



مقایسه اثر پرتو گاما بر نسبت جنسی و قدرت رقابتی

Helicoverpa armigera Hubner (Lep: Nuctuidae) در دو نسل والد و F1

شیوا اصولی^{۱*}، مهرداد احمدی^۱، نادیا کلانتریان^۱

۱- پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، صندوق پستی ۳۱۴۶۵۱۴۹۸، کرج، ایران.

چکیده

کرم غوزه پنبه (*Helicoverpa armigera* Hübner) آفتی شناخته شده در جهان می باشد که در سراسر ایران استقرار یافته است. دزهای مختلف پرتو گاما در دامنه ۱۰۰ تا ۳۵۰ گری روی نسبت جنسی بالغین خارج شده از شفیره های پرتوتابی شده و نسل F1 حاصل مورد ارزیابی قرار گرفت. نسبت جنسی بالغین نسل F1 حاصل از والد نر پرتوتابی شده با افزایش دز به سمت جنس نر تمایل یافت و به ۰/۶۶ در دز ۲۰۰ گری رسید. ارزش رقابتی برای نرهای حاصل از شفیره های پرتوتابی شده با دز ۲۰۰ گری بین ۰/۵۴ و ۰/۷۷ نوسان داشت. این ارزش برای نرهای F1 حاصل از والد نر پرتوتابی شده با دز ۲۰۰ گری بین ۰/۷۶ تا ۰/۹۴ تغییرات داشت. نتایج حاصل نشان دادند که نرهای پرتوتابی شده با دز ۲۰۰ گری و نرهای F1 حاصل از والد نر پرتوتابی شده با همین دز، قادر به رقابت مطلوب با نرهای پرتوتابی نشده در شرایط آزمایشگاهی هستند.

کلمات کلیدی: پرتو گاما، ناباروری موروثی، پرتوتابی، کرم غوزه پنبه، تکنیک حشرات نابارور

Comparison of the effect of gamma irradiation on sex ratio and competitive ability of *Helicoverpa armigera* Hubner (Lep: Nuctuidae) in parental and F1 generations

Shiva Osouli¹, Mehrdad Ahmadi¹, Nadia Kalantarian¹

Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, P.O.BOX: 314651498, Karaj, Iran.

Abstract

Helicoverpa armigera Hübner (Lepidoptera: Nuctuidae) is a well-known pest in the world which has established itself all over Iran. In this study the effects of different doses of gamma radiation in the range of 100 to 350 Gy on sex ratio of emerged adults from irradiated pupae and F1 generation were evaluated. The sex ratio of emerged adults of F1 progeny from irradiated male parents skewed to male with increasing doses and reached to 0.66 at 200 Gy. The competitiveness values fluctuated from 0.54 to 0.77 for emerged males from irradiated pupae with dose of 200 Gy and ranged from 0.76 to 0.94 for adult males from irradiated male parents with the same dose. The results showed that both the males irradiated with 200 Gy and the resulted F1 males from irradiated male parents with the same dose, could compete suitably with the untreated males in laboratory conditions.

Key words: Gamma radiation, Inherited sterility, Irradiation, Old world bollworm, Sterile Insect Technique (SIT)

¹ Email: shosouli@aeoi.org.ir

۱. مقدمه

کرم هلیوتیس یا کرم غوزه پنبه (*Helicoverpa armigera* L.) یکی از آفات مهم و کلیدی محصولات کشاورزی در جهان و در ایران است. این آفت تا کنون از ۱۸۰ گیاه زراعی و وحشی میزبان، متعلق به حداقل ۴۵ خانواده گیاهی گزارش شده است [۱]. در ایران خسارت این آفت روی پنبه، گوجه فرنگی، نخود، نخود فرنگی، یونجه، توتون، ذرت و سالهای اخیر پسته حائز اهمیت است. زمستان‌گذرانی این حشره به صورت شفیره در داخل خاک صورت می‌گیرد. لاروهای سنین اولیه از برگ‌ها تغذیه می‌کنند اما در سنین بالاتر برگ‌ها، غنچه‌ها و میوه‌ها را سوراخ می‌کنند و در داخل آن‌ها شروع به تغذیه می‌کنند. وقتی رشد لاروها کامل شد، به زیر خاک می‌روند و خود را داخل خاک مخفی می‌کنند [۲].

ویژگی‌هایی نظیر پلی‌فاژی، ترجیح غذایی تغذیه از گیاهان در مرحله تولید مثلی آن‌ها، میزان زادآوری بالا، توانایی تحرک و جابجایی فراوان، دیپوز اختیاری و سازگاری بالا در شرایط متفاوت آب و هوایی و توانایی توسعه مقاومت به اکثر حشره‌کشهای متداول (خصوصاً پیریتروئیدها) باعث گشته تا این حشره به یک آفت مهم در یک دامنه جغرافیایی وسیع تبدیل گردد [۱]. بر این اساس استفاده از روش‌های ایمن‌تر برای محیط زیست که در عین حال توانمندی لازم جهت کنترل این آفت را نیز دارا باشد ضروری به نظر می‌رسد. در این میان استفاده از تکنیک حشرات عقیم (Sterile Insect Technique)، با توجه به توانمندی این روش در کنترل آفات پروانه‌ای در حل این معضل بسیار راه‌گشا خواهد بود. تکنیک حشرات عقیم بر پرورش آزمایشگاهی حشرات آفت در سطح انبوه، نابارورسازی حشرات با پرتو گاما و رهاسازی حشرات نابارور در طبیعت استوار است به نحویکه حشرات رهاسازی شده نابارور در رقابت با حشرات وحشی، با جنس مخالف وحشی در طبیعت جفتگیری نموده و بدین ترتیب توانایی تولید تخم‌هایی با قابلیت تفریح و زنده مانی را نخواهند داشت و نتیجتاً جمعیت در نسل آینده کاهش خواهد یافت. لازمه موفقیت آمیز بودن این تکنیک در کنترل حشرات، اطمینان از توانایی رقابت حشرات رهاسازی شده با حشرات وحشی در جفتگیری با جنس مخالف وحشی می‌باشد که این مهم وابسته به کیفیت مطلوب پرورش و تاثیر محدودتر پرتوهای یونیزان بر سایر خصوصیات زیستی حشرات با تعیین دز مناسب نابارورسازی می‌باشد [۳].

به طور کلی پروانه‌ها حشرات متحمل تری نسبت به دزهای پرتوهای یونیزان هستند و القای ناباروری کامل در پروانه‌ها نیازمند دزهای بالاتری نسبت به حشراتی همچون دوبالان می‌باشد. بر این اساس امکان استفاده از تکنیک ناباروری موروثی (Inherited sterility) در پروانه‌ها حائز اهمیت است. این تکنیک شامل دریافت دزهای زیرعقیمی توسط نسل اول و انتظار ایجاد درصد بالایی از ناباروری موروثی در جمعیت نسل بعد ($F1^2$) می‌باشد. استفاده از عقیمی موروثی در صورت دستیابی به دزهای مناسب، بایستی دارای مزایایی نظیر تمایل نسبت جنسی نسل $F1$ به سمت حشرات نر و قدرت رقابت بهتر حشرات نر این نسل نسبت به نسل والد پرتوتابی شده باشد [۴]. مطالعاتی روی بررسی تاثیر پرتو گاما بر نسل $F1$ حاصل از والد نر پرتوتابی شده روی گونه‌هایی از حشرات راسته Lepidoptera در برخی نقاط جهان انجام گرفته است که نتایج تاثیر آن بر صفات زیستی مختلف هر گونه ارزیابی شده است [۴]. در مطالعه حاضر اثر پرتو گاما بر نسبت جنسی، قدرت رقابتی حشرات نر کرم غوزه پنبه و مقایسه این صفات زیستی در دو نسل والد (P^3) و $F1$ بررسی شده است.

۲. روش کار

۱.۲. جمع‌آوری نمونه‌ها و پرورش آزمایشگاهی

لاروهای سن آخر کرم غوزه پنبه از باغ‌های درختان پسته در شهرستان سیرجان جمع‌آوری شده و جهت انجام کلیه آزمایشات به آزمایشگاه حشره‌شناسی واقع در پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، جهت ایجاد کلنی و پرورش انبوه انتقال یافتند.

² Filial

³ Parental

جهت تهیه جیره مصنوعی برای پرورش لاروها در آزمایشگاه از فرمول ارائه شده توسط Singh et al. [۵] استفاده شد. لاروها و حشرات بالغ با توجه به نیازهای محیطی این حشره برای نشو و نما در اتاق‌های پرورشی با شرایط محیطی دمای 1 ± 26 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 5 ± 65 درصد و دوره نوری ۱۴:۱۰ (روشنایی: تاریکی) قرار گرفتند. لاروها به صورت انفرادی به ظروف کشت بافت شش حجره‌ای انتقال یافتند. در حجره‌های حاوی لاروها تکه‌های جیره به صورت روزانه افزوده شد. پس از تبدیل لاروها به شفیره، شفیره‌ها از حجره‌ها خارج و درون قفس‌های تخم‌گذاری قرار گرفتند. حشرات بالغ نر و ماده پس از خروج با ترکیب جنسی مناسب در ظروف تخم‌گیری رها شدند. دیواره‌های داخلی، کف و انتهای باز قفس‌ها با قطعات منسوجات نبافته جهت تخم‌گذاری حشرات ماده پوشانده می‌شد. داخل هر قفس یک ظرف حاوی آب و عسل ۱۰٪ با درب شکافدار دارای فیلتر پنبه‌ای جهت تغذیه حشرات بالغ قرار گرفت. حشرات بالغ تخم‌های خود را روی منسوجات نبافته داخل و سقف قفس می‌چسبانند و بدین ترتیب تخم‌های گذاشته شده به صورت روزانه با تعویض منسوجات جمع‌آوری می‌شد.

۲.۲. پرتوتابی شفیره‌ها و تعیین نسبت جنسی حشرات نسل والد و نسل F1

جهت تعیین نسبت جنسی حشرات بالغ خارج شده از شفیره‌هایی که به طور مستقیم پرتوتابی شده‌اند و نسبت جنسی حشرات بالغ نسل F1 حاصل از نرهای والد پرتوتابی شده در دوره شفیرگی، از شفیره‌های هم سن ۸ روزه استفاده شد. بدین منظور شفیره‌های جمع‌آوری شده از کلنی پرورشی آزمایشگاهی، با دزهای ۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ گری پرتوتابی شدند (دستگاه گاماسل مدل Issledovatl PX30 و آهنگ دز ۳۴۷ Gy/h). شفیره‌ها پس از پرتوتابی به طور انفرادی در بطری‌های آزمایشی قرار گرفتند و پس از ظهور حشره کامل به سبب تفاوت رنگ در حشره کامل نر و ماده (حشره نر خاکستری مایل به سبز و حشره ماده قهوه‌ای رنگ) تفکیک جنسیت شدند.

۳.۲. مطالعه تاثیر پرتو بر روی قدرت رقابت در جفتگیری نرهای پرتودهی شده با نرهای طبیعی در نسل P و F1

تاثیر پرتو بر روی قدرت رقابت در جفتگیری حشرات نر پرتودهی شده و F1 در چهار نرخ متفاوت نسبت نرهای پرتوتابی شده به حشرات نر مال مطالعه گردید: ۱:۱:۱، ۳:۱:۱ و ۵:۱:۱ (ماده طبیعی: نر طبیعی: نر عقیم) و دو نسبت ۱:۱:۰ و ۱:۰:۱ به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. با توجه به مطالعات انجام شده دز زیر عقیمی ۲۰۰ گری در صورت اعمال روی شفیره‌های ۸ روزه نسل والد این حشره سبب ایجاد عقیمی موروثی در نسل F1 می‌شود. بر این اساس قدرت رقابت حشرات نر خارج شده از شفیره‌هایی که به طور مستقیم پرتوتابی شده‌اند به عنوان نسل والد و همچنین حشرات نر نسل بعد حاصل از والد نر پرتوتابی شده در مرحله شفیرگی و ماده‌های نر مال مورد سنجش قرار گرفتند.

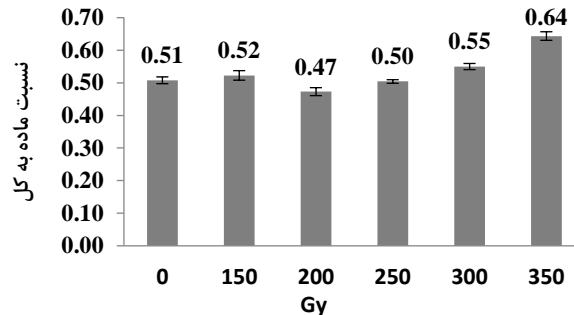
۵.۲. تجزیه آماری

برای تعیین اثر پرتو بر شفیره‌ها از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و تعداد ۱۰۰ شفیره برای هر تکرار استفاده شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها (در سطح احتمال ۵٪ توسط روش توکی) با نرم افزار آماری Spss 18 انجام گرفت و کلیه نمودارها به کمک نرم افزار EXCEL رسم گردید. پیش از انجام تجزیه آماری، نر مال بودن داده‌ها، یکنواختی واریانس‌ها و عدم وجود داده‌های پرت مورد بررسی قرار گرفت تا در صورت نیاز، تبدیل مناسب روی داده‌ها اعمال شود. در قسمت ارزیابی قدرت رقابتی نرهای پرتودیده در مقایسه با نرهای نر مال، نتایج مورد انتظار در تفریح تخم و فاکتور ارزش رقابتی (Competitiveness Value) از فرمول‌های فرید [۶] (Fried) محاسبه و نتایج مشاهده شده (Observed) و مورد انتظار (Expected) تفریح تخم در نسبت‌های مورد آزمایش (نر پرتودیده: نر نر مال: ماده نر مال) در دزهای مختلف با آزمون Chi-square مورد ارزیابی قرار گرفتند. عدد ۱ در این نسبت‌ها مساوی ۵ عدد حشره می‌باشد.

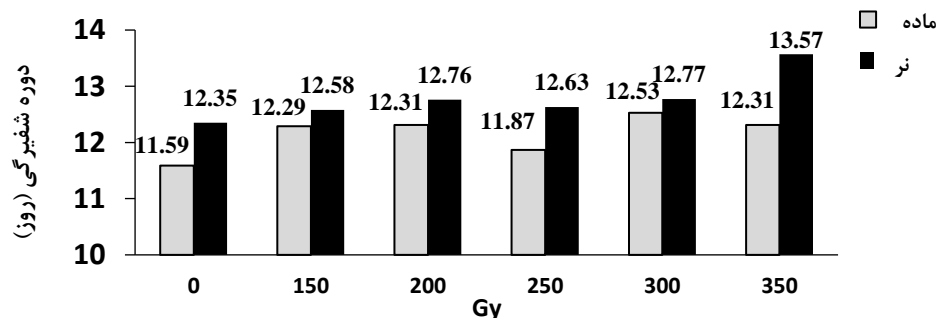
۳. نتایج و بحث

۱.۳. اثر پرتو گاما بر نسبت جنسی

شکل ۱ نسبت حشرات ماده خارج شده را در مقایسه با کل شفیره‌های خارج شده پس از پرتوتابی با دزهای مختلف پرتو گاما در سن ۸ روزگی نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج نسبت جنسی بالغین خارج شده به سمت ماده متمایل شده است (۰/۶۴ در ۳۵۰ گری در مقایسه با ۰/۵۱ با شاهد). نتایج نشان دهنده اثرات منفی بیشتر پرتو بر جنس نر می‌باشد. همچنین طول دوره شفیرگی حشرات نر این آفت در تیمار شاهد و سایر دزهای اعمال شده بیشتر از طول این دوره در حشرات ماده اندازه‌گیری شد (شکل ۲).

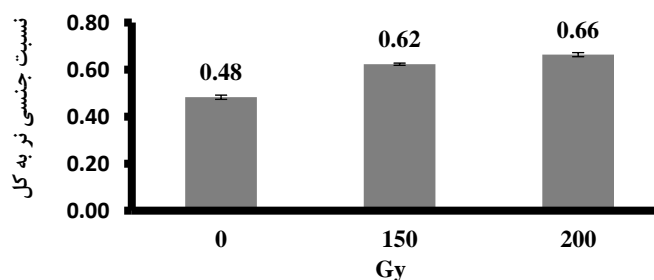


شکل ۱- اثر دزهای متفاوت پرتو گاما بر نسبت جنسی حشرات کامل کرم غوزه به هنگام پرتوتابی شفیره های ۸ روزه



شکل ۲- اثر دزهای متفاوت پرتو گاما بر زمان رشدی شفیره های نر و ماده به هنگام پرتوتابی شفیره های ۸ روزه

شکل ۳ نسبت جنسی بالغین خارج شده از شفیره‌هایی نسل F1 را نشان می‌دهد که والد نر آنها به هنگام شفیرگی (شفیره های ۸ روزه) با دزهاتی زیر عقیمی پرتوتابی شده‌اند. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، نسبت جنسی حشرات بالغ خارج شده نسل F1 به سمت نر متمایل یافته و به ۰/۶۶ نسبت کل حشرات خارج شده در دز ۲۰۰ گری رسید.



شکل ۳- اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر نسبت جنسی نسل F1 حاصل از والد نر پرتوتابی شده در سن ۸ روزگی شفیرگی

۲.۳. مطالعات تاثیر پرتو بر قدرت رقابت نرهای پرتوتابی شده نسل P و نرهای F1 حاصل

تاثیر پرتو روی قدرت رقابت جفتگیری پروانه‌های نر حاصل از شفیره‌های پرتودیده با دز ۲۰۰ گری در نسبت‌های مختلف رهاسازی نر پرتوتابی شده (ماده طبیعی: نر طبیعی: نر پرتوتابی شده) و دو نسبت رهاسازی ۰:۱:۱ (نر و ماده نرمال) و ۱:۰:۱ (نر پرتودیده و ماده نرمال) هر دو به عنوان شاهد، در جدول ۱ ارزیابی شد. همچنین تاثیر پرتو روی قدرت رقابت جفتگیری پروانه‌های نر حاصل از نسل F1 که والد نر آنها به هنگام شفیرگی با دز زیر عقیمی ۲۰۰ گری پرتوتابی شده بود، ارزیابی گردید.

درصد تفریح تخم‌های حاصل از جفتگیری نرهای پرتوتابی شده با ماده‌های نرمال با افزایش نسبت جفتگیری در مقایسه با شاهد (نر نرمال × ماده نرمال) کاهش یافت (برای بالاترین نسبت جفتگیری ۵:۱:۱ (ماده طبیعی: نر طبیعی: نر پرتوتابی شده) ۴۲/۴۳ درصد در مقایسه با ۶۴/۰۶ درصد در شاهد (نر نرمال × ماده نرمال) و بیشترین میزان کاهش در درصد تفریح تخم مربوط به نسبت جنسی ۱:۰:۱ (عدم حضور نرهای نرمال) بود (۳۶/۸۱). در اکثر نسبت‌های جنسی تفاوت معنی‌داری میان میانگین‌های تخم‌های مورد انتظار (محاسبه شده با فرمول Fried) و مشاهده شده در آزمایش (بر اساس نتایج Chi-square test) وجود نداشت ($P > 0.05$). شاخص‌های رقابتی محاسبه شده Fried's Competitiveness value) در دامنه ۰/۵۴ تا ۰/۷۷ تغییر کرد و بالاترین شاخص مربوط به بالاترین نسبت رهاسازی نرهای پرتوتابی شده (۵:۱:۱) بود.

نتایج مطالعات روی قدرت رقابتی نرهای نسل F1 در نسبت‌های جنسی متفاوت که والد نر آنها با دز زیر عقیمی ۲۰۰ گری پرتوتابی شده بودند، در جدول ۲ مشاهده می‌شود. درصد تفریح تخم‌های حاصل با افزایش نسبت نرهای F1 به نرمال کاهش یافته و کمترین درصد تفریح تخم پس از عدد مربوط به حالت فاقد نر نرمال (۱:۰:۱) مربوط به بالاترین نسبت جفتگیری ۵:۱:۱ می‌باشد. در اکثر نسبت‌های جنسی تفاوت معنی‌داری میان میانگین‌های تخم‌های مورد انتظار و مشاهده شده وجود نداشت ($P > 0.05$). در این آزمایش شاخص رقابتی (CV) در محدوده ۰/۷۶ تا ۰/۹۴ تغییر کرد.

جدول ۱- ارزش رقابتی نرهای کرم غوزه پرتودیده در شفیرگی با دز ۲۰۰ گری پرتو گاما در نسبت‌های مختلف نرهای پرتوتابی شده به نرمال

شاخص رقابتی	ارزش P	تفریح مورد انتظار %	تفریح مشاهده شده %	تعداد تخم/ماده (±SE)	ماده نرمال: نر نرمال: نر پرتوتابی شده
۰/۵۴	> ۰/۰۵	۵۰/۴۳	۶۴/۰۶	۱۹/۶۷ (۵۴۶/۰۶)	۰:۱:۱
۰/۴۷	> ۰/۰۵	۴۳/۶۲	۴۸/۰۶	۲۶/۹۷ (۵۰۱/۴۷)	۱:۱:۱
۰/۴۷	> ۰/۰۵	۴۳/۶۲	۴۸/۰۶	۲۶/۲۴ (۵۰۷/۱۳)	۳:۱:۱
۰/۷۷	< ۰/۰۵	۴۱/۳۵	۴۲/۴۳	۳۸/۷۴ (۴۷۱/۵۳)	۵:۱:۱
			۳۶/۸۱	۲۶/۵۷ (۴۴۴/۱۳)	۱۰:۰:۱

جدول ۲- ارزش رقابتی نرهای F1 کرم غوزه که والد نر آنها با دز ۲۰۰ گری در شفیرگی پرتوتابی شده است در نسبت های مختلف نرهای F1 به نرمال

شاخص رقابتی	ارزش P	تفریح مورد انتظار %	تفریح مشاهده شده %	تعداد تخم/ماده (±SE)	ماده نرمال:نر نرمال: نر پرتوتابی شده
			۵۶/۰۲	۱۴/۷۸ (۶۲۵/۰۰)	۰:۱:۱
۰/۷۶	>۰/۰۵	۲۸/۰۱	۳۱/۸۸	۲۸/۷۰ (۶۲۷/۲۰)	۱:۱:۱
۰/۷۰	>۰/۰۵	۱۴/۰۱	۱۸/۰۷	۱۲/۳۴ (۶۲۱/۷۳)	۳:۱:۱
۰/۹۴	<۰/۰۵	۹/۳۴	۹/۸۵	۶/۱۹ (۶۲۹/۸۷)	۵:۱:۱
			۰/۰۰	۱۳/۹۱ (۶۱۴/۶۰)	۱۰:۱:۱

مطالعات کمی در خصوص میزان حساسیت دو جنس مختلف در مرحله شفیرگی به پرتوتابی انجام شده است. هر چند تجزیه انحرافات کروموزومی در نتاج نر حاصل از پروانه‌های نر پرتوتابی شده با اشعه گاما ثابت کردند که نرها با تعداد کروموزوم شکسته بیشتری نسبت به ماده‌ها قادر به ادامه زندگی هستند [۷] اما در مطالعات ما نتایج نشان دهنده اثرات منفی بیشتر پرتو بر جنس نر می باشد، دلیل چنین اثر منفی بزرگتری بر شفیره‌های نر به دلیل کوتاهتر بودن دوره شفیرگی جنس ماده نسبت به جنس نر است. براین اساس جنس ماده به هنگام پرتوتابی نسبت به جنس نر تکامل بیشتری یافته و به دزهای پرتو متحمل تر است.

در مطالعه حاضر قدرت رقابت در جفتگیری حشرات نر حاصل از پرتوتابی شفیرگی و نسل F1 با نرهای طبیعی مورد مقایسه قرار گرفت. بررسی این صفت جهت اطمینان از توانایی در رقابت کردن حشرات تیمار شده آزمایشگاهی در طبیعت با نرهای طبیعی بسیار حائز اهمیت است و در موفقیت یا عدم موفقیت استفاده از تکنیک حشرات نابارور در محیط طبیعی پس از رهاسازی نقش کلیدی ای ایفا می نماید. در اینجا برای محاسبه این پارامتر از میزان تفریح تخم‌های حاصل از نرهای تیمار شده که با نسبت‌های متفاوتی با نرهای غیر تیمار شده آزمایشگاهی برای جفتگیری با تعداد مشخصی از ماده‌ها رقابت می کنند- با کمک روش‌های محاسباتی Fried- استفاده شده است. نتایج نشان دادند که در هر دو نسل P و F1 درصد تفریح تخم مشاهده شده (حاصل از آزمایش) به طور معنی داری با تغییر نسبت‌های جنسی جفتگیری کاهش می یابند. اگرچه کمترین درصد تفریح تخم در عدم حضور نرهای نرمال (۱:۰:۱) - ماده نرمال : نر نرمال: نر پرتوتابی شده یا (F1) مشاهده می شود اما در یک تعداد ثابت از نرهای نرمال در آزمایشات نسبت جفتگیری، درصد تفریح تخم به طور چشمگیری با افزایش نسبت نرهای پرتوتابی شده، کاهش می یابد. محدوده تغییر شاخص رقابتی فرید، برای نسل P در محدوده بین ۰/۵۴ تا ۰/۷۷ و برای نسل F1 در محدوده تقریبی ۰/۷۶ تا ۰/۹۴ تغییر یافت که نسبت به نسل والد اعداد بالاتری به خود در نسبت‌های مختلف اختصاص دادند. به طور نرمال، شاخص‌های رقابتی فرید (Fried's CV) دامنه‌ای بین ۰ تا ۱ دارد. عدد یک بر وجود سطح رقابتی مساوی بین نرهای پرتودیده و نرمال دلالت دارد، در حالیکه ارزش صفر نشان دهنده رقابت کاملاً بالاتر نرهای نرمال است. ارزش بین ۰/۲ تا ۰/۴، حالت نرمالی است که برای نرهای پرتودیده آزمایشگاهی مناسب است و ارزش کمتر از ۰/۲ نشان دهنده وجود مشکل در توانایی رقابتی نرهای پرتودیده نسبت به نرمال است [۸]. CV بدست آمده در آزمایشات ما به طور کلی نشان دهنده توان رقابتی مناسب نرهای پرتودیده در مقابل نرهای نرمال است. با توجه به عدد CV به دست آمده در این مطالعه نرهای نسل F1 از قدرت رقابتی بالاتری نسبت به والدین نر خود که به طور مستقیم در دوران شفیرگی دز ۲۰۰ گری را دریافت کرده‌اند، برخوردار هستند.



نتیجه گیری

با توجه به نتایج مطالعه حاضر نسبت جنسی در نسل F1 حاصل از والد نر پرتوتابی شده در دوره شفیرگی به سمت جنس نر تمایل یافته است. همچنین نرهای خارج شده از شفیره های پرتو دیده و F1 به اندازه نرهای نرمال توان رقابت داشتند. ارزش رقابتی محاسبه شده در هر دو نسل در محدوده قابل قبول رقابتی قرار داشت. هر دو خصوصیت اندازه گیری شده در خصوص ارزیابی عقیمی موروثی در پروانه *H. armigera*، نسل F1 این آفت را نیز کاندید مناسبی جهت برنامه های کنترلی آفات معرفی می کند.

مراجع

1. M. Sullivan, and Molet, T. *CPHST pest datasheet for Helicoverpa armigera*. USDA-APHIS-PPQ-CPHSY. Revised April 2014 (2007).
2. M.C. Matthews, *Heliothine moths of Australia*, (Csiro, Australia, 1999).
3. W. Klassen, and C.F. Curtis, In: *Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management* (Espringer, Netherlands, 2005). pp.3-38.
4. J.E. Carpenter, S. Bloem, and F. Marec, In: *Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management* (Espringer, Netherlands, 2005). pp. 115-146.
5. P. Singh, and R.F. Moore, *Handbook of insect rearing*, (Elsevier Science, Netherland, 1985)
6. M. Fried, *Determination of sterile insect competitiveness*, J. Econ. Entomol. 64, (1971).
7. A. Bakri, N.J. Heather, J. Hendrichs, and I. Ferris, *Fifty years of radiation biology in entomology: lessons learned from IDIDAS*. Ann. Entomol. Soc. Am. 98, (2005).
8. FAO/IAEA/USDA. *Manual for product Quality control and shipping procedures for sterile mass-reared tephritid fruit flies*, (International Atomic Energy Agency, Vienna, 2003).