در باغات مناطق عقدا و مهریز در سال ۹۴

Table 2. Wild carob moth's population size estimation in orchards of Aqda and Mehriz, 2015

Target population/Parameter Estimate	*m*	*n*	*r*	Male abundance estimate (Aqda, Mehriz)	First releasing number (Aqda) and (Mehriz)
Overwintering moth (Aqda, Mehriz)	50,20 (Aqda, Mehriz)	40,9 (Aqda, Mehriz)	8,4 (Aqda, Mehriz)	(250±58.9),(45±10.6) (Aqda, Mehriz)	(10000♂♀=20×population size),(3500♂♀=38×population size)
First generation (Aqda, Mehriz)	200,70 (Aqda, Mehriz)	165,45 (Aqda, Mehriz)	25,12 (Aqda, Mehriz)	(1320±211.6),(262±51.4) (Aqda, Mehriz)	(12000♂♀=9×population size),(6000♂=23×population size)

m, *n*, and *r* are Lincoln model parameters used for population estimation using capture – recapture metho

آلودگی کرم گلوگاه انار در منطقه عقدا

نتایج مربوط به رهاسازی در باغات منطقه عقدا نشان داد درصد آلودگی در منطقه آزمایشی نسبت به منطقه شاهد (شمس آباد) کاهش معنی‌دار داشته است ($F_{1,17}$=9.59, P= 0.007). درصد آلودگی منطقه عقدا نسبت به شاهد در حدود ۳/۵ برابر کاهش نشان داد (شکل ۲).

آلودگی کرم گلوگاه انار در منطقه مهریز

نتایج به دست آمده بیانگر اثر معنی‌دار رهاسازی در کاهش آلودگی باغات انار منطقه مهریز به کرم گلوگاه انار می‌باشد ($F_{1,17}$=32.88, P< 0.0001). آلودگی باغات آزمایشی در منطقه مهریز نسبت به شاهد در حدود ۴ برابر کاهش نشان داد (شکل ۳).

بررسی منابع موید آنست که تا کنون تحقیقات قابل توجهی به منظور کنترل کرم گلوگاه انار با استفاده از روش SIT در دنیا صورت نگرفته است که یکی از دلایل احتمالی آن موفقیت نسبی کنترل این آفت در مناطق آلوده با استفاده از روش‌هایی چون کنترل فرومونی می‌باشد. Al Izzi *et al*. (1993) اثر پرتوهای گاما روی شفیره‌های نر ۴-۳ روزه و ۶- ۵ روزه و همچنین حشرات کامل نر یک روزه کرم گلوگاه انار را مطالعه کردند. Zolfagharieh *et al*. (2010) نشان دادند بهترین نسبت رهاسازی در شفیره‌های ۱-۲ روزه نسبت ۱:۱ :۸ :۸ و در شفیره‌های ۳-۴ روزه نسبت ۱:۱: ۹:۹ بود. همچنین در ایران تحقیقاتی در زمینه پرتودهی پروانه بزرگ موم‌خوار صورت گرفته و نتایج نشان داد که مناسب‌ترین دز نابارورسازی ۳۵۰ گری و مناسب‌ترین نسبت رهاسازی ۱:۴ می‌باشد (Jafari 1996). بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیقات Dhouibi & Abderahmane (1998) دز ۲۰۰ گری در شفیره‌های ۶-۵ روزه باعث ۲۳ درصد و در نسل اول ۶۰ درصد ناباروری شده است. درحالیکه دز ۲۵۰ گری باعث ۲۶ درصد و نسل اول ۷۸ درصد و دز ۳۰۰ گری باعث ۳۰ درصد و در نسل اول ۹۴ درصد ناباروری داشته است. در تحقیق آزمایشگاهی دیگری شفیره‌های نر و ماده ۱-۲ روزه با دز ۸۰-۹۰ گری مورد پرتودهی قرار گرفته و به خوبی نابارور شدند (Omidpour 2006). در زمینه استفاده از روش نابارورسازی حشرات نر (SIT) در مقیاس وسیع و صنعتی در دنیا گزارشات مختلفی از سال ۱۹۵۱ تا به امروز وجود دارد. طرح پایلوت کنترل مگس گوشت با استفاده از روش SIT در جزیره سانیبل و ایالت فلوریدای آمریکا را می‌توان از ابتدایی‌ترین پروژه‌های SIT در دنیا به شمار آورد که منجر به نابارور شدن ۱۰۰٪ی در توده‌های تخم و به تبع آن کاهش موثر در جمعیت وحشی

www.SID.ir

Archive of SID

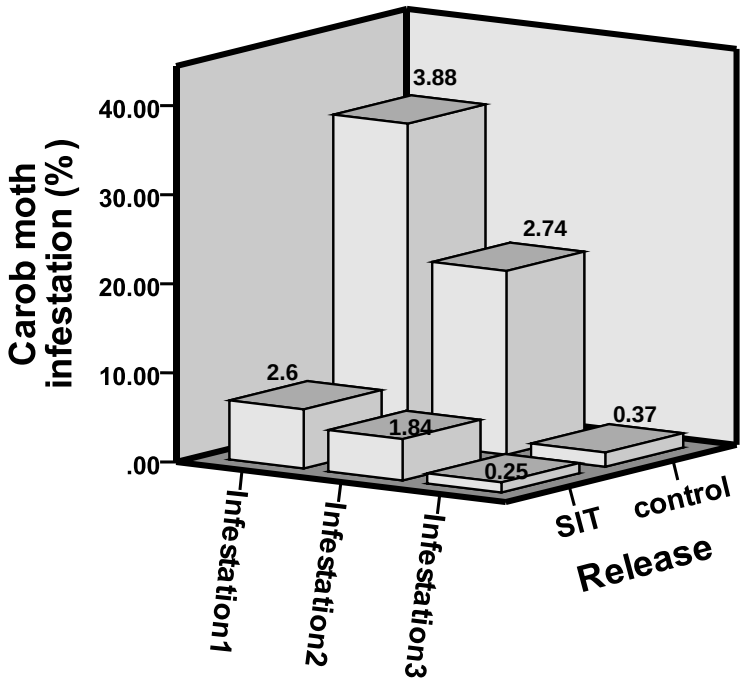
شد ولی به دلیل پرواز به داخل مگس‌های بارور وحشی ریشه‌کنی کامل محقق نشد. در ادامه ایالت فلوریدا با رهاسازی در سال‌های ۱۹۵۸ و ۱۹۵۹ و با صرف هزینه‌ای معادل ۱۱ میلیون دلار که معادل ۵۰٪ خسارت سالیانه این آفت در این منطقه می‌باشد، موفق به ریشه‌کنی این آفت مهم گردید. همچنین این آفت در ایالت تگزاس در سال ۱۹۶۴ و در کل آمریکا در سال ۱۹۶۶ به طور کامل ریشه‌کن شد و از آن پس هدف پروژه به سمت مهار جمعیت تغییر کرد. دومین هدف مهم در پروژه‌های SIT در دنیا مگس‌های میوه متعلق به گونه‌های مختلف می‌باشد که قدیمی‌ترین این پروژه‌ها را می‌توان کنترل مگس میوه مکزیکی در ایالت‌های کالیفرنیا و تگزاس از سال ۱۹۶۴ تاکنون نام برد. در ایالت‌های مذکور به ترتیب ۹۶ هزار و ۶۱ هزار مگس نابارور در هفته در کیلومتر مربع رهاسازی گردید و جالب توجه اینکه ریشه‌کنی در کالیفرنیا در سال ۱۹۶۴ شروع شد ولی این اتفاق در تگزاس یک دهه دیرتر رخ داد. کنترل مگس‌های میوه با این روش در کشورهای استرالیا (۱۹۶۲ تا ۱۹۹۰ که تنها در سال ۱۹۹۰ جمعیتی معادل ۱۶۰۰ میلیون مگس رهاسازی شد)، مکزیک و گواتمالا (از ۱۹۷۸ به مدت ۲۵ سال که به ترتیب در این کشورها ۵۰۰ و ۳۵۰۰ میلیون حشره نابارور رهاسازی شد)، ژاپن (۱۹۷۲ تا ۱۹۹۳) و فلسطین اشغالی (از دهه ۸۰ میلادی تا کنون و با استفاده از روش تولید ژنتیکی جنس نر) نمونه‌هایی از موفقیت این روش در مدیریت آفات کشاورزی می‌باشد. لازم به ذکر است پروژه یاد شده در مکزیک و گواتمالا به عنوان اولین پروژه مقیاس وسیع مدیریت تلفیقی آفات AW-IPM با استفاده از روش SIT در دنیا به حساب می‌آید. همچنین تاسیسات تولید حشرات نابارور در کشور گواتمالا به عنوان بزرگترین تاسیسات مربوطه در دنیا مطرح می‌باشد.

در مورد استفاده از روش SIT برای کنترل حشرات آفت متعلق به راسته‌های دیگر می‌توان به کنترل سرخرطومی غوزه پنبه در ایالت می‌سی‌سی‌پی آمریکا (در حد کاهش جمعیت و نه ریشه‌کنی)، سرخرطومی سیب‌زمینی شیرین در ژاپن (ریشه‌کنی کامل) و نوعی سوسک اسکارابید در سوئیس (یک بار رهاسازی اشباعی و کنترل ۱۰۰٪) اشاره نمود. به هر حال در مورد راسته مهم و اقتصادی بالپولکداران می‌توان به عنوان نمونه به رهاسازی کرم سیب در ایالت بریتیش کلمبیای کانادا در سال ۱۹۹۴ اشاره نمود که به عنوان یک روش کاهش جمعیت مورد استفاده قرار گرفت (گزارشات فنی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در سال‌های مختلف). بررسی منابع بیانگر انجام آزمایشات مقدماتی در زمینه کنترل کرم گلوگاه انار با استفاده از روش SIT در کشور تونس می‌باشد (Mediouni & Dhaouibi, 2007) ولی تاکنون گزارشی مبنی بر انجام پروژه در آن کشور منتشر نشده‌است. رهاسازی جمعیت‌های عقیم کرم گلوگاه انار در منطقه ساوه در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ باعث کاهش به ترتیب ۳/۵ و ۲/۷ برابری آلودگی در یک باغ ایزوله آزمایشی گردید (Soufbaf *et al*. 2015; Soufbaf & Zolfagharie 2016). در ادامه و به صورت پایلوت، نتایج حاضر بیانگر کاهش رضایت بخش ۳/۵ و ۴ برابری خسارت آفت به ترتیب در مناطق عقدا و مهریز می‌باشد. یادآوری می‌گردد در منطقه ساوه (مقاله مربوطه در حال داوری) بر اساس اطلاع قبلی باغدار مربوطه مبنی بر برداشت کامل انار تا ۲۰ مهرماه، رهاسازی در این تاریخ قطع گردید ولی یک لکه کوچک از باغ به مدت یک ماه پس از قطع برنامه رهاسازی برداشت نشده و طبیعتاً جمعیت باقیمانده در کل باغ (۷ هکتار) به سمت لکه سبز باقیمانده هجوم آورده و لذا این قطعه، پس از برداشت کامل سایر درختان باغ، متحمل خسارت بالا گردید. این مشکل در مورد آمار برداری پروژه‌های SIT در مناطقی که محصول در مدت زمان طولانی برداشت می‌شود نیز متصور است؛ بدین ترتیب که با برداشت لکه‌های کوچک محصول، آفت متعلق به آن لکه به لکه‌های مجاور که هنوز برداشت نشده منتقل می‌شود و باعث تغلیظ خسارت در لکه‌های مجاور می‌شود که باعث ایجاد خطا (over estimation) در برآورد خسارت واقعی می‌شود. لذا توصیه می‌شود برای ارزیابی خسارت واقعی در این موارد همزمان با رسیدگی محصول آمار مربوط به خسارت به صورت دوره‌ای ثبت گردد و همچنین در آماربرداری آخر فصل که همزمان با برداشت محصول می‌باشد، ارزیابی‌ها با ضریب مناسب که می‌تواند به صورت نسبت سطح زیر کشت باقیمانده محصول به کل یا نسبت تعداد درخت دست نخورده به کل و یا نسبت تعداد میوه باقیمانده به کل تا تاریخ

www.SID.ir

Archive of SID

آماربرداری باشد اصلاح گردد. همانگونه که در بخش مقدمه به طور مختصر اشاره شد، سطح زیان اقتصادی کرم گلوگاه انار در ایران تا به امروز تعیین نشده است و لذا نمی‌توان در خصوص موثر و یا غیر موثر بودن هر گونه روش مدیریتی (و همچنین روش حاضر) در برابر این آفت مبنی بر کاهش خسارت اقتصادی به زیر سطح زیان اقتصادی آفت قضاوت درستی نمود.



شکل ۲- آلودگی کرم گلوگاه انار در بررسی سه مرحله‌ای در ابتدای مهر، آخر مهر و در اواخر آبان (زمان برداشت) به صورت نمونه‌برداری تصادفی از درختان مختلف در سال ۱۳۹۴ در منطقه عقدا. داده مربوط به آلودگی مرحله اول مجموع داده‌های مربوط به آلودگی‌های منطقه از ابتدای فصل تا این مرحله می باشد. اعداد موجود روی میله‌ها بیانگر خطای استاندارد هر میانگین می‌باشد

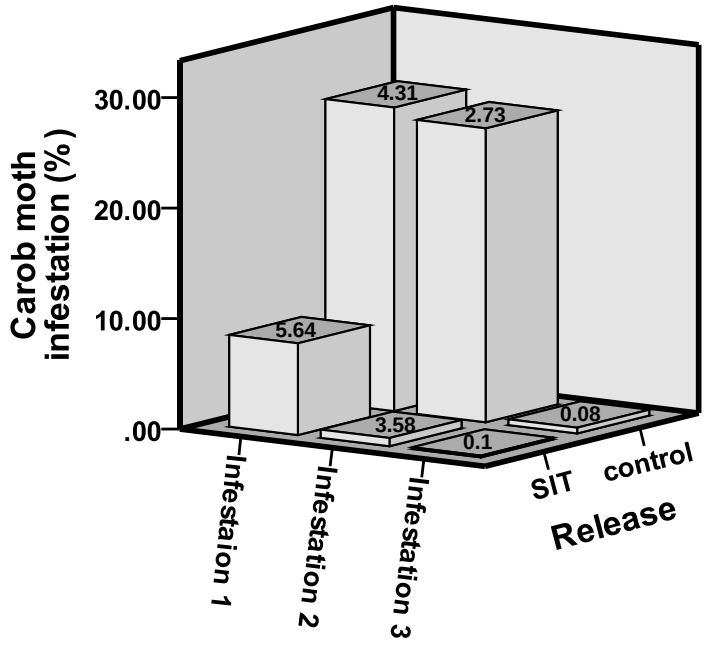
Fig. 2. Carob moth infestation in triple stage evaluation in late September (infestation 1), late October (infestation 2), and late November (infestation 3, harvest time) as random sampling from different plants in 2015 in Aqda. First three infestation data were pooled in the forth as infestation 1. Numbers on bars are standard errors of means.

نتایج به دست آمده در این تحقیق بیانگر توان قابل ملاحظه روش نابارورسازی حشرات در کاهش جمعیت کرم گلوگاه انار و به تبع آن کاهش خسارت در سطح باغات هدف در این مرحله بود و قضاوت در مورد اینکه آیا این کاهش خسارت حاصله تا زیر سطح زیان اقتصادی آفت بوده است یا نه را به بعد از حصول نتیجه در تحقیقات دقیق و منسجم در زمینه تعیین سطح زیان اقتصادی آفت موکول می‌نماییم. نتایج مطالعات اخیر ما (باغ ایزوله و منطقه کوچک ایزوله) بیانگر توان اجرایی شدن روش SIT در سطوح وسیع‌تر باغات انار کشور می‌باشد و این امر مستلزم تاسیس کارخانه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

تولید حشرات نابارور ترجیحاً در نزدیکی مناطق انارکاری کشور می‌باشد تا بتوان هزینه‌ها و نیز مشکلات حمل و نقل حشرات تولیدی را تا حد امکان کاست.



شکل ۳- آلودگی کرم گلوگاه انار در بررسی سه مرحله ای در ابتدای مهر، آخر مهر و در اواخر آبان (زمان برداشت) به صورت نمونه‌برداری تصادفی از درختان مختلف در سال ۹۴ در منطقه مهریز. داده مربوط به آلودگی مرحله اول مجموع داده‌های مربوط به آلودگی‌های منطقه از ابتدای فصل تا این مرحله می‌باشد. اعداد موجود روی میله‌ها بیانگر خطای استاندارد هر میانگین می‌باشد

Fig. 3. Carob moth infestation in triple stage evaluation in late September (infestation 1), late October (infestation 2), and late November (infestation 3, harvest time) as random sampling from different plants in 2015 in Mehriz. First three infestation data were pooled in the forth as infestation 1. Numbers on bars are standard errors of means.

سپاسگزاری

از ریاست وقت پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سرپرست پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، ریاست مجتمع پژوهشی البرز، ریاست و دبیر کانون هماهنگی دانش و صنعت انار، ریاست سازمان جهاد کشاورزی استان یزد، مدیر حفظ نباتات استان یزد، مدیریت برنامه‌ریزی استان یزد و معاونت مالی استانداری یزد به دلیل حمایت‌های مالی و اجرایی در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ سپاسگزاری می‌نماییم.

References

Al Izzi, M. A. J. Al Maliky, S. K. & Khalaf, M. Z. (1993) Effects of gamma irradiation on inherited sterlity of pomegranate fruit moth, Ectomyelois ceratoniae Zeller. *Insect science and its application* 14, 675 – 679.

Dhouibi, M.H. & Abderahmane, C.T. (1998) The effect of sub sterilizing doses of gamma radiation on the pupae of the carob moth Ectomyelois ceratoniae (Lepidoptera: Pyrralidae)

www.SID.ir

Archive of SID

Proceedings of Final research co-ordination meeting on evaluation of Lepidoptera population suppression by radiation induced sterility Penang (Malaysia) 28 May – 2 Jun 1998. Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Vienna (Austria).

Jafari, R. (1996) Study of possibility of galleria monella control using sterile insect technique by gamma ray. Thesis for Master of Science in Entomology. Plant protection department. Isfahan University of Technology.

Kashkuli, A., & Eghtedar, E. (1976). Biology and ecology of *Specterobates ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) in the Fars province. Entomol Phytopathol Appl Plant Pests Dis Res Inst.

Klassen, W. & Curtis, C.F. (2005) History of the sterile insect technique. *In Sterile Insect Technique* (pp. 3-36). Springer Netherlands.

Knipling, E. F. (1970) Suppression of pest Lepidoptera by releasing partially sterile males: a theoretical appraisal. *Bioscience* 20, 463 – 470.

Lindquist, A. W. (1955) The use of gamma radiation for the control or eradication of the screwworm. *Journal of Economic Entomology* 48, 467–469.

Mediouni, J. & Dhouibi, M. H. (2007) Mass-rearing and field performance of irradiated carob moth, Ectomyelois ceratoniae in Tunisia. M.J.B. Vreysen, A.S. Robinson & J. Hendrich (*eds.*). *Area-Wide Control of Insect Pest*, 265 – 273. IAEA.

Nichols, J.D. (1992) Capture-recapture models. *BioScience*, 42, 94 – 102.

Omidpour A. (2006) Laboratory evaluation of suitable strelizing dose of gamma ray in carob moth. Thesis for Master of Science in Entomology. Plant protection department. University of Tehran

Soofbaf, M., G. Nouri, S. H. Goldansaz, & R. Asghari-Zakaria. (2007) Effects of age and temperature on calling behavior of carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory conditions. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*17, 2976 – 2979.

Soufbaf M. (2006) Pheromone release behavior of the carob moth under laboratory and field conditions. Thesis for Master of Science in Entomology. Plant protection department. University of Mohaghegh Ardabili.

Soufbaf M. & Zolfagharie HR. (2016) Applied control of carob moth using ionizing rays. Final project report. IOAE.

Soufbaf M, Zolfagharie HR, Babaei M, Fathollahi H, Kalantarian N, Salehi B, Tabatabaei SZ & Yousefi M. (2015) Evaluation of sterile insect technique using nuclear technology against carob moth. 4the National Confrence of Nuclear Technology Application in Agricultural and Natural Resources Sciences. 19-20 May 2015, Karaj.

Whitley, E. & Ball, J. (2002) Statistics review 4: sample size calculations. *Critical Care* 6, 335 – 341.

Zolfagharieh HR, Farazmand H, Vafaei Shoushtari R, Babaii M & Tabatabaii SZ. (2010) Application of Nuclear Technique for Practical Controlling of Ectomyelois Ceratoniae Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Nuclear Science and Technology*, 53, 30 – 35. (In Persian)

www.SID.ir