



Short Paper

مقاله کوتاه

## کاربرد فن آوری هسته‌ای جهت کنترل عملی خسارت کرم گلوگاه انار

حمیدرضا ذوالفقاریه\*<sup>۱</sup>، حسین فرازمند<sup>۲</sup>، رضا وفایی شوشتری<sup>۳</sup>، محمد بابایی<sup>۱</sup>، سیدضیاءالدین طباطبایی<sup>۴</sup>

۱- پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۴۹۸-۳۱۴۸۵، کرج - ایران

۲- مؤسسه گیاه پزشکی کشور، صندوق پستی: ۱۴۵۴-۱۹۳۵، تهران - ایران

۳- گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، صندوق پستی: ۵۶۷-۳۸۱۳۵، اراک - ایران

۴- مرکز تحقیقات انار کشور، صندوق پستی: ۱۶۶، ساوه - ایران

**چکیده:** ایران از نظر تولید و صادرات انار در رتبه اول دنیا قرار دارد. کرم گلوگاه انار آفت مهم انار کشور است. به خاطر زیست‌شناسی حشره، مبارزه‌ی شیمیایی عملی نبوده و خسارت این آفت در مواردی از ۳۰ درصد محصول نیز تجاوز می‌کند. روش نابارورسازی یکی از روش‌هایی است که برای کنترل آفات مختلف با شرایط خاص کاربرد دارد. این تحقیق به منظور ارزیابی کنترل عملی کرم گلوگاه انار با استفاده از روش هسته‌ای نابارورسازی روی میوه انجام شد. انارهای آلوده به مرحله‌ی لاروی و شفیرگی آفت از باغات انار ساوه جمع‌آوری، به آزمایشگاه پژوهشکده منتقل، در شرایط دمایی  $28 \pm 2$  درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی  $5 \pm 60$  درصد، رژیم نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی و با استفاده از جیره‌ی غذای مصنوعی پرورش داده شدند. شفیره‌های جوان و مسن به دست آمده، تحت پرتودهی گاما قرار گرفته و با نسبت‌های ۱:۱:۰:۰ تا ۱:۱:۹:۹ (نر پرتودهی شده: ماده‌ی پرتودهی شده: نر طبیعی: ماده‌ی طبیعی) روی میوه‌های انار در داخل قفس‌ها رها شدند. نتایج حاصل نشان داد که کاربرد دزهای نابارورکننده‌ی ۱۲۰ و ۱۶۰ گری، روی شفیره‌های جوان ۱-۲ روزه و مسن ۳-۴ روزه و با نسبت رهاسازی ۷:۱:۰:۷ تا ۹:۱:۹:۹ در مقایسه با شاهد با نسبت رهاسازی ۰:۱:۰:۰ خسارت کرم گلوگاه روی محصول انار را کنترل می‌نماید.

**واژه‌های کلیدی:** کرم گلوگاه انار، فن آوری هسته‌ای، نابارورسازی، نسبت رهاسازی

## The Application of Nuclear Technique for Practical Controlling of Ectomyelois Ceratoniae Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)

H.R. Zolfaghari<sup>1\*</sup>, H. Farazmand<sup>2</sup>, R. Vafaei Shoushtari<sup>3</sup>, M. Babaii<sup>1</sup>, S.Z. Tabatabaai<sup>4</sup>

1- Agricultural Medical and Industrial Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOI, P.O. Box: 31485-498, Karaj-Iran

2- Iranian Institute of Plant protection (IRIPP), P.O.Box: 1935-1454, Tehran - Iran

3- Entomology Department, Agricultural Faculty, Islamic Azad University, Arak Branch, P.O.Box: 38135-567, Arak - Iran

4- Pomegranate Research Center, P.O.Box: 166, Saveh - Iran

**Abstract:** Iran ranks the first producer and exporter of pomegranate in the world. Carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) has also been recognized as an important pest of pomegranate in the country. Due to biology of the pest, the application of pesticide has not been considered practical and the losses to this product are more than 30 percent of the yield. The application of Sterile Insect Technique (SIT) is a method that is used on a few insects with the specific characters. This research was accomplished for evaluation of the practical control of this pest upon application of nuclear methods on pomegranate. Larval and pupal stages were collected from Saveh, transferred to Agricultural, Medical & Industrial Research School and reared on artificial diet at  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $60 \pm 5\%$  RH, 14:10 light: dark photoperiod. The produced pupae (young and old) were irradiated by gamma radiation and were reared with 0:0:1:1-9:9:1:1 (Irradiated male: Irradiated female: Natural male: Natural female) ratios on pomegranate fruits in the cages. The results show that the application of sterile doses (120 and 160Gy) on pupae (Young 1-2 days and old 3-4 days old) and releasing ratios 7:7:1:1 to 9:9:1:1 in comparison with the controlled treatment by the releasing ratio of 0:0:1:1 that prevents damage of *E. ceratoniae* on the pomegranate.

**Keywords:** Carob Moth, Nuclear Technique, Sterile Insect Technique, Releasing Ratio

\*email: hzolfaghari@nrcam.org



## ۱- مقدمه

می‌گیرد. در اواخر سال ۱۹۷۰ نیپلینگ روش رهاسازی حشرات نابارور را مطرح کرد. در این روش از پرتوهای یونیزه استفاده شد [۱۵]. استفاده از دز مناسب پرتو گاما می‌تواند باعث ناباروری در حشرات شده و در کنترل آن‌ها مؤثر باشد. مراحل نابارورسازی شامل پرورش حشره‌ی موردنظر، پرتودهی با استفاده از پرتوهای یوننده، رهاسازی به اندازه کافی و براساس نسبت‌های به دست آمده می‌باشد. در حقیقت این عمل از طریق آمیزش حشرات نابارور و حشرات طبیعی و انتقال اسپرم‌های نابارور به آن‌ها صورت می‌گیرد که نتیجه‌ی آن کاهش جمعیت حشره در طبیعت است [۱۶]. در این روش تاکنون هیچ‌گونه گزارشی مبنی بر مقاومت حشرات نابارور گزارش نشده است [۱۷].

هدف از انجام این تحقیق تعیین نسبت‌های مناسب رهاسازی حشرات نر و ماده‌ی حاصل از شفیره‌های جوان ۱ تا ۲ روزه و مسن ۳ تا ۴ روزه‌ی کرم گلوگاه است که با دزهای نابارورکننده‌ی گاما پرتودهی و با حشرات نر و ماده‌ی طبیعی براساس ترکیب (نر پرتودهی شده: ماده پرتودهی شده: نر طبیعی: ماده طبیعی) روی میوه‌ی انار آمیخته شدند.

## ۲- روش کار

نمونه‌های انار آلوده به لارو و شفیره‌ی کرم گلوگاه انار از ایستگاه تحقیقات باغبانی ساوه جمع‌آوری و جهت پرورش به پژوهشکده‌ی تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی واقع در کرج انتقال یافت. پرورش کرم گلوگاه انار در یکی از سلول‌های فیتوترون این گروه تحت شرایط دمایی  $28 \pm 1$  درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 5$  و رژیم نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی صورت گرفت. قبل از شروع پرورش و به دلیل حساسیت بسیار زیاد این حشره به بیماری‌های ویروسی ابتدا محل پرورش به همراه ظروف و وسایل مورد نیاز پرورش با هیپوکلریت سدیم با غلظت ۵ در هزار ضدعفونی شد.

### ۲-۱ پرورش

نمونه‌های انار جمع‌آوری شده، تا خروج حشرات کامل، در قفس چوبی و یا در ظروف پرورش نگهداری شد. سپس حشرات کامل خارج شده در لوله‌ی آزمایش جمع‌آوری و به ظروف تخم‌گیری انتقال داده شدند. ظروف تخم‌گیری، استوانه‌ای شکل و از جنس پلاستیک بود که در داخل آن‌ها توری‌هایی با مش ۳۸ برای تخم‌ریزی حشره‌ی کامل کرم گلوگاه انار نصب شده بود. برای

آفات از عوامل محدودکننده‌ی محصولات کشاورزی در دنیا می‌باشند. در حال حاضر مهم‌ترین روش حفظ محصولات کشاورزی روش شیمیایی است که به دلیل مسایل خاص زیست محیطی، بررسی روش‌های مختلف برای کاهش مقدار مصرف سموم مدنظر قرار گرفته است. ولی در مورد تعدادی از آفات به دلیل شرایط خاص زیستی، حتی روش شیمیایی هم نمی‌تواند کارساز باشد [۱]. ایران با تولید سالانه بیش از ۷۰۰ هزار تن انار، اولین تولیدکننده و صادرکننده در جهان به شماره می‌آید [۲]. یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی انار، شب پره‌ی موسوم به کرم گلوگاه انار<sup>(۱)</sup> است که به عنوان آفت اصلی این محصول تلقی شده و می‌تواند از نظر کاهش کمی و کیفی محصول بسیار مؤثر باشد [۳]. با توجه به وجود شرایط گرمایی، رطوبت سالانه و انواع مختلف انار، خسارت این آفت در سال‌های مختلف متفاوت می‌باشد. در کاربوتایپ کرم گلوگاه انار مثل همه‌ی بالپولکداران  $2n=62$  می‌باشد. کروموزم‌های این حشره از نوع هولو-کیونوتیک<sup>(۲)</sup> بوده و فقط از نظر اندازه فرق می‌کند [۴]. خسارت این آفت با توجه به ارقام، شرایط آب و هوایی، مناطق کشت و سال‌های مختلف تقریباً ۱۵ تا ۹۰ درصد کل محصول برآورد می‌شود که از نظر ریالی مبلغ قابل توجهی می‌باشد [۵]. این حشره، چند نسلی بوده، و دارای دگرذیسی کامل است؛ به دلیل پلی‌فاژ بودن آن و خسارت وارده از آن به میزبان‌های مختلف، پژوهشگران زیادی از جمله در ایران بر روی جنبه‌های مختلف زندگی این حشره از جمله زیست‌شناختی، رفتارشناسی، میزبان‌ها، پرورش و روش‌های مختلف کنترل آن تحقیق نموده‌اند [۶]. بررسی‌های انجام شده حاکی از این است که کرم گلوگاه انار بر خلاف تصور چند میزبان بوده و وجود آن بر روی خرنوب، اقایا، اکاسیا، بادام، پسته، گردو، فندق، انار، انجیر، گلای، زردآلو، خرما، زیتون و هلو به اثبات رسیده است. در ایران مهم‌ترین میزبان آن انار است ولی روی انجیر، پسته و خرما نیز گزارش شده است [۷]. از بین روش‌های مختلف کنترل، روش‌های مکانیکی [۸]، زیست‌شناختی [۹]، زراعی [۱۰]، استفاده از ارقام مختلف [۱۱]، روش حذف پرچم [۱۲]، فیزیکی [۱۳] و تلفیقی [۱۴] از روش‌های ایمنی هستند که برای کاهش جمعیت آفت و خسارت بر روی میوه به کار گرفته می‌شوند.

کاربرد رادیوایزوتوپ‌ها در نابارورسازی حشرات روشی است که برای گونه‌هایی از حشرات با شرایط خاص مورد استفاده قرار



### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱ تجزیه واریانس تأثیر نسبت‌های رهاسازی بر درصد آلودگی میوه (شفیره‌های جوان)

طبق جدول ۱، تجزیه واریانس تأثیر نسبت‌های رهاسازی حشرات کامل حاصل از شفیره‌های جوان پرتودهی شده بر درصد آلودگی میوهی انار نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد.

#### ۳-۲ مقایسه‌ی میانگین به روش دانکن برای بررسی نسبت‌های مختلف رهاسازی بر روی انار (شفیره‌های جوان)

طبق جدول ۲، مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش دانکن صورت گرفت و نتایج نشان داد که به غیر از تفاوت نسبت‌های ۱:۱:۵:۵، ۱:۱:۶:۶، ۱:۱:۷:۷، ۱:۱:۸:۸، ۱:۱:۹:۹ و ۱:۱:۹:۹ با یک‌دیگر بقیه‌ی تفاوت نسبت‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

#### جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر نسبت رهاسازی حشرات کامل حاصل از پرتودهی شفیره‌های جوان بر درصد آلودگی میوهی انار ( $\alpha=0.05$ )

منابع تغییر	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات
نسبت رهاسازی	۹	۱۴۷۵٫۸۴**
خطا	۲۰	۲۰٫۱۳

\*: نشان‌دهنده‌ی معنی‌دار بودن در سطح ۰٫۰۱،  $CV=12.6$

#### جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش دانکن برای تعیین اثرات نسبت‌های رهاسازی حشرات کامل حاصل از شفیره‌های جوان پرتودهی شده، بر روی میوهی انار ( $\alpha=0.05$ )

نسبت‌های رهاسازی	درصد آلودگی میوه
۱:۱:۰:۰	$64.23 \pm 4.22^{a*}$
۱:۱:۱:۱	$47 \pm 2.16^b$
۱:۱:۲:۲	$20.66 \pm 0.46^c$
۱:۱:۳:۳	$17.66 \pm 1.24^c$
۱:۱:۴:۴	$8.66 \pm 1.24^d$
۱:۱:۵:۵	$3.23 \pm 1.88^{de}$
۱:۱:۶:۶	$2.66 \pm 0.93^{de}$
۱:۱:۷:۷	$0.66 \pm 0.27^e$
۱:۱:۸:۸	$0 \pm 0^e$
۱:۱:۹:۹	$0 \pm 0^e$

\*: داشتن حروف مشابه به معنی عدم وجود تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

نسبت رهاسازی از سمت راست به چپ: نر پرتودهی شده: ماده‌ی پرتودهی شده: نر طبیعی: ماده‌ی طبیعی

تغذیه‌ی حشرات کامل، یک ظرف کوچک حاوی گلوکز و آب به نسبت ۲ به ۱۰ در آن قرار داده شد.

توری‌های حاوی تخم به ظروف مکعبی به ابعاد  $25 \times 15 \times 15$  سانتی‌متر که محتوی جیره‌ی غذایی مصنوعی شامل آرد گندم، عسل، گلیسرین، مخمر و آب مقطر، به ترتیب، به نسبت ۷۲، ۱۲، ۱۰، ۱ و ۵ درصد بودند انتقال داده شدند [۶].

تفکیک شفیره‌های تولیدی براساس شرایط زیر انجام گردید:

- اندازه‌ی شفیره‌های ماده بزرگ‌تر از نر می‌باشند.

- در قسمت زیرین هشتمین حلقه‌ی شکم در جنس نر یک جفت برآمدگی کوهان مانند وجود دارد که در بین آن یک خط تیره دیده می‌شود ولی در جنس ماده این برآمدگی دیده نمی‌شود و فقط دو خط پشت سرهم وجود دارد.

در داخل اتاق پرورش قفس‌هایی از جنس فایبر گلاس به ابعاد  $30 \times 30 \times 30$  سانتی‌متر در نظر گرفته شد که دو پنجره از جنس توری برای تبادل هوای داخل قفس، و یک درب در طرف دیگر قفس در روی آن تعبیه شده بود. در داخل هر قفس ۵ عدد انار سالم و عاری از آلودگی قرار داده شد. داخل هر قفس نیز در ظروف کوچکی ساکارز و آب به نسبت ۲ به ۱۰ قرار داده شد. پس از پرورش انبوه و تولید شفیره‌های هم‌سن جوان و مسن، پرتودهی شفیره‌ها با دزهای ۱۲۰ و ۱۶۰ گری انجام گرفت [۶].

براساس ترکیب و با نسبت‌های رهاسازی ۱:۱:۱:۱ تا ۱:۱:۹:۹ (نر پرتودهی شده: ماده پرتودهی شده: نر طبیعی: ماده طبیعی) و شاهد نیز با نسبت رهاسازی ۰:۰:۰:۱ در ۴ تکرار و در شرایط ذکر شده در داخل قفس‌ها قرار گرفتند. حشرات کامل معمولاً ظرف مدت ۶ تا ۷ روز از شفیره‌ها خارج شده و پس از ۲۴ ساعت جفت‌گیری و تخم‌ریزی می‌کنند. تخم‌ریزی‌ها بیش‌تر در گلوگاه انار، ولی در بعضی مواقع در روی پوست به ویژه در قسمت‌های زیر صورت می‌گیرد. پرتودهی نمونه‌ها با سیستم گاماسل که دارای چشمه‌ی کبالت-۶۰ با فعالیت پرتوزایی ۱۰۵۷۴ کوری بود و با آهنگ دز ۶٫۴ کیلوگری در ساعت انجام پذیرفت.

نمونه‌برداری پس از پرتودهی شروع و تا یک ماه ادامه داشت. روش کار به این صورت بود که تمام انارهای تیمار و شاهد شکافته، و درصد آلودگی آن‌ها بررسی گردید و ثبت شد.



### ۳-۳ تجزیه‌ی واریانس تأثیر نسبت رهاسازی بر درصد آلودگی میوه (شفیره‌های مسن)

طبق جدول ۳، تجزیه‌ی واریانس تأثیر نسبت رهاسازی حشرات کامل حاصل از شفیره‌های ۳ تا ۴ روزه‌ی پرتودهی شده، بر درصد آلودگی میوه‌ی انار نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد.

### ۴-۳ تعیین نسبت‌های مختلف رهاسازی بر روی میوه (شفیره‌های مسن)

طبق جدول ۴، مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش دانکن صورت گرفت و نتایج نشان داد که به غیر از تفاوت نسبت‌های ۱:۱:۷:۷، ۱:۱:۸:۸ و ۱:۱:۹:۹ با یک‌دیگر بقیه‌ی نسبت‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشند.

**جدول ۳- تجزیه‌ی واریانس تأثیر نسبت رهاسازی حشرات کامل حاصل از شفیره‌های مسن ۳ تا ۴ روزه‌ی پرتودهی شده، بر درصد آلودگی میوه‌ی انار ( $\alpha=0.05$ )**

منابع تغییر	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات
نسبت رهاسازی	۹	۱۴۶۸٫۶۳**
خطا	۲۰	۴۷٫۶۷

\*\* نشان‌دهنده‌ی معنی‌دار بودن در سطح ۰٫۰۱ .  $CV=1.078$

**جدول ۴- مقایسه‌ی میانگین به روش دانکن برای تعیین اثرات نسبت‌های رهاسازی حشرات کامل حاصل از شفیره‌های مسن پرتودهی شده، بر روی میوه‌ی انار ( $\alpha=0.05$ )**

نسبت‌های رهاسازی	درصد آلودگی میوه
۱:۱:۰:۰	۶۹٫۳۳±۳٫۲۹ <sup>a*</sup>
۱:۱:۱:۱	۳۶٫۳۳±۲٫۰۷ <sup>b</sup>
۱:۱:۲:۲	۱۵±۱٫۴۱ <sup>bc</sup>
۱:۱:۳:۳	۱۲±۰٫۸۱ <sup>c</sup>
۱:۱:۴:۴	۶±۰٫۸۱ <sup>cd</sup>
۱:۱:۵:۵	۱٫۷۷±۰٫۶۸ <sup>d</sup>
۱:۱:۶:۶	۱٫۶۶±۰٫۴۶ <sup>de</sup>
۱:۱:۷:۷	۱٫۳۳±۰٫۴۶ <sup>e</sup>
۱:۱:۸:۸	۱±۰ <sup>e</sup>
۱:۱:۹:۹	۰±۰ <sup>e</sup>

\* داشتن حروف مشابه به معنی عدم وجود تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

تأثیر پرتو گاما بر روی مراحل گامتوژنز، اختلالاتی را در فرایند تولید مثل حشره ایجاد می‌کند. با توجه به شدت انرژی، این تأثیر در برخورد با مراحل مختلف رشدی حشره می‌تواند خود را نشان دهد [۱۸]. تأثیر پرتو گاما بر روی حشره‌ی نر، در عمل انتقال اسپرم و فعالیت اسپرم‌زایی اختلالاتی ایجاد می‌نماید و این تأثیر به صورت کاهش میزان تخم‌ریزی نمایان می‌گردد [۱۹]. پرتو گاما بیش‌ترین تأثیر را روی مرحله‌ی اسپرماتوسیت ثانویه می‌گذارد چون در این مرحله، تقسیم میوز با کاهش کروموزومی در حال فعالیت از حساسیت خیلی بالایی برخوردار می‌باشد و مقدار دز پرتودهی با میزان تغییرات نسبت مستقیم دارد [۲۰]. حشرات ماده‌ی پرتودهی شده‌ی کرم گلوگاه انار در ارتباط با جلب حشرات نر مثل حشرات ماده‌ی طبیعی عمل کرده و اختلافی ندارند بدین معنی که پرتودهی اثر مخربی در قدرت جلب حشرات نر ایجاد نمی‌کند. وقتی که دو جنس نر و ماده‌ی کرم گلوگاه انار مورد پرتودهی قرار می‌گیرند نه تنها پاسخ خوبی از نظر کاهش در تفریح تخم می‌دهند بلکه با توجه به این که شفیره‌های این حشره در پيله تشکیل می‌گردد و جدا کردن آن از پيله زمان‌بر است و ممکن است باعث صدمه به شفیره‌ها نیز گردد، دیگر نیازی به جدا کردن شفیره از پيله نیست. این، از مزیت بالایی نسبت به زمانی که جنس نر یا ماده مورد پرتودهی قرار می‌گیرد برخوردار می‌باشد [۱۷]. در این تحقیق مشخص شد که با بالا رفتن سن شفیرگی، میزان مقاومت آن در مقابل دزهای مختلف پرتودهی افزایش می‌یابد [۲۱]. هم‌چنین این تحقیق نشان داد که بالا رفتن نسبت رهاسازی در کاهش آلودگی میوه اثر مستقیم دارد.

طبق بررسی‌های انجام شده در این تحقیق با استفاده از نتایج قسمت اول و دوم (ترکیب نابارورسازی، دز و نسبت رهاسازی)، دز ۱۲۰ گری بر روی شفیره‌های جوان، دز ۱۶۰ گری بر روی شفیره‌های مسن با به کارگیری نسبت‌های رهاسازی (۱ تا ۹) و براساس ترکیب نابارورسازی "نر پرتودهی شده: ماده‌ی پرتودهی شده: نر طبیعی: ماده‌ی طبیعی" روی میوه‌ی انار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در شفیره‌های جوان نسبت‌های رهاسازی ۱:۱:۷:۷، ۱:۱:۸:۸ و ۱:۱:۹:۹ بدون آلودگی و در شفیره‌های مسن نسبت‌های رهاسازی ۱:۱:۷:۷، ۱:۱:۸:۸ و ۱:۱:۹:۹ با ۱٫۳۳ درصد آلودگی، نسبت رهاسازی ۱:۱:۸:۸ با ۱ درصد و نسبت رهاسازی ۱:۱:۹:۹ بدون آلودگی بر روی میوه‌ی انار در یک گروه قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری ندارند.

**پی‌نوشت‌ها:**

- ۱- *Ectomyelois Ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)  
۲- Holokionotic

در نتیجه کنترل عملی آفت کرم گلوگاه انار با پرتودهی شفیره‌های جوان با دز ۱۲۰ گری و شفیره‌های مسن با دز ۱۶۰ گری و نسبت رهاسازی ۱:۱:۷:۷ تا ۱:۱:۹:۹ براساس ترکیب (نر پرتودهی شده: ماده‌ی پرتودهی شده: نر طبیعی: ماده‌ی طبیعی) امکان‌پذیر می‌باشد.

**References:**

1. H. Zolfaghari, SH. Mashayekhi, H. Fatholahi, H. Mostafavi, F. Nabardi, M. Pavandi, "Translation of article collection on food irradiation," Second International Congress on Application of Irradiation Method for Food Preservation, AEOI, Karaj, December (1996).
2. S.Z. Tabatabaai, "Pomegranate guide program," Survey on Situation of Pomegranate for the Present Time, Pomegranate Research Center, Saveh, Vol. 1, 88 (2008).
3. M. Shakeri, "Research report on comparing Yazd province pomegranate variety due to yield, amount of pomegranate contamination to carob moth, Crack, Sun burn, Drying, Frostbitten and pomegranate aphid," Yazd Agricultural Research Center, 21 (2001).
4. J. Mediouni, I. Fukova, R. Frydrychova, M.H. Dhouibi, "Kario type sex chromosome differentiation in carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae)," *Caryologia* 57, Vol. 2, 184-194 (2004).
5. M. Shakeri, "The first report of fig attack through *Spectrobatte ceratoniae* in Iran," Pest and Diseases Publication, Vol. 60, No. 1 & 2, 93 (1992).
6. A. Omidpour, "The laboratory investigation for determination of suitable gamma ray dose on carob moth sterility," M. Sc Thesis, University of Tehran, College of Agriculture, Department of Plant Protection, 100 (2006).
7. M.R. Mehrnejad, "Survey of *Apomyelois ceratoniae* Zell new pistachio pest in kerman province," M. Sc Thesis, University of Tehran, College of Agriculture, Department of Plant Protection, 108 (1992).
8. A. Farzaneh, "Carob moth in Iran," Publication of the First Conference of Surveying Pomegranate Problem in Iran, University of Tehran, College of Agriculture, Karaj (1987).
9. M. Mohebat, "Survey of *Trichogramma* bee efficiency in Yazd pomegranate garden," Yazd Agriculture Research Center Report (1990).
10. H.A. Ahmadian, K. Beigi, M. Daniali, "Survey on application of biological and agronomic control methods against carob moth," Yazd Pest and Diseases Institute (1995).
11. M. Shakeri, "Survey of pomegranate variety resistance amount to crack and fruit spoilage," Proceeding of the 10<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, Ghom and Saveh, 53 (1991).
12. G.H. Rajabi, A. Farzaneh, "Finishing survey of Carob moth diet regime for certain method of agronomic control superiority," Report of Pest and Diseases Institute, Ghom and Saveh, 53 (1998).
13. A. Ghanghi Moghsadam, H. Hoshmand, M.A. Shahbeik, SH. Nikkhal, "Survey on effect of heat cure for decreasing damage of carob moth in store," Proceeding of the 14<sup>th</sup> Iranian Plant Protection Congress, Isfahan University of Technology, Isfahan, 112 (2000).
14. M. Shojaii, M.V. Esmaili, M. Najafi, "Primary survey of Carob moth and Integrate pest management," Publication of the First Conference of Pomegranate Problem in Iran, University of Tehran, College of Agriculture, Karaj (1987).
15. E.F. Knipling, "Suppression of pest Lepidoptera by releasing partially sterile males: a theoretical appraisal," *Bioscience*, 20: 463-470 (1970).
16. M.M. Quinlan, J.D. Knight, J.M. Stonehouse, "Model business plant for a sterile insect production facility," *Insect Pest Control Using the Sterile Insect Technique (INT/5/145)*, 1-3 (2002).
17. H.R. Zolfaghari, "Practical application of gamma irradiation for controlling *Ectomyelois ceratoniae* Zell (Lepidoptera: Pyralidae)," M. Sc Thesis, Azad University of Arak, 111 (2008).



- 18.S.D. Bek, "Neural and hormonal control of pupation in *Galleria mellonella* (Lepidoptera Galleria)," Annual Entomological Society of America, 63(1): 144-147 (1970).
- 19.R. Jafari, "Control of greater wax moth (*Galleria mellonella* L.) by using male sterile technique with gamma-ray," M. Sc Thesis, Isfahan University of Technology, College of Agriculture, Department of Plant Protection, 120 (1997).
- 20.D. Colter, "Those pesky wax moths," American Bee Journal, 134(2): 824-826 (1994).
- 21.T.J. Henneberry and T. Clayton, "Effect on reproduction of gamma irradiated laboratory-reared pink bollworms and their F1 progeny after mating with untreated laboratory-reared on native insects," Journal of Economic Entomology, 74: 19-23 (1981).