



Short Paper
مقاله کوتاه

اثر پرتو گاما بر روی شاخص‌های تغذیه‌ای مراحل لاروی و حشرات کامل شپشه‌ی آرد *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)

مهرداد احمدی*^۱، سعید محرمی پور^۲

۱. پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۳۱۴۸۵-۴۹۸، کرج - ایران
۲. گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی: ۳۳۶-۱۴۱۱۵، تهران - ایران

چکیده: در این پژوهش تأثیر ضد تغذیه‌ای دزهای مختلف پرتو گاما به عنوان یک عامل کنترل‌کننده بر روی لاروها و حشرات کامل شپشه‌ی آرد (*Tribolium castaneum* (Herbst)) بررسی شد. از دزهای ۱۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ گری پرتو گاما استفاده شده و پس از گذشت ۷۲ ساعت، شاخص‌های تغذیه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. نرخ رشد نسبی (RGR)، نرخ مصرف نسبی (RCR)، کارآیی تبدیل غذای خورده شده (ECI) و شاخص بازدارندگی تغذیه (FDI) به عنوان شاخص‌های تغذیه‌ای اندازه‌گیری شدند. تیمارها به روش دیسک آردی در شرایط دمایی 27 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۵ درصد و تاریکی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که رشد نسبی لاروها و حشرات کامل پرتو دیده کاهش معنی‌داری داشت ($P < 0.05$) و شدت آن در لاروها بیش‌تر بود. نرخ رشد نسبی حشرات کامل با وجود کاهش، در دزهای ۱۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ گری تفاوت معنی‌داری نشان نداد. نرخ مصرف نسبی غذا نیز کاهش معنی‌داری نشان داد که میزان آن با دز پرتو رابطه‌ی عکس داشت. آزمایش‌ها نشان داد که استفاده از پرتو گاما با دز تا ۸۰۰ گری هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر شاخص کارآیی تبدیل غذای خورده شده لاروها نداشت و تنها در دز ۱۰۰۰ گری کاهش معنی‌دار مشاهده گردید. هم‌چنین پرتو گاما اثر بازدارندگی تغذیه‌ای بالایی به ویژه در لاروهای شپشه‌ی آرد نشان داد ولی این اثر در بین دزهای ۱۰۰ تا ۸۰۰ گری معنی‌دار نبود. براساس نتایج به دست آمده، پرتو گاما با تأثیر ضد تغذیه‌ای که ایجاد می‌کند می‌تواند عامل مؤثر در کنترل شپشه‌ی آرد باشد.

کلید واژه‌ها: پرتو گاما، نرخ رشد نسبی، نرخ مصرف نسبی، کارآیی تبدیل غذای خورده شده، شاخص بازدارندگی تغذیه، شپشه‌ی آرد

Effect of Gamma Radiation on Nutritional Indices of Larval and Adults Stages of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)

M. Ahmadi*¹, S. Moharramipour²

1. Agricultural, Medical and Industrial Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOL, P.O.Box: 31485-498, Karaj - Iran
2. Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, P.O.Box: 1411-336, Tehran - Iran

Abstract: In this study antifeedant effect of different doses of gamma radiation as a controlling safe method on flour weevil, *Tribolium castaneum* (Herbst) larvae and adult was studied. Doses of 100, 400, 600, 800 and 1000Gy of gamma radiation were used and after 72 hours, nutritional indices were evaluated. The relative growth rate (RGR), relative consumption rate (RCR), efficiency of conversion of ingested food (ECI) and feeding deterrence index (FDI) as nutritional indices were evaluated. Treatments were assessed by flour wheat disc at 27 ± 1 °C and 65% humidity in a dark condition. The results showed that the relative growth rate of flour weevil larvae and adults decreased significantly ($P < 0.05$) by gamma radiation and the severity of this reduction in larvae was higher than the adults. Although the relative growth rates decreased in adults, this rate in doses of 400, 600, 800 and 1000Gy showed no significant difference. The relative food consumption rate also decreased with the gamma radiation and its value found to be inversely proportional to the dose radiation. Our experiments showed that the use of gamma radiation exposure to 800Gy had no significant effect on the efficiency of conversion of ingested food of larvae and reduction was observed only when the gamma radiation was used in 1000Gy. The feeding deterrence effect of gamma radiation, especially on the larvae was high but no significant difference between doses of 100 to 800Gy was observed. The results showed that gamma radiation that induces antifeedant effect can be applied as an effective method in control of *T. castaneum*.

Keywords: Gamma Radiation, Relative Growth Rate, Relative Consumption Rate, Efficiency of Conversion of Ingested Food, Feeding Deterrent Index, *Tribolium castaneum*



۱. مقدمه

یکی از عمده‌ترین مسایل در زمینه‌ی کنترل آفت‌های انباری، بحث مقاومت این آفت‌ها در برابر سموم شیمیایی می‌باشد [۱]. از طرف دیگر، این سموم آلودگی‌های زیست محیطی و مسمومیت انسان و سایر پستانداران را به دنبال دارند [۲]. از مهم‌ترین سموم گازی می‌توان متیل برومید و فسفین را نام برد که از آلاینده‌های مهم لایه‌ی اوزون به شمار می‌روند. گزارش‌های متعددی مبنی بر بروز مقاومت آفت‌های انباری در مقابل سم فسفین وجود دارد [۳]. از طرف دیگر، مصرف متیل برومید در کشورهای توسعه یافته از سال ۲۰۰۵ محدود شده و در کشورهای در حال توسعه بایستی تا سال ۲۰۱۵ متوقف گردد [۴ و ۵]. لذا به دلیل محدودیت‌های موجود در مصرف این سموم، استفاده از سایر روش‌ها که از لحاظ زیست محیطی مطلوب بوده و مسئله‌ی مقاومت آفت‌ها را به همراه نداشته باشد ضروری به نظر می‌رسد. در این میان پرتو گاما به عنوان عامل کنترل که هم تأثیر زیست محیطی نامطلوب ندارد و هم موجب بروز مقاومت در آفت‌ها نمی‌گردد، می‌تواند به عنوان یک جای‌گزین مناسب برای سموم گازی در مدیریت آفت‌ها مورد استفاده قرار گیرند [۶ و ۷].

یکی از مهم‌ترین آفت‌های انباری که سالانه خسارت زیادی وارد می‌سازد، شپشه‌ی آرد (*Tribolium castaneum* (Herbst) می‌باشد که حساسیت بالایی نسبت به پرتو گاما دارد [۸ و ۹]. براساس نتایج گزارش شده به وسیله‌ی احمدی و همکاران [۱۰] مشخص گردید که دز ۱۰۰ گری می‌تواند در مدت ۱۴ روز جمعیت آفت را به میزان ۱۲/۵ درصد کاهش دهد. هم‌چنین مشخص گردید که در دزهای بالاتر از ۲۴۰۰ گری پس از گذشت ۳ روز از پرتو دهی، هیچ حشره‌ی کاملی قادر به ادامه زندگی نمی‌باشد. براساس این نتایج، مقادیر LD_۵، LD_{۲۵} و LD_{۵۰}، ۳ روز پس از پرتو دهی پرتو گاما به ترتیب ۸۹۰/۴۶، ۱۱۹۸ و ۱۴۷۳ گری تعیین گردید. گزارش‌های آیواز و همکاران [۱۱] نشان داد که مقدار ۲۰۰ گری از پرتو گاما پس از ۳۰ روز به طور کامل حشرات کامل شپشه‌ی آرد را از بین خواهد برد. هم‌چنین پژوهش‌های برور و تیلتون [۱۲] نشان داد که حشره‌های کامل شپشه‌ی آرد حساسیت بالایی نسبت به پرتو گاما دارند، به طوری که مقدار دز ۳۰ گری قادر است کلیه‌ی حشره‌های کامل را عقیم نماید.

تاکنون پژوهش‌های متعددی برای مشخص نمودن دلیل تأثیر بالای پرتو گاما بر روی شپشه‌ی آرد صورت گرفته است که از

آن جمله می‌توان به مطالعات احمدی و همکاران [۱۳] اشاره نمود که در آن دلیل عمده‌ی مرگ و میر این آفت بروز ناهنجاری‌های ژنتیکی به ویژه تشکیل میکرونوکلئ ذکر گردیده است. از طرف دیگر آزمایش‌های پرتو دهی شپشه‌ی آرد نشان می‌دهد که حشرات پرتو دیده از لحاظ اندازه و جثه تا حدی کوچک‌تر از حشرات پرتو ندیده می‌باشند [۱۳]. در آزمایش‌هایی که نگهبان و محرمی‌پور [۱۴] برای بررسی اثر کشندگی اسانس‌های گیاهی بر روی جمعیت شپشه‌ی آرد انجام دادند مشخص گردید که این اسانس‌ها می‌توانند علاوه بر کشندگی، تأثیر ضد تغذیه‌ای نیز داشته باشند. آزمایش‌های شاکرمی [۱۵] و کیاسون و همکاران [۱۶] نیز نشان‌دهنده‌ی اثرات ضد تغذیه‌ای برخی از عوامل کنترل‌کننده‌ی آفت‌ها می‌باشد. با این وجود تاکنون مطالعه‌ای که تأثیر ضد تغذیه‌ای پرتو گاما بر روی آفت‌های انباری را نشان دهد، انجام نشده است. لذا در این پژوهش خاصیت ضد تغذیه‌ای دزهای پرتو گاما بر روی مراحل لاروی و حشره‌ی کامل شپشه‌ی آرد *T. castaneum* مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. پرورش حشرات

شپشه‌ی آرد *T. castaneum* روی ترکیبی از آرد گندم (۱۰ قسمت) و پودر مخمر آبجو (۱ قسمت) پرورش داده شد. نمونه‌ها در اتاق رشد تحت شرایط دمای 27 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و در تاریکی نگه‌داری شدند. تمامی آزمایش‌ها نیز در این شرایط انجام شدند.

۲.۲. پرتو دهی

پرتو دهی حشرات با پرتو گامای چشمه‌ی کبالت-۶۰ پژوهشکده‌ی تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی صورت گرفت. در این عملیات از دزهای مختلف پرتو گاما بر روی لاروهای ۱۰ تا ۱۵ روزه و حشرات کامل ۱ تا ۳ روزه‌ی شپشه‌ی آرد استفاده گردید. این مقادیر شامل دزهای ۰، ۱۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۰۰۰ گری بوده و حشرات به طور مستقیم در معرض این دزها قرار گرفتند. پس از پرتو دهی، حشرات به داخل ظروف شیشه‌ای مجهز به درپوش پلاستیکی انتقال داده شدند. حشرات شاهد پرتو ندیده نیز در شرایط مشابهی نگه‌داری گردیدند. ۷۲ ساعت پس از پرتو دهی، آزمایش‌های ضد تغذیه‌ای انجام شد.



۳.۲ زیست‌سنجی به روش دیسک آردی

به منظور اجرای آزمایش‌های زیست‌سنجی، طبق روش هوانگ و همکاران [۱۷] اقدام به تهیه‌ی سوسپانسیون آرد سفید گندم فاقد سبوس گردید. برای این منظور ۱۰ گرم از آرد موردنظر با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید و به کمک میکروپیت هر بار ۲۰۰ میکرولیتر از این سوسپانسیون روی ورقه‌ی نایلونی ریخته شد. به منظور تغییر شکل این سوسپانسیون به دیسک‌های کروی، نمونه‌های تهیه شده به مدت ۴ ساعت در شرایط محیط قرار داده شدند. سپس به کمک پنس ظریف دیسک‌های آردی شکل گرفته به آرامی از ورقه‌ی نایلونی جدا و به داخل ظرف استریل انتقال داده شدند. دیسک‌های آردی برای خشک کردن به مدت ۱۲ ساعت در داخل هود و سپس به مدت ۲۴ ساعت در شرایط دمایی 27 ± 1 درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵ درصد نگهداری شدند. در ادامه در هر ظرف ۲ عدد دیسک آردی قرار داده شده و سپس تعداد ۱۰ لارو ۱۰ تا ۱۵ روزه و ۱۰ حشره‌ی کامل ۱ تا ۳ روزه‌ی شپشه‌ی آرد سالم و پرتو دیده که به مدت ۴۸ ساعت قبل از پرتو دهی گرسنه نگهداری شده بودند در ۵ تکرار به طور جداگانه به داخل هر کدام اضافه شدند. در ابتدای آزمایش وزن دیسک‌های آردی و نیز حشرات به دقت محاسبه و یادداشت گردید. پس از گذشت ۳ روز با توزین دیسک‌های آردی و حشرات زنده شاخص‌های تغذیه‌ای به صورت زیر مقایسه گردید.

۱.۳.۲ نرخ رشد نسبی (RGR)^(۱)

$$RGR = \frac{(A - B)}{(B \times \text{Day})}$$

که در آن A وزن حشره‌ی زنده در روز سوم برحسب میلی‌گرم، B وزن اولیه‌ی حشره برحسب میلی‌گرم و Day مدت زمان آزمایش (۳ روز) می‌باشد.

۲.۳.۲ نرخ مصرف نسبی (RCR)^(۲)

$$RCR = \frac{D}{(B \times \text{Day})}$$

که در آن D مقدار غذای خورده شده برحسب میلی‌گرم می‌باشد.

۳.۳.۲ بازده تبدیل غذای خورده شده (ECI)^(۳)

$$\%ECI = \frac{RGR}{RCR} \times 100$$

۴.۳.۲ شاخص بازدارندگی تغذیه‌ای (FDI)^(۴)

$$\%FDI = \frac{(C - T)}{C} \times 100$$

که در آن C مقدار غذای خورده شده در شاهد (میلی‌گرم)، T مقدار غذای خورده شده در تیمار (میلی‌گرم) می‌باشد.

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و در پنج تکرار اجرا شدند. قبل از تجزیه و تحلیل آماری، شاخص‌های تغذیه‌ای ECI و FDI بهنجار شدند. برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از روش توکی در سطح ۵ درصد استفاده شد.

۳. نتایج

۱.۳ تأثیر پرتو گاما بر نرخ رشد نسبی (RGR) حشرات کامل و لاروهای شپشه‌ی آرد

نتایج حاصل از تجزیه‌ی داده‌ها نشان داد که پرتو گاما در برخی از دزها در مقایسه با تیمار شاهد تأثیر معنی‌داری بر کاهش نرخ رشد نسبی حشرات کامل و لاروهای شپشه‌ی آرد داشته است (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱. تأثیر دزهای مختلف پرتو گاما بر روی شاخص‌های تغذیه‌ای لارو ۱۰ تا ۱۵ روزه‌ی شپشه‌ی آرد T.castaneum

میانگین شاخص‌های تغذیه‌ای \pm (انحراف معیار)				دز پرتو (گری)
FDI%	ECI%	RGR (mg/mg day)	RGR (mg/mg day)	
۰.۰۰ \pm ۰.۰۰ c	۱۹.۳۸ \pm ۱.۷۴ a	۰.۴۶۰۳ \pm ۰.۰۷۲۱ a	۰.۰۸۸۴ \pm ۰.۰۰۵۹ a	۰
۶۰.۹۰ \pm ۶.۴۲ b	۲۱.۲۲ \pm ۲.۶۲ a	۰.۲۸۲۵ \pm ۰.۰۲۳۲ b	۰.۰۵۹۶ \pm ۰.۰۰۴۰ b	۱۰۰
۵۷.۳۰ \pm ۰.۸۹ b	۲۱.۹۳ \pm ۰.۴۳ a	۰.۲۳۹۲ \pm ۰.۰۱۲۳ bc	۰.۰۵۲۴ \pm ۰.۰۰۲۳ bc	۴۰۰
۶۰.۴۹ \pm ۷.۵۰ b	۲۲.۷۶ \pm ۲.۱۰ a	۰.۲۰۳۸ \pm ۰.۰۲۸۵ bcd	۰.۰۴۶۰ \pm ۰.۰۰۳۶ c	۶۰۰
۶۳.۹۹ \pm ۱.۷۸ b	۱۸.۴۲ \pm ۲.۱۵ a	۰.۱۸۸۲ \pm ۰.۰۱۰۲ cd	۰.۰۳۴۵ \pm ۰.۰۰۲۲ d	۸۰۰
۷۷.۳۶ \pm ۰.۸۹ a	۱۲.۷۶ \pm ۱.۸۷ b	۰.۱۱۸۱ \pm ۰.۰۰۴۶ d	۰.۰۱۵۱ \pm ۰.۰۰۲۵ e	۱۰۰۰

حروف غیرمشابه در ستون با استفاده از آزمون Tukey در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند. RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: شاخص بازده غذای خورده شده، FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

**جدول ۲.** تأثیر دزهای مختلف پرتو گاما بر روی شاخص‌های تغذیه‌ای حشرات کامل ۱ تا ۳ روزه‌ی شپشه‌ی آرد *T.castaneum*

میانگین شاخص‌های تغذیه‌ای ± (خطای معیار)				دز پرتو (گری)
FDI%	ECI%	RGR (mg/mg day)	RGR (mg/mg day)	
۰,۰۰±۰,۰۰ d	۱۶,۲۳±۰,۴۳ a	۰,۲۲۵۳±۰,۰۰۱۰ a	۰,۰۳۶۶±۰,۰۰۰۹ a	۰
۲,۳۹±۰,۵۳ cd	۱۵,۰۷±۰,۲۷ b	۰,۲۱۹۹±۰,۰۰۰۷ b	۰,۰۳۳۲±۰,۰۰۰۶ b	۱۰۰
۳,۳۲±۰,۶۱ bc	۱۳,۷۴±۰,۲۱ c	۰,۲۱۷۵±۰,۰۰۰۴ bc	۰,۰۲۲۹±۰,۰۰۰۴ c	۴۰۰
۴,۲۴±۰,۸۴ bc	۱۳,۲۹±۰,۱۷ c	۰,۲۱۴۹±۰,۰۰۰۶ c	۰,۰۲۸۶±۰,۰۰۰۴ c	۶۰۰
۶,۰۸±۰,۹۸ b	۱۳,۷۹±۰,۲۶ c	۰,۲۰۹۹±۰,۰۰۰۷ d	۰,۰۲۸۹±۰,۰۰۰۵ c	۸۰۰
۱۱,۶۲±۰,۶۱ a	۱۳,۸۸±۰,۰۳ c	۰,۱۹۹۳±۰,۰۰۰۹ e	۰,۰۲۲۷±۰,۰۰۰۲ c	۱۰۰۰

حروف غیر مشابه در ستون با استفاده از آزمون Tukey در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

RGR: نرخ رشد نسبی، RCR: نرخ مصرف نسبی، ECI: شاخص بازده غذای خورده شده، FDI: شاخص بازدارندگی تغذیه.

مصرف نسبی غذای لارو شپشه‌ی آرد بالاتر از مقدار آن در حشرات کامل است به طوری که در بالاترین دز در این آزمایش‌ها (۱۰۰۰ گری) نرخ مصرف نسبی حشرات کامل ۱/۱۳ برابر شاهد کاهش نشان داد این در حالی است که نرخ مصرف نسبی لاروها با همین دز پرتو، ۳/۹ برابر کاهش یافت (جدول‌های ۱ و ۲).

۳.۳ تأثیر پرتو گاما بر شاخص بازده تبدیل غذای خورده شده

(ECI) در حشرات کامل و در لاروهای شپشه‌ی آرد

تجزیه‌ی آماری داده‌ها نشان داد که تأثیر دزهای مختلف پرتو گاما بر روی شاخص بازده تبدیل غذای خورده شده در حشرات کامل شپشه‌ی آرد اختلاف معنی‌داری با یک‌دیگر دارند این در حالی است که در مورد لاروها چنین نبوده و تنها در بالاترین دز پرتو (۱۰۰۰ گری) اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود (جدول‌های ۱ و ۲). در دز ۱۰۰ گری و بالاتر، میزان کاهش بازده تبدیل غذای خورده شده در حشرات کامل با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد و این کاهش تا ۴۰۰ گری ادامه پیدا کرده و بعد از آن در حد ثابتی باقی می‌ماند. در مورد لاروها، بازده تبدیل غذای خورده شده در دزهای ۰ تا ۸۰۰ گری هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت و تنها در دز ۱۰۰۰ گری کاهش معنی‌داری از خود نشان داد (جدول‌های ۱ و ۲).

۴.۳ تأثیر پرتو گاما بر شاخص بازدارندگی تغذیه‌ای (FDI) در حشرات کامل و در لاروهای شپشه‌ی آرد

نتایج آماری نشان داد که تأثیر دزهای مختلف پرتو گاما بر روی شاخص بازدارندگی تغذیه‌ای در حشرات کامل و در لاروهای

نتایج نشان داد که با پرتو گاما میزان رشد نسبی حشرات کامل شپشه‌ی آرد کاهش معنی‌داری دارد. این در حالی است که با افزایش دز پرتو در ورای ۴۰۰ گری رشد نسبی تغییر معنی‌داری از خود نشان نمی‌دهد (جدول ۲). برای لاروهای شپشه‌ی آرد نیز با افزایش دز پرتو گاما، تغییر معنی‌داری در نرخ رشد نسبی ایجاد گردید. در واقع با افزایش دز پرتو، نرخ رشد نسبی لاروها به شدت کاهش نشان می‌دهد (جدول ۱). میزان تأثیر پرتو بر نرخ رشد نسبی لاروها تا حدی با اثر آن بر نرخ رشد نسبی حشرات کامل تفاوت نشان داد. در مورد نرخ رشد نسبی حشرات کامل میزان کاهش در اثر پرتو گاما در ورای ۴۰۰ گری تغییر معنی‌داری نشان نداد، در حالی که تغییر نرخ رشد نسبی لاروهای شپشه‌ی آرد در کلیه‌ی دزهای مورد آزمایش معنی‌داری بوده و با افزایش دز پرتو مقدار آن کاهش یافت (جدول ۱). نتایج نشان داد با دز بیشینه‌ی پرتو گاما (۱۰۰۰ گری در این آزمایش) نرخ رشد نسبی حشرات کامل نسبت به شاهد حدود ۱/۳ برابر کاهش نشان می‌دهد در صورتی که با همین دز، نسبت کاهش نرخ رشد نسبی لاروها به شاهد حدود ۶ برابر بود. این نشان‌دهنده‌ی حساسیت بالای لارو به پرتو گاما را در مقایسه با حشرات کامل شپشه‌ی آرد می‌باشد.

۲.۳ تأثیر پرتو گاما بر نرخ مصرف نسبی غذا (RGR) در حشرات کامل و در لاروهای شپشه‌ی آرد

نتایج به دست آمده حاکی از معنی‌دار بودن اثرات پرتو گاما بر روی نرخ مصرف نسبی غذای حشرات کامل و لاروهای شپشه‌ی آرد در تمام دزها است جدول‌های (۱ و ۲). میزان اثر پرتو بر نرخ



پس از مدتی که دز پرتو از حد معینی (۴۰۰ گری) فراتر رفت، در مقدار معینی تثبیت گردید. دلیل این امر می‌تواند فیزیولوژی تغذیه‌ای و گوارشی حشرات کامل باشد نهایتاً این که تغییرات ناشی از پرتو گاما نیازمند حد معینی از دز پرتو می‌باشد و فراتر از آن، تأثیر معنی‌داری ایجاد نمی‌شود. شاخص بازدارندگی تغذیه‌ای ناشی از پرتو گاما در لاروهای شپشه‌ی آرد حدود ۷ برابر مقدار آن در حشرات کامل می‌باشد حاکی از آن است که با کم‌ترین مقدار دز پرتو گاما می‌توان میزان تغذیه‌ی لاروهای شپشه‌ی آرد را که فعال‌ترین و خسارت‌زاترین مرحله رشدی این حشره می‌باشد، به شدت پایین آورد. آزمایش‌های مشابهی که اثر پرتو گاما بر روی شاخص‌های تغذیه‌ای حشرات محصولات انباری را مورد بررسی قرار داده باشد تاکنون گزارش نشده است و مطالعه‌ی اخیر می‌تواند جدیدترین شیوه‌ی بررسی تأثیر پرتو گاما بر روی فعالیت‌های زیستی لاروها و حشرات کامل شپشه‌ی آرد به شمار آید.

پی‌نوشت‌ها:

۱. RGR: Relative Growth Rate
۲. RCR: Relative Consumption Rate
۳. ECI: Efficiency of Conversion of Ingested Food
۴. FDI: Feeding Deterrence Index
۵. Methyleugenol

شپشه‌ی آرد با یک‌دیگر تفاوت معنی‌داری داشته است. به طور کلی پرتو گاما موجب افزایش میزان بازدارندگی تغذیه‌ای در حشرات کامل و در لاروهای شپشه‌ی آرد گردید (جدول‌های ۱ و ۲). میزان افزایش بازدارندگی تغذیه‌ای در حشرات کامل شپشه‌ی آرد در دزهای ۴۰۰ تا ۸۰۰ گری اختلاف معنی‌داری با یک‌دیگر نداشت ولی با افزایش دز پرتو از ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ گری این اختلاف به حد معنی‌داری رسید. این در حالی است که میزان بازدارندگی تغذیه‌ای در لاروهای شپشه‌ی آرد در دزهای ۱۰۰ تا ۸۰۰ گری هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری با یک‌دیگر نشان نداد و تنها با افزایش دز پرتو از ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ گری این اختلاف معنی‌دار گردید (جدول‌های ۱ و ۲).

۴. بحث

در این پژوهش که به جای آلوده نمودن غذای حشرات با مواد مختلف ضدتغذیه‌ای، خود حشرات در معرض دزهای مختلف پرتو گاما قرار گرفتند، نتایج نشان داد که لاروهای شپشه‌ی آرد در مقایسه با حشرات کامل نسبت به پرتو گاما حساس‌تر بوده و این حساسیت، در شاخص تغذیه‌ای کاملاً مشخص و نمایان می‌باشد.

عامل مؤثر در کاهش نرخ مصرف نسبی می‌تواند پایین آمدن میزان تغذیه در بین نمونه‌های پرتودیده باشد. دلیل کاهش شدید RGR و RCR در بین لاروهای شپشه‌ی آرد نسبت به حشرات کامل می‌تواند ناشی از میزان تغذیه‌ی بالای لاروها و حساسیت بالای آن‌ها نسبت به حشرات کامل شپشه‌ی آرد در برابر پرتو گاما باشد. این نتایج مشابه یافته‌های هوانگ و همکارانش [۱۸] می‌باشد که مشخص ساخت اثر ضدتغذیه‌ای متیلوژنول^(۵) روی لاروها شدیدتر از حشرات کامل شپشه‌ی آرد می‌باشد و با استفاده از آن کاهش شدیدی در میزان مصرف نسبی غذای لاروها در مقایسه با حشرات کامل به وجود آمد.

این که بازده تبدیل غذای خورده شده در بین لاروها تا دز ۸۰۰ گری هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد و تنها در دز ۱۰۰۰ گری کاهش معنی‌داری مشاهده شد، می‌تواند مربوط به سیستم فیزیولوژیکی تغذیه‌ای و گوارشی لارو شپشه‌ی آرد باشد. ولی در مورد ECI حشرات کامل، پرتو گاما بازده تبدیل غذای خورده شده را کاهش داد ولی مقدار این کاهش



References:

1. B.R. Champ and C.E. Dyte, "Report of the FAO global survey of pesticides susceptibility of stored grain pests," FAO Plant Production and Protection Series No. 5, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 297 (1976).
2. M.A. Haque, H. Nakakita, H. Ikenaga, N. Sota, "Development-inhibiting activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Col: Curculionidae)," Journal of Stored Products Research, 281-286 (2000).
3. M.K. Muthoo, "Opening statement," FAO/IAEA/WHO International Conference on Irradiation to Ensure to Safety and Quality of Food, Antalya, 19-22 Oct (1999).
4. P. Loaharanu, "International developments of food irradiation," IAEA Documents (1999).
5. E. Shaaya, M. Kostjukovski, J. Eilberg, C. Sukprakarn, "Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insect," Journal of Stored Products Research, 7-15 (1997).
6. A. Tuncbilek and I.A. Kansu, "The effect of different rearing diet media on irradiated pupae and adults of flour beetle, *Tribolium confusum*," Anzeiger Schadlingskunde Pflanz Umwelt, 131-134 (1995).
7. A.K. Sharma and R.K. Seth, "Combined effect of gamma radiation and azadirachtin on growth and development of *Spodoptera litura* (Fabricius)," Current Science, 1027-1031(2005).
8. H.P. Misra and P. Bhatia, "Gamma radiation susceptibility of strains of *Tribolium castaneum* (Herbst) resistant and susceptible to fenvalerate," International Journal of Pest Management, 145-147 (1998).
9. A. Tuncbilek, A. Ayvez, F. Ozturk, B. Kaplan, "Gamma radiation sensitivity of larvae and adults of the red flour beetle, *Tribolium castaneum* Herbst," Journal of Pest Science, 129-132 (2003).
10. M. Ahmadi, S. Moharramipour, H. Mozdarani, M. Negahban, "Combined effect of gamma radiation and *Perovskia atriplicifolia* for the control of red flour beetle, *Tribolium castaneum*," Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, Ghent University, 73(3): 643-650 (2008).
11. A. Ayvaz, F. Ozturk, K. Yaray, E. Karahacio, "Effect of the gamma radiations and malathion on confused flour beetle, *Tribolium confusum* J. du Val," Pakistan Journal of Biological Sciences, 560-562 (2002).
12. J.H. Brower and E.W. Tilton, "Comparative gamma radiation sensitivity of *Tribolium madens* (Charpentier) and *T. castaneum* (Herbst)," Journal of Stored Products Research, 93-100 (1973).
13. M. Ahmadi, S. Moharramipour, H. Mozdarani, M. Babaii, "Induction of Micronuclei in Ovaries of *Tribolium castaneum* Exposed to Gamma Radiation and *Rosmarinus officinalis* Essential Oil," Integrated Protection of Stored Products, IOBC/WPRS. Campobasso, Italy (2009).
14. M. Negahban and S. Moharramipour, "Efficiency of *Artemisia sieberi* and *Artemisia scoparia* essential oils on nutritional indices of *Tribolium castaneum*," Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 22-23 (2007).
15. J. Shakarami, "Insecticidal effects of essential oils, steroid and indole alkaloids of four plant species on some insects and identification of their chemical composition," Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University (2004).
16. H. Chiasson, A. Belanger, N. Bostanian, C. Vincent, A. Poliquin, "Acaricidal properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction," Journal of Economic Entomology, 94(1): 167-171 (2001).
17. Y. Huang, J.M. Tan, R.M. Kini, S.H. Ho, "Toxic and antifeedent action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst.) and *Sitophilus zeamais* Motsch," Journal of Stored Products Research, 33: 289-298 (1997).
18. Y. Huang, S.H. Ho, H.C. Lee, Y.L. Yap, "Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)," Journal of Stored Products Research, 38: 403-412 (2002).