دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ٤٦٦٨-٢٠٠٨
www.entomologicalresearch.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)

جلد ۲، شماره ٤، سال ۱۳۸۹، (۳۱۷-۳۰۷)

# اثر خاک دیاتومه ایران روی شپشه‌آرد، *Tribolium confusum* Duval (Col., Tenebrionidae)، در شرایط آزمایشگاهی

فرحناز سادات گلستان هاشمی[۱]، حسین فرازمند[۲]*، جواد کریم‌زاده اصفهانی[۳]، عارف معروف[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک
۲- استادیار، بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور
۳- استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

## چکیده

خاک دیاتومه یکی از ترکیبات معدنی و جایگزین مناسب برای کنترل آفات انباری می‌باشد. بررسی‌های آزمایشگاهی به منظور ارزیابی اثر حشره‌کشی فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه (سایان®) روی حشرات‌کامل شپشه‌آرد ، *Tribolium confusum* Duval ، در دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد در تاریکی صورت گرفت. دامنه غلظت‌های خاک دیاتومه برای زیست‌سنجی شامل ۵۰، ۸۰، ۱۲٦، ۲۰۰ و ۳۱۵ و برای مقایسه میزان ظهور حشرات‌کامل شامل صفر (شاهد)، ۵۰، ۸۰، ۱۲٦، ۲۰۰، ۳۱۵ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام بودند که هر کدام در هشت تکرار انجام گرفت. بعد از گذشت ١٤ روز غلظت ۳۱۵ پی‌پی‌ام اثر قابل قبولی از خود نشان داد. مقدار $LC_{50}$ فرمولاسیون فوق برای حشرات‌کامل *T. confusum* در این مدت ۱۸۳/۳ پی‌پی‌ام برآورد گردید. مقایسه بین گندم‌های تیمار نشده و تیمار شده با خاک دیاتومه از نظر تولید نتاج نشان داد که خاک دیاتومه موجب کنترل حشرات تازه ظاهر شده می‌گردد، به‌طوری‌که ظهور حشرات‌کامل در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام در مقایسه با شاهد حدود ۵ برابر کاهش نیافت. میزان پایداری خاک دیاتومه ثابت بوده، به‌طوری‌که با گذشت زمان، میزان کارایی آن کاهش نمی‌یابد. لذا از فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه (سایان®) می‌توان به‌عنوان محافظ مناسب غلات در برابر حشرات‌کامل شپشه‌آرد استفاده نمود.

**واژه‌های کلیدی:** شپشه‌آرد، خاک دیاتومه، ایران، کنترل آفت

## مقدمه

شپشه‌آرد، *Tribolium confusum* Duval (Col., Tenebrionidae)، یکی از مهمترین آفات محصولات انباری می‌باشد. این آفت بیشتر در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری خسارت قابل توجهی وارد می‌نماید (Hollingsworth *et al*., 2002;

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *farazmand@entomology.ir*
تاریخ دریافت مقاله (۸۹/۷/۲٤) - تاریخ پذیرش مقاله (۸۹/۱۲/۱۲)

Songa & Reno, 1998). این حشرات به‌دلیل توان تولیدمثلی بالا، محصول انباری را با مدفوع و پوسته‌های لاروی خود آلوده کرده و از مرغوبیت آن به‌شدت می‌کاهند. همچنین حشرات‌کامل و لاروها از دانه‌های شکسته غلات نیز تغذیه می‌کنند (Bagheri-Zenouz, 1995).

یکی از متداول‌ترین روش‌های کنترل آفات انباری استفاده از ترکیبات تدخینی متیل بروماید و فسفین می‌باشد. مصرف این سموم تدخینی به‌دلیل سمیت فوق‌العاده روی انسان و سایر عوارض آن، در حال محدود شدن می‌باشد (Bell & Wilson, 1995; Daglish & Collins, 1999). با توجه به اثر نامطلوب متیل‌بروماید روی لایه ازن، مصرف آن فقط تا سال ۲۰۱۵ مجاز می‌باشد (Makhijani & Gurney, 1995). علاوه بر این مقاومت آفات انباری نسبت به سم فسفین گزارش شده است (Chaudhry, 2000).

امروزه تحقیقات گسترده‌ای به منظور استفاده از ترکیبات جدید که خطرات زیست‌محیطی کمتری داشته باشند، جهت کنترل آفات انباری در حال انجام است (Arnaud *et al.,* 2005). به‌علاوه، روش‌های دیگر کنترل مانند کاربرد پودرهای معدنی، کنترل بیولوژیکی و آفت‌کش‌های گیاهی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (Thomson *et al.,* 2000). خاک دیاتومه (DE)[1]، به‌عنوان یک جایگزین برای حشره‌کش‌های شیمیایی و فومیگانت ها به‌طور روز افزون در طول سالیان گذشته استفاده شده و به‌عنوان یک جز ضروری مدیریت تلفیقی آفات در محصولات انباری تشخیص داده شده است (Korunic, 1999). خاک دیاتومه ریشه طبیعی دارد و شامل فسیل اسکلت دیاتوم هاست (Subramanyam & Roesli, 2000). خاک دیاتومه، یک سنگ رسوبی متخلخل سبک وزن متشکل از باقیمانده سیلیس‌های ما قبل تاریخ می‌باشد (Round *et al.,* 1990). دیاتومه‌ها شامل موجودات میکروسکوپی، جلبک‌های تک‌سلولی و آبزی- گیاهی با پوسته نرم متشکل از سیلیکای هیدراته شده بی‌شکل می‌باشند (Ross, 1981). این ترکیبات پودری از طریق تماس با کوتیکول، موم لایه اپی‌کوتیکول حشرات را از بین برده و به‌دلیل از دست رفتن آب بدن، منجر به مرگ حشرات می‌شوند (Ebeling, 1971). البته عوامل مختلفی از قبیل رطوبت نسبی، دما، منبع خاک معدنی دیاتومه، گونه حشره، مرحله زندگی حشره، سوش حشره، دانه و تراکم آفت، می‌توانند روی کارآیی DE اثر بگذارند. سمیت پایین DE برای پستانداران، کاربرد آن را برای کاربران آسان کرده است (Fields *et al.*,2002)، و از دیگر مزایای آن، ایجاد حفاظت طولانی مدت محصولات می‌باشد (White *et al*., 1975). همچنین DE برخلاف تدخین کننده‌ها به‌عنوان یک ماده پیشگیری به‌کار برده شده و آزمون‌ها نشان داده‌اند که DE تاثیری برکیفیت استفاده نهایی ندارد (Desmarchelier & Dines, 1987). مزایا و محدودیت‌های استفاده از خاک دیاتومه برای محافظت از محصولات انباری در مقابل آفات انباری بیان شده است (Fields, 1998). تاکنون تعداد زیادی از فرمولاسیون‌های خاک دیاتومه به‌عنوان محافظت کننده‌های غلات در برابر آفات انباری موثر بوده‌اند و در نتیجه بسیاری از آن‌ها اکنون به‌صورت تجاری در بسیاری از نقاط دنیا موجود هستند (Korunic, 1998).

بررسی تاثیر فرمولاسیون SilicoSec® خاک دیاتومه برای کنترل *Sitophilus oryzae* L.، نشان داد که غلظت ppm ۱۲۵، بعد از ۱٤ و ۲۱ روز، موجب ایجاد تلفات ۹۹ و ۱۰۰ درصد می‌گردد (Wakil & Shabbir, 2005). علاوه بر این بررسی سمیت فرمولاسیون Protect-It® خاک دیاتومه روی دو گونه سوسک انباری *T. confusum* و *Tribolium castaneum* (Herbst) نشان داد که مرگ و میر حشرات‌کامل *T. confusum* کمتر از مرگ و میر حشرات‌کامل *T. castaneum* می‌باشد (Arthur, 2000).

[1]- Diatomaceous Earth (DE)

مقایسه فرمولاسیون‌های مختلف تجاری خاک دیاتومه روی چند جمعیت شپشه‌آرد، *T. castaneum*، نشان داد که دو فرمولاسیون Protect-It® و Perma-Guard® به ترتیب موثرترین و کم اثرترین فرمولاسیون خاک دیاتومه جهت کنترل جمعیت‌های شپشه‌آرد بودند (Arnaud *et al.*, 2005).

مطالعه اثر دما روی سمیت فرمولاسیون SilicoSec® خاک دیاتومه، بر روی حشرات‌کامل *Rhyzoprttha dominica* F. (Coleoptera: Bostrychidae) و *T. castaneum* نشان داد که مرگ و میر اولیه هر دو گونه به‌طور معنی‌داری در دماهای بالاتر ۲۷ و ۳۲ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد (Ziaee *et al.*, 2006).

در این تحقیق، تاثیر حشره‌کشی غلظت‌های مختلف فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه (Sayan®) بر روی حشرات‌کامل شپشه‌آرد مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

**پرورش حشرات:** حشرات مورد استفاده در این تحقیق که شامل حشرات‌کامل *T. confusum* بود، از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور تهیه شد و روی جیره غذایی آرد گندم سبوس‌دار به اضافه مخمر جو (خمیر مایه) با نسبت ۱: ۱۲ در شرایط دمایی ۱±۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵ ٪ و در تاریکی پیوسته پرورش یافتند.

فرمولاسیون خاک دیاتومه مورد استفاده در این تحقیق، حشره‌کش سایان®، خاک دیاتومه ایران، با فرمولاسیون پودری (Dust)، تولید شرکت کیمیا سبزآور ایران بود که ماده موثر آن، خاک معدنی دیاتومه و حاوی ۸۰ ٪ سیلیکا (سیلیکون دی اکسید) می‌باشد. شکل ظاهری DE به‌صورت پودر نرم و به‌رنگ کرم یا طوسی روشن است. دانه‌بندی ذرات کمتر از ۵۰ میکرون و وزن مخصوص آن ۰/۵ – ۰/٦ g / ml می‌باشد.

**آزمایش زیست‌سنجی:** جهت محاسبه $LC_{50}$، پس از انجام آزمون مقدماتی و به منظور تعیین غلظت حداقل و حداکثر، پنج غلظت خاک دیاتومه شامل ۵۰، ۸۰، ۱۲٦، ۲۰۰ و ۳۱۵ پی‌پی‌ام (میلی‌گرم از DE بر کیلوگرم گندم)، به همراه تیمار شاهد انتخاب گردید. آزمایش با هشت تکرار انجام شد و هر تکرار شامل ده عدد حشره‌کامل پنج تا شش روز شپشه‌آرد (مخلوط نر و ماده) بود. آزمایش در ظروف کوچک ۱۰۰ میلی لیتری انجام شد. در هر ظرف مقدار ۵۰ گرم از مخلوط گندم (رقم قدس با رطوبت ۱۲٪) با غلظت موردنظر خاک دیاتومه به همراه حشرات‌کامل شپشه‌آرد قرار گرفت. سپس ظروف در دستگاه انکوباتور در دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۵۵ ٪ و تاریکی مطلق قرار گرفته و بعد از زمان‌های ۷ و ١٤ روز، میزان مرگ و میر حشرات ثبت گردید.

**تعیین کاهش نتاج شپشه آرد در غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه:** به منظور بررسی مقایسه توانایی تولید نسل حشرات‌کامل شپشه‌آرد در غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه، این آزمایش با شش غلظت خاک دیاتومه (۵۰، ۸۰، ۱۲٦، ۲۰۰، ۳۱۵ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) به همراه شاهد و در هشت تکرار انجام شد. جهت انجام این آزمایش، از بلغور گندم (گندم خرد شده) استفاده شد. جهت آزمایش، تعداد ده عدد حشره‌کامل پنج تا شش روز در ظروف با بلغور گندم تیمار شده رهاسازی و پس از گذشت ۱۲ روز، حشرات‌کامل از تمامی ظروف خارج شدند. سپس ظروف حاوی بلغور گندم تیمار شده به‌مدت ۳۰ روز در انکوباتور نگهداری شدند. پس از مشاهده اولین ظهور حشره‌کامل در ظروف، تعداد حشرات بالغ

نسل جدید در هر ظرف، به مدت ۲۵ روز شمارش گردید. به منظور برآورد میزان کاهش نتاج از رابطه زیر استفاده گردید (Aldryhim, 1990).

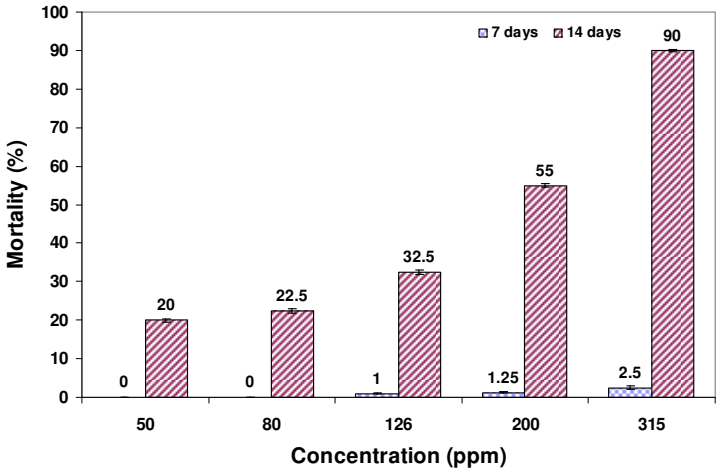
**۱۰۰ × [تعداد نتاج حاصل در شاهد / (تعداد نتاج حاصل در تیمار – تعداد نتاج حاصل در شاهد)] = درصد کاهش تولید نتاج**

**بررسی پایداری خاک دیاتومه ایران جهت کنترل شپشه‌آرد:** بر اساس نتایج حاصل از آزمایش‌های قبل، غلظت‌های ۲۰۰، ۳۱۵ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام خاک دیاتومه انتخاب گردید. مقدار ۲ کیلوگرم گندم از هر غلظت مشخص شده با خاک دیاتومه تیمار و به‌فواصل زمانی ۰، ۳۰، ٦۰ و ۱۲۰ روز نگهداری شد، جهت آزمایش در هر ظرف مقدار ۵۰ گرم از مخلوط گندم تیمار شده با غلظت موردنظر خاک دیاتومه در فواصل زمانی مختلف به همراه ده عدد حشره‌کامل پنج تا شش روز شپشه‌آرد، در هشت تکرار، قرار گرفت. سپس ظروف در دستگاه انکوباتور در دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۵۵ ٪ و تاریکی مطلق قرار گرفته و بعد از زمان‌های ۲، ٤، ۷ و ١٤ روز، میزان مرگ و میر حشرات ثبت گردید.

**تجزیه داده‌ها:** محاسبه پروبیت درصد تلفات و معادله خط رگرسیون برای تعیین $LC_{50}$، با استفاده از نرم‌افزار StatsDirect (version 2.7.2) انجام شد. همچنین نتایج حاصل از آزمایش‌های تعیین میزان ظهور حشرات‌کامل شپشه‌آرد و تعیین پایداری خاک دیاتومه، با کمک نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

## نتایج

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت خاک دیاتومه، میزان تلفات حشرات‌کامل شپشه‌آرد نیز افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که بعد از ١٤ روز، کمترین میزان تلفات در غلظت ۵۰ میلی‌گرم DE در کیلوگرم گندم به میزان ۲۰ درصد و بیشترین میزان تلفات در تیمار ۳۱۵ میلی‌گرم DE در کیلوگرم گندم به مقدار ۹۰٪ به ثبت رسیده این در حالی است که میزان تلفات تیمار شاهد پس از دو هفته فقط ۵ درصد بود (شکل ۱). بر اساس نتایج به‌دست آمده، میزان $LC_{50}$ برای فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه ۱۸۳/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم گندم (ppm) بود (جدول ۱). همچنین میزان تاثیر خاک دیاتومه با گذشت زمان افزایش یافت، به‌طوری‌که به‌عنوان مثال میزان تلفات تیمار ۳۱۵ میلی گرم DE در کیلوگرم گندم بعد از یک و دو هفته به ترتیب برابر ۲/۵ و ۹۰ درصد بود (شکل ۱). لذا مشخص شد که تلفات غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه از هفته دوم پس از تیماردهی آغاز گشته و به‌تدریج افزایش می‌یابد.




**شکل ۱- میانگین تلفات حشرات‌کامل شپشه‌آرد در غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه بعد از ۷ و ١٤ روز**

**Fig. 1. Mean mortality of *T. confusum* adults exposed to different concentrations of DE after 7 and 14 days**

**جدول ۱- میزان سمیت فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه روی حشرات‌کامل شپشه‌آرد**

**Table 1- The toxicity of Iranian formulation of diatomaceous earth against adults *T. confusum* (n = 8)**

| Number | Lethal Concentration (mg/kg wheat) 95% Confidence interval | | Slope±SE | Chi-Square (df) | *P*-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | $LC_{50}$ | $LC_{90}$ | | | |
| 560 | 183.28 (158.49-206.0) | 373.62 (315.91-491.0) | 2.57±0.65 | 6.82 (3) | 0.0779 |

1 mg per kg wheat (ppm)

نتایج تجزیه واریانس میزان کاهش تولید نتاج در نسل اول حشرات *T. confusum* نشان دهنده تفاوت معنی‌دار تیمارها در سطح ۱٪ بود (df=5, 42; F=14.33; *P*=0.0001; C.V.: 11.84%). بالاترین میزان کاهش تولید نتاج نسبت به شاهد در تیمار "غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام" به مقدار ۷۹/۱۹ درصد و کمترین مقدار آن در تیمار "غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام" به مقدار ١٤/٨٩ درصد بود (جدول ۲). مقایسه تیمارها نشان می‌دهد که تیمار "غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام" با دارابودن کمترین میزان کاهش تولید نتاج در نسل اول (بالاترین مقدار ظهور حشرات‌کامل) به همراه تیمارهای ۸۰، ١٢٦ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام در یک گروه، تیمار "۳۱۵ پی‌پی‌ام" در یک گروه و تیمار "۵۰۰ پی‌پی‌ام" با دارابودن کمترین مقدار ظهور حشرات‌کامل نسل اول در یک گروه جداگانه آماری قرار می‌گیرند.

**جدول ۲، میانگین کاهش تولید نتاج نسبت به شاهد در نسل اول حشرات شپشه آرد در تیمارهای مختلف خاک دیاتومه بعد از ٤٢ روز**

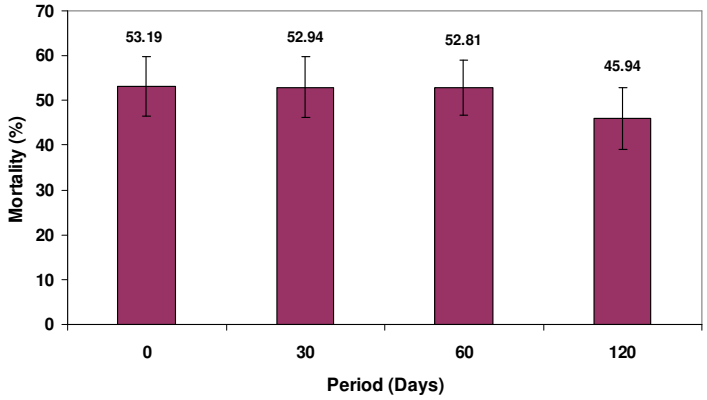
**Table 2, Mean of $F_1$ emergence reduction of *T. confusum* exposed to different concentrations of DE after 42 days (n = 8)**

| Diatomaceous earth concentrations[1] | $F_1$ emergence reduction (%) ± SE |
|---|---|
| **50** | 14.89 ± 3.23 a |
| **80** | 21.16 ± 4.22 a |
| **126** | 22.35 ± 4.98 a |
| **200** | 28.84 ± 4.87 a |
| **315** | 62.24 ± 7.99 b |
| **500** | 79.19 ± 7.14 c |

[1]mg per kg wheat (ppm)

[2]Means followed by the different letters are significantly different (*P < 0.01, DMRT*)

نتایج تجزیه واریانس تعیین پایداری خاک دیاتومه نشان داد که بین میزان تلفات خاک دیاتومه تیمار شده با گندم در زمان‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود ندارد (df=3, 112, F=1.57, *P*=0.2014, C.V.: 12.10%). همچنین بر اساس اطلاعات به‌دست آمده، بین غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (df=3, 112; F=127.47; *P*=0.0001; C.V.: 12.10%). علاوه بر آن اثر متقابل غلظت و زمان نگهداری خاک دیاتومه نیز فاقد اختلاف معنی‌دار بود (df=9, 112; F=0.87; *P*=0.5512; C.V.: 12.10%). نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیشترین میانگین میزان تلفات حشرات‌کامل شپشه‌آرد در تیمار "۳۰ روز" با مقدار ٥٦ درصد و پایین‌ترین میانگین میزان تلفات در تیمار "۱۲۰ روز" به میزان ٤٦ درصد بود (شکل ۲). همچنین مقادیر میزان تلفات حشرات‌کامل شپشه‌آرد در غلظت‌های مختلف نشان داد که تیمار "۵۰۰ پی‌پی‌ام" با حدود ۹۰ درصد دارای بیشترین میزان تلفات و تیمار "شاهد" با حدود ۳ درصد کمترین میزان تلفات را دارد. لذا تمام غلظت‌های خاک دیاتومه با تیمار "شاهد" دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۳). مقایسه میزان تلفات غلظت‌های مختلف در زمان‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که میزان تلفات در هر غلظت تا ۳۰ روز تغییری نداشته و در فاصله بین ۳۰ تا ٦۰ روز دارای کاهش ناچیزی بوده که قابل توجه نمی‌باشد. همچنین در تمام غظت‌ها، به‌جز تیمار شاهد، پایین‌ترین میزان تلفات در زمان "۱۲۰ روز" مشاهده شد (جدول ٤).




**شکل ۲- میانگین میزان تلفات حشرات‌کامل شپشه‌آرد در مخلوط گندم و خاک دیاتومه نگهداری شده در زمان‌های مختلف**

**Fig. 2- Mean mortality of *T. confusum* adults exposed to wheat and DE mixtures kept in different duration**

**جدول ۳- میانگین تلفات حشرات‌کامل شپشه‌آرد در غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه**

**Table 3- Mean mortality of *T. confusum* adults exposed to different concentrations of DE (n = 8)**

| Diatomaceous earth concentrations[1] | Mean mortality (%) ± SE |
|---|---|
| **0** | 03.12 ± 1.14 a |
| **200** | 48.18 ± 4.60 b |
| **315** | 62.06 ± 4.60 c |
| **500** | 90.50 ± 2.11 d |

[1]mg per kg wheat (ppm)

[2]Means followed by the different letters are significantly different (*P < 0.01, DMRT*)

**جدول ٤- میانگین تلفات حشرات‌کامل شپشه‌آرد در غلظت‌های متفاوت خاک دیاتومه نگهداری شده در دوره‌های زمانی مختلف**

**Table 4- Mean mortality of *T. confusum* adults exposed to different concentrations mixtures of wheat and DE kept in different duration (n = 8)**

| Kept duration of wheat & DE mixture (days) | Mean mortality (%) ± SE | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 ppm | 200 ppm | 315 ppm | 500 ppm |
| **0** | 5.00 ± 2.67 a | 53.50 ± 8.96 a | 62.25 ± 9.09 a | 92.00 ± 3.78 a |
| **30** | 1.25 ± 1.20 a | 53.00 ± 9.35 a | 66.25 ± 6.25 a | 91.25 ± 3.50 a |
| **60** | 2.50 ± 2.48 a | 48.75 ± 4.80 a | 66.00 ± 4.63 a | 90.00 ± 3.78 a |
| **120** | 3.75 ± 2.63 a | 37.50 ± 9.98 a | 53.75 ± 9.24 a | 88.75 ± 6.11 a |

[1]mg per kg wheat (ppm)

[2]Means followed by the different letters are significantly different (P < 0.01, DMRT)

## بحث

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این تحقیق افزایش غلظت فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه موجب افزایش تلفات حشرات‌کامل شپشه‌آرد می‌گردد که این نتیجه با مشاهدات آزمایش Arnaud و همکاران (2005) مطابقت داشته به‌طوری‌که با افزایش غلظت فرمولاسیون Protect-It® خاک دیاتومه، میزان مرگ و میر حشرات‌کامل شپشه‌آرد نیز افزایش می‌یابد.

همچنین آزمایشات نشان داد، تاثیر خاک دیاتومه با افزایش زمان قرار گرفتن حشرات‌کامل در گندم تیمار شده با آن، افزایش می‌یابد، کاربرد فرمولاسیون Protect-It® خاک دیاتومه روی *T. confusum* و *T. castaneum* نیز نشان داد که مدت زمان قرارگرفتن حشرات‌بالغ در داخل گندم‌های تیمارشده با خاک دیاتومه با میزان تلفات ارتباط مستقیم دارد و با گذشت زمان، مقدار مرگ و میر حشرات افزایش می‌یابد (Arthur, 2000).

آزمایشات زیست‌سنجی فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه (Sayan®) حاکی از آن بود که میزان غلظت لازم خاک دیاتومه جهت ایجاد تلفات ۵۰ درصد برابر حدود ۱۸۳ میلی‌گرم در کیلوگرم گندم می‌باشد. این در حالی است که میزان $LC_{50}$ برای فرمولاسیون SilicoSec® بر روی حشرات‌کامل *T. castaneum* حدود ۲٦۷ میلی گرم در کیلوگرم گندم بوده است (Ziaee *et al.,* 2007). همچنین کاربرد غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم فرمولاسیون Silico-sec® خاک دیاتومه در کیلوگرم گندم، موجب ایجاد تلفات ۵۹ درصدی بر روی حشرات‌کامل *T. confusum* گردیده است (Chintzoglou *et al.,* 2008)، در حالی‌که کاربرد غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه در کیلوگرم گندم موجب حدود ۸۳ درصد تلفات بر روی حشرات‌کامل شپشه‌آرد می‌گردد. علاوه بر این غلظت پیشنهادی فرمولاسیون Protect-It® خاک دیاتومه، جهت کنترل کامل جمعیت‌های مختلف حشرات‌کامل شپشه‌آرد، ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام بوده است (Arnaud *et al.,* 2005)، در حالی که غلظت لازم فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه جهت کنترل کامل حشرات‌کامل شپشه‌آرد حدود ٦۵۰ تا ۷۰۰ پی‌پی‌ام می‌باشد ($LC_{99}$=667 ppm).

مقایسه تاثیر چهار فرمولاسیون خاک دیاتومه (Dryacide®، Insecto®، Perma-Guard® و Protect-It®)، روی *T. castaneum* در کشورهای استرالیا، کانادا و انگلستان نشان داد که فرمولاسیون Protect-It®، موثرترین و Perma-Guard®، کم اثرترین این ترکیبات بودند، به‌طوری‌که $LC_{50}$ برای فرمولاسیون Protect-It®، پس از ١٤ روز، در کشورهای استرالیا، کانادا و انگلستان، به ترتیب شامل ۷۷۰، ٣٤٤ و ٤٦٢ پی‌پی‌ام بود (Fields *et al.,*2002).

همچنین مقایسه فرمولاسیون‌های مختلف خاک دیاتومه روی حشرات‌کامل شپشه‌آرد، *T. castaneum* (Herbst)، نیز نشان داد که فرمولاسیون Protect-It® نسبت به سایر فرمولاسیون‌ها از کارایی بالاتری برخوردار است (Arnaud *et al.,* 2005).

تاثیر فرمولاسیون Dryacide® خاک دیاتومه جهت کنترل حشرات‌کامل گونه *T. confusum* در دماها و رطوبت‌های نسبی مختلف بررسی شده و میزان غلظت لازم برای ایجاد ۵۰٪ تلفات در شپشه‌های آرد پس از هفت روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ٦۰ درصد، ٤۲۵ پی‌پی‌ام به‌دست آمده است (Aldryhim, 1990). لذا نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و مقایسه آن با تحقیقات انجام شده روی فرمولاسیون‌های خارجی نشان می‌دهد که احتمالا فرمولاسیون ایرانی از کارایی بالاتری جهت ایجاد تلفات روی حشرات‌کامل شپشه‌آرد برخوردار است.

مشاهدات به‌دست آمده از میزان ظهور حشرات‌کامل شپشهٔآرد نیز نشان داد که با افزایش غلظت خاک دیاتومه، میزان ظهور نیز کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که کمترین میزان ظهور حشرات‌کامل شپشه‌آرد در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد که در مقایسه با شاهد کاهش پنج برابری را نشان می‌دهد و این با نتایج به‌دست آمده از میزان تلفات حشرات‌کامل پس از دو هفته در غلظت‌های مختلف مطابقت دارد و لذا مشخص شد که خاک دیاتومه علاوه بر ایجاد تلفات بر روی حشرات‌کامل، بر روی مراحل نابالغ نیز می‌تواند اثر کشندگی داشته باشد.

تاثیر خاک دیاتومه در گندم خرد شده (بلغور)، احتمالا به‌علت جذب اسیدهای چرب از دانه‌های شکسته، کاهش می‌یابد (Nielsen, 1998)، و این در حالی است که در بررسی میزان ظهور حشرات‌کامل *T. castaneum*، توانایی تولیدمثل بالغین در گندم سالم تیمار شده با غلظت‌های مختلف فرمولاسیون SilicoSec®، کاملا متوقف شد و هیچ‌گونه نتاجی مشاهده نشد (Ziaee *et al.,* 2007). همچنین در تحقیقات دیگری ظهور نتاج *T. castaneum* در تمامی گندم‌های تیمار شده با خاک دیاتومه پایین بود (Fields, 2002) که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد.

تلفیق خاک دیاتومه با دیگر روش‌های سازگار با محیط‌زیست به‌عنوان جایگزینی مثبت برای استفاده از خاک دیاتومه با غلظت بالا مطرح است و اکنون ثابت شده که خاک دیاتومه می‌تواند با انواع روش‌ها از قبیل کنترل فیزیکی (مثل بالا بردن دما)، حشره‌کش‌هایی با سمیت کمتر، کنترل میکروبی و یا تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات، ترکیب شود (Arthur, 2003).

به هرحال یافتن یک فرمولاسیون خاک دیاتومه جدید که در غلظت‌های پایین موثر باشد می‌تواند در نگهداری دانه‌های عاری از حشرات و بدون باقیمانده‌های حشره‌کش شیمیایی کمک نماید (Arnaud *et al.,* 2005). بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه (Sayan®) در مقایسه با فرمولاسیون‌های خارجی از کارایی مطلوب‌تری برخوردار بوده و دارای پایداری مناسبی نیز می‌باشد. لذا این فرآورده می‌تواند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای کنترل شیمیایی و یا به‌صورت تلفیق با سایر روش‌های کنترل جهت حفاظت محصولات انباری از شپشه‌آرد و سایر آفات انباری مدنظر قرار گیرد. همچنین با توجه به ارزان‌تر بودن خاک دیاتومه ایرانی و این‌که می‌تواند در لایه ۳۰ سانتی‌متری رویی غلات در سیلوها و انبارها (Bridgeman,1998) مصرف شود، لذا از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه می‌باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی اصفهان به جهت همکاری در اجرای تحقیق و نیز از شرکت کیمیا سبزآور ایران به جهت تامین فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه موردنیاز تشکر می‌نمایند.

## References


**Aldryhim, Y. N. 1990.** Efficacy of the amorphous silica dust, Dryacide, against *Tribolium confusum* DUV. And *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 26(4): 207-210.

**Arnaud, l., lan, H. T., Brostaux, Y. and Haubruge, E. 2005.** Efficacy of diatomaceous earth formulations admixed with grain against populations of *Tribolium castaneum*. Journal of Stored Products Research, 41(2):121-130.

**Arthur, F. H. 2000.** Impact of food source on survival of red flour beetles and confused flour beetles *Tribolium confusum* DUV. (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to diatomaceous earth. Stored Product and Quarantine Entomology, 93(4): 1347- 1356.

**Arthur, F.H. 2003.** Optimization of inert dusts used as grain protectants and residual surface treatments. In: Credland, P.F., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E. (Eds.), Advances in Stored Products Protection. Proceedings of the Eighth International Working Conference on Stored Product Protection, 22–26 July 2002, York, UK. CABI International, Wallingford, UK, pp. 629–634.

**Bagheri-Zenouz, E. 1995.** Stored Products Pests and Its Control Methods. 2nd ed. 309 pp. Sepehr Publishing.

Bell, C. H. and Wilson, S. M. 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* (Everts.) (Coleoptersa: Dermestidae). Journal of Stored Products Research, 31: 199-205.

**Bridgeman, B. 1998.** Application technology and usage patterns of diatomaceous earth in stored product protection. Proceeding of the 7th International Working Conference on Stored-product protection. Beijing China. Vol.1: 785-789.

**Chaudhry, N. Q. 2000.** Phosphine resistance. *Pesticide Outlook*. V. 11(3): 88-91.

**Chintzoglou, G., Athanassiou, C. G. and Arthur, F. H., 2008.** Insecticidal effect of spinosad dust, in combination with diatomaceous earth, against two stored-grain beetle species. Journal of Stored Products Research, 44: 347-353.

**Daglish, G. J. and Collins, P. J. 1999.** Improving the relervance of assays for Phosphine resistance. In: Stored product protection, Eds. Jin, X., Liang, Q. Liang, Y. S., Tan, X.C. and Guan, L. H., pp. 584-593.

**Desmarchelier, J. M. and Dines, J. C. 1987.** Dryacide treatment of stored wheat: its efficacy against insects, and after processing. Australian Journal of Experimental Agriculture, 27: 309-312.

**Ebeling, W. 1971.** Sorptive dusts for pest control. Annual Review of Entomology 16, 123–158.

**Fields, P. G. 1998.** Diatomaceous earth: Advantages and limitations. Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-Product Protection, 1.

**Fields, P., Allen, S., Korunic, Z., Mclaughlin, A. and Stathers., T. 2002.** Standardized testing for diatomaceous earth. . Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored-Product Protection, 1.

**Hollingsworth, C. S., Coil, W. M., Murray, K. D. and Ferro, D. N. 2002.** Integrated Pest Management for Northeast Schools. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service. NRAES-152, pp.6o.

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

**Korunic, Z. 1999.** Enhanced diatomaceous earth: an alternative to methyl bromide. Australian Journal of Technology 2: 95-104.

**Makhijani, A. and K. R. Gurney. 1995.** Mending the ozone hole: science, technology and policy. MIT. Press, Cambridge, MA.

**Nielsen, P. S. 1998.** The effect of a diatomaceous earth formulation on the Larvae of *Ephestia Kuehniella* Zeller. Journal of Stored Products Research 34: 113-121.

**Ross, T. E. 1981.** Diatomaceous earth as a possible alternative to chemical insecticides. Agriculture and Environment, 6: 43-51.

**Round, F. E., Crawford, R. M. and Mann, D. G. 1990.** The Diatoms. Cambridge University Press, Cambridge, 747 pp.

**Songa, J. and Rono, W. 1998.** Indigenous methods for bruchid beetle (Coleoptera: Bruchidae) control in stored beans (*phaseolus vulgaris* L.). International journal of management, 44(1): 1-4.

**Subramanyam, Bh., Roesli, R. 2000.** Inert Dusts. In: Subramanyam, Bh, Hagstrum, D.W. (Eds.), Alternatives to Pesticides in Stored-product IPM. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 321–373.

**Thomson, G. D., Dutton, B., Sparks, T. S. 2000.** Spinosad – a case study:an example from a natural programs discovery program. Pest Management Science 56: 696–702.

**Wakil, W. and Shabbir, A. 2005.** Evaluation of diatomaceous earth admixed with rice to control *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Pakistan Entomology, 27, No 2.

**White, G. D., Berndt, W. L. and Wilson, J. L. 1975.** Evaluating diatomaceous earth, silica-aerogel dusts, and malathion to protect stored wheat from insects. Marketing Research Report United States Department of Agriculture, No. 1038: 18 pp.

**Ziaee, M., Safaralizadeh., M. H. and Shayesteh, N. 2006.** Efects of temperature and exposure interval on the toxicity of silico-sec® against two stored products insects. Pakestan Entomologist, 28: No.1.

**Ziaee, M., Safaralizadeh., M. H. and Shayesteh, N. 2007.** Efficacy of Silicosec®, a Diatomaceous earth formulation against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Pakistan Journal of Biological Sciencess 10 (21): 3841-3846

*Journal of Entomological Research*

Volume 2, Issue 4, pages: 307-317

*Islamic Azad University, Arak Branch*
*ISSN 2008-4668*
*www.entomologicalresearch.ir*
http://jer.entomology.ir

# Effect of Iranian formulation of diatomaceous earth on confused flour beetle, *Tribolium confusum* Duval (Col., Tenebrionidae), under laboratory conditions

***F. Golestan-Hashemi[1], H. Farazmand[2]*, J. Karimzadeh[3], A. Marouf[2]***

1- Graduated student, Department of Entomology, Islamic Azad University, Arak Branch, Iran
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Entomology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran. Iran
3- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Isfahan Research Center for Agriculture and Natural Resources, Iran

## Abstract

One of the most promising alternatives to synthetic insecticides for the control of stored product pests is diatomaceous earth (DE). Laboratory studies were performed to evaluate the insecticidal effects of Iranian formulation of DE (Sayan®)on adults of confused flour beetle, *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera, Tenebrionidae), at 27±1 ˚C and 55±5 % RH in dark. Experiments for bioassay & adult emergence evaluation, were carried out with 5 concentrations (50, 80, 126, 200 and 315 ppm (mg DE/kg wheat)) and 7 concentrations (0, 50, 80, 126, 200, 315 and 500 ppm), respectively, with 8 replications. The results showed that the concentration 315 ppm of DE had acceptable effects on *T. confusum* mortality after 14 days. After 14 days, the $LC_{50}$ of DE for *T. confusum* adults was estimated 183 ppm. There was a significant difference between DE-treated and untreated wheat for progeny survinal, as DE killed the newly emerged beetles. As time went by, DE stability and efficiency were constant. As a result, Iranian formulation of diatomaceous earth (Sayan®) can be used to protect grains against *T. confusum* adults.

**Key words:** confused flour beetle, *Tribolium confusum*, diatomaceous earth, Iran, pest control

*Corresponding Author, E-mail: *farazmand@entomology.ir*
Received: 16 Oct. 2010 – Accepted: 3 Mar. 2011