



تأثیر تلفیق پرتو گاما با اسانس گیاه برازمبل بر میزان مرگ و میر شپشه آرد

مهرداد احمدی^۱، سعید محرمی پور*^۲، محمدرضا اردکانی^۳، حسین مزدارانی^۳

۱- گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی: ۳۳۶-۱۴۱۱۵، تهران- ایران

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، صندوق پستی: ۳۱۳-۳۱۴۸۵، کرج- ایران

۳- دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی: ۱۱۱-۱۴۱۱۵، تهران- ایران

چکیده: در تلاش برای دستیابی به روشی کاربردی و استفاده از ترکیبات طبیعی برای کنترل آفات انباری، اثر تلفیق پرتو گاما با اسانس گیاه برازمبل بر روی حشرات کامل شپشه آرد مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در شرایط دمای 27 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و در تاریکی در طی ۲ مرحله طراحی گردید: (۱) پرتو دهی حشراتی که از قبل اسانس داده شده بودند (۲) اسانس دهی حشراتی که از قبل در معرض پرتو قرار گرفته بودند. در آزمایش‌های مربوط به تلفیق پرتو گاما با اسانس، میزان مرگ و میر ۱۴ روز پس از شروع اولین تیمار مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند هرگاه پرتو گاما به صورت تلفیقی با اسانس گیاه برازمبل روی حشرات کامل شپشه آرد (۱-۷ روزه) مورد استفاده قرار گیرد، اثر سینرژیستی معنی‌دار ایجاد می‌نماید. دز ۱۰۰ گری از پرتو گاما به تنهایی موجب بروز ۱۲٫۵ درصد مرگ و میر در بین جمعیت شپشه آرد گردید اما وقتی این حشرات پرتو دیده ۷ روز پس از پرتو دهی در معرض ۷٫۶۶ میکرولیتر بر لیتر هوا از اسانس برازمبل (که به تنهایی موجب بروز ۶٫۲۵ درصد مرگ و میر می‌گردد) قرار گرفت، میزان مرگ و میر آن‌ها به ۳۲٫۵ درصد رسید. این نتایج، کاربرد موفقیت‌آمیز پرتو گاما در حضور اسانس گیاهی برای مدیریت کنترل شپشه آرد را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: پرتو گاما، گیاه برازمبل، شپشه آرد، اسانس گیاهی، اثر سینرژیستی

Effect of Combination of Gamma Radiation and Essential Oil from *Perovskia atriplicifolia* on Mortality of *Tribolium castaneum*

M. Ahmadi¹, S. Moharramipour*², M.R. Ardakani², H. Mozdarani³

1- Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, P.O. Box: 14115-336, Tehran – Iran

2- Agriculture Research Center, Islamic Azad University, P.O. Box: 31485-313, Karaj-Iran

3- Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, P.O. Box: 14115-111, Tehran – Iran

Abstract: In an attempt to find a natural and inexpensive method to control the stored-product pests, the effect of combination of gamma radiation and essential oil from *Perovskia atriplicifolia* (Benth) on the adults of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) was investigated. Experiments were carried out at $27 \pm 1^\circ\text{C}$ and $65 \pm 5\%$ R. H. under dark condition. Two experimental regimes were designed: 1) irradiation of fumigated adults 2) fumigation of irradiated adults. In combination experiments, mortality was assessed 14 days after the first treatment. The results showed significant synergistic effect of gamma radiation with essential oil on adults of *T. castaneum* (1-7 days old). Gamma irradiation at dosage 100Gy, alone caused 12.5% mortality on *T. castaneum* but when these irradiated insects were treated by 7.66 $\mu\text{l/l}$ air of *P. atriplicifolia* oil 7 days after irradiation, (caused 6.25% mortality alone) mortality percent reached 32.5%. These results provide the basis for successful use of gamma radiation in the presence of the essential oil for management of *T. castaneum*.

Keywords: Gamma Radiation, *Perovskia atriplicifolia*, *Tribolium castaneum*, Essential Oil, Synergistic Effect

*email: moharami@modares.ac.ir



۱- مقدمه

در کنترل آفات انباری، استفاده از سموم شیمیایی گازی یکی از عمده‌ترین روش‌های کنترلی به شمار می‌رود که مشکلاتی از قبیل ایجاد مقاومت آفات در برابر سموم و مهم‌تر از همه آلودگی‌های زیست-محیطی و مسمومیت انسان و سایر پستانداران را به همراه دارد [۱]. از مهم‌ترین سموم گازی می‌توان متیل برومید و فسفین را نام برد که از آلاینده‌های مهم لایه‌ی ازن به شمار می‌روند. از آن‌جا که گزارشاتی مبنی بر بروز مقاومت آفات انباری در مقابل سم فسفین وجود دارد و از طرفی مصرف متیل برومید در کشورهای توسعه یافته از سال ۲۰۰۵ محدود شده و در کشورهای در حال توسعه بایستی تا سال ۲۰۱۵ متوقف گردد [۱ و ۲]، استفاده از سایر روش‌ها می‌تواند جای‌گزین مناسبی برای سموم گازی باشد. در این میان پرتو گاما و اسانس‌های گیاهی می‌توانند به عنوان دو روش مناسب در مدیریت تلفیقی آفات مورد استفاده قرار گیرند [۳]. یکی از مهم‌ترین آفات انباری که حساسیت بالایی نسبت به پرتو گاما دارد شپشه آرد^(۱) می‌باشد [۴ و ۵]. بر طبق گزارشات آیواز و همکارانش [۶] مشخص گردید که دز ۲۰۰ گری از پرتو گاما پس از ۳۰ روز حشرات کامل شپشه آرد را به طور کامل از بین خواهد برد. هم‌چنین تحقیقات برور و تیلتون [۷] نشان داد که حشرات کامل شپشه آرد از حساسیت بالایی نسبت به پرتو گاما برخوردارند، به طوری که دز ۳۰ گری قادر است کلیه‌ی حشرات کامل را عقیم نماید.

از طرف دیگر گزارشات مختلفی مبنی بر اثرات حشره‌کشی اسانس‌های گیاهی بر روی آفات انباری وجود دارد. گارسیا و همکارانش [۸] گزارش کردند که اسانس گیاه فلورنزا پاپیس^(۲) می‌تواند اثر کشندگی و هم‌چنین دورکنندگی برای شپشه آرد داشته باشد. وانگ و همکارانش [۹] در آزمایش‌های خود مشاهده کردند که اسانس گیاه درمنه^(۳) اثر حشره‌کشی بالایی داشته و می‌تواند با کنترل شپشه آرد جلوی خسارت این آفت را بگیرد. با این که گزارشات زیادی مبنی بر اثرات مفید اسانس گیاه برازمل وجود دارد [۱۰]، تاکنون هیچ‌گونه اثر حشره‌کشی برای این اسانس گزارش نشده است.

در این میان پرتو گاما می‌تواند در کنترل آفات انباری، روشی مؤثر در کنار سایر روش‌ها به شمار آید [۱۱]. گزارشات متعددی مبنی بر تلفیق روش پرتو دهی با سایر روش‌های کنترلی نظیر استفاده از تابش فرسرخ [۱۲]، امواج ماکروویو [۱۳] و نیز

حشره‌کش‌ها [۱۴] به منظور کنترل جمعیت آفات وجود دارد. با تلفیق چنین روش‌هایی می‌توان اثرات کنترلی هر کدام از این عوامل را افزایش داده و جمعیت آفات را به صورت مؤثرتری کنترل نمود. در تحقیقی که توسط شارما و ست [۳] انجام شده است، مشخص گردید که استفاده‌ی هم‌زمان از پرتو گاما و عصاره‌ی درخت چریش^(۴) برای مبارزه با کرم پرودنیا^(۵) به علت بروز اثرات سینرژیستی کارایی هر دو روش را چند برابر افزایش داده است. در مطالعات دیگری که بر روی اثرات تلفیقی پرتو گاما با حشره‌کش‌های شیمیایی صورت گرفته است معلوم گردید که اثر کنترلی ترکیبات شیمیایی زمانی که آفت از قبل در معرض پرتو قرار گیرد، چند برابر افزایش می‌یابد [۱۵]. با این که پرتو گاما قابلیت کشندگی بالایی برای آفات انباری دارد، آزمایش‌ها نشان می‌دهند که هر قدر میزان دز پرتو بالاتر رود کیفیت محصول انباری به همان اندازه کاهش یافته و هزینه کنترل نیز افزایش می‌یابد. از طرف دیگر اثر کشندگی اسانس‌ها نیز کاملاً به اثبات رسیده است، ولی چنان که این اسانس با دز بالا مصرف گردد، بوی تند آن بر روی محصول باقی مانده و از بازار پسندی آن می‌کاهد. لذا چنین به نظر می‌رسد که استفاده از دزهای زیر کشنده‌ی پرتو گاما به همراه اسانس‌های گیاهی علاوه بر این که فاقد اثرات نامطلوب است، بلکه می‌تواند از قدرت کشندگی قابل قبولی در بین جمعیت شپشه آرد برخوردار باشد. در این تحقیق برای اولین بار اثر تلفیقی پرتو گاما با اسانس گیاه برازمل در مدیریت کنترل شپشه آرد مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ جمع‌آوری گیاه

در اواخر اردیبهشت ماه ۱۳۸۵ هم‌زمان با گل‌دهی، گیاه برازمل^(۶) از محوطه‌ی مؤسسه تحقیقاتی جنگل‌ها و مراتع کشور جمع‌آوری و پس از انتقال به آزمایشگاه در شرایط طبیعی و تهویه‌ی مناسب (دمای ۲۳-۲۴ درجه‌ی سلسیوس) در مدت ۵ روز خشک گردید. برگ‌های خشک تا زمان اسانس‌گیری در دمای ۲۴- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

۲-۲ تهیه‌ی اسانس

برای تهیه‌ی اسانس، گیاه خشک شده به شکل پودر درآمد. هر بار ۴۰ گرم گیاه خشک شده، با آب مقطر (به نسبت ۱ به ۱۰) به کمک دستگاه اسانس‌گیر به روش تقطیر ساده، طی مدت

تیمار و شاهد شمارش شده و درصد مرگ و میر آن‌ها محاسبه گردید. در این آزمایش‌ها حشراتی که قادر به حرکت دادن پا و شاخک خود نبودند، مرده تلقی گردیدند.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. تحلیل پارامترهای پرویت^(۷) به منظور به دست آوردن مقادیر LC_{50} , LC_{25} , LC_{5} با استفاده از روش فاینی [۱۷] انجام شد.

۲-۶-۲ اثر تلفیق پرتو گاما و اسانس گیاهی

به منظور بررسی اثرات سینرژیستی میان پرتو گاما و اسانس گیاه برازمبل، ۲ سری آزمایش طراحی گردید. آزمایش‌ها ۵ بار تکرار شدند و هر تکرار شامل ۲۰ عدد حشره‌ی کامل ۱-۷ روزه بود.

در سری اول آزمایش‌ها، ابتدا حشرات کامل توسط پرتو گاما تا دز زیرکشنده‌ی ۱۰۰ گری پرتو دهی شدند. ۱ و ۷ روز پس از پرتو دهی، حشرات پرتو دیده در معرض دزهای ۷،۶۶ میکرولیتر بر لیتر هوا (LC_{50}) و ۱۹،۶۴ میکرولیتر بر لیتر هوا (LC_{50}) از اسانس برازمبل قرار داده شدند.

در سری دوم آزمایش‌ها، حشرات نخست با دزهای ۷،۶۶ میکرولیتر بر لیتر هوا (LC_{50}) و ۱۹،۶۴ میکرولیتر بر لیتر هوا (LC_{50}) از اسانس برازمبل اسانس دهی شده و ۱ و ۷ روز پس از آن، نمونه‌ها توسط پرتو گاما تا دز ۱۰۰ گری پرتو دهی شدند. مشاهده‌ی مرگ و میر در کلیه‌ی آزمایش‌ها پس از ۱۴ روز از شروع اولین تیمار آغاز شد و درصد مرگ و میر محاسبه گردید.

۳- نتایج

۳-۱ پرتو دهی

مطالعه‌ی زیست‌شناختی روی شپشه آرد پرتو دیده در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که به منظور دستیابی سریع به مرگ و میر در بین جمعیت آفت، بایستی از دزهای پرتوی بالا استفاده شود. میزان مرگ و میر در بین جمعیت آفت با بالا رفتن مقدار دز پرتو، افزایش قابل توجهی نشان داد (شکل ۱). ۳ روز پس از پرتو دهی، میزان مرگ و میر حاصل از دزهای ۰-۹۰۰ گری هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار با یک‌دیگر نداشت، ولی در دراز مدت این اختلاف به حد معنی‌دار خود رسید، به طوری که دز ۱۰۰ گری توانست در مدت ۱۴ روز جمعیت آفت را به میزان

۴ ساعت، اسانس‌گیری [۱۶] شد. اسانس جمع‌آوری شده، به کمک سدیم سولفات آب‌گیری و تا زمان استفاده، در ظروف پلاستیکی ۲ میلی‌لیتری دارای روکش آلومینیمی در یخچال نگه‌داری شد.

۲-۳ پرورش حشرات

شپشه آرد روی ترکیبی از آرد گندم و پودر مخمر آجوبه نسبت ۱:۱۰ پرورش داده شد. نمونه‌ها تحت شرایط دمایی 27 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد در اتاق رشد و در تاریکی نگه‌داری شدند. آزمایش‌ها نیز در این شرایط انجام شدند.

۲-۴ پرتو دهی

پرتو دهی حشرات، با پرتو گاما منبع کبالت-۶۰ در پژوهشکده‌ی تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی تا دزهای ۱۰۰، ۵۰۰، ۹۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۵۰۰، ۱۷۰۰، ۲۰۰۰، ۲۲۰۰ و ۲۴۰۰ گری-دزهای زیرکشنده‌ی حشرات کامل ۱-۷ روزه صورت گرفت. پس از پرتو دهی، حشرات به داخل ظروف شیشه‌ای دارای درپوش پلاستیکی انتقال داده شدند. حشرات شاهد پرتو ندیده نیز در شرایط مشابهی نگه‌داری شدند. ۳ روز پس از پرتو دهی، میزان مرگ و میر در بین حشرات کامل مورد بررسی قرار گرفت.

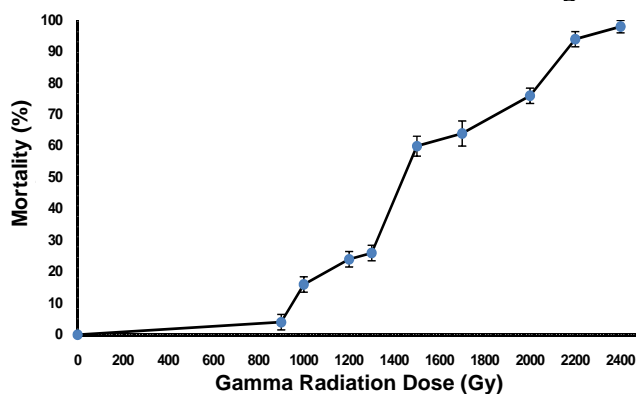
۲-۵ سمیت تنفسی

بر اساس روش نگهبان و همکاران [۱۶]، این آزمایش‌ها در ظروف شیشه‌ای درپوش دار ۲۸۰ میلی‌لیتری انجام شدند. به منظور به دست آوردن دزهای زیرکشنده‌ی اسانس برازمبل مقادیر ۷،۶۶، ۸،۹۳، ۱۲،۵۰، ۱۳،۱۱، ۱۶،۰۷، ۱۹،۶۴، ۲۳،۲۱، ۲۵،۰۰، ۲۶،۷۸، ۲۸،۵۷ و ۴۷،۳۹ میکرولیتر بر لیتر هوا از اسانس گیاهی روی کاغذ صافی ریخته شد و برای پخش یکنواخت اسانس، کاغذ صافی داخل درپوش ظروف شیشه‌ای قرار گرفت. تعداد ۲۰ حشره‌ی کامل ۱-۷ روزه‌ی شپشه آرد به داخل ظروف شیشه‌ای منتقل و برای هر دز اسانس و نیز شاهد ۵ تکرار در نظر گرفته شد. حشرات پس از قرار گرفتن به مدت ۲۴ ساعت در معرض مستقیم اسانس، به داخل ظروف فاقد اسانس انتقال داده شدند. ۳ روز پس از شروع اسانس دهی، حشرات مرده در ظروف



جدول ۱- مقادیر پروبیت مرگ و میر شپشه آرد توسط پرتو گاما و اسانس گیاه برازمیل.

پارامترهای پروبیت	پرتو گاما	برازمیل
n	۴۰۰	۳۵۰
عرض از مبدأ $SE \pm$	$-23,645 \pm 1,984$	$-5,320 \pm 0,796$
ضریب زاویه $SE \pm$	$7,526 \pm 0,623$	$4,156 \pm 0,601$
χ^2 (df)	۹,۳۵۲ (۶)	۷,۰۲۹ (۵)
مقدار P	۰,۱۵۵	۰,۲۱۹
LD_{50} (میکرولیتر بر لیتر هوا)	۸۹۰,۴۶	۷,۶۶
حدود اطمینان ۹۵ درصد	۷۹۲,۳۷-۹۷۱,۶۵	۵,۱۱-۹,۶۵
LD_{10} (میکرولیتر بر لیتر هوا)	۱۱۹۸,۰۰	۱۳,۱۱
حدود اطمینان ۹۵ درصد	۱۱۱۸-۱۲۶۷	۱۰,۶۹-۱۴,۸۳
LD_{50} (میکرولیتر بر لیتر هوا)	۱۴۷۳,۰۰	۱۹,۶۴
حدود اطمینان ۹۵ درصد	۱۴۰۴-۱۵۴۲	۱۷,۳۸-۲۰,۵۷



شکل ۱- تغییرات میزان مرگ و میر حشرات کامل شپشه آرد با دز پرتو گاما.

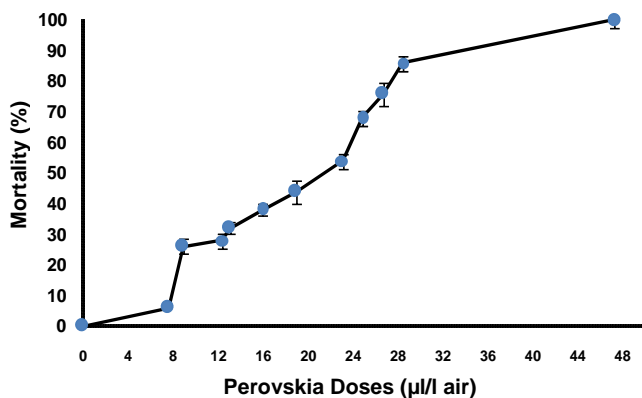
۱۲,۵ درصد کاهش دهد. در خلال این مدت هیچ گونه مرگ و میری در بین حشرات شاهد دیده نشد. هم چنین مشخص گردید در دزهای بالاتر از ۲۴۰۰ گری پس از گذشت ۳ روز از پرتو دهی، هیچ حشره‌ی کاملی قادر به ادامه‌ی زندگی نیست. از نتایج به دست آمده، مقادیر LD_{50} ، LD_{25} و LD_{10} پرتو گاما ۳ روز پس از پرتو دهی به ترتیب برابر ۸۹۰,۴۶، ۱۱۹۸ و ۱۴۷۳ گری تعیین گردید (جدول ۱).

۳-۲ سمیت تنفسی اسانس

تغییرات اثر کشندگی اسانس گیاه برازمیل با دزهای مختلف بر روی حشرات کامل در شکل ۲ نشان داده شده است. مقادیر به دست آمده برای LC_{50} ، LC_{25} و LC_{10} اسانس به ترتیب ۷,۶۶، ۱۳,۱۱ و ۱۹,۶۴ میکرولیتر بر لیتر هوا می‌باشند (جدول ۱). نتایج نشان دادند که بیشترین مقدار سمیت اسانس برای شپشه آرد در دز ۴۷,۳۹ میکرولیتر بر لیتر هوا و بالاتر از آن است.

۳-۳ تلفیق پرتو گاما با اسانس

آزمایش‌های تلفیق به منظور کنترل کامل شپشه آرد نشان دادند که اثرات سینرژیستی این روش، به خصوص در دزهای پایین اسانس مشاهده می‌شود. اسانس با دزهای ۷,۶۶ و ۱۹,۶۴ میکرولیتر بر لیتر هوا خود به تنهایی جمعیت شپشه آرد را، به ترتیب، به میزان ۶,۲۵ و ۴۵ درصد کاهش داد. ولی زمانی که ۱ و ۷ روز پس از اسانس دهی توسط پرتو گاما با دز زیرکشنده‌ی ۱۰۰ گری پرتو دهی شدند، میزان مرگ و میر در حشرات یک روزه، به ترتیب، ۱۰,۰۰ و ۶۳,۷۵ درصد و در حشرات کامل ۷ روزه، به ترتیب، ۲۳,۷۵ و ۵۳,۷۵ درصد به دست آمد (جدول ۲).



شکل ۲- تغییرات میزان مرگ و میر حشرات کامل شپشه آرد با دز اسانس گیاه برازمیل.

جدول ۲- اثر پرتو گاما بر روی میزان مرگ و میر حشرات کامل شپشه آرد، ۱ و ۷ روز پس از اسانس دهی.

دز اسانس (میکرولیتر بر لیتر هوا)	درصد مرگ و میر (میانگین \pm SE) ^۱		
	دز پرتو گاما (گری)		
۰,۰۰	۰	۱۰۰ (روز ۱) ^۲	۱۰۰ (روز ۷) ^۳
۷,۶۶	۰,۰۰ \pm ۰,۰۰ b	۱۲,۵ \pm ۱,۴۴ a	۱۲,۵ \pm ۱,۴۴ a
۱۹,۶۴	۶,۲۵ \pm ۱,۲۵ b	۱۰,۰۰ \pm ۲,۰۴ b	۲۳,۷۵ \pm ۲,۳۹ a
	۴۵,۰۰ \pm ۲,۰۴ b	۶۳,۷۵ \pm ۲,۳۹ a	۵۳,۷۵ \pm ۲,۳۹ b

۱- حروف مشابه در هر ردیف (حروف کوچک) و در هر ستون (حروف بزرگ) بر اساس آزمون توکی^(۸) در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی داری با هم ندارند.
 ۲- یک روز پس از شروع اسانس دهی، حشرات کامل در معرض پرتو گاما قرار گرفته و میزان مرگ و میر آن‌ها پس از گذشت ۱۴ روز از شروع آزمایش (اسانس دهی) تعیین گردید.
 ۳- هفت روز پس از شروع اسانس دهی، حشرات کامل در معرض پرتو گاما قرار گرفته و میزان مرگ و میر آن‌ها پس از گذشت ۱۴ روز از شروع آزمایش (اسانس دهی) تعیین گردید.

در بین جمعیت آفت نداشت، با گذشت مدت ۱۴ روز از میزان کشندگی بیش تر از کشندگی دز ۹۰۰ گری در ۳ روز اول پس از پرتو دهی برخوردار است. نتایج به دست آمده از این آزمایش‌ها به خوبی با نتایج تونک بیلک و همکارانش [۵] مطابقت می‌کنند. آن‌ها گزارش کردند که دز ۱۰۰ گری قادر است جمعیت شپشه آرد را در طولانی مدت به طور کامل کنترل نماید. رجسوس و لاپس [۱۸] هم توانستند با دز ۲۰۰ گری پرتو گاما پس از ۲۸ روز، تمام مراحل رشد شپشه آرد را به طور کامل از بین ببرند. هیو و همکارانش [۱۹] نیز توانستند با استفاده از دز ۲۰۰-۶۰۰ گری پرتو گاما، کلیه‌ی حشرات کامل شپشه آرد را پس از مدت ۳ هفته کنترل کنند.

نتایج حاصل از تحلیل واریانس داده‌های حاصل از اثر کشندگی اسانس گیاه برازمبل بر روی شپشه آرد نشان دادند که درصد کشندگی این اسانس در دزهای مختلف در سطح ۵ درصد، دارای اختلاف معنی دار است، به طوری که با افزایش دز اسانس، میزان مرگ و میر نیز افزایش معنی دار خواهد یافت. تاکنون هیچ گزارشی مبنی بر اثر حشره کشی اسانس برازمبل بر روی آفات انباری به دست نیامده است. با این وجود، گیاهان از جنس برازمبل به عنوان یکی از ترکیبات مورد استفاده در پزشکی و داروسازی مطرح می‌باشند [۱۰].

از طرف دیگر پرتو گاما و اسانس‌های گیاهی به عنوان ۲ روش کنترلی مناسب در مدیریت تلفیقی آفات هستند. چنان که نتایج نشان دادند، پرتو گاما می‌تواند با اسانس گیاه برازمبل تلفیق شود. این اثر سینرژیستی زمانی به وضوح دیده می‌شود که دزهای پایینی از اسانس برازمبل مورد استفاده قرار گیرد. در دزهای بالای اسانس، علی‌رغم این که افزایش معنی داری در میزان مرگ و میر جمعیت شپشه آرد دیده می‌شود، هیچ گونه اثر سینرژیستی در این دز اسانس بروز نمی‌کند. میزان مرگ و میر مشاهده شده به ویژه زمانی که از اسانس روی حشرات پرتودیده استفاده می‌شود نسبت به زمانی که از پرتو روی حشرات اسانس دیده بهره گرفته می‌شود، افزایش می‌یابد. اثر سینرژیستی و تلفیق پرتو گاما با سایر روش‌ها تا حدودی مورد مطالعه قرار گرفته است. در این خصوص می‌توان به کارهای مهتا و همکاران [۲۰] اشاره کرد که اثر تلفیق حشره کش‌های شیمیایی با پرتو گاما را روی شپشه آرد در چندین مرحله‌ی

در سری دوم آزمایش‌ها، پرتو دهی گاما با دز ۱۰۰ گری بر روی حشرات کامل شپشه آرد، میزان مرگ و میری در حدود ۱۲/۵۰ درصد را به دنبال داشت. زمانی که با اسانس برازمبل این حشرات پرتو دیده، ۱ و ۷ روز پس از پرتو دهی، با دزهای ۷/۶۶ و ۱۹/۶۴ میکرولیتر بر لیتر هوا تیمار شدند، میزان مرگ و میر آن‌ها برای اسانس دهی ۱ روز پس از پرتو دهی، به ترتیب، ۲۵/۰۰ و ۵۵/۰۰ درصد و در مورد اسانس دهی ۷ روز پس از پرتو دهی، به ترتیب، ۳۲/۵۰ و ۵۲/۵۰ درصد افزایش یافت (جدول ۳).

۴- بحث

نتایج حاصل از پرتو دهی حاکی از حساسیت شپشه آرد به پرتو گاما و افزایش معنی دار میزان مرگ و میر آن‌ها با افزایش دز پرتو گاما است. به منظور دست‌یابی به میزان مرگ و میر قابل قبول در بین جمعیت شپشه آرد در کوتاه‌ترین زمان (۳ روز) بایستی میزان دز پرتو را بالا برد. با دز ۲۴۰۰ گری پس از ۳ روز، جمعیت آفت به طور کامل از بین می‌رود. ولی از آن‌جا که هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات تلفیقی در کنترل آفت در طولانی مدت بود، مقدار دز انتخابی برای انجام این آزمایش، ۱۰۰ گری محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد که با گذشت زمان، اثرات کشندگی پرتو نیز افزایش می‌یابد به طوری که دز ۱۰۰ گری که در خلال ۳ روز اول هیچ گونه اثر کشندگی

جدول ۳- اثر اسانس برازمبل بر روی میزان مرگ و میر حشرات کامل شپشه آرد، ۱ و ۷ روز پس از پرتو دهی.

دز پرتو گاما (گری)	درصد مرگ و میر (میاتین \pm SE)			
	دز اسانس (میکرولیتر بر لیتر هوا)			
۰	۰	۰	۰	۰
۰	۶,۲۵ \pm ۱,۲۵b	۶,۲۵ \pm ۱,۲۵b	۶,۲۵ \pm ۱,۲۵b	۶,۲۵ \pm ۱,۲۵b
۱۰۰	۱۲,۵ \pm ۱,۴۴c	۲۵,۰ \pm ۲,۰۴b	۳۲,۵ \pm ۱,۴۴b	۵۵,۰ \pm ۲,۰۴a

۱- حروف مشابه در هر ردیف (حروف کوچک) و در هر ستون (حروف بزرگ)

بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی داری با هم ندارند.

۲- یک روز پس از شروع پرتو دهی، حشرات کامل در معرض اسانس قرار گرفته و مرگ و میر آن‌ها پس از گذشت ۱۴ روز از شروع آزمایش (پرتو دهی) تعیین گردید.

۳- هفت روز پس از شروع پرتو دهی، حشرات کامل در معرض اسانس قرار گرفته و مرگ و میر آن‌ها پس از گذشت ۱۴ روز از شروع آزمایش (پرتو دهی) تعیین گردید.



References:

1. 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).
2. 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).
3. 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).
4. 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).
5. 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).
6. 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).
7. 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).
8. M. Garcia, A. Gonzales, O.J. Donadel, C.E. Ardanaz, C.E. Tonn, M.E. Sosa, "Insecticidal effects of *Flourensia oolepis* Blake (Astraceae) essential oil," *Biochemical Systematics and Ecology*, 181-187 (2007).
9. J. Wang, F. Zhu, X.M. Zhou, C.Y. Niu, C.L. Lei, "Repellent and fumigant activity of essential oil from *Artemisia vulgaris* to *Tribolium castaneum* (Herbst)," *Journal of Stored Products Research*, 339-347 (2006).

مختلف مورد مطالعه قرار داده و وجود اثر سینرژیستی در بین این روش‌ها را به اثبات رسانیده‌اند.
 رامش و همکارانش [۲۱] نیز با تلفیق دزهای زیرکشنده‌ی سم تیودیکارب و دز عقیمی پرتو گاما توانستند حشرات کامل و سایر مراحل زیستی کرم پرودنیا را کنترل نمایند. در مورد قابلیت تلفیق پرتو گاما با ترکیبات گیاهی، آزمایش‌های شارما و ست [۳] نتایج قابل قبولی را نشان داده‌اند. در این آزمایش‌ها که روی اثر تلفیقی پرتو گاما و عصاره‌ی گیاه چریش روی کرم پرودنیا صورت گرفت، مشخص گردید که این دو روش در طولانی مدت قادر خواهند بود جمعیت این آفت را در حد قابل قبولی کنترل نمایند. از آن جا که اثرات پرتو گاما در طولانی مدت آشکار می‌گردد، لازم است اثرات بلند مدت تلفیق پرتو گاما با اسانس‌های گیاهی مورد توجه قرار گیرد. به طور کلی با توجه به کم خطر بودن اسانس‌های گیاهی و قابلیت تلفیق آن‌ها با پرتو گاما به نظر می‌رسد اسانس گیاه برازمل می‌تواند همراه پرتو گاما در کنترل آفات انباری به خصوص در انبارهای کوچک مورد استفاده قرار گیرد.

پی‌نوشت‌ها:

- ۱- *Tribolium castaneum* (Herbst)
- ۲- *Flourensia oolepis* Blake
- ۳- *Artemisia vulgaris* (L.)
- ۴- Azadirachtin
- ۵- *Spodoptera litura* (F.)
- ۶- *Perovskia atriplicifolia*
- ۷- Probit Parameters
- ۸- Tukey
- ۹- Fiducial Limit

- 10.V.U. Ahmed, W.U. Ahmad, R.F. Aliya, T. Baqai, S. Iqbal, R. Khatoon, F.V. Mohammad, "New natural products from terrestrial medical plants and marine algae," *Pure and Applied Chemistry*, 2311-2314 (1993).
- 11.P.B. Cornwell, "Susceptibility of laboratory and wild strains of the grain weevil *Sitophilus granarium* (L.) to gamma radiation. In: The entomology of radiation disinfection of grains (Edited by Cornwell, P.B.)," Pergamon Press, London, 19-26 (1966).
- 12.R.R. Cogburn, J.H. Brower, E.W. Tilton, "Combination of gamma and infrared radiation for control of angoumois grain moth in wheat," *Journal of Economic Entomology*, 923-925 (1971).
- 13.E.W. Tilton, J.H. Brower, G.A. Brown, R.L. Kirkpatrick, "Combination of gamma and microwave radiation for control of the Angoumois grain moth in wheat," *Journal of Economic Entomology*, 531-533 (1972).
- 14.R.R. Cogburn and R.D. Spiers, "Toxicity of malathion to gamma irradiated and non-irradiated adult red flour beetles," *Journal of Economic Entomology*, 185-191 (1972).
- 15.J.D. Saxena and S.K. Bhatia, "Radiosensitivity of a phosphine resistant strain of *Tribolium castaneum* (Herbst) and interaction of gamma radiation and fumigation on susceptible strain," *Journal of Nuclear Agriculture and Biology*, 13-14 (1981).
- 16.M. Negahban, S. Moharramipour, F. Sefidkon, "Fumigant toxicity of essential oil from *Artemisia sieberi* Besser against three stored product insects," *Journal of Stored Products Research*, 123-128 (2007).
- 17.D.J. Finney, "Probit analysis 3rd ed," Cambridge University Press, London (1971).
- 18.R.S. Rejesus and E.B. Lapis, "Disinfestations of stored products by gamma irradiation: I. Defining lethal doses for the Philippine strain of red flour beetle, *Tribolium castaneum* Herbst and saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (L.)," *Philippine Entomologist*. 350-358 (1973).
- 19.T. Hu, L.T. Tsai, Y.K. Fu, "Gamma irradiation controls *Tribolium castaneum* Herbst in wheat flour," *Plant Protection Bulletin*, 371-378 (1985).
- 20.V.K. Mehta, G.R. Sethi, A.K. Garg, R.K. Seth, "Use of ionizing radiation in interaction with fumigants towards management of *Tribolium castaneum* (Herbst)," FTIC Ltd Publishing, Israel, 467-474 (2004).
- 21.K. Ramesh, A.K. Garg, R.K. Seth, "Interaction of substerilizing gamma radiation and thiodicarb treatment for management of the tobacco caterpillar *Spodoptera litura*," *Phytoparasitica*, 7-17 (2002).