دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ۴۶۶۸-۲۰۰۸
www.entomologicalresearch.ir
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)

جلد ۴، شماره ۱، سال ۱۳۹۱، (۴۳-۵۰)

اثر تلفیقی خاک دیاتومه و ژنوتیپ ذرت بر تلفات حشرات‌کامل شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col., Tenebrionidae) در شرایط آزمایشگاهی

مرضیه قاسم‌زاده[۱]، فرشید شخصی‌زارع[۱*]، آزیتا ثابت‌قدم[۲]، نادیا بقایی[۲]

۱- گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
۲- گروه گیاه‌پزشکی، آموزشکده عالی امام خمینی، کرج

چکیده

طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹ به‌منظور بررسی اثرات تلفیقی خاک دیاتومه (DE) و سه ژنوتیپ مختلف ذرت روی تلفات حشرات‌کامل شپشه قرمزآرد *Tribolium castaneum* (Herbst) در فواصل زمانی مختلف در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۲۷°C، رطوبت ٪۵±۶۰ و شرایط تاریکی) مطالعاتی انجام شد. حشرات‌کامل هم‌سن شپشه قرمز آرد تحت تیمارهای سه غلظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه و سه ژنوتیپ مختلف ذرت در ۴ تکرار قرارگرفتند و درصد تلفات آن‌ها پس از گذشت زمان‌های ۲، ۷ و ۱۴ روز ثبت شد و با شاهد مقایسه گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها و غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه بود. در مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه و ژنوتیپ‌ها با استفاده از آزمون دانکن، مقدار غلظت یک گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه و ژنوتیپ $KE_{1728/8}$ به‌طور جداگانه به‌عنوان بهترین غلظت و ژنوتیپ معرفی گردیدند. در بررسی اثر تلفیقی غلظت‌های مختلف (DE) و ژنوتیپ‌ها، درصد مرگ و میر تنها پس از ۱۴ روز معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بالاترین میزان مرگ و میر در این زمان مربوط به غلظت ۰/۵ گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه همراه با ژنوتیپ ذرت $KE_{720/12}$ به ثبت رسید.

واژه‌های کلیدی: خاک دیاتومه، ذرت، شپشه قرمز آرد، *Tribolium castaneum*

مقدمه

ذرت یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که به‌دلیل داشتن تنوع ارقام و تطابق با شرایط اقلیمی گوناگون در اکثر نقاط دنیا کشت می شود. این گیاه یکی از پرمحصول‌ترین غلات به‌شمار می‌رود و از لحاظ مقدار کل تولید بعد از گندم و برنج سومین محصول غله جهان است (Poursaleh, 1994).

*نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *farshid.zare2000@yahoo.com*

تاریخ دریافت مقاله (۹۰/۶/۲۷) - تاریخ پذیرش مقاله (۹۱/۵/۵)

شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum* (Herbst) سوسک‌های کوچکی از خانواده Tenebrionidae، به‌طول ۳ تا ۵ میلی‌متر و به‌رنگ قهوه‌ای تا قرمز می‌باشند که از مواد نشاسته‌ای مانند آرد، سبوس، بلغور و غیره تغذیه می‌کنند. این حشرات پلی‌فاژ، نه تنها ضمن تغذیه زیان‌های قابل توجهی را به محصولات انباری وارد می‌کنند بلکه به‌علت افزایش سریع جمعیت خود، محصولات انباری از جمله آرد را با مدفوع و پوسته‌های لاروی خود آلوده کرده و از مرغوبیت آن به‌شدت می‌کاهند. همچنین حشرات کامل و لاروها می‌توانند از دانه‌های شکسته غلات نیز تغذیه کنند (Bagheri-Abd El-Aziz, 2011؛Zenouz, 1986).

کاربرد حشره‌کش‌های تماسی مصنوعی، امروزه یکی از راه‌کارهای متداول برای جلوگیری از تغذیه و خسارت آفات انباری می‌باشد (Arthur, 2000). استفاده گسترده از سموم شیمیایی، تاثیر سوء آن‌ها بر سایر موجودات غیرهدف، مسمومیت‌های ناشی از کاربرد آن‌ها، هزینه‌های بالای تولید آفت‌کش‌های مصنوعی تجاری و همچنین وجود خطرات باقی‌مانده آن‌ها روی مواد غذایی و محصولات انباری و مهمتر از همه، ایجاد مقاومت، محققین را بر آن داشت تا روش‌های جایگزینی را پیشنهاد کنند (Glob, 1997; Korunic, 1998; Vincent. *et al.,* 2003; Korunic & Rozman, 2010). با توجه به اهمیت اقتصادی آفات انباری و مقاوم شدن آن‌ها نسبت به حشره‌کش‌های متداول شیمیایی، یافتن یک روش ایمن، مناسب، اقتصادی و بادوام جهت کنترل و کاهش خسارت این آفات ضروری به‌نظر می‌رسد. خاک‌های دیاتومه[1] از جمله این ترکیباتی هستند که جهت حفاظت غلات، بقولات و دانه‌های روغنی در انبارها به‌کار گرفته می‌شوند. در سال‌های اخیر خاک دیاتومه[2] (DE) به‌عنوان جایگزینی مناسب برای حشره‌کش‌های شیمیایی مثل سموم تدخینی معرفی شده و به یکی از بخش‌های مهم در برنامه‌های کنترل تلفیقی آفات انباری در دنیا بدل گشته است زیرا دارای پایداری بالا در محیط و حداقل سمیت برای پستانداران ($Rat\ LD_{50}\ Oral > 5000\ mg\ kg^{-1}$) بوده و دارای اثرات جانبی پایینی برای محصولات انباری است. خاک دیاتومه ترکیبی است از دیاتوم‌های فسیل شده به‌صورت ($Sio_2 + nH_2O$) همراه با برخی عناصر معدنی دیگر مثل آلومینیوم، اکسید آهن، منیزیم و سدیم که به‌طور طبیعی در آب‌های شیرین و یا دریاها وجود دارند. مکانیسم اثر خاک دیاتومه در کنترل حشرات به این صورت است که وقتی ذرات آن با بدن حشرات تماس پیدا می‌کنند، به آن می‌چسبند و لایه موم اپیکوتیکول پوست را جذب کرده، به کوتیکول صدمه زده و باعث از دست رفتن آب بدن (حدود ٪ ۶۰) و در نهایت مرگ حشره می‌شوند (Glob, 1997; Korunic, 1998; Subramanyam & Roesli, 2000). عمر انبارداری خاک‌های دیاتومه نامحدود است و تا زمانی که سطح دانه و انبار خشک باقی بماند باعث حفاظت طولانی مدت مواد غذایی انبار به‌خصوص غلات می‌گردند. تاکنون هیچ‌گونه مقاومتی از گونه‌های آفات انباری به خاک دیاتومه گزارش نشده است (Fields, 1998; Anonymous, 2002).

تلفات اولیه و تاخیری فرمولاسیون Silico-Sec® خاک دیاتومه روی حشرات‌کامل *Rhyzopertha dominica* و *T. castaneum* مورد مطالعه قرارگرفت و اثرات دما در سمیت خاک دیاتومه بر روی دو گونه آفت انباری مورد بررسی قرار داده شد و گونه حساس مشخص گردید (Ziaee *et al.,* 2007). یک سال بعد تاثیر ۵ فرمولاسیون مختلف خاک دیاتومه بر روی سه گونه *T. castaneum* و *R. dominica* و *Oryzaephilus surinamesis* مورد آزمایش قرار گرفت و نشان داده شد گونه اول دارای کمترین میزان حساسیت و فرمولاسیون‌های Protect-It® و Dryacid® دارای بیشترین کارایی در کنترل این آفات می‌باشند (Ziaee & Khashaveh, 2007). کارایی حشره‌کشی خاک دیاتومه SilicoSec® علیه

1- Diatomaceous earth

۲- دیاتوم‌ها جلبک‌های تک سلولی هستند که در طی دوران میوسن و ائوسن از دوران زمین‌شناسی به‌وجود آمده بودند.

گونه *T. castaneum* مورد بررسی قرارگرفت و مشخص شد لاروها در مقایسه با حشرات‌کامل حساس‌تر می‌باشند (Shayesteh & Ziaee, 2007). آن‌ها در این تحقیق اثبات کردند که با افزایش میزان دز خاک دیاتومه مقدار مرگ و میر نیز افزایش می‌یابد.

در بررسی اثرات حشره‌کشی دو نهشته ایرانی ممقان و مراغه خاک دیاتومه روی حشرات‌کامل *T. confusum* و مقایسه کارایی آن‌ها با فرمولاسیون SilicoSec® نشان داده شد تلفات، تحت تاثیر مدت زمان و غلظت خاک دیاتومه بوده و نمونه‌های ایرانی اثرات حشره‌کشی کمتری در مقایسه با این فرمولاسیون دارند (Ziaee & Moharramipour, 2010). اثر حشره‌کشی فرمولاسیون Sayan® خاک دیاتومه ایران جهت کنترل *T. confusum* مورد بررسی قرار داده شد و غلظت‌های ۱/۵ و ۲ میکروگرم بر کیلوگرم این فرمولاسیون در روز هفتم عنوان بهترین غلظت‌ها معرفی گردیدند (Golestan-Hashemi *et al.*, 2011). تاثیر حشره‌کشی خاک دیاتومه SilicoSec® روی گونه‌های *Callosobruchus maculatus*، *Sitophilus granarius* در شرایط آزمایشگاهی مورد تحقیق قرار گرفت و نشان داده شد که می‌توان برای هر دو گونه، این روش مبارزه را توصیه نمود. در این آزمایش سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات نسبت به خاک دیاتومه حساس‌تر از گونه دیگر بود (Shams *et al.*, 2011). تاثیر و پایداری خاک دیاتومه فراوری نشده بر علیه *T. castaneum* روی ذرت، سورگوم و گندم‌های انبار شده مورد تحقیق قرار گرفت و نتایج حاکی از آن بود که نوع دانه بر کیفیت اثر خاک دیاتومه تاثیر زیادی دارد. در این آزمایش بیشترین کارایی به‌ترتیب روی گندم، ذرت و سورگوم مشاهده گردید (Kabir *et al.*, 2011). با توجه به این‌که اثر خاک دیاتومه تا به حال روی بستر ژنوتیپ‌های مختلف ذرت مورد آزمایش قرار نگرفته است لذا تحقیقی با این هدف بر روی شپشه قرمز آرد و به‌منظور به‌دست آوردن بهترین اختلاط ژنوتیپ ذرت و غلظت خاک دیاتومه صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

در انجام این آزمایش ابتدا حشرات‌کامل شپشه قرمز آرد از انبارهای آلوده سطح شهرستان کرج جمع‌آوری و طبق روش‌های متداول پرورش داده شدند. روی ۳۰۰ گرم آرد گندم که با ۲۰ گرم مخمر مخلوط شده بود تعداد ۵۰ عدد حشره‌کامل رهاسازی گردید و در ژرمیناتوری با دمای ۲۷° C و رطوبت ۵±۶۰٪ در محیط تاریکی نگهداری شدند تا تکثیر پیدا کنند. در انجام این آزمایش حشرات کامل و هم‌سن ۱۵ روزه پس از ۵ نسل از جمعیت جدید انتخاب و در آزمایشات مورد استفاده قرار گرفتند. برای این منظور ظروف پلاستیکی ۲۵۰ میلی‌لیتری آماده گردید و درب آن‌ها به‌وسیله توری ارگانزا پوشیده شد. سپس مقدار ۵۰ گرم بذر کوبیده شده ذرت از سه ژنوتیپ مختلف $KE_{1264/5-1}$، $KE_{720/12}$ و $KE_{1728/8}$ که جزء ذرت‌های دندانه اسبی و زودرس می‌باشند به‌عنوان بستر تغذیه، در داخل ظروف مذکور به‌طور جداگانه قرارداده شدند. غلظت‌های مختلف ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه Insecto® که معادل ۰/۰۲۵، ۰/۰۵۰ و ۰/۰۷۵ گرم از خاک دیاتومه بودند با ذرت‌های داخل ظروف پلاستیکی مخلوط گردید و تعداد ۲۰ عدد حشره‌کامل هم‌سن شپشه قرمز آرد در داخل هر شیشه رهاسازی گردید. این امر در ۴ تکرار انجام گردید و درصد تلفات حشرات‌کامل با تیمار شاهد که فاقد خاک دیاتومه بود مقایسه گردید. روی هر شیشه اتیکتی حاوی اطلاعات (نوع رقم ذرت، دز خاک دیاتومه، شماره تکرار و تاریخ روز) چسبانده شد و سپس تمامی شیشه‌ها در داخل ژرمیناتوری با شرایط فوق‌الذکر نگهداری شدند.

درصد تلفات حشرات‌کامل در هر شیشه پس از گذشت ۲، ۷ و ۱۴ روز شمارش و ثبت گردید و حشرات تلف شده از شیشه‌ها حذف گردیدند. آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گردید و داده‌های به‌دست آمده ابتدا با استفاده از

نرم‌افزار SPSS از لحاظ نرمال بودن مورد آزمون قرار گرفتند و تبدیلات لازم انجام شد و سپس با استفاده از نرم‌افزارهای آماری Excel و SAS و با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج

در بررسی اثرات متقابل سطوح مختلف خاک دیاتومه بر درصد تلفات حشره‌کامل شپشه قرمز آرد *Tribolium castaneum* در تغذیه از سه ژنوتیپ مختلف ذرت در شرایط آزمایشگاه، نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۱) نشان داد، هم ژنوتیپ‌ها و هم سطوح مختلف خاک دیاتومه (DE) در اکثر زمان‌های پس از تیمار تفاوت معنی‌داری با هم داشتند اما در ارتباط با اثرات تلفیقی غلظت‌ها (DE) و ژنوتیپ‌ها، فراوانی تجمعی میزان مرگ و میر و همچنین فراوانی کل مرگ و میر فقط در زمان ۱۴ روز پس از تیمار خاک دیاتومه معنی‌دار بوده (در سطح ٪۱) و در بقیه روزها معنی‌دار نبود.

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس غلظت‌های خاک دیاتومه و ژنوتیپ‌ها
Table1- ANOVA of diatomaceous earth's doses and genotypes

Source of difference	df.	Mean of squares in different days		
		2d	7d	14d
Genotypes	2	1.641^{**}	0.584^{*}	2.421^{**}
DE	3	14.337^{**}	38.603^{**}	30.23^{**}
Genotypes × DE	6	$0.624^{n.s}$	$0.240^{n.s}$	3.433^{**}
Error	36	0.311	0.139	0.005

C.V: 5.12
** significantly different (P>0.001)
* significantly different (P>0.005)
n.s: without significantly different

مقایسه میانگین درصد تلفات آفت در تغذیه از ژنوتیپ‌ها با استفاده از آزمون دانکن، در زمان‌های مختلف، نشان داد بالاترین مقدار مرگ و میر مربوط به ژنوتیپ $KE_{1728/8}$ (G3) در زمان ۷ روز پس از تیمار با خاک دیاتومه بود (جدول۲) لذا به‌عنوان بهترین ژنوتیپ معرفی گردید.

مقایسه میانگین درصد تلفات آفت ناشی از غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه با استفاده از آزمون دانکن، در زمان‌های مختلف نشان داد بالاترین مقدار مرگ و میر مربوط به غلظت یک گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه و در زمان ۷ روز پس از تیمار بود (جدول۳)، بنابراین به‌عنوان بهترین غلظت خاک دیاتومه معرفی شد.

مقایسه میانگین اثرات تلفیقی ژنوتیپ‌ها و غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه با استفاده از آزمون دانکن در ۱۴ روز پس از تیمار نشان داد بالاترین میزان مرگ و میر در این زمان مربوط به ۰/۵ گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه در ترکیب با ذرت ژنوتیپ $KE_{720/12}$ (G2DZ2) بود (جدول۴).

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد تلفات حاصل از اثرات ژنوتیپ‌ها

Table 2- Comparison of mean percentage (±SE) of mortality due to genotype effect

Genotypes	Mean of mortality (%) in different days (d)		
	2d	7d	14d
$KE_{1264/5-1}$	2.138±0.278	3.32±0.450	3.25±0.431
$KE_{720/12}$	1.82±0.167	3.15±0.328	3.17±0.33
$KE_{1728/8}$	2.46±0.332	3.53±0.539	3.20±0.362

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد تلفات ناشی غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه در زمان‌های مختلف

Table 3- Comparison of means percentage of mortality (±SE) due to different doses in different times caused by DE doses times

DE doses (ppm)	Mean of mortality (%) in different days (d)		
	2d	7d	14d
500	2.462±0.340	4.36±0.538	4.65±0.541
1000	3.331±0.452	3.695±0.483	3.82±0.485
1500	2.056±0.244	4.585±0.574	4.46±0.537

جدول۴- مقایسه میانگین درصد تلفات حاصل از اثرات متقابل ژنوتیپ × DE

Table 4- Comparison of means (ISE) of mortality percentage caused by genotypes and DE interactions

Interactions	Mean mortality (%)
G1 DZ2	0.707±0.013
G1 DZ3	0.707±0.013
G1 DZ4	1.095±0.057
G2 DZ2	5.049±0.862
G2 DZ3	0.707±0.013
G2 DZ4	0.707±0.013
G3 DZ2	0.707±0.013
G3 DZ3	0.707±0.013
G3 DZ4	0.707±0.013
G1: $KE_{1264/5-1}$	DZ2: 0.5 gr/kg
G2: $KE_{720/12}$	DZ3: 1 gr/kg
G3: $KE_{1728/8}$	DZ4: 1.5 gr/kg

بحث

همان‌طور که نتایج حاصل از مقایسه میانگین تعداد تلفات ناشی از غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه و ژنوتیپ‌ها نشان داد، پایین‌ترین فراوانی مرگ و میر مربوط به شاهد و ژنوتیپ $KE_{1264/5-1}$ (G1) می‌باشد که البته نتیجه کاملا قابل انتظاری است چرا که در شاهد هیچ تیماری از خاک دیاتومه به‌کار گرفته نشده است و این ژنوتیپ که جزء ذرت‌های شیرین دندانه اسبی می‌باشد، به‌طورکلی لاین خوش خوراک‌تری نسبت به بقیه ژنوتیپ‌هاست. همچنین بالاترین میزان مرگ و میر در یک گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه نشان می‌دهد، افزایش غلظت تا حد خاصی می‌تواند آمار مرگ و میر را افزایش دهد اما بیشتر از آن، نتیجه بهتری در بر نخواهد داشت. اما گلستان هاشمی و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی فرمولاسیون Sayan® خاک دیاتومه بر روی شپشه آرد نشان دادند، افزایش غلظت خاک دیاتومه مقدار تلفات را افزایش می‌دهد. در مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نتایج بالای مرگ و میر در ژنوتیپ $KE_{1728/8}$ می‌تواند به‌دلیل کمتر خورده شدن آن به‌علت خشبی بودن این نوع ذرت باشد. بالاترین میزان مرگ و میر در بین غلظت‌های خاک دیاتومه در روز هفتم به ثبت رسید که مشابه با نتایج Golestan-Hashemi *et al.*, (2011) در مورد *T. confusum* روی گندم بود.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل غلظت‌های خاک دیاتومه و ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد، با وجود کارایی بالای دز یک گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه و ژنوتیپ $KE_{1728/8}$، هنگامی که از خاک دیاتومه همراه با ژنوتیپ $KE_{720/12}$ استفاده می کنیم کارایی ۰/۵ گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه دارای درصد تلفات بالاتری خواهد بود که دلیل آن هنوز

مشخص نمی‌باشد. این احتمال وجود دارد به‌خاطر وجود اثرات آنتاگونیستی ژنوتیپ $KE_{1728/8}$ در کاربرد با این فرمولاسیون خاک دیاتومه بوده باشد. به‌طوری‌که Kabir *et al.*, (2011) در بررسی تاثیر و پایداری خاک دیاتومه روی *T. castaneum* تغذیه شده روی ذرت، سورگوم و گندم‌های انبارشده متوجه شدند که نوع دانه بر کیفیت اثر خاک دیاتومه تاثیر زیادی دارد و یا همچنین ممکن است تغذیه آفت از این ژنوتیپ باعث تغییر در ضخامت کوتیکول و مقاومت نسبی به خاک دیاتومه گردیده باشد. با توجه به این‌که تاکنون اثرات ارقام مختلف محصولات کشاورزی بر کارایی خاک دیاتومه مورد بررسی قرار نگرفته است، لذا برای یافتن پاسخی قطعی، به تحقیقات بیشتری نیاز است به‌طوری‌که بایستی فرمولاسیون‌های دیگری را نیز در مورد ارقام ذرت آزمایش نمود تا به‌توان مقایسه مناسبی در ارتباط با انتخاب درست فرمولاسیون نیز داشت.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مبنی بر تلفات بالای شپشه قرمز آرد در تماس با سطوح مختلف خاک دیاتومه روی ژنوتیپ‌های مختلف ذرت و همچنین با توجه به قیمت ارزان آن به ازای هر تن غله و وجود باقی‌مانده بسیار پایین و همچنین پایداری بالای آن در انبار (Ziaee *et al.*, 2006) استفاده از خاک دیاتومه در انبارهای ذرت توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای مهندس نیک‌پی به‌خاطر در اختیار گذاشتن فرمولاسیون خاک دیاتومه و از آقای مهندس حبیبی به‌خاطر راهنمایی‌های ارزنده در طول اجرای تحقیق، سپاسگزاری می‌نماییم.

References

Abd El-Aziz, S. E. 2011. Control Strategies of Stored Product Pest. Journal of entomology, 8(2): 101-122.

Anonymous. 2002. Diatomaceous earth, grain protectant. Dryacide USA LLC, Santiago, California, 15 pp.

Arthur, F. H. 2000. Toxicity of Diatomaceous Earth to Red Flour Beetles and Confused Flour Beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): Effects of Temperature and Relative Humidity. Stored Product and Quarantine Entomology, 93(2): 526-532.

Fields, P. G. 1998. Diatomaceous earth: Advantages and limitations. pp: 781-784. In: Proceeding of 7th Int. Working Conf. on Stored-Product Protection. Beijing, China.

Bagheri-Zenouz, E. 1986. *Les animaux nuisibles aux produites*. vol. 1. Les Coleopteres depredateures de produits alimentaires et industriels. Edition de Sepehre. Tehran, Iran. 309 pp. [in Persian]

Glob, P. 1997. Current status and future perspectives for inert dust for control of stored products. Insect Journal of Stored Product Research, 33: 69-79.

Golestan-Hashemi, F., Farazmand, H., Karimzadeh, J. and Marouf, A. 2011. Effect of Iranian formulation of diatomaceous earth on confused flour beetle, *Tribolium confusum* Duval (Col.: Tenebrionidae), under laboratory conditions. Journal of Entomological Research, 2(4): 307-317. [in Persian with English summary]

Kabir, B. G. J., Lwan, M. and Gambo, F. M. 2011. Efficacy and persistence of raw diatomaceous earth against *Tribolium castaneum* (Col.: Tenebrionidae) on stored maize sorghum and wheat. Academic Journal of Entomology, 4(2): 51-58.

Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. Journal of Stored Products Research, 34: 87-97.

Korunic, Z. and Rozman, V. 2010. A synergistic mixture of diatomaceous earth and deltamethrin to control stored grain insects. 10th International Working Conference on store product protection, pp: 894-898

Korunic, Z., Fields, P. G., Kovacs, M. I. P., Noll, J. S., Lukow, O. M., Demianyk, C. J. and Shibley, K. J. 1996. The effect of diatomaceous earth on grain quality. Post harvest Biology and Technology, 9: 373-387.

Poursaleh, M. 1994. Grains (Wheat, Barely, Corn and Rice). Saffar edition. PP.144. [in Persian]

SAS. 1985. SAS User's guide: statistics, version 5. SAS Institute Inc. Carey, NC.

Shams, G., Safaralizadeh, M. H. and Imani, S. 2011. Insecticidal effect of diatomaceous earth against *Callosobruchus machulatus* (F.) (Col: Bruchidae) and *Sitophilus granaries* (L.) (Col.: Curculionidae) under laboratory conditions. African Journal of Microbiology Research, 5(21): 3574-3578.

Shayesteh, N. and Ziaee, M. 2007. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Col.: Tenebrionidae). Caspian Journal of Environmental Science, 5(2): 119-123.

SPSS. 1999. SPSS for Windows, user's guide, release 10. SPSS Inc.

Subramanyam, Bh. and Roesli, R. 2000. Inert dust, alternations to pesticides in stored products in IPM. Kluwe Pub. pp 321- 380.

Vincent, C., Hullman, G., Panneton, B. and Fleurat, F. 2003. Management of Agricultural Insect with Physical Control Methods, Annual Review of Entomology, 48: 261–81.

Ziaee, M. and Khashaveh, A. 2007. Effect of five diatomaceous earth formulations against *Tribolium castaneum* (Col.: Tenebrionidae), *Rhyzoptera dominica* (Col.: Bostrychidae) and *Oryzaephilus surinamesis* (Col.: Silvanidae). Journal The Authors Insect Sciences, 14: 359-365.

Ziaee, M. and Moharramipour, S. 2010. Insecticidal efficacy of two Iranian diatomaceous earth deposits against *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val.) adults. 19th Iranian Plant Protection Congresses. Tehran, Iran. P. 208.

Ziaee, M., Safaralizadeh, M. H. and Shayesteh, N. 2006. Effects of temperature and exposure interval on the toxicity of SilicoSec® against two stored products insects, Pakistan Entomologist, 28(1): 45-50.

Ziaee, M., Safaralizadeh, M. H., Shayesteh, N. and Urumchi, S. 2007. Initial and delayed mortality of *Rhyzopertha dominica* (Col.: Bostrichidae) and *Tribolium castaneum* (Col.: Tenebrionidae) adults exposed to Silico-Sec® formulation of diatomaceous earth. Journal of Entomological Society of Iran, 1(27): 61-72. [in Persian with English summary]

Journal of Entomological Research

Volume 4, Issue 1, pages: 43-50

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
www.entomologicalresearch.ir
http://jer.iau-arak.ac.ir

Integrated effects of diatomaceous earth and corn genotypes on mortality of red flour beetle *Tribolium costaneum* (Herbst) (Col., Tenebrionidae) in laboratory conditions

M. Ghasemzadeh[1], F. Shakhsi Zare[1]*, A. Sabetghdam[2], N. Baghaei[2]

1- Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Arak, Iran
2- Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture, Imam Khomeini College, Karaj, Iran

Abstract

The study was done during 2010-2011 to investigate the integrated effects of diatomaceous earth and three genotypes of corn on adults mortality of red flour beetle *Tribolium costaneum* in laboratory conditions (27°C, 60±5% RH and dark). The adults of red flour beetle fed with three concentrations of diatomaceous earth (0.5, 1 and 1.5 gr/kg) on three genotypes of corn in 4 replications. The mortality of *T. castaneum* was recorded after 2, 7 and 14 days and compared with control. Results showed that there was significant differences between genotypes and different concentration of diatomaceous earth. The comparison of means showed that 1 gr/kg concentration and $KE_{1728/8}$ genotype of corn were the best treatment separately. Results of integrated effects showed that percentage of mortality had a significant difference only on 14^{th} days. So 0.5 gr/kg concentration of diatomaceous earth and $KE_{720/12}$ genotype are recommended as the best integration.

Key words: Diatomaceous earth, Corn, Red flour beetle, *Tribolium castaneum*

*Corresponding Author, E-mail: *farshid.zare2000@yahoo.com*
Received: 18 Sep. 2011 – Accepted: 26 Jul. 2012