

اثر خاک دیاتومه ایران روی حشرات کامل سوسک چهار نقطه ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* F. (Col., Bruchidae) در شرایط آزمایشگاهی

حسین رضا رضایی ترشیزی^۱، حسین فرازمنند^{۲*}، شیلا گلدسته^۳، عارف معروف^۲

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک

۲- به ترتیب استادیار و مربی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران

۳- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران

چکیده

مطالعات آزمایشگاهی به منظور ارزیابی اثر حشره کشی فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه (سایان[®]) روی حشرات کامل سوسک چهار نقطه ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* F. (Col.:Bruchidae) در دمای 30 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد در تاریکی صورت گرفت. دامنه غلظت های خاک دیاتومه برای زیست سنجی شامل ۳۰، ۷۲، ۱۷۳ و ۴۱۶ و برای مقایسه میزان کاهش نتاج حشرات کامل شامل صفر (شاهد)، ۳۰، ۷۲، ۱۷۳ و ۱۰۰۰ پی پی ام بودند که در شش تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که بعد از گذشت ۳ روز غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام اثر قابل قبولی از خود نشان می دهد. مقدار LC_{50} فرمولاسیون فوق برای حشرات کامل *C. maculatus* در این مدت ۵۸/۸۵ پی پی ام برآورد گردید. تفاوت معنی دار بین لوبیاهای تیمار نشده و تیمار شده با خاک دیاتومه از نظر کاهش نتاج نشان داد که خاک دیاتومه موجب کنترل حشرات تازه ظاهر شده می گردد و میزان کاهش نتاج در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام حدود ۸۱ درصد بود. میزان پایداری خاک دیاتومه ثابت بوده، بطوریکه با گذشت زمان، میزان کارایی آن کاهش نمی یابد. لذا از فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه (سایان[®]) می توان بعنوان محافظ مناسب حبوبات در برابر حشرات کامل سوسک چهار نقطه ای حبوبات استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، خاک دیاتومه، ایران، کنترل آفت

مقدمه

سوسک چهار نقطه ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* F (Col., Bruchidae)، یکی از مهم‌ترین آفات حبوبات است که باعث کاهش کمی و کیفی بذور لوبیا چشم بلبلی، ماش، نخود سفید، لوبیا قرمز، عدس و باقلا می‌گردد (Bagheri-

*نویسنده رابط، پست الکترونیکی: farzmand@entomology.ir

تاریخ دریافت مقاله (۹۰/۱/۲۶) - تاریخ پذیرش مقاله (۹۰/۸/۱۸)

(Zenouz, 1995) بذور لوبیا چشم بلبلی بعد از ۳ تا ۵ ماه انبار داری، بطور ۱۰۰ درصد توسط سوسک چهار نقطه ای حبوبات از بین می‌روند و وزن محصول تا ۶۰ درصد کاهش می‌یابد (Keita et al., 2000). یکی از متداول ترین روش های کنترل آفات انباری استفاده از ترکیبات تدخینی متیل بروماید و فسفین می باشد. مصرف این سموم تدخینی به دلیل سمیت فوق العاده روی انسان و سایر عوارض آن، در حال محدود شدن می باشد (Bell & Wilson, 1995; Daglish & Collins, 1999). با توجه به اثر نامطلوب متیل بروماید روی لایه ازن، مصرف آن فقط تا سال ۲۰۱۵ مجاز می باشد (Makhijani and Gurney, 1995). علاوه بر این مقاومت آفات انباری نسبت به سم فسفین گزارش شده است (Chaudhry, 2000).

تحقیقات گسترده ای به منظور استفاده از پودرهای معدنی و آفتکش های گیاهی که خطرات زیست محیطی کمتری داشته باشند، جهت کنترل آفات انباری در حال ارزیابی است (Thomson et al., 2000). خاک دیاتومه (DE)^۱، به عنوان یک جایگزین برای حشره کش های شیمیایی بطور روز افزون استفاده شده و به عنوان یک جزء ضروری مدیریت تلفیقی آفات در محصولات انباری تشخیص داده شده است (Korunic, 1999). خاک دیاتومه شامل فسیل اسکلت دیاتوم هاست (Subramanyam & Roesli, 2000). خاک دیاتومه، یک سنگ رسوبی متخلخل سبک وزن متشکل از باقیمانده سیلیس های ما قبل تاریخ می باشد (Round et al., 1990). این ترکیبات پودری از طریق تماس با کوتیکول حشرات، موم لایه کوتیکول رویی حشرات را از بین برده و به دلیل از دست رفتن آب بدن، منجر به مرگ حشرات می شوند (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، می توانند روی کارایی DE اثر بگذارند (Fields, 1998). 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 می باشد (White et al., 1975). تاکنون تعداد زیادی از فرمولاسیون های خاک دیاتومه بعنوان محافظت کننده های محصولات در برابر آفات انباری مؤثر بوده اند و در نتیجه بسیاری از آن ها اکنون به صورت 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 ۱۲۵ ppm، بعد از ۱۴ و ۲۱ روز، موجب ایجاد تلفات ۹۹ و ۱۰۰ درصد می گردد (Wakil & Shabbir, 2005). علاوه بر این بررسی سمیت فرمولاسیون Protect-It[®] خاک دیاتومه روی دو گونه سوسک انباری *T. confusum* و *Tribolium* (Herbst) *castaneum* نشان داد که مرگ و میر حشرات کامل *Tribolium confusum* du Val کمتر از مرگ و میر حشرات کامل *T. castaneum* می باشد (Arthur, 2000). همچنین مطالعه تاثیر فرمولاسیون Sayan[®] خاک دیاتومه برای کنترل حشرات کامل شپشه آرد، *T. confusum*، نشان داد که غلظت ۳۱۵ پی پی ام موجب ایجاد ۹۰ درصد تلفات می گردد (Golestan-Hashemi et al., 2011).

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

1- Diatomaceous Earth (DE)

مطالعه اثر دما روی سمیت فرمولاسیون SilicoSec خاک دیاتومه، بر روی حشرات کامل *Rhyzoprtha dominica* F. و *T. castaneum* نشان داد که مرگ و میر اولیه هر دو گونه بطور معنی داری در دماهای بالاتر (۲۷ و ۳۲ درجه سلسیوس افزایش می یابد (Ziaee et al., 2006).

در این تحقیق، تاثیر حشره کشی غلظت های مختلف فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه (Sayan®) بر روی حشرات کامل سوسک چهار نقطه ای حبوبات مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

پرورش حشرات: حشرات مورد استفاده در این تحقیق که شامل حشرات کامل *C. maculatus* بود، از دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان تهیه شده و روی لوبیا چشم بلبلی در شرایط دمایی 30 ± 1 درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی $60 \pm$ و در تاریکی پرورش یافت.

فرمولاسیون خاک دیاتومه مورد استفاده در این تحقیق، حشره کش سایان®، خاک دیاتومه ایران، با فرمولاسیون پودری (Dust)، تولید شرکت کیمیا سبزاور ایران بود که ماده مؤثر آن، خاک معدنی دیاتومه و حاوی ۸۰٪ سیلیکا (سیلیکون دی اکسید) می باشد. شکل ظاهری DE بصورت پودر نرم و به رنگ کرم یا طوسی روشن است. دانه بندی ذرات کمتر از ۵۰ میکرون و وزن مخصوص آن $0.5 - 0.6$ g/ml می باشد.

آزمایش زیست سنجی: جهت محاسبه LC_{50} ، پس از انجام آزمون مقدماتی و به منظور تعیین غلظت حداقل و حداکثر، پنج غلظت خاک دیاتومه شامل ۳۰، ۷۲، ۱۷۳ و ۴۱۶ پی پی ام (میلی گرم از DE بر کیلوگرم لوبیا)، به همراه تیمار شاهد انتخاب گردید. آزمایش با شش تکرار انجام شد و هر تکرار شامل ده عدد حشره کامل دو تا سه روز سوسک چهار نقطه ای حبوبات (مخلوط نر و ماده) بود. آزمایش در ظروف ۱۰۰ میلی لیتری انجام شد. در هر ظرف مقدار ۵۰ گرم از لوبیا (رقم مشهدی با رطوبت ۱۲٪) با غلظت موردنظر خاک دیاتومه به همراه حشرات کامل سوسک چهار نقطه ای حبوبات قرار گرفت. سپس ظروف در دستگاه انکوباتور در دمای 30 ± 1 درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی 60 ± 5 ٪ و تاریکی قرار گرفته و بعد از زمان های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، میزان مرگ و میر حشرات ثبت گردید.

تعیین نتاج سوسک چهار نقطه ای حبوبات در غلظت های مختلف خاک دیاتومه: به منظور بررسی مقایسه توانایی تولید نسل حشرات کامل سوسک چهار نقطه ای حبوبات در غلظت های مختلف خاک دیاتومه، این آزمایش با شش غلظت خاک دیاتومه (۳۰، ۷۲، ۱۷۳، ۴۱۶ و ۱۰۰۰ پی پی ام) به همراه شاهد، در شش تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. جهت انجام این آزمایش، از لوبیا چشم بلبلی استفاده شد. جهت آزمایش، تعداد ده عدد حشره کامل دو تا سه روز در ظروف با لوبیا چشم بلبلی تیمار شده رهاسازی و پس از گذشت ۱۰ روز، حشرات کامل از تمامی ظروف خارج شدند. سپس ظروف حاوی لوبیا چشم بلبلی تیمار شده به مدت ۳۰ روز در انکوباتور نگهداری شدند. پس از مشاهده اولین ظهور حشره کامل در ظروف، تعداد حشرات بالغ نسل جدید در هر ظرف، به مدت ۱۰ روز شمارش گردید. به منظور برآورد میزان کاهش نتاج از رابطه زیر استفاده گردید (Aldryhim, 1990).

$$100 \times [\text{تعداد نتاج حاصل در شاهد} / (\text{تعداد نتاج حاصل در تیمار} - \text{تعداد نتاج حاصل در شاهد})] = \text{درصد کاهش تولید نتاج}$$

بررسی پایداری خاک دیاتومه ایران جهت کنترل سوسک چهار نقطه ای حبوبات

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش‌های قبل، غلظت‌های ۳۰، ۷۲، ۱۷۳، ۴۱۶ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام خاک دیاتومه انتخاب گردید. مقدار ۲ کیلوگرم لوبیا چشم بلبلی از هر غلظت مشخص شده با خاک دیاتومه تیمار و به فواصل زمانی ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز نگهداری شد، جهت آزمایش در هر ظرف مقدار ۵۰ گرم از مخلوط لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با غلظت مورد نظر خاک دیاتومه در فواصل زمانی مختلف به همراه ده عدد حشره کامل دو تا سه روز سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، در شش تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی قرار گرفت. سپس ظروف در دستگاه انکوباتور در دمای 30 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی $60 \pm 5\%$ و تاریکی مطلق قرار گرفته و بعد از زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، میزان مرگ و میر حشرات ثبت گردید.

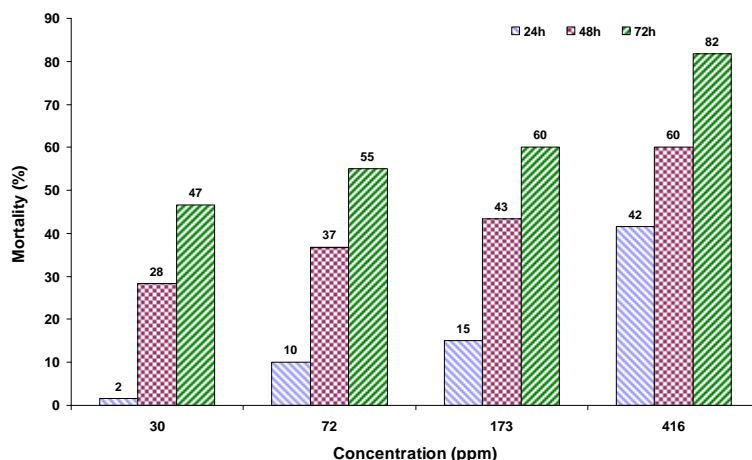
تجزیه داده‌ها

محاسبه پروبیت درصد تلفات و معادله خط رگرسیون برای تعیین LC_{50} با استفاده از نرم افزار StatsDirect (version 2.7.2) انجام شد. همچنین نتایج حاصل از آزمایش‌های تعیین میزان کاهش حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای آرد و تعیین پایداری خاک دیاتومه، با کمک نرم‌افزار SAS (Ver. 9) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت خاک دیاتومه، میزان تلفات حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات نیز افزایش می‌یابد. به طوری که بعد از ۷۲ ساعت، کمترین میزان تلفات در غلظت ۳۰ میلی‌گرم DE در کیلوگرم لوبیا به میزان ۴۷ درصد و بیشترین میزان تلفات در تیمار ۴۱۶ میلی‌گرم DE در کیلوگرم لوبیا به مقدار ۸۲٪ به ثبت رسید و این در حالی بود که میزان تلفات تیمار شاهد پس از ۷۲ ساعت فقط ۳ درصد بود (شکل ۱). بر اساس نتایج به دست آمده، میزان LC_{50} برای فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه، بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، به ترتیب ۶۰۹/۵۵، ۱۵۹/۸۷ و ۵۸/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم لوبیا چشم بلبلی (ppm) بود (جدول ۱). مقایسه LC_{50} در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد که میزان تاثیر خاک دیاتومه با گذشت زمان افزایش می‌یابد، به طوری که به عنوان مثال میزان تلفات تیمار ۴۱۶ میلی‌گرم DE در کیلوگرم لوبیا بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، به ترتیب برابر ۴۲، ۶۰ و ۸۲ درصد بود (شکل ۱). لذا مشخص شد که تلفات غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه پس از تیماردهی آغاز گشته و بتدریج افزایش می‌یابد.

نتایج تجزیه واریانس میزان کاهش تولید نتاج در نسل اول حشرات *C. Maculatus* نشان دهنده تفاوت معنی‌دار تیمارها در سطح ۱٪ بود ($df=4, 25; P=0.0001; C.V.: 18.98\%$). نتایج آزمایش نشان داد که بالاترین میزان کاهش تولید نتاج در تیمار "۱۰۰۰ پی پی ام" به مقدار ۸۰/۶۸ درصد و کمترین مقدار آن در تیمار "۳۰ پی پی ام" به مقدار ۷/۸۸ درصد بود (جدول ۲). مقایسه تیمارها نشان می‌دهد که تیمار "۳۰ پی پی ام" با دارا بودن کمترین میزان کاهش تولید نتاج در نسل اول (بالاترین مقدار ظهور حشرات کامل) در گروه d، و تیمارهای "۱۰۰۰" و "۴۱۶ پی پی ام" با دارا بودن بیشترین میزان کاهش نتاج حشرات کامل نسل اول در گروه a آماری قرار می‌گیرند.



شکل ۱- میانگین تلفات حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت

Fig. 1-Mean mortality of *C. Maculatus* adults exposed to different concentrations of DE after 24, 48 and 72 hours

جدول ۱- میزان سمیت فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه روی حشرات کامل سوسک چهار نقطه ای حبوبات

Table 1- The toxicity of Iranian formulation of diatomaceous earth against adults *C. Maculatus* (n =6)

| Time (h) | Number | LC (mg/kg wheat) 95% Confidence interval | | Slope±SE | Chi-Square (df) | P-value |
|----------|--------|--|------------------|-------------|-----------------|---------|
| | | LC ₅₀ | LC ₉₀ | | | |
| 24 | 360 | 609.55 | 4017.93 | 1.565±0.195 | 1.54 (3) | 0.6743 |
| | | 461.86-880.93 | 2294.13-9790.11 | | | |
| 48 | 360 | 159.87 | 3038.70 | 1.003±0.148 | 5.61 (3) | 0.1322 |
| | | 111.04-227.61 | 1490.28-10424.52 | | | |
| 72 | 360 | 58.85 | 711.77 | 1.184±0.175 | 10.87 (3) | 0.0125 |
| | | 14.41-208.30 | 124.94-5361.16 | | | |

mg per kg wheat (ppm)

نتایج تجزیه واریانس تعیین پایداری خاک دیاتومه نشان داد که بین میزان تلفات خاک دیاتومه تیمار شده با لوبیا چشم بلبلی در زمان‌های مختلف اختلاف معنی دار وجود ندارد ($P=0.9715$; C.V.: 4.50%; $df=4, 150$). همچنین بر اساس اطلاعات به دست آمده، بین غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P=0.0001$; C.V.: 4.50%; $df=5, 150$). علاوه بر آن اثر متقابل غلظت و زمان نگهداری خاک دیاتومه نیز فاقد اختلاف معنی دار بود ($P=0.1170$; C.V.: 4.50%; $df=20, 150$). نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین میانگین میزان تلفات حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در حشرات تیمار شده با مخلوط تازه لوبیا و خاک دیاتومه، با مقدار ۵۶/۶۷ درصد و پایین‌ترین میانگین میزان تلفات در حشرات تیمار شده با مخلوط لوبیا و خاک دیاتومه نگهداری شده به مدت ۱۲۰ روز، به میزان ۵۲/۳۳ درصد بود (شکل ۲). همچنین مقادیر میزان تلفات حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در غلظت‌های مختلف نشان داد که تیمار "۱۰۰۰ پی پی ام" با حدود ۹۱/۳۳ درصد دارای بیشترین میزان تلفات و تیمار "شاهد" با حدود ۶ درصد کمترین میزان تلفات را دارد. لذا تمام غلظت‌های خاک دیاتومه با تیمار "شاهد" دارای اختلاف معنی دار بودند (جدول ۳). مقایسه میزان تلفات غلظت‌های مختلف در زمان‌های مختلف نیز نشان می‌دهد که در تمام غلظت‌ها، به جز تیمار شاهد، پایین‌ترین میزان تلفات در زمان "۱۲۰ روز" مشاهده شد.

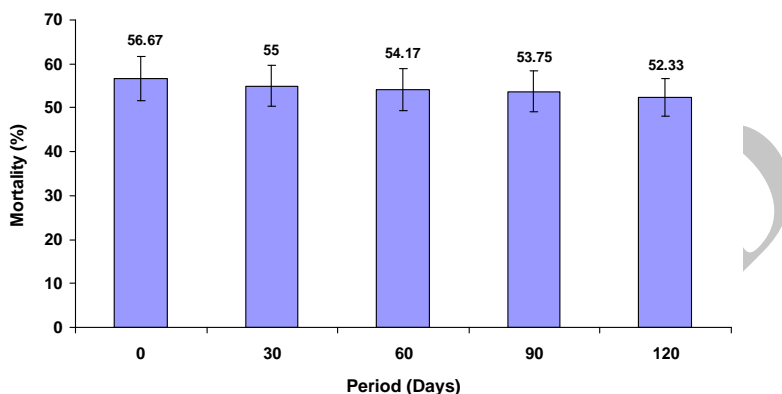
جدول ۲- میانگین کاهش تولید نتاج در نسل اول حشرات سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در تیمارهای مختلف خاک دیاتومه بعد از ۷۲ ساعت

Table 2- Mean of F₁ emergence reduction of *C. Maculatus* exposed to different concentrations of DE after 72 (n = 6)

| Diatomaceous earth concentrations ¹ | F ₁ emergence reduction (%) ± SE |
|--|---|
| 30 | 7.88 ± 2.38 d |
| 72 | 14.90 ± 5.58 d |
| 173 | 30.70 ± 1.94 c |
| 416 | 53.55 ± 1.24 b |
| 1000 | 80.68 ± 0.62 a |

¹mg per kg wheat (ppm)

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



شکل ۲- میانگین میزان تلفات حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در مخلوط لوبیا چشم بلبلی و خاک دیاتومه نگهداری شده در زمان‌های مختلف

Fig. 2- Mean mortality of *C. Maculatus* adults in black-eye bean and DE mixtures of kept in different periods

جدول ۳- میانگین تلفات حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات در غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه بعد از ۷۲ ساعت

Table 3- Mean mortality of *C. Maculatus* adult exposed to different concentrations of DE (n = 6)

| Diatomaceous earth concentrations ¹ | Mean mortality (%) ± SE |
|--|-------------------------|
| 0 | 6.00 ± 0.91 e |
| 30 | 44.33 ± 1.33 d |
| 72 | 53.67 ± 1.31 c |
| 173 | 57.33 ± 1.26 c |
| 416 | 74.00 ± 2.61 b |
| 1000 | 91.33 ± 1.42 a |

¹mg per kg wheat (ppm)

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

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق افزایش غلظت فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه موجب افزایش تلفات حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات می‌گردد که این نتیجه با مشاهدات آزمایش آرناد و همکاران (2005) مطابقت داشته به طوری که با افزایش غلظت فرمولاسیون Protect-It® خاک دیاتومه، میزان مرگ و میر حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات نیز افزایش می‌یابد. علاوه بر این اطلاعات به دست آمده حاکی از مطابقت نتایج این تحقیق با مشاهدات آزمایش Arnaud و همکاران (2005) دارد، که در نتیجه تحقیق انجام شده، افزایش غلظت خاک دیاتومه Sayan®، میزان تلفات حشرات کامل شپشه آرد، *T. confusum* شد (Golestan-Hashemi et al., 2011).

همچنین آزمایشات نشان داد، تاثیر خاک دیاتومه با افزایش زمان قرار گرفتن حشرات کامل در لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با آن، افزایش می‌یابد، کاربرد فرمولاسیون Protect-It® خاک دیاتومه روی *T. confusum* و *T. castaneum* نیز نشان داد که مدت زمان قرار گرفتن حشرات بالغ در داخل گندم‌های تیمار شده با خاک دیاتومه با میزان تلفات ارتباط مستقیم دارد

و با گذشت زمان، مقدار مرگ و میر حشرات افزایش می‌یابد (Arthur, 2000). همچنین کاربرد فرمولاسیون[®] Sayan خاک دیاتومه روی *T. confusum* نشان داد که میزان تلفات حشرات کامل، با گذشت زمان، افزایش می‌یابد، به طوری که میزان تلفات حشرات کامل شپشه آرد در غلظت ۳۱۵ پی پی ام، بعد از ۷ و ۱۴ روز به ترتیب ۲/۵ و ۹۰ درصد به دست آمد (Golestan-Hashemi et al., 2011). آزمایشات زیست‌سنجی فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه حاکی از آن بود که میزان غلظت لازم خاک دیاتومه بعد از ۷۲ ساعت جهت ایجاد تلفات ۵۰ درصد برابر حدود ۵۹ میلی گرم DE در کیلوگرم لویا می‌باشد. این در حالی است که میزان LC₅₀ برای فرمولاسیون[®] SilicoSec روی حشرات کامل *T. castaneum* حدود ۲۶۷ میلی گرم DE در کیلوگرم گندم و فرمولاسیون[®] Sayan روی حشرات کامل *T. confusum* حدود ۱۸۳ میلی گرم DE در کیلوگرم گندم بوده است، که نتایج حاکی از تاثیر بالاتر فرمولاسیون[®] Sayan نسبت به SilicoSec[®] دارد (Ziaee et al., 2007; Golestan-Hashemi et al., 2011). همچنین کاربرد غلظت ۲۵۰ میلی گرم فرمولاسیون[®] Silico-sec خاک دیاتومه در کیلوگرم گندم، موجب ایجاد تلفات ۵۹ درصدی روی حشرات کامل *T. confusum* گردیده است (Chintzoglou et al., 2008)، علاوه بر این غلظت پیشنهادی فرمولاسیون‌های Protect-It[®] و Sayan[®] خاک دیاتومه، جهت کنترل کامل جمعیت‌های مختلف حشرات کامل شپشه آرد، به ترتیب، ۱۰۰۰ و ۶۵۰ پی پی ام بوده است (Arnaud et al., 2005; Golestan-Hashemi et al., 2011).

مقایسه تاثیر چهار فرمولاسیون خاک دیاتومه ([®]Perma-Guard, [®]Insecto, [®]Dryacide, [®]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، به طوری که LC₅₀ برای فرمولاسیون[®] Protect-It، پس از ۱۴ روز، در کشورهای استرالیا، کانادا و انگلستان، به ترتیب شامل ۷۷۰، ۳۴۴ و ۴۶۲ پی پی ام بود (Fields et al., 2002). همچنین مقایسه فرمولاسیون‌های مختلف خارجی خاک دیاتومه روی حشرات کامل شپشه آرد، (*T. castaneum* (Herbst)) نیز نشان داد که فرمولاسیون[®] Protect-It نسبت به سایر فرمولاسیون‌ها از کارایی بالاتری برخوردار است (Arnaud et al., 2005) و این در حالی است که بر اساس اطلاعات به دست آمده فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه ([®]Sayan) نسبت به فرمولاسیون‌های خارجی از تاثیر مطلوب‌تری برخوردار بوده است (Golestan-Hashemi et al., 2011). مشاهدات به دست آمده از میزان ظهور حشرات کامل شپشه آرد نیز نشان داد که با افزایش غلظت خاک دیاتومه، میزان ظهور نیز کاهش می‌یابد، به طوری که کمترین میزان ظهور حشرات کامل سوسک چهار نقطه‌ای در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام به دست آمد به طوری که میانگین شاخص کاهش تولید نتاج نسل اول آن حدود ۸۱ درصد بود و این با نتایج به دست آمده از میزان تلفات حشرات کامل پس از ۷۲ ساعت در غلظت‌های مختلف مطابقت دارد. در بررسی میزان ظهور حشرات کامل *T. castaneum*، توانایی تولیدمثل بالغین در گندم سالم تیمار شده با غلظت‌های مختلف فرمولاسیون[®] SilicoSec، کاملاً متوقف شد و هیچ گونه نتاجی مشاهده نشد (Ziaee et al., 2007). همچنین در تحقیقات Fields (2002)، ظهور نتاج *T. castaneum* در تمامی گندم‌های تیمار شده با خاک دیاتومه پایین بود. علاوه بر این میانگین کاهش نتاج نسل اول حشرات کامل *T. confusum* در گندم‌های تیمار شده با غلظت ۵۰۰ پی پی ام فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه ([®]Sayan) حدود ۹۰ درصد بود (Golestan-Hashemi et al., 2011) که از لحاظ کاهش میزان ظهور حشرات کامل، با نتایج این تحقیق مشابهت دارد.

به هر حال یافتن یک DE جدید که در غلظت‌های پایین مؤثر باشد به ذخیره‌سازی دانه عاری از حشرات و باقیمانده‌های حشره‌کش شیمیایی کمک می‌کند (Arnaud et al., 2005). بنابراین می‌توان اظهار نمود که فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه ([®]Sayan) دارای پایداری مناسبی بوده و لذا می‌تواند به عنوان یک جایگزین مناسب برای کنترل شیمیایی و یا

به صورت تلفیق با سایر روش های کنترلی جهت حفاظت محصولات انباری از سوسک چهار نقطه ای حبوبات و سایر آفات انباری مدنظر قرار گیرد. همچنین با توجه به میزان مصرف بسیار کم خاک دیاتومه در سیلوها و انبارها و نیز قیمت پایین خاک دیاتومه فرمولاسیون ایران در مقایسه با فرمولاسیون های خارجی، لذا از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرف می باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان از موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور و دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک به جهت همکاری در اجرای تحقیق و نیز از شرکت کیمیا سبز آور ایران به جهت تامین فرمولاسیون ایرانی خاک دیاتومه مورد نیاز تشکر می نمایند.

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, I., Ian, 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.
- Bagheri-Zenouz, E. 1995.** Stored products pests and its control methods. 2nd ed. Sepehr Publishing. 309 pp.
- Bell, C. H. and Wilson, S. M. 1995.** Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* (Everts.) (Coleoptera: Dermestidae). Journal of Stored Products Research, 31: 199-205.
- 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 relevance 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.
- 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.
- Golestan-Hashemi, F.S., Farazmand, H., Karimzadeh-Esfahani, J., Marouf, A. 2011.** Effect of Iranian formulation of diatomaceous earth on confused flour beetle, *Tribolium confusum* du Val (Col.: Tenebrionidae), under laboratory conditions. Iranian Journal of Entomological Research. 2(4): 307-317.
- Keita, S.M., Vincent, C., Schmit, J., Arnason, J.T. and Belanger, A. 2001.** Efficacy of essential oil of *ocimum basilicum* L. and *O.gratissimum* L. applied as An insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of stored products Reserch, 37:339-349.
- 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.
- Round, F. E., Crawford, R. M. and Mann, D. G. 1990.** The diatoms. Cambridge University Press, Cambridge, 747 p.

- 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 p.
- Ziaee, M., Safaralizadeh., M. H. and Shayesteh, N. 2006.** Effects of temperature and exposure interval on the toxicity of silico-sec® against two stored products insects. Pak. Entomol, 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 Sciences 10 (21): 3841-3846.

Archive of SID

Effect of Iranian formulation of diatomaceous earth on bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus* F. (Col., Bruchidae), under laboratory conditions

Hosseinreza-Rezaei Torshizi¹, Hossein Farazmand^{2*}, Shila Goldasteh³, Aref Marouf²

1- Graduated student, Department of Entomology, Agriculture faculty, Islamic Azad University, Arak branch, Arak, Iran

2- Department of Agricultural Entomology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran

3- Department of Entomology, Arak Azad University, Arak, 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 bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae), at 30±1 °C and 60±5 % RH in dark. Experiments for bioassay and adult emergence evaluation, were carried out with 5 concentrations (30, 72, 173 and 416 ppm (mg DE/kg wheat)) and 6 concentrations (0, 30, 72, 173, 416 and 1000 ppm), respectively, with 6 replications. The results showed that the concentration 416 ppm of DE had acceptable effects on *C. maculatus* mortality after 3 days. After 3 days, the LC₅₀ of DE for *C. maculatus* adults was estimated to be 58.85 ppm. There was significant difference between DE-treated and untreated bean for progeny production, as DE killed the newly emerged beetles and the concentration 1000 ppm of DE had acceptable effects on F₁ emergence reduction (81%). As time goes by, DE stability and efficiency were constant. As a result, Iranian formulation of diatomaceous earth (Sayan[®]) can be used to protect grains against *C. maculatus* adults.

Key words: bruchid beetle, *callosobruchus maculatus*, diatomaceous earth, Iran, pest control

*Corresponding Author, E-mail: farazmand@entomology.ir
Received: 15 Apr. 2011 – Accepted: 9 Nov. 2011

