

اثر حشره کشی سه فرمولاسیون تجارتي خاک دياتومه عليه حشرات كامل شپشه آرد، *Tribolium confusum* برای حفاظت سه رقم مختلف گندم

معصومه ضیائی

نویسنده مسوول: استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، (m.ziaee@scu.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۵

چکیده

در این پژوهش اثر حشره کشی سه فرمولاسیون تجارتي *Insecto*[®]، *SilicoSec*[®] و *PyriSec*[®] خاک دياتومه روی حشرات كامل شپشه آرد، *Tribolium confusum* Jacquelin du Val، روی رقم های بهرنگ، وربناک و چمران گندم بررسی شد. آزمایش ها در دمای 27 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 5 درصد و تاریکی انجام شد. تلفات حشرات كامل ۲، ۵، ۸، ۱۱ و ۱۵ روز پس از تیمار شمارش شد. با توجه به مقادیر LD₅₀، بیشترین اثر حشره کشی در *PyriSec*[®] روی رقم بهرنگ، *SilicoSec*[®] روی وربناک و *PyriSec*[®] و چمران به ترتیب با مقادیر ۲۳۱، ۲۶۸، ۲۸۰ و ۳۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم، ۷ روز پس از تیمار مشاهده شد. نتایج نشان داد خاک دياتومه *PyriSec*[®] و به دنبال آن *SilicoSec*[®] اثر حشره کشی بیشتری روی حشرات كامل مورد آزمایش داشتند. در صورتی که فرمولاسیون *Insecto*[®] کم اثر تر از دو فرمولاسیون دیگر در کنترل حشرات كامل شپشه آرد عمل کرد. همچنین، اثر فرمولاسیون های خاک دياتومه روی رقم بهرنگ بیشتر بود. یافته های این پژوهش نشان می دهد خاک های دياتومه قابلیت خوبی در کنترل حشرات كامل شپشه آرد دارند.

کلید واژه ها: حفاظت محصولات انباری، خاک دياتومه، شپشه آرد، گندم

مقدمه

خاک دياتومه از بقایای اسکلت های فسیلی جلبک های تک سلولی دياتوم به دست می آید. خاک های دياتومه در دهه ۱۹۶۰ برای اولین بار در ایالت متحده آمریکا جهت حفاظت از گندم و ذرت در انبارها مورد استفاده قرار گرفت (گولوب^۱، ۱۹۹۷). خاک دياتومه دارای تخلخل زیادی بوده و ذرات آن در هنگام حرکت حشرات به سطح بدن آن ها چسبیده، باعث جذب آب بدن حشرات و ایجاد خراش روی سطح کوتیکول بدن آن ها شده و در نهایت منجر به

مرگ حشره می شود (ابلینگ^۲، ۱۹۷۱). اثر حشره کشی فرمولاسیون های خاک دياتومه روی گونه های مختلف حشرات توسط محققین متعددی مورد بررسی قرار گرفته است. آلدرهیم^۳ (۱۹۹۳) اثر گرد سیلیکا با نام تجارتي *Dryacide*[®] را روی رقم های مختلف گندم نرم، سخت و دوروم در کنترل حشرات كامل سوسک کشیش، (*Rhizopertha dominica* (F.)) مورد بررسی قرار داد. آتاناسیو و همکاران^۴ (۲۰۰۳) برای اولین بار اثر حشره کشی

2- Ebeling
3- Aldryhim
4- Athanassiou et al.

1- Golob

ضیائی: اثر حشره کشی سه فرمولاسیون تجارتي خاک...

به دليل اهميت کنترل آفات انباري به ويژه شپشه آرد، هدف اين مطالعه بررسي اثر سه فرمولاسيون ثبت شده خاک دياتومه در حفاظت سه رقم چمران، وريناك، و بهرنك گندم در برابر حشرات كامل شپشه آرد است.

مواد و روش‌ها

حشرات مورد آزمون

حشرات كامل شپشه آرد، از آرد آلوده جداسازي شدند و پس از شناسايي گونه اقدام به پرورش انبوه آن‌ها گرديد. بعد از سه نسل خالص‌سازي، حشرات كامل در آزمون‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. پرورش حشرات كامل شپشه آرد روي محيط غذايي شامل ۹۵ درصد آرد گندم و ۵ درصد مخمر صورت گرفت. پرورش و آزمون‌ها در انكوباتور دانشگاه شهيد چمران اهواز واقع در آزمايشگاه حشره شناسي شماره ۳ در دي ماه سال ۹۲ انجام شد. كليه مراحل در دماي 1 ± 27 درجه سلسيوس، رطوبت نسبي 5 ± 65 درصد و تاريخي انجام شد. در همه آزمون‌ها حشرات كامل ۷ تا ۱۴ روزه، بدون در نظر گرفتن جنس حشره، مورد استفاده قرار گرفتند.

گندم

بذر گواهي شده‌ي گندم رقم‌هاي وريناك، بهرنك و چمران از مركز تحقيقات كشاورزي صفي آباد دزفول تهيه گرديد. گندم به مدت ۴۸ ساعت در فريزر در دماي ۲۴- درجه سلسيوس نگهداري شد. در زمان انجام آزمون‌ها، به منظور تعديل رطوبت گندم با رطوبت نسبي مورد نياز، دانه‌هاي گندم در پتري ديش‌هاي شيشه‌اي به قطر ۳۰ سانتی متر ريخته شد و به مدت يك هفته در ژرميناتور تنظيم شده در دماي 1 ± 27 درجه سلسيوس و رطوبت نسبي 5 ± 55 درصد نگهداري شد. به منظور اندازه گيري رطوبت گندم، ۱۰ گرم گندم آسياب و در آون در دماي ۱۱۰ درجه سلسيوس به مدت ۴ ساعت گذاشته شد تا خشك شود. مقدار رطوبت گندم حدود ۱۲ درصد به دست آمد كه طبق روش پيكستون و واربرتون^۵ (۱۹۷۱) معادل رطوبت نسبي ۵۵ درصد مي‌باشد. با توجه به اين كه شپشه آرد

فرمولاسيون SilicoSec[®] خاک دياتومه را روي حشرات كامل شپشه برنج *Sitophilus oryzae* (L.) در برنج، ذرت و جو بررسي و گزارش دادند. ضيائي و همكاران^۱ (۲۰۰۷) اثر حشره‌كشي فرمولاسيون SilicoSec[®] را در حفاظت دانه‌هاي روغني در برابر تهاجمات *Tribolium castaneum* Herbst مورد مطالعه قرار دادند. آتاناسيو و همكاران (۲۰۰۸) اثر حشره‌كشي فرمولاسيون PyriSec[®] و سه فرمولاسيون ديگر خاک دياتومه در کنترل *S. oryzae* را در دانه‌هاي جو، گندم و ذرت بررسي كردند. همچنين، اثر حشره‌كشي سه فرمولاسيون Protector[®]، SilicoSec[®] و Insecto[®] به منظور کنترل حشرات كامل *S. R. dominica* و *T. confusum* و *oryzae* روي سه واريته Pontos، Athos، و Sifnos گندم بررسي شد (كاواليراتوس و همكاران^۲، ۲۰۱۰).

گونه‌هاي مختلف حشرات حساسيت متفاوتي نسبت به خاک دياتومه از خود نشان مي‌دهند. فيلدز و كرونيك^۳ (۲۰۰۰) گونه‌هاي شپشه آرد (*Tribolium spp.*) را مقاوم‌ترين گونه از سخت بالپوشان انباري به خاک دياتومه گزارش کرده اند.

شپشه آرد *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae)، با نام عمومي confused flour beetle از آفات ثانويه محسوب مي‌شود كه گسترش جهاني داشته و همه چيز خوار است. حشرات كامل و لارو از غلات، فراورده‌هاي غلات، آرد، خشكبار، مواد آجيلي، ادويه جات و برخي حبوبات تغذيه مي‌كنند. طول عمر حشرات كامل حدود ۶ ماه بوده و تا ۳ سال نيز زنده مي‌مانند (ريز^۴، ۲۰۰۷).

خاک‌هاي دياتومه منشاء طبيعي داشته، برجا نگذاشتن باقي مانده در محصول و سميت كمی روي پستانداران دارند و همچنين به دليل کاربرد آسان آن‌ها در تركيب با محصول به عنوان جايگزين مناسبی برای سموم شيميايي محسوب مي‌شوند (آتاناسيو و همكاران، ۲۰۰۸؛ كرونيك، ۱۹۹۸).

- 1- Ziaee et al.
- 2- Kavallieratos et al.
- 3- Fields & Korunic
- 4- Rees

۵ دقیقه با دست تکان داده شدند. سپس، ۲۰ عدد حشره کامل ۷ تا ۱۴ روزه جداگانه داخل شیشه‌ها رهاسازی شد. آزمایش‌ها در پنج تکرار انجام گرفت. در شیشه‌ها با توری پوشانده شد و در دمای 1 ± 27 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 55 درصد و تاریکی قرار داده شدند (آتاناسیو و همکاران، ۲۰۰۵). تلفات حشرات کامل ۲، ۵، ۸، ۱۱ و ۱۵ روز پس از تیمار شمارش شد. در صورتی که پا و شاخک حشرات در اثر تحریک با قلم مو تحرکی از خود نشان ندادند حشرات به عنوان مرده تلقی شدند.

تعیین دُز کشندگی خاک دیاتومه

آزمایش‌های مقدماتی به منظور تعیین دُزهای اصلی با فاصله‌های لگاریتمی که باعث ایجاد تلفات بین ۲۰ تا ۸۰ درصد شوند طراحی شد (رابرتسون و همکاران^۵، ۲۰۰۷). برای هر نمونه خاک دیاتومه پنج دُز تعیین شد. دُزهای مورد استفاده در جدول ۱ نمایش داده شده است. دانه‌های گندم با دُزهای مختلف نمونه‌های خاک دیاتومه تیمار شد و ۲۰ عدد حشره کامل ۷ تا ۱۴ روزه در هر شیشه رهاسازی گردید. شرایط آزمایش مشابه آزمایش بالا بود. مقادیر LD_{50} نمونه‌های خاک دیاتومه روی حشرات کامل شپشه آرد ۷ روز پس از تیمار تعیین گردید.

تجزیه آماری داده‌ها

در آزمایش مربوط به مقایسه میانگین داده‌ها، مرگ و میر در شاهد مشاهده نشد از این رو نیاز به اصلاح داده‌ها با استفاده از فرمول آبوت وجود نداشت. در صورت نرمال نبودن داده‌ها تغییر شکل داده‌ها با \sqrt{x} نشان داده شد. تجزیه واریانس داده‌ها با طرح کامل تصادفی و مقایسه آماری داده‌ها با استفاده از آزمون توکی^۶ در سطح احتمال آماری ۵ درصد با نرم افزار SPSS 16 انجام شد. مقادیر LD_{50} به روش پرویت (فینی^۷، ۱۹۷۱) و توسط نرم افزار SPSS 16 تعیین شدند (اس پی اس اس^۸، ۲۰۰۷).

آفت درجه دو^۱ می‌باشد، آفات درجه دو قادر به تغذیه از دانه کامل نبوده و فقط از دانه‌های خرد شده و شکسته تغذیه می‌کنند. لذا آزمایش‌ها روی گندم کامل و خرد شده به نسبت ۹ به ۱ صورت گرفت تا حشرات کامل دسترسی به غذا داشته باشند.

خاک دیاتومه

فرمولاسیون[®] Insecto (Natural Insects products, Insecto[®] Inc., North Eckhoff Street, Orange, CA, 92668, USA) دارای منشا دریایی است. این فرمولاسیون از ۱۰ درصد طعمه غذایی، ۸۷ درصد SiO_2 ، ۳ درصد Al_2O_3 ، ۱ درصد Fe_2O_3 و کمتر از ۱ درصد CaO ، MgO ، TiO_3 ، P_2O_3 تشکیل شده است. میانگین اندازه ذرات Insecto[®] حدود ۸۲ میکرومتر گزارش شده است (سوبرامانیام و همکاران^۲، ۱۹۹۴).

فرمولاسیون[®] SilicoSec (Münsingen, Biofa GmbH, Germany) با منشا آب شیرین بوده و از ۹۲ درصد SiO_2 ، ۳ درصد Al_2O_3 ، ۱ درصد Fe_2O_3 و ۱ درصد Na_2O تشکیل شده است. میانگین اندازه ذرات SilicoSec[®] بین ۸ تا ۱۲ میکرومتر گزارش شده است (ضیائی و خشاوه^۳، ۲۰۰۷).

فرمولاسیون[®] Pyrisec (Biofa GmbH, Münsingen, Germany) با میانگین اندازه ذرات بین ۸ تا ۱۲ میکرومتر، دارای منشا آب شیرین بوده و حاوی ۱/۲ درصد پیرتروم طبیعی، ۳/۱ درصد بی پرونیل بوتوکساید^۴، و ۹۵/۷ درصد SilicoSec[®] است (آتاناسیو و همکاران، ۲۰۰۸).

زیست سنجی اثر حشره کشی فرمولاسیون‌های خاک دیاتومه روی رقم‌های مختلف گندم

به منظور تعیین اثر حشره کشی خاک‌های دیاتومه، ۲۰ گرم دانه گندم، هر رقم به طور جداگانه، در شیشه‌های آزمایش ریخته شد و با دُزهای ۳۰۰، ۶۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم از فرمولاسیون‌های مختلف خاک دیاتومه تیمار گردید. شیشه‌ها به مدت

5- Robertson *et al.*

6- Tukey's test

7- Finney

8- SPSS

1- Secondary pest

2- Subramanyam *et al.*

3- Ziaee & Khashaveh

4- Piperonyl Butoxide (PBO)

ضیائی: اثر حشره کشی سه فرمولاسیون تجارتي خاک...

جدول ۱- دزهای اصلی به منظور تعیین LC_{۵۰} فرمولاسیونهای تجارتي خاک دیاتومه روی حشرات کامل شپشه آرد، *T. confusum*، ۷ روز پس از تیمار

دز (میلی گرم بر کیلوگرم)					رقم	خاک دیاتومه
۸۰۰	۵۲۵	۳۴۰	۲۲۵	۱۵۰	بهرنگ	Insecto
۱۲۰۰	۸۷۰	۶۴۰	۴۷۵	۳۵۰	چمران	
۱۴۰۰	۱۰۰۰	۷۵۰	۵۵۰	۴۰۰	وریناک	
۵۰۰	۳۷۵	۲۷۵	۲۰۰	۱۵۰	بهرنگ	SilicoSec
۱۰۰۰	۷۰۰	۵۵۰	۴۰۰	۳۰۰	چمران	
۸۰۰	۶۲۵	۵۰۰	۴۰۰	۳۰۰	وریناک	
۵۰۰	۳۵۰	۲۲۵	۱۵۰	۱۰۰	بهرنگ	Pyrisec
۶۰۰	۴۲۵	۳۰۰	۲۰۰	۱۵۰	چمران	
۵۰۰	۳۷۵	۲۷۵	۲۰۰	۱۵۰	وریناک	

رقم پیشنهادی مادری باعث تلفات ۱۰۰ درصدی روی حشرات کامل *T. confusum*، ۷ روز پس از تیمار شدند. با توجه به نتایج به دست آمده و مقایسه مقادیر LD_{۵۰} در بیشتر موارد PyriSec[®] موثرترین و Insecto[®] کم اثرتر بود. مطالعات آتاناسیو و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد در دز ۷۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم ۷ روز پس از تیمار، فرمولاسیون Insecto[®] باعث ۱۶ درصد و PyriSec[®] ۳۹ درصد تلفات در حشرات کامل *T. confusum* روی رقم Mexa گندم ایجاد کرد که نتایج این تحقیق را تایید می کند.

آلدرهیم (۱۹۹۳) بیان کرد که اثر گرد سیلیکا تحت تاثیر رقم گندم قرار می گیرد. کرونیك (۱۹۹۸) نیز بیان کرد که عملکرد خاک دیاتومه تحت تاثیر میزان چسبندگی ذرات آن به سطح دانه-ها قرار می گیرد و با افزایش درصد چسبندگی ذرات خاک دیاتومه به دانهها فعالیت حشره کشی آن افزایش می یابد. علاوه بر این توانایی حفاظتی خاک دیاتومه به نوع دانه، رقم دانه، محتوی چربی دانه، نوع خاک دیاتومه، اندازهی ذرات، دز مورد استفاده و غیره بستگی دارد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد با افزایش دز، درصد تلفات حشرات کامل نیز افزایش یافت (جدول ۲-۶). پس از ۲ روز ($F_{44,180} = 152/05$)، $P < 0/001$ ؛ جدول ۲) و ۵ روز ($F_{44,180} = 190/38$)، $P < 0/001$ ؛ جدول ۳) بین تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد. آتاناسیو و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثر حشره کشی SilicoSec[®] روی حشرات کامل *T. confusum*، بیان کردند با افزایش دز دیاتومه از ۲۵۰ به ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم درصد تلفات افزایش یافت و بیشترین تلفات در دزهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم ۷ روز پس از تیمار مشاهده شد و بین این دو دز اختلاف معنی داری وجود نداشت. در تحقیق حاضر، ۸ روز پس از تیمار بین دزهای ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم ($F_{44,180} = 116/16$)، $P < 0/001$ ؛ جدول ۴) و پس از گذشت ۱۱ ($F_{44,180} = 65/17$)، $P < 0/001$ ؛ جدول ۵) و ۱۵ روز ($F_{44,180} = 42/00$)، $P < 0/001$ ؛ جدول ۶)، بین دزهای ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم تفاوت معنی داری وجود نداشت. هر چند در بین بقیه تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی داری مشاهده شد. ضیائی و محرمی پور^۱ (۲۰۱۲) بیان کردند دزهای ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم از فرمولاسیون SilicoSec[®] در حفاظت

جدول ۲- اثر فرمولاسیون‌های تجارتي خاک دیاتومه روی مرگ و میر حشرات کامل شپشه آرد، *T. confusum*، ۲ روز پس از تیمار

دُز (میلی گرم بر کیلوگرم)						
۲۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۶۰۰	۳۰۰	رقم گندم	فرمولاسیون
۷±۱/۲hijk	۵±۲/۲ijk	۳±۲/۰jk	۰±۰/۰k	۰±۰/۰k		Insecto
۳۹±۲/۴cd	۲۲±۱/۲fg	۱۲±۲/۰ghij	۰±۰/۰k	۰±۰/۰k	چمران	SilicoSec
۸۱±۲/۴a	۳۸±۱/۲d	۱۵±۳/۱fghi	۰±۰/۰k	۰±۰/۰k		PyriSec
۶±۱/۸hijk	۲±۱/۲jk	۰±۰/۰k	۰±۰/۰k	۰±۰/۰k		Insecto
۵۴±۲/۹b	۱۷±۱/۲fgh	۱۵±۳/۱fghi	۰±۰/۰k	۰±۰/۰k	وریناک	SilicoSec
۸۶±۱/۸a	۳۵±۳/۱de	۱۵±۲/۲fghi	۸±۱/۲hijk	۰±۰/۰k		PyriSec
۵±۰/۰ijk	۳±۱/۲jk	۰±۰/۰k	۰±۰/۰k	۰±۰/۰k		Insecto
۵۲±۲/۰b	۲۴±۲/۹ef	۲۱±۴/۵fg	۱۷±۱/۲fgh	۰±۰/۰k	بهرنگ	SilicoSec
۸۶±۱/۰a	۵۱±۴/۸b	۵۰±۴/۱bc	۱۷±۳/۳fgh	۰±۰/۰k		PyriSec

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال آماری ۵ درصد با آزمون Tukey's test اختلاف معنی داری ندارند.

میکرومتر) را روی حشرات کامل *S. oryzae* و *R. dominica* و *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) بررسی کردند. آن‌ها بیان کردند خاک‌های دیاتومه با اندازه ذرات کمتر از ۴۵ میکرومتر به طور معنی داری بیشترین اثر حشره کشی را داشتند. بنابراین، اثر حشره-کشی مطلوب فرمولاسیون‌های مورد استفاده در این تحقیق می‌تواند به دلیل کوچک بودن اندازه ذرات باشد. علاوه بر اندازه ذرات، منشا و زیستگاه خاک دیاتومه نیز روی توانایی حشره کشی آن تاثیر گذار است.

فرمولاسیون‌های خاک دیاتومه با منشا دریایی توانایی حشره‌کشی کمتری نسبت به فرمولاسیون‌های با منشا آب شیرین دارند (مک لافلین^۱، ۱۹۹۴). در پژوهش صورت گرفته گرفته فرمولاسیون *Insecto*[®] خاک دیاتومه دارای منشا دریایی بوده و منشا فرمولاسیون *SilicoSec*[®] و *PyriSec*[®] آب شیرین است. از این رو، دریایی بودن منشا فرمولاسیون می‌تواند دلیلی برای ضعیف‌تر عمل کردن آن باشد.

کوالیراتوس و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر سه فرمولاسیون روی سه رقم متفاوت گندم اظهار داشتند اثر دیاتومه روی رقم‌ها متفاوت بود. به طوری که دُز ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم *SilicoSec*[®]، ۷ روز پس از تیمار به ترتیب باعث ۹۷، ۸۷ و ۵۳ درصد تلفات روی حشرات کامل *T. confusum* در واریته‌های *Athos*، *Sifnos* و *Pontos* شد. در مورد فرمولاسیون *Insecto*[®]، درصد تلفات مشاهده شده در واریته‌های مذکور به ترتیب ۷۱، ۵۱ و ۱۹ درصد بود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد عملکرد فرمولاسیون‌های دیاتومه روی رقم بهرنگ بیشتر بود و بین رقم‌های چمران و وریناک اختلاف معنی داری مشاهده نشد. به عنوان مثال مقادیر LD_{۵۰} مربوط به فرمولاسیون *SilicoSec*[®] پس از ۷ روز روی بهرنگ، چمران، و وریناک به ترتیب ۲۶۸، ۵۵۸ و ۵۱۹ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد (جدول ۷).

اندازه ذرات نیز تاثیر بسزایی در عملکرد خاک‌های دیاتومه دارد. ویاس و همکاران^۱ (۲۰۰۹) اثر حشره‌کشی خاک‌های دیاتومه جنوب شرقی اروپا با سه اندازه ذرات (کمتر از ۴۵ میکرومتر، ۴۵-۱۵۰ میکرومتر و ۱۵۰-۰

ضیائی: اثر حشره کشی سه فرمولاسیون تجارتي خاک...

جدول ۳- اثر فرمولاسیون‌های تجارتي خاک دیاتومه روی مرگ و میر حشرات کامل شپشه آرد، *T. confusum*، ۵ روز پس از تیمار

دُز (میلی گرم بر کیلوگرم)						
فرمولاسیون	رقم گندم	۳۰۰	۶۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰
Insecto		۰±۰/۰l	۷±۲/۵kl	۲۰±۳/۵ijk	۲۳±۱/۲ij	۴۴±۲/۴gh
SilicoSec	چمران	۱±۱/۰l	۵±۱/۵kl	۵۵±۲/۲efg	۸۳±۲/۰bc	۱۰۰±۰/۰a
PyriSec		۲۴±۴/۵ij	۳۱±۵/۵hi	۹۱±۲/۹abc	۹۸±۱/۲ab	۱۰۰±۰/۰a
Insecto		۰±۰/۰l	۰±۰/۰l	۱۲±۲/۵jkl	۲۵±۲/۲ij	۶۲±۵/۶def
SilicoSec	وریناک	۳±۲/۰l	۵±۱/۵kl	۶۶±۴/۵de	۸۳±۲/۵bc	۹۷±۲/۰ab
PyriSec		۲۴±۲/۹ij	۵۹±۴/۸efg	۹۰±۴/۱abc	۹۵±۳/۱ab	۱۰۰±۰/۰a
Insecto		۲±۱/۲l	۱۳±۲/۵jkl	۳۰±۲/۷hi	۵۰±۳/۱fg	۶۴±۱/۸def
SilicoSec	بهرنگ	۳۳±۲/۰hi	۶۴±۲/۴def	۷۷±۱/۲cd	۸۵±۲/۷abc	۹۷±۲/۰ab
PyriSec		۳۱±۱/۸hi	۶۶±۲/۹de	۹۴±۳/۶ab	۹۸±۱/۲ab	۱۰۰±۰/۰a

میانگین‌ها با حروف مشابه در سطح احتمال آماری ۵ درصد با آزمون Tukey's test اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۴- اثر فرمولاسیون‌های تجارتي خاک دیاتومه روی مرگ و میر حشرات کامل شپشه آرد، *T. confusum*، ۸ روز پس از تیمار

دُز (میلی گرم بر کیلوگرم)						
فرمولاسیون	رقم گندم	۳۰۰	۶۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰
Insecto		۱۳±۲/۰j	۴۳±۲/۵i	۶۷±۴/۰fg	۸۹±۲/۹abcd	۹۵±۲/۷ab
SilicoSec	چمران	۱۳±۲/۰j	۴۵±۲/۲hi	۸۴±۱/۸bcde	۹۵±۲/۲ab	۱۰۰±۰/۰a
PyriSec		۶۵±۴/۷fg	۵۸±۴/۰gh	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
Insecto		۱۶±۴/۰j	۱۷±۲/۵j	۷۱±۲/۴efg	۹۱±۴/۰abc	۹۱±۳/۶abc
SilicoSec	وریناک	۲۳±۲/۰j	۴۷±۲/۰hi	۹۱±۲/۹abc	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
PyriSec		۶۵±۵/۴fg	۷۴±۲/۹ef	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
Insecto		۵۸±۴/۰gh	۷۶±۳/۳def	۸۴±۴/۸bcde	۹۳±۲/۰abc	۱۰۰±۰/۰a
SilicoSec	بهرنگ	۶۸±۲/۰fg	۸۳±۲/۰bcde	۹۷±۲/۰ab	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
PyriSec		۶۵±۲/۲fg	۷۹±۲/۴cdef	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a

میانگین‌ها با حروف مشابه در سطح احتمال آماری ۵ درصد با آزمون Tukey's test اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۵- اثر فرمولاسیون‌های تجارتي خاک دیاتومه روی مرگ و میر حشرات کامل شپشه آرد، *T. confusum*، ۱۱ روز پس از تیمار

دُز (میلی گرم بر کیلوگرم)						
فرمولاسیون	رقم گندم	۳۰۰	۶۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰
Insecto		۳۸±۲/۵i	۷۴±۴/۰ef	۹۶±۱/۸ab	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
SilicoSec	چمران	۵۱±۴/۳h	۸۶±۴/۰bcde	۹۸±۱/۲ab	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
PyriSec		۸۰±۴/۱	۸۸±۳/۳abcd	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
Insecto		۳۰±۳/۱i	۷۰±۳/۱f	۹۵±۳/۱ab	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
SilicoSec	وریناک	۵۷±۳/۰gh	۶۹±۴/۰fg	۹۸±۱/۲ab	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
PyriSec		۷۸±۳/۰def	۹۲±۲/۵abc	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
Insecto		۷۴±۲/۹ef	۹۰±۴/۱abcd	۹۶±۱/۸ab	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
SilicoSec	بهرنگ	۸۱±۱/۸cdef	۹۵±۱/۵ab	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a
PyriSec		۸۶±۱/۸bcde	۹۶±۱/۸ab	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a

میانگین‌ها با حروف مشابه در سطح احتمال آماری ۵ درصد با آزمون Tukey's test اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۶- اثر فرمولاسیون‌های تجارتي خاک دیاتومه روی مرگ و میر حشرات کامل شپشه آرد، *T. confusum*، ۱۵ روز پس از تیمار

دز (میلی گرم بر کیلوگرم)						رقم گندم	فرمولاسیون
۲۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۶۰۰	۳۰۰			
۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۹۳±۳/۰ab	۶۴±۱/۸c		Insecto	
۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۹۶±۱/۸ab	۷۱±۴/۳c	چمران	SilicoSec	
۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۹۷±۲/۰a	۹۱±۴/۵ab		PyriSec	
۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۸۷±۱/۲b	۵۲±۱/۲d		Insecto	
۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۹۱±۲/۹ab	۷۲±۳/۳c	وریناک	SilicoSec	
۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۹۷±۲/۰a	۹۲±۳/۳ab		PyriSec	
۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۹۳±۳/۳ab		Insecto	
۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۹۱±۱/۸ab	بهرنگ	SilicoSec	
۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۱۰۰±۰/۰a	۹۷±۲/۰a		PyriSec	

میانگین‌ها با حروف مشابه در سطح احتمال آماری ۵ درصد با آزمون Tukey's test اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۷- دزهای LD_{۵۰} فرمولاسیون‌های خاک دیاتومه روی مرگ و میر حشرات کامل *T. confusum*، ۷ روز پس از تیمار

P value	χ^2	حدود اطمینان (٪۹۵)		LD _{۵۰} (mg/kg)	شیب خط	رقم	خاک دیاتومه
		بالا	پایین				
۰/۸۷	۰/۶۸	۳۹۰	۳۱۲	۳۴۹	۲/۵	بهرنگ	Insecto
۰/۹۸	۰/۱۲	۶۸۵	۶۳۱	۷۴۶	۳/۳	چمران	
۰/۹۹	۰/۱۱	۸۵۴	۷۲۲	۷۸۴	۳/۲	وریناک	
۰/۹۸	۰/۱۴	۲۹۲	۲۴۷	۲۶۸	۳/۳	بهرنگ	SilicoSec
۰/۹۸	۰/۱۴	۶۰۱	۵۱۹	۵۵۸	۳/۸	چمران	
۰/۹۹	۰/۰۵	۵۵۵	۴۸۶	۵۱۹	۴/۱	وریناک	
۰/۹۷	۰/۲۰	۲۵۶	۲۰۸	۲۳۱	۲/۷	بهرنگ	Pyrisec
۱/۰	۰/۰۱	۳۶۴	۳۰۱	۳۳۰	۲/۹	چمران	
۰/۹۶	۰/۲۶	۳۰۶	۲۵۶	۲۸۰	۳/۰	وریناک	

نتیجه گیری نهایی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که فرمولاسیون Pyrisec[®] خاک دیاتومه به عنوان نگهدارنده مناسب گندم بعد از ذخیره سازی آن‌ها قابل استفاده می‌باشد. هرچند مطالعات بیشتری برای تایید این موضوع مورد نیاز است، تلفیق خاک دیاتومه با سایر مواد و یا تاکتیک‌های کم خطر در قالب برنامه مدیریت تلفیقی آفات نیز توصیه می‌شود.

سپاس‌گزاری

از دانشگاه شهید چمران اهواز جهت تامین هزینه اجرای این طرح از محل اعتبارات پژوهانه واحد پژوهشی دانشگاه کمال تقدیر و تشکر را داریم.

منابع

1. Aldryhim, Y.N. 1993. Combination of classes of wheat and environmental factors affecting the efficacy of amorphous silica dust, Dryacide, against *Rhyzopertha dominica* (F.). Journal of Stored Products Research, 29:271-275.
2. Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., and Meletsis, C.M. 2007. Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against three stored-product beetle species on wheat and maize. Journal of Stored Products Research, 43:330-334.
3. Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Tsaganou, F.C., Vayias, B.J., Dimizas, C.B., and Buchelos, C.T. 2003. Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Crop Protection, 22:1141-1147.
4. Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Vayias, B.J., and Panoussakis, E.C. 2008. Influence of grain type on the susceptibility of different *Sitophilus oryzae* (L.) populations, obtained from different rearing media, to three diatomaceous earth formulations. Journal of Stored Products Research, 44:279-284.
5. Athanassiou, C.G., Vayias, B.J., Dimizas, C.B., Kavallieratos, N.G., Papagregoriou, A.S., and Buchelos, C.T. 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. Journal of Stored Products Research, 41:47-55.
6. Ebeling, W. 1971. Sorptive dusts for pest control. Annual Review of Entomology, 16:123-158.
7. Fields, P., and Korunic, Z. 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. Journal of Stored Products Research, 36:1-13.
8. Finney, D.J., 1971. Probit Analysis, third ed. Cambridge University Press, London.
9. Golob, P. 1997. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. Journal of Stored Products Research, 33: 69-79.
10. Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C.G., Vayias, B.J., Kotzamanidis, S., and Synodis, S.D. 2010. Efficacy and adherence ratio of diatomaceous earth and spinosad in three wheat varieties against three stored-product insect pests. Journal of Stored Products Research, 46:73-80.

11. Korunic, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 34:87-97.
12. McLaughlin, A. 1994. Laboratory trials on desiccant dust insecticides. In: *Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-Product Protection*. Ed. by Highley E, Wright EJ, B HJ, B Champ, CAB. Wallingford, Canberra, Australia, pp. 638-645.
13. Pixton, S.W, and Warburton, S. 1971. Moisture content/relative humidity equilibrium of some cereal grains at different temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 6:283-293.
14. Rees, D. 2007. *Insects of stored grain: a pocket reference*. Second ed. Australia: CSIRO Publishing. 81 pp.
15. Robertson, J.L., Russell, R.M., Preisler, H.K., and Savin, N.E. 2007. *Bioassays With Arthropods*. Second ed. Boca Raton: CRC Press. 224 pp.
16. SPSS. 2007. *SPSS 16 for Windows User's Guide Release*. Chicago Spss Inc.
17. Subramanyam, B.h., Swanson, C.L., Madamanchi, N., and Norwood, S. 1994. Effectiveness of Insecto®, a new diatomaceous earth formulation, in suppressing several stored-grain insect species. In: Highley E, Wright EJ, HJ B, Champ B, editors. *Proceedings of the 6th International Conference on Stored-Product Protection*. Canberra, Australia. p. 650-659.
18. Vayias, B.J., Athanassiou, C.G., Korunic, Z., and Rozman, V. 2009. Evaluation of natural diatomaceous earth deposits from south-eastern Europe for stored-grain protection: the effect of particle size. *Pest Management Science*, 65: 1118-1123.
19. Ziaee, M., and Khashaveh, A. 2007. Effect of five diatomaceous earth formulations against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae). *Insect Science*, 14:359-365.
20. Ziaee, M., and Moharramipour, S. 2012. Efficacy of Iranian diatomaceous earth deposits against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15: 547-553.
21. Ziaee, M., Nikpay, A., and Khashaveh, A. 2007. Effect of oilseed type on the efficacy of five diatomaceous earth formulations against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Pest Science*, 80:199-204.