دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ۴۶۶۸-۲۰۰۸
www.entomologicalresearch.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)
جلد۷ ، شماره ۱، سال ۱۳۹۴، (۳۹-۴۹)

بررسی اثر کشندگی خاک دیاتومه و کائولین روی حشرات کامل چهار گونه از آفات انباری

*رضا صادقی**

استادیار، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، گروه حشره‌شناسی و بیماری‌های گیاهی

چکیده

اثر کشندگی کائولین با نام تجاری کلای و دو نوع خاک دیاتومه با نام تجاری سایان و SilicoSec روی چهار گونه از حشرات آفات انباری در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی شد. سمیت به دو روش سطح آغشته به مواد و مخلوط با ماده غذایی بررسی گردید، در روش اول حشرات کامل شپشه برنج (*Sitophilus granarius* L.)، شپشه آرد (*Tribolium confusum* Duv.)، شپشه دندانه‌دار (*Oryzaephilus surinamensis* (L.)) و *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) در داخل پتری‌دیش‌هایی که به‌طور جداگانه حاوی کلای ، سایان و SilicoSec بودند قرار گرفتند و تلفات پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت شمارش شد. در روش دوم اثر کشندگی این ترکیبات روی گونه‌های فوق در مخلوط با ماده غذایی حشره، در دوره‌های زمانی۱، ۷ و ۱۴ روز بررسی گردید. مشخص شد که در روش اول، بیشترین تلفات مربوط به SilicoSec و سایان بود که به‌ترتیب در *S. granarius* , ۸۸/۵۶ درصد و در *C. ferrugineus* ,۷۵/۸۵ درصد می‌باشد. در روش دوم نیز بیشترین تلفات در *S. granarius* مشاهده شد که به‌ترتیب توسط سایان ۸۸/۵۶ درصد، و توسط SilicoSec ,۷۵/۶۸ درصد, کائولین ۵۵/۲۵ درصد ایجاد گردید. در بین حشرات مورد آزمایش تلفات ایجاد شده در *S. granarius* بیشتر از دیگر گونه‌ها بود. در بررسی اثر حفاظتی مواد مذکور، در حشرات *S. granarius* و *T. confusum* معلوم گردید که در مورد ظهور حشرات کامل شپشه گندم و شپشه آرد بین تیمارهای سایان و SilicoSec تفاوت معنی‌داری وجود ندارد اما بین این تیمارها با کلای از لحاظ ظهور حشرات کامل تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: آفات انباری، سایان، کلای، SilicoSec

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *rsadeghi@ut.ac.ir*

تاریخ دریافت مقاله (۹۲/۱/۱۹) – تاریخ پذیرش مقاله (۹۲/۹/۲۷)

مقدمه

برای حفظ فرآورده‌های کشاورزی از جمله حشرات آفت در انبارها، حشره‌کش‌های شیمیایی با اثر تماسی موثرترین و کارآمدترین ابزار بوده و استفاده از آن‌ها سابقه بسیار طولانی دارد. روشن است که برای حفظ کمیت و کیفیت مواد غذایی انبار شده، کاهش انبوهی جمعیت حشرات انباری ضروری است و در حال حاضر برای نیل به این هدف از ترکیبات تدخین شونده استفاده می‌کنند. باید اذعان نمود که شمار حشره‌کش‌های تماسی کم‌خطر برای انسان و محیط زیست، بسیار محدود می‌باشد (Arthur, 1999; Leesch, 1995). بررسی‌ها نشان می‌دهد. که مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین حشره‌کش تماسی برای حفظ گندم در برابر آلودگی با حشرات انباری، مالاتیون بوده است (Daglish, 1998) ولی از سال ۱۹۹۹ کاربرد مالاتیون در انبارها مورد تردید واقع گردید (Arthur, 1999). با گذشت زمان و به علت افزایش مقاومت حشرات در برابر سموم فسفره، فومیگانت‌ها در کنترل آفات انباری بیش از پیش مورد توجه قرار گرفتند (Pourmirza & Tajbakhsh, 2001). در سال‌های گذشته فسفین و مخصوصا متیل بروماید بیشترین مقدار مصرف را داشته‌اند. استفاده از متیل بروماید به‌دلیل داشتن خاصیت سرطان‌زایی و همچنین مخرب بودن برای لایه ازن بسیار محدود شده (Johnson *et al*., 1998; UNEP, 2001) و مقبولیت خود را از دست داده است. فسفید آلومینیم نیز به سبب بروز مقاومت گسترده طیف وسیعی از حشرات در عرصه جهانی، طولانی بودن طول دوره فومیگاسیون و نیز به علت تاثیر مخرب روی ژن‌های عوامل اجرایی فومیگاسیون و ایجاد ناهنجاری‌های ژنتیکی (Rajendran & Muralidharan, 2005) در آن‌ها از نظر کاربرد انتقاداتی را به دنبال داشته است. هر یک از این ترکیبات تدخینی دارای کاستی‌هایی هستند که سبب محدود شدن مصرف آن‌ها می‌گردد، لذا امروزه تنها تعداد معدودی از آن‌ها باقی مانده‌اند و جایگزین‌های جدید باید بر پایه تکنولوژی‌هایی قرار گیرند که شامل استفاده از روش‌های ساده و موثر می‌باشند (Navarro, 2006). متخصصین به‌طور جدی در پی یافتن ترکیبات مناسب‌تری برای کنترل آفات انباری می‌باشند. از این رو رویکرد جدید در کنترل آفات انباری در سطح جهان عدم استفاده از آفت کش‌های متداول و استفاده از روش‌هایی است که ضمن نداشتن اثرات سو جانبی، با محیط زیست نیز سازگار باشد (Mason & Strait, 1998). لذا به‌تدریج ترکیبات جدیدی نظیر خاک‌های دیاتومه و خاک رس برای مبارزه با آفات انباری معرفی گردیدند، استفاده از دیاتومه‌ها و ترکیبات مشابه آن یکی از استراتژی‌های متداول برای جلوگیری از تغذیه و خسارت آفات انباری بوده است (Arthur, 1996). خاک‌های دیاتومه از جمله این ترکیبات می‌باشد. که جهت حفاظت غلات، بقولات و دانه‌های روغنی در انبارها به‌کار گرفته می‌شوند. دسترسی به اولین فرمولاسیون تجارتی خاک دیاتومه در حدود سال ۱۹۶۰ امکان‌پذیر گردید.(Armitage *et al*., 1998). تا کنون اثرات خاک‌های دیاتومه روی بسیاری از حشرات آفت انباری بررسی شده که از آن جمله می‌توان به مطالعات (Athanassiou *et al*., 2008; Demissie *et al*., 2008) که فرمولاسیون‌هایی از خاک دیاتومه را روی *S. oryzae* و *S. zemais* بررسی نمودند و همچنین Kavallieratos و همکاران در سال ۲۰۰۶ حساسیت گونه‌های *T. canfusum*، *S. oryzae* و *R. dominica* را در برابر خاک دیاتومه ترکیب شده با قارچ *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) مطالعه نمودند اشاره کرد (Kavallieratos *et al*., 2006). Keita و همکاران اثر چهار عصاره گیاهی ترکیب شده با کلای را روی سوسک چهار نقطه‌ای حبو بات بررسی نمودند که نشانگر اثر قابل توجه حشره‌کشی این ترکیبات بود (Keita *et al*., 2000). این ترکیبات به علت داشتن مزایایی از جمله: کاربرد آسان، کنترل طیف وسیع آفات انباری، عمر انبارداری نامحدود و عدم ایجاد مقاومت در حشرات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند (Golob,1997, Fields,1998, Anonymous,1999; Anonymous, 2002;). در این راستا با در نظر گرفتن معیارهایی نظیر سازگاری با محیط زیست، توجیه اقتصادی و ایمن بودن که از اهداف مدیریت تلفیقی آفات است، در این

تحقیق اثرات کنترلی خاک دیاتومه با دو فرمولاسیون سایان و SilicoSec و کلای به‌عنوان ترکیبات مناسب و سازگار در قالب روش مدیریت تلفیقی جهت پیدا کردن ترکیبات مناسب برای مدیریت حشرات آفت انباری ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از خاک دیاتومه با نام تجارتی سایان (ساخت شرکت کیمیا سبزآور) به صورت پودر با متوسط اندازه ذرات ۵۰ میکرون، کائولین با نام تجاری کلای (ساخت شرکت کوناکری) به‌صورت پودر با متوسط اندازه ۵۳ میکرون و خاک دیاتومه با نام تجاری SilicoSec (ساخت شرکت بیوفا) به‌صورت پودر با متوسط اندازه ۸ تا ۱۲ میکرون استفاده گردید. گندم مورد استفاده رقم زرین بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی استان سمنان تهیه شد. در این رقم دانه گندم به رنگ زرد کهربایی با مقطع شیشه‌ای و رطوبت نسبی ۱۱ درصد بود. گونه‌های مورد آزمایش در این تحقیق، حشرات بالغ ۴ گونه آفت مهم انباری شامل شپشه گندم (*Sitophilus granarius* L.)، شپشه آرد (*Tribolium confusum* Duv.)، شپشه‌دندانه‌دار (*Oryzaephilus surinamensis* (L.)) و *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) بودند. هر چهار گونه حشره در شرایط مناسب دمایی ۲ ± ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد نگهداری می‌شدند. برای پرورش شپشه گندم از دانه‌های سالم گندم (Bell *et al*., 1977; Padin *et al*., 2002) و جهت پرورش شپشه آرد و شپشه دندانه‌دار از آرد گندم به‌علاوه ۵ درصد مخمر (Tunçbilek, 1997) و ماده غذایی مورد استفاده برای *C . ferrugineus* یک ترکیب غذایی از گندم، جو دوسر خرد شده و مخمر به نسبت ۵:۵:۱بود (Cox *et al*., 1997). کلیه آزمایشات در دمای ۲±۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد انجام گرفت.

مرحله اول: ارزیابی اثرات تماسی مواد به‌کار رفته در آزمایش‌ها

روش اول: این آزمایش بر اساس روش Arthur صورت گرفت (Arthur, 2000a). غلظت توصیه شده برای فرمولاسیون SilicoSec خاک دیاتومه در تیمار سطح انبار ۱۰ گرم بر مترمربع است (EG MSDS, 2001) در این تحقیق نیز غلظت مذکور به‌کار گرفته شد. در این روش، واحد آزمایشی پتری‌دیش‌های پلاستیکی با قطر بیرونی ۱۰ سانتی‌متر، قطر داخلی ۸/۸ سانتی‌متر و مساحت داخلی ۶۰/۷ سانتی‌متر مربع بود. با توجه به غلظت ۱۰ گرم بر مترمربع (یک میلی‌گرم بر سانتی‌متر مربع) ۶۰ میلی‌گرم SilicoSec برای تیمار سطح پتری‌دیش به داخل هر پتری‌دیش (به غیر از تیمار شاهد) اضافه گردید و درب پتری دیش‌ها بسته و به مدت یک دقیقه تکان داده شدند. نیروی استاتیک سبب چسبیدن ذرات خاک دیاتومه به سطح پتری دیش می‌شود و بعد از ۵ دقیقه مدت زمان لازم برای نشست ذرات، درب پتری دیش‌ها باز و تعداد ۲۰ عدد حشره کامل ۷ تا ۱۴ روزه بدون جداسازی جنس به داخل هر پتری‌دیش رهاسازی گردید و میزان تلفات حشرات کامل در این روش در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت شمارش شد. مشابه آزمایش فوق برای سایان به میزان ۶۰ میلی‌گرم برای تیمار سطح هر پتری‌دیش (میزان توصیه شده یک میلی‌گرم برای یک سانتی‌متر مربع) صورت گرفت، و در مورد کلای به مقدار ۲ گرم از این ماده استفاده شد (۲ گرم بر اساس آزمایش مقدماتی انتخاب گردید زیرا ۲ گرم حداقل مقدار بود که توانست یک پوشش یکنواختی را در سطح داخلی پتری‌دیش ایجاد نماید) سپس بعد از یک دقیقه تکان دادن پتری دیش‌ها و ۵ دقیقه زمان لازم برای نشست ذرات کلای، ۲۰ عدد حشره کامل ۷ تا ۱۴ روزه از هر گونه به داخل پتری دیش‌ها رها سازی شد و تلفات بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت شمارش گردید. در کلیه آزمایشات پتری دیش‌هایی که فقط

حاوی حشره کامل ۷ تا ۱۴ روزه بودند به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شدند. این آزمایش با احتساب شاهد در ۴ تیمار و با ۴ تکرار انجام گرفت.

روش دوم: در این روش، واحد آزمایشی لیوان‌های پلاستیکی به قطر ۷/۵ سانتی‌متر، بلندی ۱۰ سانتی‌متر و حجم ۲۵۰ سانتی‌متر مکعب بود. با توجه به تجربیات قبلی و سهولت کار در هر واحد آزمایشی ۳۰ گرم گندم رقم زرین شامل دانه‌های سالم و شکسته ریخته شد (Athanassiou *et al*., 2003; Vayias & Athanassiou, 2004). در این روش نیز برای تیمار کردن گندم از سایان به‌میزان توصیه شده (۳۰ میلی‌گرم)، کلای (۲ گرم که بر اساس آزمایشات مقدماتی تعیین شد) و SilicoSec (۳۰ میلی‌گرم بر اساس توصیه شرکت سازنده) استفاده گردید. سپس از هر گونه به تعداد ۲۰ عدد حشره کامل ۷ تا ۱۴ روزه بدون جداسازی جنس به داخل هر واحد آزمایش رهاسازی گردید و میزان تلفات حشرات کامل در این روش در فواصل زمانی ۱، ۷ و ۱۴ روز شمارش شد. لیوان‌هایی که فقط حاوی گندم و حشرات کامل ۷ تا ۱۴ روزه از هر گونه بودند به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شدند. این آزمایش با احتساب شاهد در ۴ تیمار و در ۴ تکرار انجام گرفت.

مرحله دوم: بررسی اثر سایان، کلای و SilicoSec بر ظهور حشرات

با توجه به اینکه هدف از انجام این آزمایش وجود یا عدم وجود اثر حفاظتی خاک‌های دیاتومه و کلای روی ظهور حشرات کامل بود لذا این آزمایش فقط برای دو گونه *S. granarius* و*T. confusum* انجام شد که در آن ۲۰ جفت از حشرات بالغ هم سن *S. granaries* و *T. confusum* به‌صورت جداگانه در مرکز ۴۰۰ گرم گندم (شامل دانه‌های سالم و خرد شده) قرار داده شدند و به مدت ۶ و ۷ هفته (به‌ترتیب سیکل کامل زندگی حشرات مذکور در دمای ۲۵ درجه سلسیوس) در شرایط دمایی ۲ ± ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد نگهداری شدند. برای اینکه حشرات در این مدت بتوانند جفت‌گیری کنند و در داخل توده گندم تخم‌ریزی نمایند. بعد از طی این دوره کلیه حشرات بالغ موجود در داخل گندم از ظروف خارج شدند سپس هر کدام از توده‌های ۴۰۰ گرمی گندم که آلوده به مراحل مختلف زیستی (به‌جز مرحله بلوغ) این دو گونه بودند به ۱۲ قسمت (شامل ۴ تیمار سایان، کلای، SilicoSec و شاهد در ۳ تکرار) ۳۰ گرمی تقسیم شدند. حشرات بالغ ظاهر شده در هر یک از واحدهای آزمایشی به‌صورت هفتگی شمارش و حذف گردیدند، این عمل به مدت ۶ هفته برای *S. granarius* و ۷ هفته برای *T. confusum* انجام پذیرفت. در این آزمایشات از سایان و SilicoSec هر کدام به میزان توصیه شده شرکت سازنده (۳۰ میلی‌گرم برای ۳۰ گرم گندم) و از کلای به میزان ۲ گرم (انتخاب۲ گرم بر اساس آزمایشات مقدماتی بود) استفاده گردید.

طرح پایه و تجزیه آماری داده‌ها

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. با توجه به پراکنش داده‌ها در صورت لزوم از فرمول Arcsin√x برای تبدیل داده‌ها استفاده شد (Snedecor & Cochran, 1989) جهت تجزیه واریانس و گروه‌بندی میانگین تیمارها از نرم‌افزار SPSS و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده گردید.

نتایج

اثرات تماسی سایان، کلای و SilicoSec در داخل پتری دیش

در بررسی اثر کشندگی سایان، کلای و SilicoSec نتایج حاکی از آن بود که SilicoSec بیشترین تلفات (۸۸/۵۶ درصد) را به *S. granarius* وارد ساخت در حالی‌که کلای سبب کمترین تلفات (۳۵/۴۱ درصد) گردید (جدول ۱). بیشترین تلفات *T. confusum* بعد از ۷۲ ساعت و مربوط به سایان (۵۷/۵۹ درصد) بود در حالی‌که در مورد این حشره، کلای سبب کمترین تلفات (۲۳/۲۸ درصد) گردید (جدول ۱). در *O. surinamensis* سایان، SilicoSec و کلای به‌ترتیب بیشترین تلفات را داشتند که به‌ترتیب برابر با ۶۴/۳۷ ، ۵۷/۷۴ و ۳۴/۶۷ درصد و ۷۲ ساعت پس از تیمار شدن بود. در *C. ferrugineus* بیشترین (۷۱/۸۵ درصد) و کمترین (۴۶/۴۳ درصد) میزان تلفات در ۷۲ ساعت پس از تیمار شدن، به‌ترتیب، مربوط به سایان و کلای می‌باشد (جدول ۱). و به‌طور کلی رابطه مستقیمی بین میزان تلفات و زمان رهاسازی حشرات در داخل پتری‌دیش‌ها مشاهده گردید.

اثرات تماسی سایان، کلای و SilicoSec در مخلوط با ماده غذایی

در بررسی اثر کشندگی سایان، کلای و SilicoSec نتایج نشان داد که سایان و SilicoSec بیشترین تلفات را روی *S .granarius* در ۱۴ روز بعد از تیمار شدن دارند که به‌ترتیب برابر با ۸۸/۵۶ و ۶۹/۳۸ درصد می‌باشد. در این زمان میزان تلفات ناشی از کلای ۵۵/۲۵ درصد بود (جدول ۲).

بیشترین تلفات *T. confusum* مربوط به SilicoSec (۶۲/۵۷ درصد) بود که ۱۴ روز بعد از تیمار شدن حاصل گردید در حالی‌که در مورد این حشره تلفات ناشی از سایان (۵۹/۳۴ درصد) بیشتر از کلای (۴۶/۴۳ درصد) بود. در مورد *O. surinamensis* در زمان ۱۴ روز بعد از تیمار شدن بیشترین تلفات مربوط به تیمار SilicoSec (۴۹/۳۴ درصد) و کمترین تلفات مربوط به کلای (۳۳/۱۷ درصد) بود. در *C. ferrugineus* نیز سایان و SilicoSec بیشترین تلفات را به حشرات کامل وارد ساختند (جدول ۲). به‌طور کلی رابطه مستقیمی بین میزان تلفات و مدت زمان تیمار شدن مشاهده شد.

اثر حفاظتی سایان، کلای و SilicoSec

نتایج آزمایشات نشان داد که در *S .granarius* و *T. confusum* از هفته اول تا هفته آخر بعد از تیمار شدن، بین سایان و SilicoSec از لحاظ ظهور حشرات کامل تفاوت معناداری وجود ندارد در حالی که بین این تیمارها و کلای تفاوت معناداری مشاهده گردید. اما بین تیمار کلای و شاهد از نظر ظهور حشرات کامل تفاوت معناداری مشاهده نشد در حالت کلی عدم ظهور حشرات کامل در تیمار سایان و SilicoSec حاکی از کنترل مناسب این ترکیبات در ظهور نتاج حشرات مورد آزمایش است (سطح احتمال آماری ۵ درصد ($p \leq ۰/۰۵$) می‌باشد) (شکل‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- میانگین درصد تلفات حشرات در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تیمار شدن

Table 1- Mean percentage of mortality in 24, 48 and 72 h

Percentage of mortality												
Insect	***S. granarius***			***T. confusum***			***O. surinamensis***			***C. ferrugineus***		
	Time(h)			**Time(h)**			**Time(h)**			**Time(h)**		
	24	48	72	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Sayan	47.15a	56.82a	69.38b	33.93a	43.55a	57.59a	22.64a	48.60a	64.37a	53.75a	64.46a	71.85a
Clay	35.41b	53.35a	49.34c	23.58b	32.31b	36.98b	15.67b	28.14b	34.67b	36.90b	39.21b	46.43b
SilicoSec	47.87a	59.25a	88.56a	29.14a	43.55a	50.93a	21.55ab	42.81a	57.74a	42.10b	60.19a	67.35a
Control	1.43c	1.43b	1.43d	1.43c	1.43c	7.17c	1.43c	7.17c	1.43c	1.43c	1.43c	1.43c

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوت هستند در سطح ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند.

*The means in the same columns followed by the same letters do not differ significantly ($p < 0.05$) as determined by Tukey's tests.

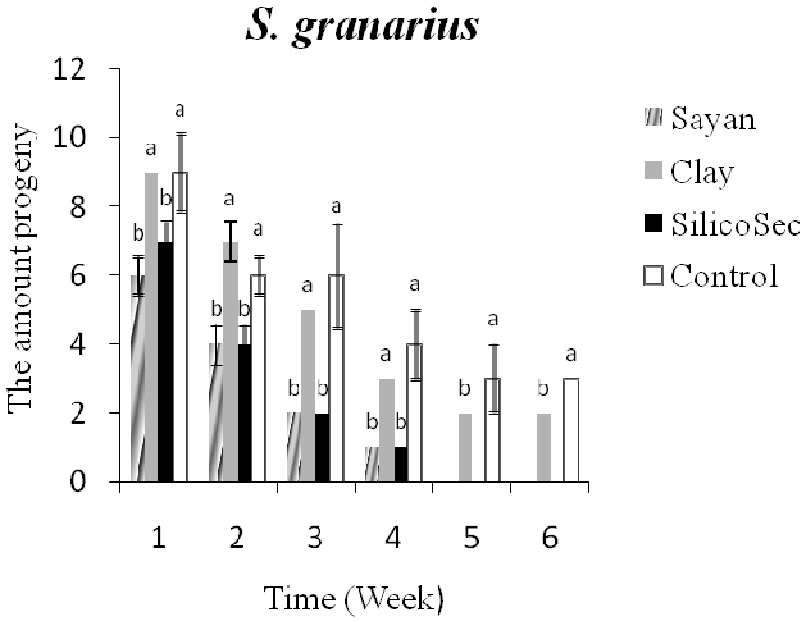
جدول ۲- میانگین درصد تلفات حشرات در مخلوط با گندم در زمان‌های ۱، ۷ و ۱۴ روز پس از تیمار شدن

Table 2- Means percentage of mortality in 1, 7 and 14 days in experiments with wheat mixture

Percentage of mortality												
حشرات	***S. granarius***			***T. confusum***			***O. surinamensis***			***C. ferrugineus***		
	Time(h)			**Time(h)**			**Time(h)**			**Time(h)**		
	1	7	14	1	7	14	1	7	14	1	7	14
Sayan	31.60a	82.82a	88.56a	25.62a	45.75a	59.34a	24.67a	39.21a	47.87a	33.93a	48.60a	56.06a
Clay	19.52b	52.27b	55.25c	14.29b	34.67b	46.43b	12.92b	24.67b	33.17b	20.61b	27.42c	34.74b
SilicoSec	31.51a	75.68a	69.38b	28.14a	50.78a	62.57a	22.64a	38.47a	49.34a	30.74a	42.12b	59.25a
Control	1.43c	1.43c	1.43d	1.43c	1.43c	1.43c	1.43c	1.43c	1.43c	1.43c	1.43d	1.43c

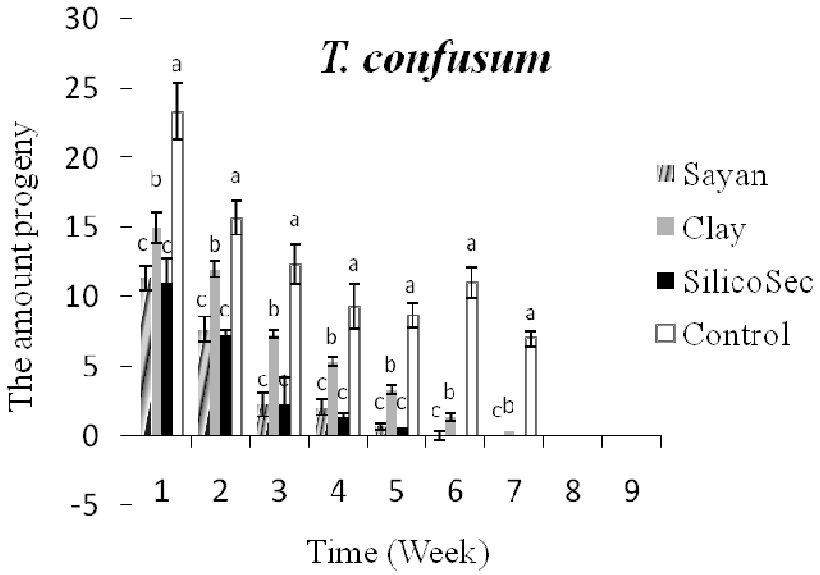
* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوت هستند در سطح ۵ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند.

*The means in the same columns followed by the same letters do not differ significantly ($p < 0.05$) as determined by Tukey's tests.



شکل ۱- مقایسه میانگین ظهور تعداد حشرات کامل *S. granarius* در تیمارهای مختلف

Fig. 1- Comparison of the mean number of *S. granarius* emergence in different treatments



شکل ۲- مقایسه میانگین ظهور حشرات کامل *T. confusum* در تیمارهای مختلف

Fig. 2- Comparison of the mean number of *T. confusum* emergence in different treatments

بحث

بررسی مقایسه میانگین درصد تلفات حشرات کامل چهار گونه مورد آزمایش نشان داد که با افزایش مدت زمان قرارگیری حشرات در معرض تیمارهای مختلف درصد تلفات افزایش می‌یابد این یافته با گزارشات برخی از محققین که بیان نمودند تلفات حشرات کامل *Rhyzopertha dominica* (F.) و *Tribolium castaneum* (Herbst) با افزایش مدت زمان قرارگیری حشرات در معرض فرمولاسیون SilicoSec خاک دیاتومه درصد تلفات افزایش می‌یابد مطابقت دارد (White & Loschiavo, 1989; McLaughlin, 1994; Artur,2000a, b; Cook *et al*., 2002). و همکاران در بررسی اثر حشره‌کشی غلظت ۱۰ گرم بر مترمربع فرمولاسیون SilicoSec خاک دیاتومه در تیمار سطح انبار روی حشرات کامل *O. surinamensis* نشان دادند که توانایی حشره‌کشی SilicoSec با گذشت زمان افزایش می‌یابد(Cook *et al*., 2002) که مشابه نتایج به‌دست آمده از این تحقیق در مورد سایان، SilicoSec و کلای می‌باشد.

Maclaughlin طی آزمایشی اثر حشره‌کشی دو آئروسل و فرمولاسیون Dryacide UF خاک دیاتومه بر روی حشرات کامل *Sitophilus oryzae* (L.) و *S. granarius* را بررسی کرد، نتایج نشان داد که درصد تلفات با افزایش زمان قرارگیری حشرات در مجاورت گردهای بی‌اثر افزایش می‌یابد(MacLaughlin, 1994) که با نتایج حاصله از مواد به‌کار رفته روی حشرات کامل چهار گونه حاضر در این تحقیق مطابقت دارد. قدرت حشره‌کشی فرمولاسیون SilicoSec خاک دیاتومه روی حشرات کامل *R. dominica* در دمای ۲۶ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۵ درصد اولین‌بار توسط Kavallieratos و همکاران در سال ۲۰۰۵ بررسی شد (Kavallieratos *et al*., 2005). دانه‌های گندم با غلظت‌هایی از SilicoSec تیمار شد و تلفات حشرات کامل ۱، ۲، ۷ و ۱۴ روز پس از تیمار گزارش گردید و نتاج تولید شده توسط حشرات کامل *R. dominica* پس از ۶۰ روز شمارش گردید. نامبردگان اعلام کردند درصد تلفات با گذشت زمان افزایش می‌یابد (Kavallieratos *et al*., 2005) که مشابه نتایج تحقیق حاضر می‌باشد.

گونه‌های آفات انباری حساسیت‌های متفاوتی به خاک دیاتومه از خود نشان می‌دهند (White & Loschiavo, 1989) که مقایسه درصد تلفات حشرات کامل چهار گونه مورد آزمایش در این تحقیق که با سایان و SilicoSec و کلای تیمار شده بودند مؤید مطلب فوق می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سایان، SilicoSec اثر کنترلی قابل توجهی در جلوگیری از تولید نتاج حشرات کامل *S. granarius* و *T. confusum* دارند که مشابه نتایج حاصل از آزمایشات آتاناسیو و همکاران در سال ۲۰۰۵ می‌باشد که بیان نمودند SilicoSec® خاک دیاتومه در دانه‌های گندم آلوده به *S. oryzae* در کاهش تولید نتاج این حشره بسیار موثر است (Athanassiou *et al*., 2005).

عملکرد خاک دیاتومه در برابر دما به فرمولاسیون آن و گونه حشره بستگی دارد به‌طوری‌که Aldryhim در سال ۱۹۹۳ گزارش کرد که حشرات کامل *R. dominica* و *S. granarius* در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در برابر فرمولاسیون Dryacide خاک دیاتومه نسبت به دمای ۲۰ درجه سلسیوس حساس‌ترند در صورتی که گونه *T. confusum* (DUV.) در دمای بالا حساسیت کمتری از خود نشان می‌دهد. وی بیان کرد عملکرد خاک دیاتومه علاوه بر دما به خاصیت چسبندگی آن به دانه‌های گندم و کوتیکول حشره نیز بستگی دارد (Aldryhim, 1993). سایان به‌عنوان خاک دیاتومه تولید شده در ایران تلفاتی مشابه با خاک دیاتومه SilicoSec دارد و در برخی موارد در حشرات مورد آزمایش تلفاتی بیشتر از SilicoSec ایجاد می‌کند. از طرفی این مواد به دلیل مقرون به صرفه بودن و قابلیت دسترسی آسان جایگزین مناسبی برای دیگر ترکیبات دیاتومه خارجی و سایر مواد شیمیایی و محسوب می‌شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری آقای مجتبی قانع جهرمی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند تشکر می‌گردد.

References

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.

Anonymous, 1999. On-farm application of protect-It. Available in: http: /www hedlytech com/ cdnapplication html. (accessed 05 November 2004).

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

Armitage, D. M., Collins, D. A., Cook, D. A. and Bell, J. 1998. The efficacy of silicaceous dust alternatives to organophosphorus compounds for the control of storage mites. *In* Proc. 7th International Working Conference on Stored-Product Protection. Beijing China 1, 725-729.

Arthur, F. H. 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. Journal of Stored Products Research, 32: 293-302.

Arthur, F. H. 1999. Evaluation of an encapsulated formulation of cyfluthrin to control *Sitophilus oryzae* L. on stored wheat. Journal of Stored Products Research, 35:159-166.

Artur, F. H. 2000a. Toxicity of diatomaceous earth to red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): effects of temperature and relative humidity. Journal of Economic Entomology, 93: 526-532.

Artur, F. H. 2000b. Impact of food source on survival of red flour beetles and confused flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to diatomaceous earth. Journal of Economic Entomology, 93: 1347-1356.

Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Tsaganou, F. C., Vayias, B. J., Dimizas G. B. and Buchelos, C. Th. 2003. Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec® against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Crop Protection, 22: 1141-1147.

Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Economou, L. P., dimizas, C. B., Vayias, B, J., Tomanovic, S. and Milutinovic, M. 2005. Persistence and efficacy of three diatomaceous earth formulations against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) on wheat and barley. Journal of Economic Entomology, 98: 1404-1412.

Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Vayias, B. J. and Panoussakis, E. C. 2008. Erratum to 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: 394-396.

Bell, C. H., Hole, B. D. and Evans, P. H. 1977. The occurrence of resistance to phosphine in adult and egg stages of strain of *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae). Journal of Stored Products Research, 13: 91-94.

Cook, D, A., Collins, L. E. and Armitage, D. M. 2002. Diatomaceous earth structural treatment against *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Cucujidae) under fluctuating UK conditions. In Proc. 8th Int. Working Conference on Stored-Product Protection. York. U.K. pp. 675-679.

Cox, P. D., Fleming, D. A., Atkinson, J. E., Bannon, L. and whitfield, J. M. 1997. The effect of behavior on the survival of *Cryptolestes ferrugineus* in an insecticide treated laboratory environment. Journal of Stored Products Research, 33: 257-269.

Daglish, G. J. 1998. Efficacy of six grain protectants applied or in combination against three species of Coleoptera. Journal of Stored Products Research, 34: 263-268.

Demissie, G., Tefera, T. and Tadesse, A. 2008. Efficacy of Silicosec filter cake and wood ash against the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) on three maize genotypes. Journal of Stored Products Research, 44: 227-231.

MSDS, EG. 2001. SilicoSec, Inert Silica dust for insect control effective, long acting and environmentally safe, AgiNova Biologische praparate Produktions- und Vertriebs GmbH, Germany, 4pp.

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

Golob, P. 1997. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. Journal of Economic Entomology, 90: 69-79.

Johnson, J. A., Vail, P. V., Soderstorm, E. L., Curtis, C. E., Brandel, D. G., Tebbets, J. S. and Valero, **K. A. 1998.** Integration of non-chemical post harvest treatments for control of novel orange worm (Lep.: Pyralidae) and Indian meal moth (Lepidoptera: Pyralidae) in walnuts. Journal of Economic Entomology, 91: 1437-1444.

Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Pashalidou, F. G., Andris, N. S. and Tomanovic, Z. 2005. Influence of grain type on the insecticidal efficacy of two diatomaceous earth formulations against *Rhyzopertha dominica* (F) (Coleoptera: Bostrychidae). Pest Management Science, 61: 660-665.

Kavallierators, N. G., Athanassiou, C. G., Michalaki, M. P., Batta, Y. A., Rigatos, H. A., Pashslidou, F. G., Balotis, G. N., Tomanovic, Z. and Vayias, B. J. 2006. Effect of the combined use of *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) sorokin and diatomaceous earth for the control of three stored- product beetle species. Crop Protection, 25: 1087-1094.

Keita, S. M., Vincent, C., Schmit, J. P., Ramaswamy, S. and Belanger, A. 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 36: 355-364.

Leesch, J. G. **1995**. Fumigant action of acrolein on stored product insects. Journal of Economic Entomology, 88: 326-330.

Mason, L. J. and Strait, **C. A. 1998.** Stored product integrated pest management with extreme temperatures. Available on: http://cipm cipm. ncsu. Edu/ipm text/chap6.pdf (accessed 02 April 2011).

McLaughlin, A. 1994. Laboratory trials on desiccant dust insecticides. In Proc. 6th Int. Working Conference on stored-Product Protection. CAB. Wallingford, Canberra, Australia, pp. 638-645.

Navarro, S. 2006. Modified atmospheres for the control of stored-product insects and mites. *In*: Insect Management for Food Storage and Processing. 2nd edition, Heaps, J.W., ed., American Association of Cereal Chemists, ACC International, St. Paul, Minnesota, U.S.A., 231 pp., 105-145.

Padin, S., Dal Bello, G. and Fabrizio, **M. 2002.** Grain loss closed by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthosceloides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. Journal of Stored Products Research, 38: 69-74.

Pourmirza, A. A. and Tajbakhsh, M. 2001. Studies aceton effect on control stored-product insects. Journal of Agricultural and Techniques Sciences of IRAN, 3: 229-239.

Rajendran, S. and Muralidharan, N. 2005. Effectiveness of allyl acetate as a fumigant against five stored grain beetle pests. Pest Management Science, 61: 97-101.

Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. 1989. Statistical methods. 8th Ed. IOWA State University Press. 503 pp.

Tunçbilek, S. A. 1997. Susceptibility of the sawtooth grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (L.), to gamma radiation. Journal of Stored Products Research, 33: 331-334.

United Nations Environmental Programme. 2001. Backgrounder basic facts and data on the science and politics of ozone protection. Available in: http: //www.unep.org/ozone. or at http: // www .unep.ch/ozone. (accessed 20 April 2005).

Vayias, B. J. and Athanassiou, C. G. 2004. Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec® against adult and larvae of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* (DUV.) (Coleoptera: Tenebrionidae). Crop Protection, 23: 565-573.

White, N. D. G. and Loschiavo, S. R. 1989. Factors affecting survival of the merchant grain beetle (Coleoptera: Cucujidae) and the confused flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to silica aerogel. Journal of Economic Entomology, 82: 960-969.

Journal of Entomological Research
Volume7, Issue1, pages: 39-49

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
www.entomologicalresearch.ir

The Lethal impact of diatomaceous earth and kaolin on adult of four stored-product insects

R. Sadeghi*

Assistant professor, Department of Entomology and Plant Pathology, Abureihan Campus of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

The lethal impact of Kaolin (Clay®) and diatomaceous earth (Sayan® and SilicoSec®) on four major stored-product insects was determined under laboratory conditions. The lethal effects were investigated in two different methods. In the first, experimental surface was permeated with test material, and in the second method, the test compounds were mixed with rearing mediums separately. In both techniques, adults of *Sitophilus granarius*, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis* and *Cryptolestes ferrugineus* were placed in a petri-dish, which was contaminated with a known amount of Sayan®, Clay® and SilicoSec®. In the first method, mortality rate was recorded after 24, 48 and 72 h of exposure. In the second method, the lethal impact of test compounds which were mixed with wheat was investigated against *S. granarius*, *T. confusum*, *O. surinamensis* and *C. ferrugineus* for 1, 7 and 14 days of exposure. In the first technique, the maximum mortality rate was achieved with SilicoSec® (88.56%) and Sayan® (75.85%) on *S. granarius* and *C. ferrugineus* respectively. In the second method, the results were demonstrated, the maximum mortality caused by Sayan® (88.56%) SilicoSec® (75.68%) and Kaolin® (55.25%) in *S. granarius*. In *S. granarius* case, mortality rate caused was more than the other species. The protective effects of test compounds on life span of *S. granarius* and *T. confusum* showed no significant differences among the emerged adult insects in Sayan® and SilicoSec® treatments while showed significant differences among the emerged adult of insects in Sayan® and SilicoSec® with Clay®.

Key words: Clay, Sayan, SilicoSec, Stored-product insects

* Corresponding Author, E-mail: *rsadeghi@ut.ac.ir*
Received: 8 Apr. 2013 – Accepted: 18 Dec. 2013