نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۸۴ - ۲۵(۲): ۳۵-۴۳

تعیین دز ایجاد کننده‌ی ناباروری در سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae)، بوسیله‌ی پرتو گاما و نسبت رهاسازی حشرات نابارور به یک جمعیت طبیعی

حمیدرضا ذوالفقاریه، شهرام مشایخی، محمد بابائی و حسین اهری مصطفوی
مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، کرج.

Induced sterility by gamma radiation in *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae) and sterile insect release ratio to a normal population

H. R. Zolfagharieh, S. Mashayekhi, M. Babaii and H. Ahari Mostafavi
Nuclear Research Center for Agriculture and Medicine, Karaj, Iran.

چکیده

اثر دزهای مختلف پرتو گاما به‌منظور نابارورسازی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات (F.) *Callosobruchus maculatus* مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه از دزهای ۰، ۲۰، ۳۵، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ گری[۱] در مرحله‌ی شفیرگی استفاده گردید و پس از جداسازی حشرات کامل خارج شده قبل از جفت‌گیری آنها را در تیمارهای جداگانه به صورت ماده‌ی طبیعی × نر طبیعی، ماده‌ی پرتودیده × نر طبیعی، ماده‌ی طبیعی × نر پرتودیده و ماده‌ی پرتودیده × نر پرتودیده تلاقی دادیم. مقایسه‌ی میانگین حشرات کامل ظاهر شده در نسل بعد نشان داد در دز ۲۰ گری، کلیه‌ی تیمارها با هم اختلاف معنی‌دار دارند به‌جز، تیمارهای ماده‌ی طبیعی × نر طبیعی با ماده‌ی پرتودیده × نر طبیعی. در دز ۳۵ گری، کلیه‌ی جفت تیمارها با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. بیشترین میزان ناباروری در تیمار ماده‌ی پرتودیده × نر پرتودیده بود و این تیمار با تیمار ماده‌ی طبیعی × نر پرتودیده تفاوت معنی‌دار نداشت. در دز ۵۰ گری، تیمارهایی که در آن نر یا ماده‌ی پرتودیده وجود داشت با تیماری که نر و ماده آن طبیعی بودند، اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در دزهای ۶۰ و ۷۰ گری درصد تفریخ تخم‌ها در نسل بعد چه در مورد نرهای نابارور و چه در مورد ماده‌های نابارور به‌طرز معنی‌داری کاهش پیدا کرد. بنابراین دزهای ۶۰ تا ۷۰ گری باعث ناباروری در این حشره می‌گردند. رهاسازی حشرات نابارور به یک جمعیت طبیعی در سه حالت رهاسازی نرهای نابارور، ماده‌های نابارور و نرها و ماده‌های نابارور مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد رهاسازی ماده‌های نابارور نقشی در کاهش جمعیت حشره در نسل بعد ایفا نمی‌کند. رهاسازی نرهای نابارور و نرها و ماده‌های نابارور اثر یکسان نشان داد. در نتیجه با توجه به اینکه جداسازی نرها و ماده‌ها از یکدیگر دشوار و وقت‌گیر است، رهاسازی نرها و ماده‌های نابارور تواماً و با نسبت جمعیتی ۱۰:۱۰:۱:۱ (ماده‌ی طبیعی × نر طبیعی × ماده‌ی نابارور × نر نابارور) بهترین نتیجه را در کاهش جمعیت حشره در نسل بعد به دنبال دارد.

واژگان کلیدی: پرتو گاما، سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، ناباروری، نسبت رهاسازی

Abstract

Effects of gamma radiation doses on *Callosobruchus maculatus* (F.) were studied. In this study different doses including 0, 20, 35, 50, 60 and 70 Gy were used in the pupal stage and emerged adults

---

۱- هر گری با علامت اختصاری Gy معادل یک ژول انرژی بر کیلوگرم ماده است.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۲/۱۲/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۸۴/۷/۱۲.

were separated before mating and crossed in treatments including: normal male × normal female, normal male × irradiated female, irradiated male × normal female and irradiated male × irradiated female. Comparing means (Duncan's test, 0.05) showed that in 20 Gy, all treatments had significant difference, except normal male × normal female and normal male × irradiated female. In 35 Gy, all treatments had significant difference. The most sterility was observed in irradiated male × irradiated female and it was not significantly different with irradiated male × normal female. In 50 Gy, treatments which contained irradiated males or irradiated females had significant difference with treatments containing normal males and females. In 60 and 70 Gy, hatchability percentage in the next generation, both for sterile males and sterile females, reduced population significantly. Therefore, 60 to 70 Gy induce sterility in this insect. Sterile insect release to a normal population was studied in three cases including: sterile male, sterile female and sterile male and female releases. Results indicated that sterile female release had no effect on reducing population in the next generation. Sterile male release and sterile male and female release had identical effects. As a regard to the fact that separating males and females is difficult and time consuming, therefore, it seems that sterile male and female release in the ratio of 10:10:1:1 (irradiated male × irradiated female × normal male × normal female) cause the best result in population reduction in the next generation.

Key words: gamma radiation, *Callosobruchus maculatus*, sterility, release ratio

مقدمه

حبوبات با داشتن ۳۰ – ۲۰ درصد پروتئین، پس از غلات ، دومین منبع مهم غـذائی بشـر محسوب می‌شوند. این گیاهان متعلق به تیره‌ی Fabaceae و زیر تیـره‌ی Papilionoideae هسـتند (Koochaki & Banayan-Aval, 1993). یکی از آفات مهم حبوبات حشره‌ی کوچکی است به نام سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* (Fabricius)، که لارو این حشـره از لوبیا چشم بلبلی، نخود، ماش، عدس، باقلا و غیـره تغذیـه مـی‌کنـد. از میـان ارقـام مختلـف حبوبات، لوبیای چشم بلبلی به شدت به این آفت آلوده می‌شود. این امر سبب شده اسـت کـه در برخی از مناطق ایران در سـال‌هـای اخیـر کشـاورزان از کشـت ایـن محصـول رویگـردان شوند (Bagheri-Zenouz, 1985). مدت زمان جفت‌گیری این گونه ٦–۳ دقیقه طـول مـی‌کشـد و یک بار آمیزش برای تخم ریزی کفایت می‌کند ولیکن چندین مرتبه آمیزش صورت می‌پـذیرد. متوسط دوره‌ی زندگی این حشره از زمان تخم گذاری تا مرحله‌ی حشره کامل ۲۸–۲۳ روز به طول می‌انجامد (Khare, 1994). در حال حاضر یکی از روش‌های مؤثر و متداول در مبـارزه بـا آفات انباری استفاده از ترکیبات شیمیایی گازی (Fumigants) است. گروهـی از ایـن ترکیبـات گاهی باعث بروز عوارض نامطلوبی بر روی محصول گشته بـه ویـژه روی میـوه‌هـای تـازه و سبزیجات صدماتی به بافت‌های زنده‌ی آنها وارد می‌آورند و همچنین قـوه‌ی نامیـه عـده‌ای از بذور در اثر گازدهی از بین رفته یا شدیداً کاهش می‌یابد. خطر اشـتعال یـا انفجـار عـده‌ای از

سموم گازی را نباید فراموش نمود (Bagheri-Zenouz, 1985). متیل بروماید یکی از سموم گازی رایج است. بر اساس قطعنامه‌ی مونترال کشورهای توسعه یافته موظفند تا سال ۲۰۰۵ و کشورهای در حال توسعه تا سال ۲۰۱۵ مصرف این سم را به علت خاصیت از بین برندگی لایه‌ی ازن قطع نمایند (Anonymous, 1999). در آمریکا در سال ۱۹۸٤ مصرف اتیلن دی بروماید در مواد غذائی انباری و محصولات کشاورزی ممنوع گردید، زیرا این ماده مظنون به داشتن خاصیت سرطان‌زایی بود (Molins, 2001; Latifian, 2002). در اواخر دهه‌ی ۱۹۳۰ میلادی تفکر استفاده از روش نابارورسازی در حشرات توسط E. F. Knipling ارائه گردید. این ابتکار توسط وی زمانی ارائه شد که بر روی مگس دام *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) کار می‌کرد. در این روش از پرتوهای یون‌ساز جهت نابارورسازی استفاده می‌گردد. اگرچه برخی از مواد شیمیایی نیز خاصیت نابارورسازی دارند اما اکثر آنها سرطان‌زا هستند و همچنین ممکن است تمامی حشرات رهاشده، به‌طور یکنواخت و کامل نابارور نباشند. این حقایق باعث می‌شود که در مقیاس بزرگ نتوان از مواد شیمیایی استفاده نمود. کاربرد پرتوهای یون‌ساز یک روش فیزیکی است و با دقت می‌توان دز تابش پرتو را محاسبه و اعمال نمود. در این روش حشرات در معرض تابش گاما قرار می‌گیرند. پرتو گاما موجب ایجاد آسیب‌های فراوانی به اجزاء ژنتیکی اسپرم می‌گردد. زمانی که نرهای نابارور با ماده‌های طبیعی آمیزش کنند، لقاح حاصل می‌گردد اما اسپرم چنان آسیب دیده که جنین تشکیل نمی‌گردد. اگر نرهای نابارور چندین نسل رهاسازی شوند، جمعیت حشره کاهش بسیاری خواهد یافت (Lindquist, 1992).

مواد و روش‌ها

ابتدا مقداری ماش در دمای ٦۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ٦ ساعت درون آون قرار داده شدند تا هرگونه آلودگی احتمالی آن از بین برود (Howlader & Rahman, 1995). سپس تعداد زیادی از حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای روی آن رهاسازی گردید و به مدت ٢٤ ساعت اجازه داده شد تا تخم ریزی نمایند. بعد از این مدت آنها را از ماش خارج نموده و ماش‌های تخم ریزی شده درون انکوباتور در دمای ۲ ± ۲۹ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ٦۵ درصد به مدت نوزده روز نگهداری شدند. بعد از سپری شدن این مدت و اطمینان از مرحله‌ی

شفیرگی حشره (شکافتن تصادفی تعدادی ماش با اسکالپل)، ماش‌های حاوی شفیره با دزهـای ۰، ۲۰، ۳۵، ۵۰، ٦۰ و ۷۰ گری در مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای کرج پرتودهی شد. دو روز بعد، حشرات کامل به محض خروج از ماش‌ها جمع‌آوری شده و نرها از ماده‌هـا جدا گردید و در ظروف جداگانه ریخته شد (اندازه نرها از ماده‌ها کوچک‌تر است و همچنـین از نظر رنگ، نرها کمی روشن‌تر از ماده‌ها هستند). سپس تیمارهای آزمایشـی بـه صـورت نـر طبیعی × ماده‌ی طبیعی، نر طبیعـی × مـاده‌ی پرتودیـده، نـر پرتودیـده × مـاده‌ی طبیعـی و نـر پرتودیده × ماده‌ی پرتودیده آماده شدند. در هر تیمار پنج جفت از این حشرات بـه همـراه ۵۰ گرم ماش ضد عفونی شده قرار داده شد. هر تیمار شامل پنج تکرار بود. پس از آمیزش و تخم ریزی حشرات کامل و سپری شدن عمر آنان، حشرات مرده از پتری‌ها خـارج شـده و در هـر تکرار تعداد تخم‌های گذاشته شده شمارش گردید. پس از ۲۱ روز که حشرات کامل نسل بعد خارج گردیدند تعداد آنان شمارش شده و با تقسیم حشرات کامل خارج شده به تعداد تخم‌ها، درصد ظهور حشرات کامل نسل بعد مشخص گردید.

جهت انجام آزمایش نسبت رهاسازی، سه حالت در نظر گرفته شد. حالت اول زمانی بـود که در یک اجتماع که نرها و ماده‌های طبیعی موجود بودند، نرهای نابـارور رهاسـازی شـدند. حالت دوم شامل رهاسازی ماده‌های نابارور در یک اجتماع حاوی نرها و مـاده‌هـای طبیعـی و حالت سوم رهاسازی نر و ماده‌های نابارور در یک اجتماع حاوی نر و ماده‌ی طبیعی بود. برای حالت اول که شامل ماده‌ی طبیعـی × نـر طبیعـی × نـر نابـارور بـود، تعـداد نرهـای نابـارور (با دز ۷۰ گـری) در پـنج تیمـار مختلـف بـه ترتیـب از راسـت بـه چـپ عبـارت بودنـد از: ٦:۱:۱، ۷:۱:۱، ۸:۱:۱، ۹:۱:۱، ۱۰:۱:۱، ۱۵:۱:۱ و ۲۰:۱:۱. برای حالت دوم که شامل ماده‌ی طبیعی × نر طبیعی × ماده‌ی نابارور بود، تعداد ماده‌های نابارور در پنج تیمـار مختلـف بـه ترتیـب از راست به چپ ٦:۱:۱، ۷:۱:۱، ۸:۱:۱، ۹:۱:۱، ۱۰:۱:۱، ۱۵:۱:۱ و ۲۰:۱:۱ و برای حالت سـوم کـه شامل ماده‌ی طبیعی × نر طبیعی × ماده‌ی نابارور × نر نابارور بود تعداد نرها و ماده‌های نابارور در پـنج تیمـار مختلـف بـه ترتیـب از راسـت بـه چـپ ٦:٦:۱:۱، ۷:۷:۱:۱، ۸:۸:۱:۱، ۹:۹:۱:۱، ۱۰:۱۰:۱:۱، ۱۵:۱۵:۱:۱ و ۲۰:۲۰:۱:۱ در نظر گرفته شد (Howlader & Rahman, 1995). هریک از تیمارهای فوق بر روی ۵۰ گرم ماش سترون رهاسازی شد و هـر تیمـار آزمایشـی دارای پـنج

تکرار بود. پس از آمیزش و سپری شدن عمر این حشرات، آنها را از پتری‌ها خارج نموده و تخم‌های گذاشته شده و حشرات کامل خارج شده از آنها مورد مطالعه قرار گرفت. کلیه‌ی آزمایش‌های مذکور در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه‌ی میانگین‌ها با روش آزمون دانکن در سطح خطای ۰/۰۵ انجام گرفت. آزمایش‌های مذکور در مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای کرج انجام شد و منبع پرتودهی گاماسل، چشمه کبالت ٦۰، اکتیویته ٤۱۰۰ کوری و میزان دز ۰/٦٤ گری بر ثانیه بود.

نتایج و بحث

مقایسه‌ی میانگین‌ها (آزمون دانکن، ۰/۰۵) نشان داد که در دز ۲۰ گری کلیه‌ی جفت تیمارها با هم اختلاف معنی‌دار دارند به‌جز تیمارهای نر طبیعی × ماده‌ی طبیعی با نر طبیعی × ماده‌ی پرتودیده. این پدیده نشان داد که در دز ۲۰ گری ماده‌های پرتودیده با ماده‌های طبیعی یکسان عمل می‌کنند و ناباروری بوقوع نمی‌پیوندد. در دز ۳۵ گری، کلیه‌ی جفت تیمارها با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. بیشترین میزان ناباروری در تیمار نر پرتودیده × ماده‌ی پرتودیده بود و این تیمار با تیمار نر پرتودیده × ماده‌ی طبیعی تفاوت معنی‌دار نداشت. در نتیجه اثر نابارورشدگی بیشتر مرهون پرتو دیدن نرها بود تا ماده‌ها. در دز ۵۰ گری، بین تیمارهایی که در آن نر یا ماده‌ی پرتودیده وجود داشت با تیماری که نر و ماده‌ی آن طبیعی بودند، اختلاف معنی‌دار وجود داشت. یعنی با رسیدن به دز ۵۰ گری، نقش نرهای پرتودیده با ماده‌های پرتودیده در ایجاد ناباروری یکسان گردید. این پدیده در دزهای ٦۰ و ۷۰ گری نیز بوقوع پیوست. با توجه به جدول شماره ۱، دزهای ٦۰ و ۷۰ گری قادرند درصد ظهور حشرات کامل در نسل بعد را چه در مورد نرهای نابارور و چه در مورد ماده‌های نابارور بطور معنی‌داری کاهش دهند. این نتیجه با گزارش Howlader & Rahman (1995) منطبق است. آنها چنین اظهار داشتند که دامنه‌ی دز ناباروری سوسک چینی حبوبات در حدود ۱۰۰–۸۰ گری است و در مورد سوسک چهارنقطه‌ای این میزان کمتر می‌باشد. همچنین این میزان دز نسبت به سایر آفات انباری نیز کمتر می‌باشد (Howlader & Rahman, 1995).

جدول ۱. اثر دزهای مختلف و حالات گوناگون آمیزش در تعداد تخم گذاشته شده، تعداد حشرات کامل خارج شده و درصد تفریخ تخم‌ها.

Table 1. Effects of different doses and mating situations in the number of laid eggs, number of emerged adults and percentage of egg hatchability.

Average of adults in next generation ± SD	Average of emerged adults ± SD	Average of laid eggs ± SD	Treatments	Doses
48.9±5.7[a]	186.2±28.8	380.6±42.3	Nm×Nf	20Gy
46.5±6.6[a]	94.8±19.2	204.4±34.9	Nm×If	
15.0±1.8[b]	50.2±8.8	336.6±24.0	Im×Nf	
5.1±4.7[c]	9.6±8.0	158.0±83.8	Im×If	
56.5±13.6[a]	179.8±35.3	322.4±30.5	Nm×Nf	35 Gy
21.0±13.5[b]	17.4±11.7	91.2±55.5	Nm×If	
3.6±1.8[c]	10.4±6.7	362.8±76.9	Im×Nf	
0.5±1.2[c]	0.6±1.3	66.8±27.6	Im×If	
48.5±24.8[a]	118.8±61.5	241.8±29.0	Nm×Nf	50 Gy
7.1±7.0[b]	1.4±1.5	16.4±10.3	Nm×If	
9.8±13.0[b]	24.2±32.6	254.4±52.5	Im×Nf	
0±0[b]	0±0	26.6±18.7	Im×If	
62.3±9.5[a]	194.4±90.7	322±15.36	Nm×Nf	60 Gy
0±0[b]	0±0	49.8±10.7	Nm×If	
0.62±0.7[b]	2.6±2.7	446.2±59.7	Im×Nf	
0±0[b]	0±0	89.6±23.6	Im×If	
36.3±6.3[a]	146.8±22.4	409.2±61.9	Nm×Nf	70 Gy
0±0[b]	0±0	7.8±6.2	Nm×If	
0.1±0.1[b]	0.4±0.5	337.2±47.1	Im×Nf	
0±0[b]	0±0	1.0±1.2	Im×If	

Means with one common letter are not significantly different in 5% level.
Nm: Normal male Im: Irradiated male
Nf: Normal female If: Irradiated female

نتایج نسبت رهاسازی حشرات نابارور (با دز ۷۰ گری) در سه حالت بررسی گردید. در حالت اول فقط نرهای نابارور به جمعیت طبیعی افزوده شد. نسبت‌های ۶:۱:۱ تا ۲۰:۱:۱ از لحاظ آماری ارزش یکسان داشتند و تمام آنها با شاهد متفاوت بودند. در حالت دوم فقط ماده‌های نابارور به جمعیت طبیعی افزوده شدند. مشاهده‌ی نتایج این تیمار نشان داد در شاهد و نسبت ۹:۱:۱ عملکرد یکسان بود و بیشترین میزان تفریخ صورت گرفت. نسبت ۶:۱:۱ رتبه‌ی دوم را داشت و نسبت‌های ۷:۱:۱ و ۸:۱:۱ رتبه‌ی سوم را داشتند. نسبت ۲۰:۱:۱ رتبه‌ی چهارم را داشت و کمترین میزان تفریخ را نسبت‌های ۱۰:۱:۱ و ۱۵:۱:۱ داشتند. این مشاهدات نشان می‌دهد که نتایج حاصله رابطه‌ی منطقی با یکدیگر نداشته و در نتیجه رهاسازی ماده‌های نابارور در کاهش جمعیت حشره بطور واقعی نمی‌تواند مؤثر باشد. در حالت سوم نرها و ماده‌های نابارور به جمعیت طبیعی افزوده گردیدند. در این حالت کلیه‌ی تیمارهای حاوی نر و ماده‌ی نابارور با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار داشتند. بین تمامی نسبت‌های رهاسازی اختلاف معنی‌دار نبود مگر در مورد نسبت ۷:۷:۱:۱. بهترین نسبت رهاسازی در تیمارهای ۱۰:۱۰:۱:۱، ۱۵:۱۵:۱:۱ و ۲۰:۲۰:۱:۱ حاصل گردید به طوری که میزان تفریخ تخم‌ها به‌طرز چشم‌گیری کاهش یافت.

از آنجایی که رهاسازی نرهای نابارور به تنهایی در مقایسه با رهاسازی هم‌زمان نرها و ماده‌های نابارور، اثر یکسان بروز داد، در نتیجه رهاسازی توأم نرها و ماده‌های نابارور در کاهش جمعیت آفت بیشتر می‌تواند مدنظر قرار گیرد، زیرا در این حالت نیازی به جداسازی نرها و ماده‌ها نخواهد بود و در میزان کار صرفه جویی قابل ملاحظه‌ای خواهد شد. بنابراین در مورد سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات استفاده از دز ۷۰ گری در مرحله‌ی شفیرگی و نسبت رهاسازی ۱۰:۱۰:۱:۱ (ماده‌ی طبیعی: نرطبیعی: ماده‌ی پرتودیده: نر پرتودیده) می‌تواند نتایج مطلوبی در کاهش جمعیت حشره بوجود آورد (جدول ۲). این آزمایش نشان می‌دهد این روش به‌طرز مناسبی می‌تواند جمعیت حشره را تحت کنترل درآورد. اگرچه آزمایش بایستی در مقیاسی وسیع انجام شود تا معلوم شود که جنبه عملی دارد یا خیر (Howlader & Rahman, 1995).

جدول ۲. تعداد تخم تولید شده و درصد تفریخ تخم‌های ناشی از نسبت و حالات مختلف رهاسازی.

Table 2. Number of laid eggs and the hatchability percentage of eggs resulted from the ratio and situations of release.

Percentage of emerged adults ± SD	Number of laid eggs ± SD	Treatments
89.2±6.4^{a}	44.6±19.6	$Nm^{1} \times Nf^{1}$
6.2±9.1^{b}	60.3±12.7	$Im^{6} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
14.8±11.3^{b}	73.3±4.5	$Im^{7} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
8.4±14.6^{b}	55.6±3.0	$Im^{8} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
0±0^{b}	55.6±8.3	$Im^{9} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
10.8±18.7^{b}	32.0±28.1	$Im^{10} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
3.6±6.3^{b}	61.6±20.0	$Im^{15} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
3.2±2.8^{b}	49.0±22.3	$Im^{20} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
89.2±6.4^{ab}	44.6±19.6	$Nm^{1} \times Nf^{1}$
73.0±13.2^{bc}	110.3±19.3	$If^{6} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
70.0±10.1^{cd}	95.0±4.6	$If^{7} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
69.2±8.4^{cd}	91.6±11.2	$If^{8} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
92.6±0.5^{a}	68.6±5.0	$If^{9} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
6.4±7.1^{e}	312.6±125.7	$If^{10} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
9.8±2.3^{e}	492.3±96.6	$If^{15} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
54.0±16.6^{d}	126.0±60.7	$If^{20} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
89.2±6.4^{a}	44.6±19.6	$Nm^{1} \times Nf^{1}$
7.8±12.3^{bc}	143.6±31.6	$Im^{6} \times If^{6} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
25.5±18.0^{b}	113.0±15.6	$Im^{7} \times If^{7} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
15.6±20.9^{bc}	90.6±14.6	$Im^{8} \times If^{8} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
24.1±7.1^{b}	77.0±1.7	$Im^{9} \times If^{9} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
0.5±0.9^{c}	468.3±54.0	$Im^{10} \times If^{10} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
1.4±2.3^{c}	392.3±91.5	$Im^{15} \times If^{15} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$
2.6±4.5^{c}	254.6±62.0	$Im^{20} \times If^{20} \times Nm^{1} \times Nf^{1}$

Means with one common letter are not significantly different in 5% level.
Nm: Normal male Im: Irradiated male
Nf: Normal female If: Irradiated female

سپاسگزاری

این پروژه‌ی تحقیقاتی از طریق طرح ملی تحقیقات شماره ۳۱۳۰۵۳۰۹ و با حمایت شورای پژوهش‌های علمی کشور انجام گردیده است که بدین وسیله قدردانی می‌گردد.

منابع

Anonymous (1999) Food and environmental protection newsletter. *International Atomic Energy Agency* 2(2), 12-13.

Bagheri-Zenouz, E. (1985) *Les Coleopteres depredateures de produits alimentaires et industriels*. Vol. 1, pp. 201-203. Edition de Sepehre. [In Persian].

Howlader, A. J. & Rahman, R. (1995) Studies on the application of sterile insect technique (SIT) for the suppression of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae). *Nuclear Science and Application* 4(2), 105-110.

Khare, D. P. (1994). *Stored grain pests and their management*. pp. 60-67. Kalyani Publishers.

Koochaki, E. & Banayan-Aval, M. (1993) *Pulses cultivation*. pp. 17-20. Jahad Daneshgahi Press, Mashad University.

Latifian, M. (2002) Application of irradiation for controlling stored-pests of dry date. *Zeitoon Journal* 153, 14-18. [In Persian].

Lindquist, D. A. (1992) The development and global impact of the sterile insect technique for insect population management. *Symposium*: *Application of Area-wide Insect Suppression to the Midwest Landscape*. Ames, Iowa.

Molins, R. A. (2001) *Food irradiation*: *principles and applications*. pp. 113-130. John Wiley & Sons.