استفاده از روش نابارورسازی حشرات در کنترل شب پره پشت الماسی کلم، *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae)

شیما شکری*[۱]، شیوا اصولی[۲]، مریم عطاپور[۳] و سهراب ایمانی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حشره شناسی، گروه حشره‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- استادیار، گروه گیاهپزشکی، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، کرج، ایران.
۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی و کشاورزی پایدار، پژوهشکده کشاورزی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران.
۴- استادیار، گروه حشره شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
*مسئول مکاتبه shosouli@nrcam.org

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۲۲

چکیده

شب پره‌ی پشت الماسی کلم، *Plutella xylostella* L.، در حال حاضر یکی از جدی‌ترین آفات گیاهان تیره چلیپائیان در کشور است. لاروهای این حشره با تغذیه از برگ‌ها سبب خسارت این گیاهان می‌شوند. در مطالعه ی حاضر امکان استفاده از روش عقیم سازی شب پره پشت الماسی توسط پرتوهای یونیزان مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه اثر دزهای متفاوت پرتوی گاما در محدوده ۱۰۰ تا ۳۰۰ گری روی پارامترهای زیستی این شب پره به هنگام پرتوتابی در مرحله‌ی شفیرگی مورد بررسی قرار گرفت. میانگین درصد مرگ و میر شفیره های پرتودیده از دز ۱۵۰ گری به طور معنی داری افزایش یافت و در دز ۳۰۰ گری به ۵۸/۷۵ درصد در مقایسه با ۳۲/۸۹ درصد در شاهد رسید. همچنین طول عمر حشرات کامل با افزایش دز کاهش یافته و از دز ۱۰۰ گری اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت. در صد تفریخ تخم های حاصل از هر یک از سه حالت جفتگیری (نرپرتو دیده× ماده پرتو دیده، نر پرتو دیده × ماده نرمال و ماده پرتو دیده × نر نرمال) با افزایش دز کاهش معنی‌داری یافت و در دز ۳۰۰ گری به صفر رسید. در مطالعات ارزیابی قدرت رقابتی نرهای پرتودیده با نرهای نرمال، شاخص رقابتی برای نسبت‌های ۳:۱:۱ و ۴:۱:۱ (ماده نرمال: نر نرمال: نر پرتو دیده) در محدوده‌ی قابل قبول واقع شد.

واژه‌های کلیدی: پرتو گاما، حشرات نابارور، شاخص رقابت، شب پره ی پشت الماسی.

مقدمه

گیاهان تیره ی چلیپاییان با حدود ۳۵۰ جنس و بیش از ۳۵۰۰ گونه یکی از تیره های مهم گیاهی است که برخی از گونه های آن از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار هستند. وسعت مناطقی از جهان که در سال ۲۰۰۳ زیر کشت خردل، گل کلم و کلم برگ قرار گرفته اند نزدیک به یک میلیون هکتار بوده است (باقری و نعمت الهی ۱۳۸۵). از جمله مشکلات موجود در افزایش تولید کلم وجود آفات و بیماریهای گیاهی است. یکی از کلیدی ترین آفات این محصول در مزرعه، شب پره‌ی پشت الماسی کلم، *Plutella xylostella* L. است که بیشترین خسارت را به این محصول وارد می‌کند. لارو های این آفت برگ خوارهای حریصی هستند که در صورت عدم کنترل، از پتانسیل تخریب کل محصول زراعی برخوردار می‌باشند بیشترین خسارت مربوط به لاروهای سنین ۳ و ۴ است که مقادیر بیشتری از برگ را مورد تغذیه قرار می دهند (آبرو و همکاران ۱۹۹۲ و نوفملا ۲۰۰۴). این شب پره، حشره ای چند نسلی است که توانایی بالایی در تکوین مقاومت به حشره کش‌ها دارد. لذا کشاورزان در نقاط مختلف دنیا ناخواسته برای شکستن این مقاومت با افزایش دز کاربردی و یا مخلوط کردن چند حشره‌کش با هم و استفاده مکرر در هر دو یا سه روز سبب ایجاد مقاومت تقاطعی و چندگانه شده اند، به طوریکه مقاومت شب پره پشت الماسی کلم به اکثر حشره کش ها به

Archive of SID

www.SID.ir

صورت مستند ثبت شده و این مقاومت نسل به نسل رو به افزایش است و هزینه های سنگینی را به تولید کنندگان کلم و سازندگان سم وارد می سازد (اوئی ۱۹۸۰، تالکار و یانگ ۱۹۹۱، ژائو و همکاران ۲۰۰۲ و سر افراز و کدی ۲۰۰۵). بنابراین اجرای یک برنامه موفق کنترل تلفیقی آفات که بتواند سبب کاهش هزینه تولید در مقایسه با روش‌های کنترلی مرسوم، کاهش آلودگی محیط زیست و نیز خطرات آفت‌کش‌ها برای کشاورزان و مصرف کنندگان شود و در نهایت یک محیط پایدار اکولوژیک را به وسیله حفظ گونه‌های مختلف دشمنان طبیعی، حفظ تنوع زیستی و ژنتیکی فراهم آورد، ضروری است (لیم و همکاران ۱۹۹۷).

استفاده از فناوری نابارور سازی حشرات یکی از روش‌های کنترل زیستی آفات می باشد. در این روش حشرات نر از گونه های آفت به صورت انبوه تولید، توسط پرتوهای یونیزان نابارور شده و در طبیعت رها سازی می شوند. نرهای نابارور شده با پرتو با نرهای وحشی در جفتگیری رقابت کرده و ماده های جفتگیری کرده با حشرات نر مذکور توانایی تولید نتاج طبیعی و بارور را نداشته و به این ترتیب جمعیت بعدی کاهش می یابد (الینبرگ و همکاران ۲۰۰۱). از مزایای این روش آن است که تنها روی گونه‌ی هدف تاثیر گذار است، لذا روی دشمنان طبیعی و سایر حشرات غیر هدف تاثیری ندارد، هزینه‌ی تولید محصول به دلیل کاهش مصرف سموم کاهش و کیفیت محصول نیز افزایش می یابد.

با توجه به اهمیت حشرات راسته بالپولکداران به لحاظ اقتصادی بر روی محصولات مختلف، مطالعات متفاوتی جهت بررسی کاربرد این روش و تعین اثرات زیستی دزهای مختلف پرتو گاما، روی آفات خانواده های مختلف این راسته انجام پذیرفته است. در مطالعات انجام یافته توسط داگونگ و همکاران (۲۰۰۲)، تاثیر دزهای ۲۰۰ تا ۳۰۰ گری پرتو گاما بر پارامترهای زیستی کرم غوزه‌ی پنبه (Hubner) *Helicoverpa armigera* ارزیابی و دز نابارووری در این محدوده‌ی دزی تعیین شد. مطالعات انجام پذیرفته روی کرم ساقه خوار آسیایی ذرت (Guenee) *Ostrinia furnacalis* نشان داد که تفریخ تخم حاصل از ماده های نرمال در تلاقی با نرهای پرتوتابی شده توسط دزهای ۱۰۰ تا ۲۵۰ گری به ترتیب ۲۵ تا ۴۳ درصد کاهش یافته است (ژانگ و همکاران ۱۹۹۳). دوئیبی وعبدالرحمان (۲۰۰۲) اثر دزهای ۲۰۰ تا ۶۰۰ گری را روی سنین مختلف شفیرگی کرم گلوگاه انار (Zeller) *Ectomyelois ceratoniae* بررسی کردند و درصد تفریخ این شفیره ها را با هدف تعیین دز مناسب جهت نابارورسازی پروانه های نر و ماده ارزیابی نمودند. کاهش طول عمر شب پره های بالغ (Walker) *Spilosoma obliqua* در هر دو جنس نر و ماده به هنگام پرتوتابی مرحله‌ی شفیرگی با دزهای ۱۰۰ و ۱۵۰ گری توسط رحمان و همکاران (۲۰۰۲) بررسی شد. اصولی و عطاپور (۲۰۱۸) اثر دزهای ۱۰۰ تا ۴۵۰ گری را روی عوامل زیستی و باروری شب پره‌ی مینوز مرکبات Stainton *Phyllocnistis citrella* مطالعه نمودند. در این بررسی میانگین درصد تفریخ تخم برای ماده های پرتوتابی شده که با نرهای نرمال جفتگیری نموده اند از ۳۰۰ گری به صفر رسید. این مقدار برای نرهای پرتوتابی شده جفتگیری نموده با ماده‌های نرمال در دز ۴۵۰ گری به زیر ۲٪ رسید. این مطالعه نشان دهنده‌ی حساسیت بالاتر جنس ماده نسبت به نر در برابر پرتو گاما بود.

تاکنون مطالعه‌ای در مورد اثر پرتو روی خصوصیات بیولوژیکی و تولید مثلی شب پره پشت الماسی کلم در داخل کشور انجام نشده است. مطالعه‌ی حاضر با هدف دستیابی به دزهای کاربردی در تولید حشرات نابارور برای کنترل شب پره پشت الماسی کلم طراحی شده است.

مواد و روش ها

جمع آوری آفت

پس از بازدید از چند مزرعه کلم با توجه به آلودگی بیشتر، گل کلم های آلوده به لارو و شفیره از مزارع مهرشهر جمع‌آوری و جهت پرورش به پژوهشکده‌ی کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای در کرج انتقال یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌های پرورش آزمایشگاهی و بهینه‌سازی پرورش

شفیره های جمع آوری شده تا خروج حشرات کامل درون قفس‌هایی از جنس فایبر گلاس به ابعاد ۵۰×۵۰×۵۰ سانتی متر قرار گرفتند. این قفس ها حاوی آب و عسل ۱۰٪ برای تغذیه‌ی حشره‌ی بالغ و کلم بنفش *Brassica oleracea* L. برای تخمگیری از حشرات بود، آب و عسل در قوطی های فیلم با درب شکاف دار ریخته شد که در آن پارچه نمدی جهت جذب آب و عسل و تغذیه راحت تر حشره قرار گرفت، در ادامه کار برای پرورش لاروها، قطعاتی از کلم حاوی تخم به صورت روزانه از قفس جمع آوری شده و به درون ظروف پلاستیکی درب دار که روی درب آنها سوراخی جهت تهویه‌ی هوا تعبیه شده بود، منتقل گردید و تا مرحله‌ی آخر لاروی در آن نگهداری شدند و بصورت یک روز در میان در آن ها گل کلم تازه جهت تغذیه‌ی لاروها قرار داده شد.

مرگ و میر شفیره های پنج روزه‌ی پرتوتابی شده و دز مناسب نابارورسازی

جداسازی حشرات نر و ماده جهت پرتوتابی، در آخرین سن لاروی بر اساس وجود تفاوت رنگ در بند پنجم شکمی انجام گرفت. بند پنجم شکمی در لاروهای نر به دلیل وجود غده جنسی نر روشن تر از سایر بندها می باشد ولی در لاروهای ماده همه بندهای شکمی هم رنگ هستند (لیو و تاباشنیک ۱۹۹۷). شفیره های هم سن (پنج روزه با تفاوت سنی صفر-۲۴ ساعت) جدا شده به تفکیک جنس در شش دز (صفر، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ گری) با پرتو گاما پرتو تابی شدند. شفیره های پرتو دیده به تفکیک دز و جنسیت درون قفس گذاشته شدند تا حشرات بالغ خارج شوند. ۲۰ شفیره از هر جنس در هر دز و ۴ تکرار برای هر دز در نظر گرفته شد. با بازدیدهای روزانه، درصد خروج حشرات کامل از شفیره های پرتو دیده برای هر دز ثبت شد. دامنه‌ی دز انتخاب شده بر اساس مطالعات مقدماتی توسط سایر پژوهشگران تعیین شد (هوا و تین ۲۰۰۱ و یانگ و همکاران ۲۰۰۲). جهت انجام آزمایشات تعیین دز مناسب نابارورسازی، تلاقی های زیر پس از تفریخ شفیره های پنج روزه پرتوتابی شده با هر یک از دزهای مذکور به طور مجزا انجام پذیرفت:

- نر پرتو دیده × ماده نرمال.
- نر نرمال × ماده پرتو دیده.
- ماده پرتودیده × نر پرتو دیده.
- نرنرمال × ماده نرمال (شاهد).

در هر تیمار پنج جفت از این حشرات به عنوان یک تکرار درون استوانه های پلاستیکی قرار گرفت و این آزمایش دارای سه تکرار بود. از کلم قرمز برای تخمگیری از حشرات به دلیل مشخص بودن تخم روی برگ این نوع کلم به دلیل تضاد رنگ استفاده شد. تخمگیری بر اساس روش فوق الذکر انجام گرفت. کلم های درون استوانه روزانه تعویض شده و درون ظروف پلاستیکی درب دار قرار گرفتند. تعداد تخم ها و لاروهای تفریخ شده به طور روزانه شمارش و ثبت شدند.

طول عمر حشرات بالغ حاصل از شفیره های پرتوتابی شده با دزهای مختلف

برای تعیین اثر پرتوتابی روی طول عمر حشرات بالغ حاصل، شفیره های نر و ماده تفکیک شده پس از پرتوتابی در سن پنج روزگی در قفس های جداگانه قرار گرفتند و طول عمر هر حشره از روز خروج از مرحله‌ی شفیرگی تا مرگ ثبت گردید. این آزمایش با سه تکرار و ۲۰ حشره در هر تکرار انجام پذیرفت.

بررسی قدرت رقابت در جفتگیری نر های پرتو دهی شده در مقایسه با نرهای طبیعی

در این آزمایش با توجه به نتایج قسمت های پیشین، دزهای بالاتر از ۲۵۰ گری به عنوان دز مناسب نابارور سازی تعیین شد. براین اساس شفیره های پنج روزه در معرض دز ۲۵۰ گری به عنوان حداقل دز مناسب نابارور سازی قرار گرفتند. سپس حشرات کامل خارج شده با نسبت های ۱:۱:۱، ۲:۱:۱، ۳:۱:۱ و ۴:۱:۱ (ماده نرمال: نر نرمال: نر پرتو دیده) و ۰:۱:۱ و ۱:۰:۱ به عنوان تیمار شاهد در قفس‌های تخمگیری قرار گرفتند. هر کدام از نسبت‌ها به صورت جداگانه در قفس قرارگرفت و روزانه

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد تخم و در نهایت لارو های تفریخ شده ثبت شد. عدد یک در هر کدام از نسبتها بیانگر پنج حشره بوده و برای هر نسبت یک تکرار لحاظ گردید.

برای ارزیابی قدرت رقابتی نرهای پرتو دیده در مقایسه با نرهای نرمال، نتایج مورد انتظار در تفریخ تخم و فاکتور ارزش رقابتی[1] (CV) با استفاده از فرمول‌های فرید (۱۹۷۱) به قرار زیر محاسبه و نتایج مشاهده شده و همچنین نتایج مورد انتظار تفریخ تخم برای هر نسبت مورد آزمایش با آزمون کای اسکور[2] مورد ارزیابی قرارگرفتند.

$$E = \frac{N(Ha)+S(Hs)}{N+S}$$ [رابطه۱]

E: درصد تفریخ تخم مورد انتظار.

Ha: درصد تفریخ تخم نر نرمال× ماده نرمال.

Hs: درصد تفریخ تخم نر پرتو دیده × ماده نرمال.

(Hs در آزمایشی که نرهای نابارور جدا از نرهای سالم با ماده ها آمیزش کرده باشند، محاسبه شده است).

N: تعداد نر نرمال.

S: تعداد نر عقیم.

$$CV=\frac{S/n \text{ محاسبه ای}}{S/n \text{ (رهاسازی واقعی نسبت) واقعی}}$$ [رابطه۲]

CV: ارزش رقابتی

$$S/N_{\text{محاسبه‌ای}} = \frac{Ha-E}{E-Hs}$$ [رابطه۳]

روش تحلیل داده ها

به طور کلی در این مطالعه برای انجام تجزیه‌های آماری و مقایسه میانگین ها از نرم افزار SPSS 16 استفاده شد و کلیه‌ی نمودارها به کمک نرم افزار Microsoft office Excel ترسیم شدند. بررسی اثرات پرتودهی بر مرگ و میر شفیره ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با چهار تکرار و ۲۰ شفیره در هر تکرار و در دو سطح نر و ماده تعیین گردید. طول عمر حشرات نر و ماده بالغ به وسیله طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و ۲۰ حشره در هر تکرار برای هر دز ارزیابی شد. برای ارزیابی تعداد تخم گذاشته شده در ترکیبات مختلف جفتگیری (نر پرتو دیده × ماده نرمال، ماده پرتو دیده × نر نرمال، ماده پرتودیده × نرپرتودیده و نر نرمال × ماده نرمال) از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و پنج جفت حشره نر و ماده برای هر تکرار استفاده شد. جهت مقایسه میانگین ها از آزمون توکی استفاده شده است.

نتایج و بحث

میزان مرگ و میر شفیرهای ۵ روزه پس از پرتوتابی در دزهای مختلف و حشرات بالغ دفرمه حاصل از این شفیره‌ها (که به دلیل عدم توانایی در ادامه زندگی و جفتگیری جزو مرگ و میر این مرحله محاسبه می‌شوند) به عنوان فاکتور مهمی در میزان بدست آوردن حشرات کافی و با کیفیت بالا برای استفاده از تکنیک حشرات عقیم محسوب می‌شود. در جدول ۱، میانگین‌های حاصل از بررسی این عامل زیستی در دزهای مختلف ارایه شده است. .نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثر دز بر این صفت معنی‌دار بوده ($P\leq0.01$) و اثر جنسیت و اثر متقابل جنسیت و دز معنی دار نبود. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین های صفت مذکور، با افزایش دز، مرگ و میر شفیره‌ها و میزان حشرات دفرمه حاصل، افزایش یافته است (۳۲/۸۹ درصد در شاهد در مقایسه با ۵۸/۷۵ درصد در دز ۳۰۰ گری) و از دز ۱۵۰ گری تفاوت معنی‌داری در میانگین‌های این صفت با شاهد (شفیره‌های پرتوتابی نشده) به چشم می‌خورد ($P\leq0.05$). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر دزهای مختلف پرتو بر طول عمر حشرات ماده در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود، ولی در طول عمر حشرات نر حاصل، تفاوت معنی داری مشاهده نشد. میانگین‌های مربوط به این صفت برای هر دو جنس نر و ماده در جدول ۱ مشاهده می‌شود. مقایسه میانگین‌های حاصل از اندازه‌گیری این صفت برای جنس ماده تفاوت معنی داری را در تمام تیمارها نسبت به

[1]Competitiveness Value

[2]Chi-square

Archive of SID

www.SID.ir

شاهد و دو دز بالایی نسبت بـه دزهـای پـایین‌تـر نشـان می‌دهد ($P\leq0.05$).

جدول ۱- اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر درصد مرگ و میر شفیره‌ها و طول عمر (روز) حشرات بالغ شب پره پشت الماسی کلم حاصل از شفیره‌های پنج روزه پرتوتابی شده

دز (گری)	[۱]درصد مرگ و میر شفیره ها (± SE)	[۲]طول عمر بالغ (روز) (± SE)	
		نر	ماده
۰	۳۲/۸۹ (±۳/۰۳) c*	۱۵/۰۰ (±۰/۶۴) a	۱۸/۲۵ (±۰/۴۸) a
۱۰۰	۳۲/۵۰ (±۱/۵۹) c	۱۸/۷۵ (±۱/۰۳) a	۱۳/۲۵ (±۱/۲۵) bc
۱۵۰	۴۰/۰۰ (±۱/۳۱) c	۱۵/۲۵ (±۱/۰۳) a	۱۴/۲۵ (±۱/۳۱) bc
۲۰۰	۵۶/۶۱ (±۲/۵۹) a	۱۵/۰۰(±۰/۸۷) a	۱۵/۰۰ (±۰/۷۱) b
۲۵۰	۵۳/۵۰ (±۱/۰۵) a	۱۳/۰۰ (±۰/۶۴) a	۱۲/۲۵ (±۰/۴۸) c
۳۰۰	۵۸/۷۵ (±۲/۷۱) a	۱۴/۰۰ (±۰/۷۵) a	۱۰/۰۰ (±۰/۴۱) d

*** حروف متفاوت درهر ستون نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ در آزمون توکی است.**

[۱] در ارزیابی درصد مرگ و میر شفیره ها چهار تکرار برای هر دز در نظر گرفته شده است.

[۲] در ارزیابی طول عمر حشرات بالغ نر و ماده سه تکرار برای هر دز در نظر گرفته شده است.

مقایسه میانگین‌های مربـوط بـه تعـداد تخـم گذاشـته شده توسط هر ماده در دزهـای مختلـف نشـان دهنـده‌ی کاهش معنی دار ($P\leq0.05$) در این صفت بـرای هـر سـه حالت جفتگیری با افزایش دز در مقایسه بـا شـاهد اسـت (جدول‌های ۲ تا ۴).

میانگین درصد تفریخ تخم‌های گذاشـته شـده توسـط حشـرات بـالغ در هـر سـه حالـت جفتگیـری حاصـل از شفیره‌های پرتودیده (جدول های ۲ تـا ۴)، بـا افـزایش دز کاهش یافت. این کاهش در دز ۲۵۰ گری نزدیک به صـفر (۱/۲۴ درصد) و در دز ۳۰۰ گری به صفر رسید.

جدول ۲- اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر زاد آوری (میانگین±SE) و باروری حشرات ماده‌ی شب پره پشت الماسی کلم به هنگام جفتگیری با نرهای پرتودیده

دز (گری)	تعداد تخم (±SE)	درصد تفریخ تخم (±SE)
نر نرمال × ماده نرمال	**a*** ۴۹۰/۷۵ (±۳۴/۶۴)	۷۱/۷۵ (±۴/۴۲)
۱۰۰	**b** ۳۲۲/۷۵ (±۳۳/۳۵)	۵۰/۱۵۰ (±۷/۱۷)
۱۵۰	**b** ۲۳۴/۷۵ (±۳۶/۷۷)	۴۵/۰۳ (±۳/۹۸)
۲۰۰	**b** ۲۹۴/۲۵ (±۳۰/۷۱)	۲۶/۴۵(±۳/۷۷)
۲۵۰	**b** ۲۲۹/۷۵ (±۳۴/۳۴)	۱/۲۴ (±۰/۱۳)
۳۰۰	**b** ۱۹۹/۷۵ (±۵/۴۵)	۰/۰۰ (±۰/۰۰)

*** حروف متفاوت درهر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در آزمون توکی است.**

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر زاد آوری (میانگین±SE) و باروری حشرات ماده‌ی پرتودیده‌ی شب پره پشت الماسی کلم به هنگام جفتگیری با نرهای نرمال

دز (گری)	تعداد تخم (±SE)	درصد تفریخ تخم (±SE)
نر نرمال × ماده نرمال	۴۹۰/۷۵ (±۳۴/۶۴) a*	۷۱/۷۵ (±۴/۴۲)
۱۰۰	۲۲۷/۰ (±۳۲/۹۶) cb	۷۱/۳۳ (±۸/۰۱)
۱۵۰	۲۴۸/۲۵ (±۲۷/۲۶) cb	۴۶/۶۲ (±۷/۴۳)
۲۰۰	۳۴۶/۰۰ (±۲۸/۲۲) b	۲۷/۳۲(±۵/۷۵)
۲۵۰	۱۶۹/۰ (±۳۴/۹۰) c	۳/۶۳ (±۳/۶۲)
۳۰۰	۲۴۹/۲۵ (±۱۹/۰۳) cb	۰/۰۰ (±۰/۰۰)

*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال۵٪ در آزمون توکی است.

جدول ۴- اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر زاد آوری (میانگین±SE) و باروری حشرات ماده‌ی پرتودیده‌ی شب پره پشت الماسی کلم به هنگام جفتگیری با نرهای پرتودیده

دز (گری)	تعداد تخم (±SE)	درصد تفریخ تخم (±SE)
نر نرمال × ماده نرمال	۴۹۰/۷۵ (±۳۴/۶۴) a*	۷۱/۷۵ (±۴/۴۲)
۱۰۰	۴۳۲/۲۵ (±۴۴/۸۴) a	۵۸/۸۸ (±۰/۵۵)
۱۵۰	۳۶۵/۲۵ (±۴۵/۰۲) ab	۲۸/۷۵ (±۳/۶۲)
۲۰۰	۲۸۲/۰ (±۱۶/۰۱) b	۶/۳۷(±۳/۲۷)
۲۵۰	۳۷۰/۵۰ (±۴۰/۶۳) ab	۰/۱۸ (±۰/۱۲)
۳۰۰	۳۴۴/۲۵ (±۲۵/۰۲) ab	۰/۰۰ (±۰/۰۰)

*حروف نامشابه در ستون ها نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ در آزمون توکی است.

در بررسی تاثیر پرتودهی روی قدرت رقابت جفتگیری شب پره‌های نر حاصل از شفیره‌های پرتودیده در صورت تلاقی نسبت‌های مختلف، درصد تفریخ تخم‌های حاصل از جفتگیری نرهای پرتوتابی شده با ماده‌های نرمال با افزایش نسبت جفتگیری در مقایسه با شاهد (۱:۱:۰) کاهش یافت. این ارزش برای بالاترین نسبت جفتگیری ۱:۱:۴ (ماده طبیعی: نر طبیعی: نر عقیم) ۱۵/۶۲ درصد در مقایسه با ۶۲/۵۷ درصد در شاهد (نر نرمال × ماده نرمال) و بیشترین میزان کاهش در درصد تفریخ تخم مربوط به نسبت جنسی ۱:۰:۱ (عدم حضور نرهای نرمال) بود (۱/۱۷ درصد). در نسبت‌های ۱ تا ۳ برابر نر نابارور به نر نرمال، تفاوت معنی‌داری میان میانگین تفریخ تخم‌های مورد انتظار (محاسبه شده با فرمول فرید(۱۹۷۱)) و مشاهده شده در آزمایش وجود نداشت ولی تفاوت معنی داری در نسبت چهار برابر نر نابارور به نر نرمال مشاهده شد (جدول ۳). شاخص‌های رقابتی محاسبه شده Fried[1] در دامنه ۰/۱۰ تا ۰/۸۱ تغییر کرد و بالاترین شاخص مربوط به بالاترین نسبت رهاسازی نرهای عقیم (۱:۱:۴) بود.

در حالت عادی، شاخص‌های رقابتی فرید (CV) دامنه‌ای بین صفر تا یک دارد. عدد یک بر وجود سطح رقابتی مساوی بین نرهای پرتودیده و نرمال دلالت دارد، در حالیکه ارزش صفر نشان‌دهنده‌ی رقابت کاملا بالاتر نرهای نرمال است. ارزش بین ۰/۲ تا ۰/۴، حالت نرمالی است که برای نرهای عقیم آزمایشگاهی مناسب است و ارزش کمتر از ۰/۲ نشان‌دهنده‌ی وجود مشکل در توانایی رقابتی نرهای پرتودیده نسبت به نرمال است.

[1]Fried's Competitiveness Value

Archive of SID

www.SID.ir

CV بدست آمده در آزمایشات انجام شده‌ی حاضر به جز در نسبت ۱:۱:۲ که این ارزش در حدود ۰/۱ بود. در بقیه موارد قابل قبول بوده و نشان دهنده‌ی توان رقابتی مناسب نرهای پرتودیده در مقابل نرهای نرمال است (فائو ۲۰۰۳).

جدول ۵- نتایج مطالعه تاثیر پرتو گاما روی قدرت رقابت در جفتگیری حشرات نر پرتودهی شده‌ی شب پره پشت الماسی کلم با نرهای طبیعی.

نسبت (نرپرتودیده: نر نرمال: ماده نرمال)	تعداد تخم	درصد تفریخ تخم مشاهده شده	درصد تفریخ تخم مورد انتظار	χ^2	ارزش رقابتی
۱:۱:۰	۴۹۷	۶۲/۵۷			
۱:۱:۱	۳۸۲	۳۸/۴۸	۳۱/۹۳	۷/۵۳ $^{n.s.}$	۰/۶۵
۱:۱:۲	۴۰۸	۳۰/۶۴	۲۱/۵۶	۱۹/۸۳ $^{n.s.}$	۰/۱۰
۱:۱:۳	۳۷۹	۲۱/۳۷	۱۶/۶۲	۶/۱۷ $^{n.s.}$	۰/۶۸
۱:۱:۴	۴۱۶	۱۵/۶۲	۱۳/۴۵	۱/۶۷ *	۰/۸۱
۱:۰:۱	۲۵۶	۱/۱۷			

ns عدم معنی داری و * معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵

نتایج حاصل از بررسی تاثیر دزهای مختلف پرتوی گاما در محدوده‌ی دزی مذکور روی خصوصیات شفیره‌های نر و ماده پنج روزه (در حدود یک روز قبل از تفریخ) این آفت نشان دهنده‌ی افزایش مرگ و میر شفیره‌ها با افزایش دزهای پرتو بوده و بیشترین درصد مرگ و میر در هر دو جنس متعلق به بالاترین دز کاربردی یعنی ۳۰۰ گری (۷۵/۵۸ درصد) متعلق می‌باشد.

در مطالعه‌ی انجام شده توسط رامش و همکاران (۲۰۰۲)، نتایج نشان دادند که درصد خروج حشرات بالغ پس از پرتوتابی شفیره‌های *Spodoptera litura* با دز ۷۰ گری ۷۵/۵ درصد در مقایسه باشاهد (۸۳/۳ درصد) بوده است (یعنی در حدود هشت درصد کاهش). این دز سبب ایجاد ۴/ ۱۳ درصد حشرات با تغییرات شدید بدنی شد. دوئیبی وعبدالرحمان (۲۰۰۲) اثر دزهای ۲۰۰ تا ۶۰۰ گری را روی سنین مختلف شفیرگی کرم گلوگاه انار، *Ectomyelois ceratoniae* Zeller بررسی کردند. نتایج نشان‌دهنده‌ی کاهش ظهور بالغین با افزایش دز بود و هنگامیکه شفیره‌های هشت تا ۹ روزه با دز ۵۰۰ و ۶۰۰ گری پرتوتابی شدند، تنها به ترتیب ۳۰ و ۱۰ درصد حشرات بالغ به صورت نرمال حاصل شدند. در این مطالعه میزان حساسیت بیشتر جنس نر یا ماده به پرتو تعیین نشده است.

در مطالعه‌ی حاضر، پرتوی گاما سبب کاهش معنی دار طول عمر پروانه‌های ماده حاصل از شفیره‌های پرتوتابی شده از دز ۱۰۰ گری شد هرچند این صفت در پروانه نر به طور معنی داری تحت تاثیر پرتو قرار نگرفت. در مطالعات انجام شده توسط رحمان و همکاران (۲۰۰۲) روی پروانه‌های *S. oblique* خارج شده از شفیره‌های پرتوتابی شده با دز ۱۰۰ و ۱۵۰ گری، کاهش طول عمر نسبت به شاهد برای هر دو جنس مشاهده گردیده است. در تحقیقات انجام شده توسط داگونگ و همکاران (۲۰۰۲) کاهش طول عمر مشخصی نسبت به شاهد به هنگام پرتودهی با دزهای ۲۰۰ تا ۳۰۰ گری در بالغین هر دو جنس پروانه‌های کرم غوزه‌خوار پنبه مشاهده نشد.

Archive of SID

www.SID.ir

در صفات مربوط به تولید مثل حشرات بالغ پرتوتابی شده در مرحله‌ی شفیرگی، مطالعه حاضر نشان داد که تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط ماده‌های حاصل و درصد تفریخ آن‌ها با افزایش دزهای پرتو گاما در هر سه حالت جفتگیری (نر پرتوتابی شده × ماده نرمال و ماده پرتوتابی شده × نر نرمال و نر پرتو دیده × ماده پرتو دیده) تفاوت معنی داری داشت. بر اساس تحقیقات داگونگ و همکاران (۲۰۰۲) دز ۳۰۰ گری دز مناسب نابارورسازی پروانه خرنوب شناسایی شد.

نورث و هالت (۱۹۷۰)، عقیمی موروثی درشب پره *Helicoverpa zea* (Boddie) را توسط نرهای پرتوتابی شده با دز ۲۰۰ گری را القا نموده و با ماده‌های عادی تلاقی دادند. باروری حاصل از این تلاقی ۳۶ درصد در مقایسه با ۷۸ درصد حاصل از یک تلاقی نرمال بود. بعلاوه میزان بالاتری از عقیمی به هنگام تلاقی نتاج حاصل از نرهای پرتودهی شده با شب پره‌های نرمال بدست آمد.

مطالعات انجام پذیرفته روی کرم ساقه خوار آسیایی ذرت، *O. furnacalis*، نشان داد که تفریخ تخم ماده های نرمال با نرهای پرتوتابی شده با دز های ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰ گری به ترتیب ۴۳، ۴۲، ۲۸، ۲۵ درصد کاهش یافته است. (ژانگ و همکاران ۱۹۹۳). همچنین ست و شارما (۱۹۹۸)، شفیره‌های نر و ماده *Spodoptera litura* (Fabricius) را با دزهای متفاوت پرتو گاما (۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ گری) تیمار کرده و با شب‌پره‌های طبیعی تلاقی دادند. به طور کلی پروانه‌های ماده، در مقایسه با شاهد، تعداد تخم کمتری گذاشته و ماده‌های تیمار شده با ۳۰۰ گری کاملا عقیم شدند در حالیکه ماده‌های تیمار شده با دزهای ۲۰۰ و ۲۵۰ گری هنوز دارای قدرت باروری بودند.

در مطالعات ارزیابی قدرت رقابتی نرهای پرتو دیده و نرمال، نتایج مطالعات نشان دادند که درصد تفریخ تخم مشاهده شده (حاصل از آزمایش) به طور معنی‌داری با تغییر نسبت های جنسی جفت گیری کاهش می‌یابند. میانگین‌های درصد تفریخ تخم در نسبت‌های محاسبه شده با درصد تفریخ تخم مورد انتظار تفاوت معنی داری نداشت و محدوده تغییر شاخص رقابتی فرید، در محدوده بین ۰/۱ تا ۰/۸۱ تغییر یافت که با توجه به استانداردهای موجود، قدرت رقابتی بین ۰/۲ تا ۰/۴ برای نرهای آزمایشگاهی تیمار شده مناسب ارزیابی می شود.

در مطالعات منصور (۲۰۰۲) در نسبت هفت برابر نر پرتوتابی شده کرم سیب به نر و ماده نرمال، تفریخ تخم به حدود ۱۰ درصد رسید و میزان تخم تفریخ شده مشاهده‌ای با میزان تخم مورد انتظار محاسبه‌ای با فرمول فرید تفاوت معنی‌داری نداشت. در مطالعات دوئیبی و عبدالرحمان (۲۰۰۲) روی پروانه خرنوب، شاخص رقابتی فرید در دز ۳۰۰ گری (بالاترین دز در این آزمایش) به ۰/۵۵ رسید، در حالی که درصد تفریخ تخم در نسبت ۴ برابر نر پرتوتابی شده به ماده و نر نرمال (۱:۱:۴) تنها به ۶/۶۷ درصد رسید.

مجموع مطالعات انجام شده در این پژوهش دز ۲۵۰ گری را به عنوان حداقل دز عقیم کننده مناسب شب پره پشت الماسی کلم پیشنهاد می‌کند. در این دز تعداد تخم های گذاشته شده توسط ماده ها در هر سه حالت جفتگیری (نر پرتودیده× ماده پرتودیده، نر نرمال × ماده پرتودیده و نر پرتودیده × ماده نرمال) کاهش یافت و درصد تفریخ تخم نزدیک به عدد صفر رسید. نتایج حاصل از توان رقابتی نرهای پرتوتابی شده با این دز نیز در محدوده قابل قبول استاندارد بود.

منابع

باقری م و نعمت اللهی م، ۱۳۸۵. کتابچه بید کلم. انتشارات یاد بود اصفهان.

Abro GH, Somro RA and Sayed TS, 1992. Biology and behavior *of Plutella xylostella*. Pakistan Journal of Zoology, 24: 7-10.

Archive of SID

www.SID.ir

Daguang L, Xiaohui L, Jiangguo H, Endong W, Qiulan H and Yongjun L, 2002. Cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): Large scale rearing and the effect of gamma radiation on selected life history parameters of this pest in China. Pp. 23-27. In: Bloem S, Carpenter JE and Hendrichs J (eds), Evaluation of Lepidoptera Population Suppression by Radiation Induced Sterility. IAEA-TECDOC 1283. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

Dhouibi MH and Abderahmane CT, 2002. The effect of substerilizating doses of gamma radiation on the pupae of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: pyralidae). Pp. 43-45. In: Bloem S, Carpenter JE and Hendrichs J. (eds.) Evaluation of Lepidoptera Population Suppression by Radiation Induced Sterility. IAEA-TECDOC 1283. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

Elinberg J, Hajek A and Lomer C, 2001. Suggestion for unifying the terminology in biological control. Biocontrol 46: 387-400.

FAO/IAEA/USDA. (2003). Manual for product Quality control and shipping procedures for sterile mass- reared tephrritid fruit flies. Version 5.0. Vienna, International Atomic Enercy Agency: 85.

Fried M, 1971. Determination of sterile insect competitiveness. Journal of Economic Entomology 6: 869-872.

Hoa TQH and Tien NTT, 2001. Radiation induced F1 sterility in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): potential for population suppression in the field. Florida Entomologist. 84:199-201.

Katiyar KP, 1967. Studies on the biology and sterilization of the coffee leaf miner, Leucoptera coffeella Guer. Pp. 111-122. In: Moh C.C. (eds.) The Application of Nuclear Energy to Agriculture. Annual Report to the United States Atomic Energy Commission, AT (30-1), 2043, Inter-America Institute of Agricultural Science.

Lim GS, Sivapragasam A and Loke MH, 1997. Crucifer insect pest problem: trends, issue and management strategies. Pp. 3–16. In: Sivapragasm A, Loke WH, Kadir AH and Lim GS (eds.) The Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. MARDI, Malaysia.

Liu YB and Tabashnik BE, 1997. Visual determination of sex of diamondback moth larvae. The Canadian Entomologist. 129: 585-586.

Mansour M, 2002. Effects of gamma radiation on codling moth (*Cydia pomonella*, Lepidoptera: Tortricidae) fertility and reproductive behavior. Pp. 61-69. In: Bloem S, Carpenter JE and Hendrichs J (eds.) Evaluation of Lepidoptera Population Suppression by Radiation Induced Sterility. IAEA-TECDOC 1283. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

Nophemla SR, 2004. Studies on parasitoids of Diamondback moth, *Plutella Xylostella (L.)* (Lepidoptera: Plutellidae) in South Africa. Master of Science Thesis, Entomology, Rhodes university, South Africa.

North DT, Holt GG, 1970. Population control of Lepidoptera: the genetic and physiological basis. Manitoba Entomology. 4: 53-69.

Ooi PAC, 1980. Laboratory studies of *Diadegma cerophagous* (Hym: Ichneumidae), a parasite introduced to control *Plutella xylostella* (Lep: Hyponomeutidae) in Malaysia. Entomophaga. 25: 249-259.

Archive of SID

www.SID.ir

Osouli Sh and Atapour M, 2018. Effects of gamma radiation on the reproduction biology and mating competitiveness of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton. Journal of Asia-Pacific Entomology. 21:301-308.

Rahman R, Rahman MM, Islam S and Huque R, 2002. Observation on the growth parameters of *Spilosoma oblique* (Lep: Arctiidae) reard on artificial diets and reproductive component of this irradiated pest. Pp. 7-14. In: Bloem S, Carpenter JE and Hendrichs J (eds.) Evaluation of Lepidoptera Population Suppression by Radiation Induced Sterility. IAEA-TECDOC 1283. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

Ramesh K, Garg AK and Seth RK, 2002. Interaction of substerlizing gamma radiation and Thiodicarb treatment for management of the tobacco caterpillar *Spodoptera litura*. Phytoparasitica. 30(1): 7-17.

Sarfaraz M, Keddie BA, 2005. Conserving the efficacy of insecticides against *Plutella xylostella* (L.). (Lepidoptera: Plutellidae). Journal of Applied Entomology. 129: 149- 157.

Seth RK, Sharma VP, 2002. Growth development, reproductive competence and adult behavior of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) reared on different diets. Pp. 15-22. In: Bloem S, Carpenter JE and Hendrichs J. (eds.) Evaluation of Lepidoptera Population Suppression by Radiation Induced Sterility. IAEA-TECDOC 1283. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

Talekar NS, Yang JC, 1991. Characteristic of parasitism of diamondback moth by two Larval parasites. Entomophaga. 36: 95-104.

Tothova A, Marec F, 2001. Chromosomal principle of radiation-induced F1 sterility in *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Genome. 44:172-184.

Yang R, Xia D, Gu W and Zhang Y, 2002. Field trials in South China to control the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: plutellidae) using radiation-induced sterility. Pp. 101-108. In: Bloem S, Carpenter JE and Hendrichs J (eds.) Evaluation of Lepidoptera Population Suppression by Radiation Induced Sterility. IAEA-TECDOC 1283. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

Zhang HY, Li YY, Kang W, Wang HS and Zhang W, 1993. Studies on chromosomal aberrations and inherited sterility in Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* Guenee. Pp. 131-134. In: Lindquist DA, Butt BA and LaChance LE (eds.) Radiation induced F1 Sterility in Lepidoptera for Area-Wide Control. IAEA. 117-124. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

Zhao JZ, Collins YX, Gusukuma H, Minuto L, Mau RF, Thompson GD and Shelton AM, 2002. Monitoring and characterization of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to Spinosad. Journal of Economic Entomology. 95: 430-436.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of Sterile Insect Technique for Controlling of Diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae)

Sh Shokri[1*], Sh Osouli [2], M Atapour[3] and S Imani[4]

[1]MSc., Department of Entomology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2Assistant Professor, Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran.
[3]Assistant Professor, Institute of Agriculture, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST),Tehran, Iran.
[4]Assistant Professor, Department of Entomology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
*Corresponding author: shosouli@nrcam.org
Received: 9 September 2017 Accepted: 12 May 2018

Abstract

Diamond back moth (DBM) *Plutella xylostella* L., currently is one of the most serious insect pests of Brassicaceae in Iran. The larvae of this pest cause damage on these plants by sever defoliation them. In the present study, effectiveness of ionizing radiation by Sterile Insect Technique (SIT) in management of diamond back moth was evaluated. The effect of gamma irradiation on DBM pupae at doses of 100 to 300 Gy on biological parameters of DBM moths was determined when pupae were irradiated. The mean percentage of mortality of irradiated pupae was significantly increased beyond 150 Gy and reached 58.75% at 300 Gy compared with 32.89 in control. The longevity of the adult moths significantly decreased beyond 100 Gy. The mean percentages of the egg hatch dose-dependently decreased in crosses between the treated parents (whether one or both parents treated) and reached to zero at 300 Gy. The calculated competition value of the irradiated males was within the acceptable range in rates of 3:1:1 and 4:1:1 (treated male: normal male: normal female).

Keywords: Competitiveness value, Diamond back moth, Gamma radiation, Sterile Insect Technique.

Archive of SID

www.SID.ir