

## بررسی اثر حشره کشی فرمولاسیون Dryacide® خاک دیاتومه در کنترل دو گونه شب پره آفت انباری

نسبیه مؤذنی<sup>۱\*</sup>، حمزه ایزدی<sup>۱</sup>، جهانگیر خواجه‌علی<sup>۲</sup> و کامران مهدیان<sup>۴</sup>

\*- نویسنده مسوول: دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان،  
(Nasibeh.moazeni@gmail.com)

۲- دانشیار گروه حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

۳- استادیار گروه حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- استادیار گروه حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۱۹

### چکیده

بروز مشکلات زیست‌محیطی و تهدید سلامتی انسان‌ها به دلیل استفاده از آفت‌کش‌های مصنوعی، تقاضا برای استفاده از حشره‌کش‌های زیستی بی‌خطر را افزایش داده است. خاک دیاتومه جای‌گزین مناسبی برای این حشره‌کش‌ها می‌باشد که استفاده از آن در کنترل آفات انباری مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق، اثر حشره‌کشی فرمولاسیون Dryacide® خاک دیاتومه روی لاروهای سن دو و سن سه شب‌پره آرد *Ephestia kuehniella* Zell. و شب‌پره هندی *Plodia interpunctella* Hübner مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایشات در دمای  $27 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $50 \pm 5$  درصد و تاریکی دائم انجام شد. لاروها در معرض  $40$  گرم گندم تیمار شده با غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه قرار گرفتند. شمارش تلفات پس از  $7$  و  $14$  روز نشان داد که با افزایش غلظت، مرگ‌ومیر لاروها در گندم‌های تیمار شده، افزایش می‌یابد. میزان  $LC_{50}$  محاسبه شده برای لاروهای سن دو و سن سه شب‌پره آرد و هندی پس از  $7$  روز به ترتیب  $116/3$ ،  $261/03$ ،  $43/08$  و  $312/13$  و پس از  $14$  روز  $29/06$ ،  $236/05$ ،  $13/82$  و  $305/07$  پی‌پی‌ام بود. این نتایج پتانسیل قابل قبول این فرمولاسیون از خاک دیاتومه را جهت کنترل این دو گونه شب‌پره آفت انباری نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: درای‌ساید، *Plodia interpunctella*، *Ephestia kuehniella*،  $LC_{50}$

### مقدمه

تدخینی به دلیل انتشار و نفوذ آن‌ها به درون توده محصول در میان روش‌های متعدد مبارزه، مهم‌ترین روش بوده است. متیل بروماید از جمله سموم تدخینی می‌باشد که توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالت متحده آمریکا به عنوان دسته اول تخریب‌کننده‌های لایه اُزون طبقه بندی شده است (ای پی ا، ۲۰۰۶). با

محصولات کشاورزی انباری توسط بیش از  $600$  گونه از قاب‌بالان آفت،  $70$  گونه از بال‌پولک‌داران و حدود  $355$  گونه کنه دست‌خوش خسارت‌های کمی و کیفی فراوانی می‌شوند (راجندران و سریرانجینی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸). در کنترل آفات انباری، به‌کارگیری سموم

2- EPA (Environmental Protection Agency)

1- Rajendran & Sriranjini

و فیلدز<sup>۷</sup>، ۲۰۱۰؛ ضیایی و همکاران، ۲۰۰۷؛ ضیایی و همکاران، ۱۳۸۶). در بین آفات انباری، بال پولکداران خانواده Pyralidae قرار دارند که مهم ترین آن‌ها متعلق به جنس‌های *Plodia* و *Ephestia* می‌باشند. این آفات در مناطق مختلف جهان به ویژه مناطق حاره‌ای آسیا، آفریقا، اروپا و آمریکا پراکنش دارند و از بیش از ۲۰ نوع از انواع مغزها، میوه‌های خشک و مواد قندی تغذیه می‌کنند (مهندس و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۰۷). با توجه به این که در بیشتر پژوهش‌های انجام شده، آفات انباری راسته قاب‌بالان مورد آزمایش قرار گرفته اند (آرنود و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۰۵؛ مارسارو جونیور و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۶) و با توجه به ناکافی بودن تحقیقات ثبت شده جهت کنترل آفات انباری راسته بال پولکداران، در این تحقیق اثرات حشره کشی فرمولاسیون Dryacide<sup>®</sup> خاک دیاتومه روی لاروهای سن دو و سه شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella* (Lep., Pyralidae) و شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* (Lep., Pyralidae) مورد بررسی قرار گرفت. لاروهای شب‌پره آرد با تغذیه و تیدن تار بر روی آرد از مرغوبیت و ارزش نانویی آن می‌کاهند (صادقی‌نسب و همکاران، ۱۳۸۳). ارتباط نزدیک این آفت با غذای انسان، اهمیت کنترل غیر شیمیایی آن را بیش تر نشان می‌دهد (سیدی و همکاران، ۱۳۸۹). هم‌چنین تخم‌گذاری هر شب‌پره هندی ماده تا ۳۵۰ عدد روی پسته و تغذیه لاروها و برجا گذاشتن توده‌ای از تار و فضولات درون پسته موجب می‌شود در شرایط مساعد انباری جمعیت آن به شدت افزایش یافته و حجم زیادی از پسته انباری را آلوده کند (قلی پور، ۱۳۸۳).

ممنوعیت کاربرد متیل بروماید استفاده از سم فسفین زیادتر شد و عدم توجه به استانداردهای تدخین باعث بروز مقاومت‌های بیشتری در آفات نسبت به فسفین گردید و در نتیجه، باعث عدم موفقیت این سم در مدیریت آفات انباری شد (راجندران و سریرانجینی، ۲۰۰۸). استفاده از ترکیبات جای‌گزین، به منظور کاهش مقاومت به حشره‌کش‌ها و هم‌چنین کمتر قرار گرفتن انسان‌ها در معرض خطرات این سموم، اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. در یک برنامه مؤثر مدیریت تلفیقی آفات دانه‌های انباری، روش‌های پیشگیری و کنترلی که بالاترین محافظت را با کمترین هزینه ممکن ایجاد کنند، به کار گرفته می‌شوند. خاک‌های دیاتومه به طور موفقیت‌آمیزی در برنامه مدیریت تلفیقی آفات دانه‌های انباری به ثبت رسیده‌اند، چراکه این حشره‌کش‌های طبیعی دارای سمیت کم برای پستانداران و اثرات حشره‌کشی بالا برای دامنه وسیعی از آفات محصولات انباری می‌باشند (آتاناسیو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹). خاک‌های دیاتومه از فسیل نوعی فیتوپلانکتون<sup>۲</sup> به نام دیاتومه‌ها تشکیل می‌شوند و با جذب اپی کوتیکول حشرات موجب از دست‌رفتن آب بدن حشره و مرگ آن می‌شوند (آتاناسیو و همکاران، ۲۰۰۹؛ بالداساری و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸). استفاده از خاک دیاتومه در کنترل آفات انباری راسته‌های مختلف حشرات در چندین سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است و نتایج رضایت‌بخشی از اثر فرمولاسیون‌های مختلف این خاک به دست آمده است. به طوری که مقادیر ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از انواع فرمولاسیون‌های این خاک توسط محققان جهت کنترل آفات انباری توصیه شده است (مویز و اولرپچز<sup>۴</sup>، ۲۰۰۱؛ آرتور<sup>۵</sup>، ۲۰۰۴؛ چیتز و گلو و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۸؛ تیملیک

- 1- Athanassiou *et al.*
- 2- phytoplankton
- 3- Baldassari *et al.*
- 4- Mewis & Ulrichs
- 5- Arthur
- 6- Chintzoglou *et al.*

- 7- Timlik & Fields
- 8- Mohandass *et al.*
- 9- Arnaud *et al.*
- 10- Marsaro Junior *et al.*

شده بود، اندازه گیری و در ظرف نیم لیتری ریخته شد و با غلظت‌های مختلف درای‌ساید تیمار گردید. غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه با استفاده از یک ترازوی دقیق با دقت یک‌ده‌هزارم گرم وزن شد و درون ظرف مربوط به همان غلظت قرار گرفت. غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام برای لارو سن دو شب‌پره آرد، ۸۰، ۱۰۰، ۱۶۰، ۲۰۰، ۳۲۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۸۰ پی‌پی‌ام برای لارو سن سه شب‌پره آرد، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام برای لارو سن دو شب‌پره هندی و غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام برای لارو سن ۳ شب‌پره هندی مورد آزمایش قرار گرفتند. هر ظرف به مدت ۳ دقیقه به صورت دستی تکان داده شد تا از پراکندگی کامل ذرات خاک با گندم‌ها اطمینان حاصل شود. بعد از ۵ دقیقه مقدار ۳۰ گرم از هر ظرف به پتری‌های شیشه‌ای به قطر ۹ و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر منتقل شد. سپس در هر ظرف ۱۰ عدد لارو سنین ۲ یا ۳ از گونه مورد نظر قرار گرفت و ظروف در انکوباتور با دمای  $27 \pm 2$  و رطوبت  $45 \pm 5$  درصد قرار داده شد. آزمایشات در سه تکرار و یک شاهد انجام شد. پس از ۷ و ۱۴ روز ظروف از انکوباتور خارج و تعداد لاروهای مرده شمارش شد. از محاسبه تلفات در شاهد صرف نظر شد. چون در بیشتر آزمایشات این مقدار صفر و در برخی، آنقدر ناچیز بود که در آنالیز داده‌ها تفاوتی ایجاد نمی‌کرد.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه واریانس ANOVA و آنالیز پروبیت داده‌ها جهت تعیین مقدار  $LC_{50}$  از نرم‌افزار SAS (9.1) استفاده شد (فینی، ۱۹۷۱). قبل از تجزیه آماری، برای تثبیت واریانس، داده‌ها با تبدیل شدن به  $\text{Arcsin}\sqrt{x}$  (تبدیل زاویه‌ای) نرمال شدند. مقایسه میانگین‌ها با روش LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

### پرورش و نگهداری حشرات

مراحل مختلف زیستی شب‌پره آرد، از یک انسکتاریوم واقع در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان اصفهان و مراحل مختلف زیستی شب‌پره هندی از مغازه‌های خواروبار فروشی اصفهان جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. پرورش حشرات در انکوباتور با دمای  $27 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $45 \pm 5$  درصد و تاریکی دائم انجام شد. رطوبت نسبی با توانایی حشره‌کشی خاک دیاتومه رابطه عکس دارد. با افزایش رطوبت نسبی حشره قادر به تأمین آب مورد نیاز خود از رطوبت موجود در محیط خواهد بود و این موجب کاهش درصد تلفات می‌گردد (آرتور، ۲۰۰۰).

برای تغذیه شب‌پره آرد از مخلوط آرد گندم، سبوس و مخمر به نسبت وزنی ۲۰، ۱۰، ۱ و برای تغذیه شب‌پره هندی از مغز پسته خردشده استفاده شد. تخم‌گیری از شب‌پره‌ها با استفاده از قیف‌هایی که ته آن‌ها پارچه توری چسبانده شده بود و بر روی کاغذ سفید قرار گرفته بود، انجام شد.

### خاک دیاتومه

فرمولاسیون درای‌ساید خاک دیاتومه، محتوی ۸۰ درصد ماده مؤثر (سیلیکای بی‌شکل به صورت گرد  $\text{SiO}_2$ ) می‌باشد. این ماده ساخت شرکت درای‌ساید استرالیا بوده و به سفارش شرکت پخش کود شیمیایی و تولید سم ایران، تهیه می‌شود. فرمولاسیون حاضر از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی مازندران واقع در ساری تهیه شد.

### آزمایشات زیست‌سنجی

برای بررسی سمیت درای‌ساید از روش آتاناسیو و همکاران (۲۰۰۹) با کمی تغییر استفاده شد. ابتدا مقدار نیم کیلوگرم گندم رقم روشن با رطوبت ۶/۸ درصد که از آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان تهیه

## نتایج و بحث

### سمیت درای ساید روی لارو سن دو شب پره آرد

نتایج تجزیه واریانس اثر درای ساید روی لارو سن دو شب پره آرد نشان داد، اثر غلظت سم پس از ۷ روز ( $P < 0/001$  و  $F_{(۴,۸)} = ۶۲/۲۵$ ) و ۱۴ روز ( $P = 0/043$ ) و  $F_{(۴,۸)} = ۴/۰۷$  در سطوح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ معنی دار بود. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد، معنی دار بودن اختلافات تیمارها را نشان می‌داد (شکل ۱). میزان LC<sub>50</sub> پس از ۷ و ۱۴ روز به ترتیب ۱۱۶/۳ و ۲۹/۰۶ پی‌پی‌ام محاسبه گردید (جدول ۱). نتایج به دست آمده نشان داد که میزان مرگ‌ومیر حشرات مورد آزمایش با گذشت زمان تیماردهی و افزایش غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه افزایش می‌یابد. نتایج سایر محققین نیز نشان داد که خاک دیاتومه به کندی بر روی حشرات اثر می‌گذارد و با افزایش زمان، مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد (آتاناسیو و همکاران، ۲۰۰۹؛ آتاناسیو، ۲۰۰۶؛ آرتور، ۲۰۰۰؛ سوبرامانیام و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸).

غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام درای ساید پس از ۱۴ روز موجب ۱۰۰ درصد مرگ‌ومیر در لاروهای سن دو شب پره آرد می‌شود که نشان‌دهنده تأثیر قوی این ترکیب می‌باشد. فرمولاسیون Pyri- و Silico-Sec<sup>®</sup> در سه غلظت ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام روی مراحل مختلف لاروی این حشره آزمایش شده است. نتایج این آزمایش نشان داد با افزایش سن لاروی حساسیت به خاک دیاتومه کاهش می‌یابد. به طوری که لارو سن اول در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام پس از ۷ روز ۸۶ درصد مرگ‌ومیر نشان داد ولی مرگ‌ومیر لارو سن ۵ در این غلظت کمتر از ۲۲ درصد مشاهده شد که نتایج با نتایج تحقیق حاضر هماهنگی دارد. در تحقیق آرنود و همکاران (۲۰۰۵)

روی جمعیتی از شپشه آرد، غلظت ۶۰۰ پی‌پی‌ام از درای ساید، مؤثرترین غلظت بر روی حشرات بود که ۲۲ درصد مرگ‌ومیر ایجاد می‌کرد. هم‌چنین آتاناسیو و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که شپشه آرد در مقابل فرمولاسیون درای ساید خاک دیاتومه حساسیت کمتری در مقایسه با سایر فرمولاسیون‌ها نشان می‌دهد.

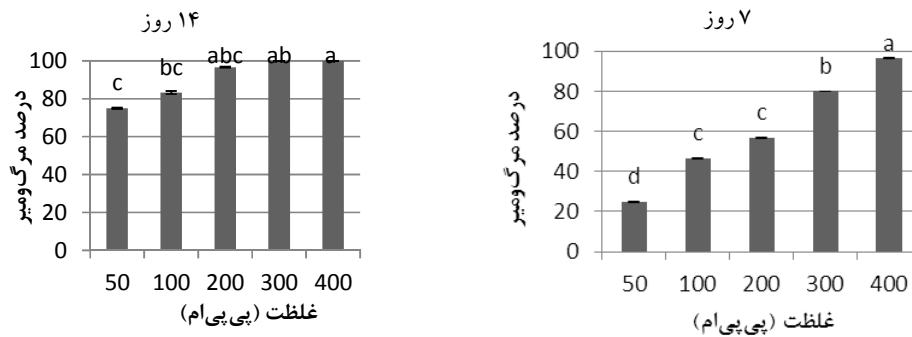
### سمیت درای ساید روی لارو سن سه شب پره آرد

نتایج تجزیه واریانس آزمایش اثر درای ساید روی لارو سن سه شب پره آرد نشان داد، اثر غلظت سم پس از ۷ روز ( $P = 0/026$  و  $F_{(۶,۹)} = ۵/۳۹$ ) و ۱۴ روز ( $P = 0/015$ ) و  $P = ۶/۷۱$  در سطوح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ معنی دار بود. میزان مرگ‌ومیر لاروها با گذشت زمان تیماردهی، افزایش می‌یافت. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد، معنی دار بودن اختلافات تیمارها را نشان می‌داد (شکل ۲). میزان LC<sub>50</sub> پس از ۷ و ۱۴ روز به ترتیب ۲۶۱/۰۳ و ۲۳۶/۵۵ پی‌پی‌ام محاسبه گردید (جدول ۱). غلظت ۱۲۸۰ پی‌پی‌ام پس از ۷ روز موجب ۱۰۰ درصد مرگ‌ومیر در لاروهای سن سه می‌شود. بررسی اثر دو فرمولاسیون خاک دیاتومه روی لاروهای سن سه شب پره آرد که توسط آتاناسیو (۲۰۰۶) انجام شد، نشان داد با افزایش سن لاروی حساسیت به خاک دیاتومه کاهش می‌یابد و مرگ‌ومیر مشابه لاروهای سن یک در لاروهای سن سه در غلظت‌های بالاتر درای ساید حاصل می‌شود. بررسی‌های کریستوس و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) در زمینه اثرات خاک دیاتومه با داشتن حدود ۹۰ درصد سیلیکا روی لاروهای ۱۵ روزه شب پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در دما و رطوبت‌های مختلف حاکی از این بود که این ترکیب با غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بعد از ۲۴ ساعت ۱۸ درصد، بعد از ۴۸ ساعت ۲۸ درصد، بعد از یک هفته ۵۰ درصد و بعد از گذشت ۲ هفته ۷۵ درصد کشندگی

2- Christos et al.

1- Subramanyam

گیاهپزشکی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۳۷ شماره ۳، پاییز ۹۳



شکل ۱- نمودار درصد مرگ‌ومیر-غلظت درای‌ساید برای لارو سن دو شب‌پره آرد *E. kuehniella* پس از ۷ و ۱۴ روز حروف مشابه ستون‌ها نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار است (آزمون LSD،  $\alpha=5\%$ ).

جدول ۱- مقادیر  $LC_{50}$  محاسبه شده در بررسی سمیت فرمولاسیون درای‌ساید خاک دیاتومه روی لارو سن ۲ و ۳ شب‌پره مدیترانه‌ای آرد و شب‌پره هندی پس از ۷ و ۱۴ روز

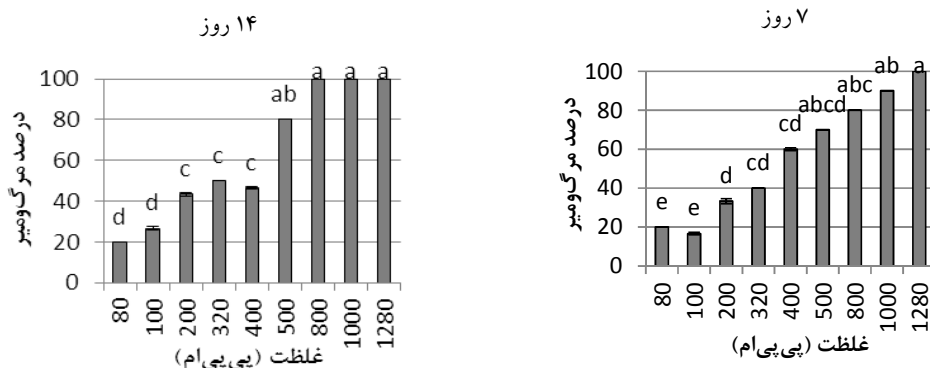
آفت	سن لاروی	زمان شمارش (روز)	n	Slope $\pm$ SE	$LC_{50}$ (ppm)	Fiducial limits (ppm)	$\chi^2$	df	P-value
شب‌پره آرد	دو	۷	۱۰	$2/23 \pm 0/41$	۱۱۶/۳۰	۸۳/۰۹-۱۴۸/۹۹	۶/۴۵	۱۱	۰/۸۴۱
		۱۴	۱۰	$2/19 \pm 0/68$	۲۹/۰۶	۴/۱۴-۴۹/۹۳	۸/۰۸	۱۰	۰/۶۲
شب‌پره هندی	سه	۷	۱۰	$2/2 \pm 0/30$	۳۶۱/۰۳	۲۰۵/۹۱-۳۲۶/۱۰	۱۸/۱۹	۱۶	۰/۳۱۲
		۱۴	۱۰	$1/83 \pm 0/60$	۲۳۶/۵۵	۷۴/۲۳-۴۳۲/۴۱	۴۳/۹۰	۱۳	<۰/۰۰۰۱
شب‌پره آرد	دو	۷	۱۰	$2/379 \pm 0/36$	۴۳/۵۸	۳۱/۳۷-۵۷/۲۱	۶/۶۵	۱۰	۰/۷۵۷
		۱۴	۱۰	$1/841 \pm 0/34$	۱۳/۸۲	۷/۳۴-۲۰/۶۲	۵/۳۸	۱۰	۰/۸۶۴۴
شب‌پره هندی	سه	۷	۱۰	$2/23 \pm 0/44$	۳۱۲/۱۳	۲۴۱/۱۴-۴۱۸/۲۲	۵/۵۷	۱۰	۰/۸۴۹
		۱۴	۱۰	$2/07 \pm 0/43$	۳۰۵/۰۷	۲۳۱/۲۲-۴۱۷/۵۸	۵/۵۴	۱۰	۰/۸۵۲

n = تعداد، Slope = شیب خط،  $LC_{50}$  = غلظت کشته‌کننده پنجاه درصد، Fiducial limits = حدود اطمینان،  $\chi^2 =$  chi-square، df = درجه آزادی

سیلیکا می‌شود. همچنین عامل زمان نیز اهمیت زیادی در میزان اثربخشی سیلیکا دارد. در یک تحقیق روی لاروهای سن ۲ و ۳ شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد خاک دیاتومه با داشتن ۹۲ درصد سیلیکا و اندازه متوسط ذرات ۸ تا ۱۲ میکرومتر با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بعد از ۷ روز کمتر از ۲۰ درصد، بعد از ۱۴ روز ۳۶ درصد و با گذشت ۲۱ روز حدود ۶۰ درصد مرگ‌ومیر در لاروها ایجاد کرد. در این بررسی نیز تلفات لاروها با گذشت زمان به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت (میچالاکی و همکاران، ۲۰۰۷).

بر روی لاروها ایجاد می‌کند. درحالی‌که همین غلظت در شرایط رطوبت ۷۵ درصد و دمای ۲۰ درجه بعد از ۲۴ ساعت ۱۵ درصد، بعد از ۴۸ ساعت ۲۵ درصد، بعد از یک هفته ۳۴ درصد و بعد از گذشت ۲ هفته ۴۳ درصد کشندگی بر روی لاروها ایجاد کرد. نتایج مشابهی از کاربرد غلظت ۸۰۰ میلی‌گرم بر لیتر این ترکیب در دما و رطوبت ذکر شده به‌دست آمد. براساس این نتایج افزایش غلظت لزوماً باعث افزایش میزان مرگ‌ومیر در لاروها نمی‌شود بلکه فاکتور رطوبت عامل مهم‌تری در اثربخشی سیلیکا می‌باشد و افزایش رطوبت باعث کاهش چشم‌گیری در میزان مرگ‌ومیر لاروها بعد از تیمار با

مؤذنی و همکاران: بررسی اثر حشره کشی فرمولاسیون...



شکل ۲- نمودار درصد مرگ و میر - غلظت درای ساید برای لارو سن سه شب پره آرد *E. kuehniella* پس از ۷ و ۱۴ روز حروف مشابه ستون‌ها نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار است (آزمون LSD,  $\alpha=0.05$ ).

که تفاوت در رقم گندم تیمار شده با این سم و نیز تفاوت در حساسیت حشرات مورد آزمایش به دلیل داشتن نژادهای متفاوت و همچنین تفاوت شرایط آزمایش، باعث به دست آمدن نتایج مختلف می‌گردد. در تحقیق انجام شده توسط سویرامانیام و همکاران (۱۹۹۸) غلظت ۰/۵ تا ۱ گرم بر کیلوگرم از فرمولاسیون *Insecto*<sup>®</sup> خاک دیاتومه (۸۷ درصد  $\text{SiO}_2$ ) روی مراحل مختلف رشدی شب پره هندی بین ۸۶ تا ۹۷ درصد مرگ و میر ایجاد کرد. در تحقیق مذکور، لاروهای سن یک حساس تر از سایر سنین لاروی بودند و با افزایش سن لاروی از حساسیت به خاک دیاتومه کاسته می‌شد که این نتیجه با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

### سمیت درای ساید روی لارو سن سه شب پره هندی

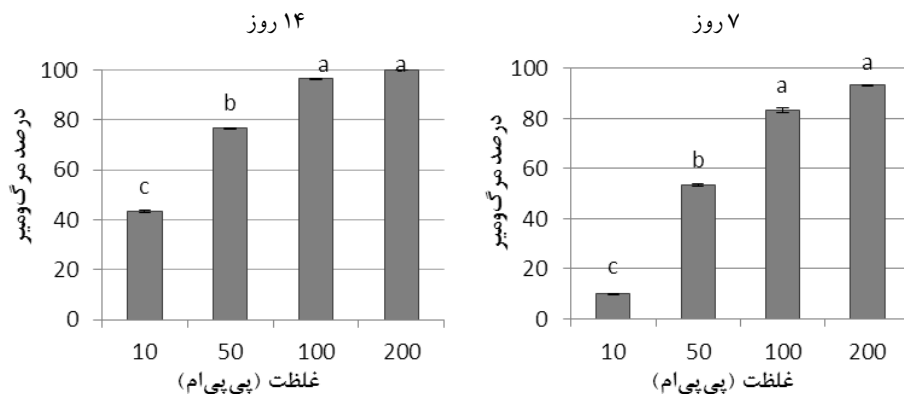
نتایج تجزیه واریانس آزمایش اثر درای ساید روی لارو سن ۳ شب پره هندی نشان داد، اثر غلظت سم پس از ۷ روز ( $P=0.0019$  و  $F_{(3,8)} = 13/09$ ) و ۱۴ روز ( $P=0.0022$  و  $F_{(3,8)} = 12/39$ ) در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار بود. میزان مرگ و میر لاروها با گذشت زمان تیماردهی، افزایش می‌یافت. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد، معنی دار

### سمیت درای ساید روی لارو سن دو شب پره هندی

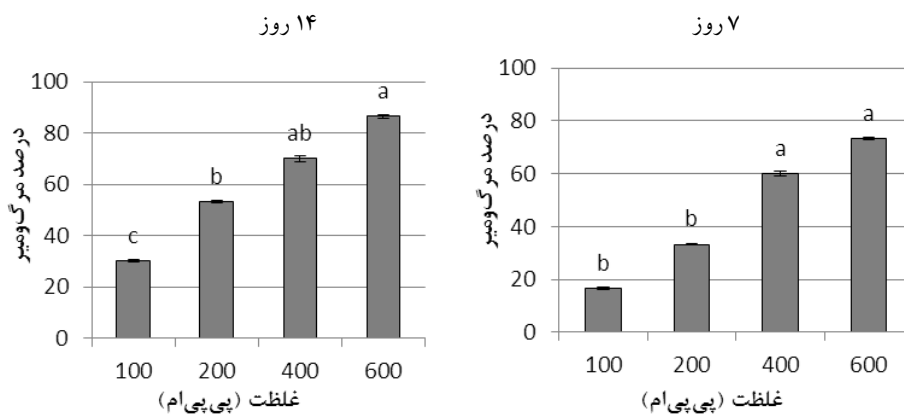
نتایج تجزیه واریانس آزمایش اثر درای ساید روی لارو سن دو شب پره هندی نشان داد، اثر غلظت سم پس از ۷ روز ( $P<0.0001$  و  $F_{(3,8)} = 41/92$ ) و ۱۴ روز ( $P<0.0001$  و  $F_{(3,8)} = 39/73$ ) در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار بود. میزان مرگ و میر لاروها با گذشت زمان تیماردهی، افزایش می‌یافت. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد، معنی دار بودن اختلافات تیمارها را نشان می‌داد (شکل ۳). میزان  $\text{LC}_{50}$  پس از ۷ و ۱۴ روز به ترتیب ۴۳/۵۸ و ۱۳/۸۲ پی پی ام محاسبه گردید (جدول ۱). آزمایش حاضر نشان داد که فرمولاسیون درای ساید خاک دیاتومه بر روی لارو سن دو شب پره هندی اثر کشندگی نسبتاً بالایی دارد. این فرمولاسیون تاکنون بر روی این شب پره آزمایش نشده است ولی در تحقیق مویز و اولریچز (۲۰۰۱) در رابطه با اثر فرمولاسیون *Fossil Shield*<sup>®</sup> خاک دیاتومه (۷۳ درصد  $\text{SiO}_2$ )، بر روی این شب پره نشان داده شد که این فرمولاسیون فقط بر روی لارو سن یک این شب پره اثر کشندگی دارد و در لاروهای سنین بالاتر هیچ مرگ و میری مشاهده نشد. با توجه به مشاهده تفاوت در اثر فرمولاسیون‌های دیگر خاک دیاتومه، به نظر می‌رسد

محصول، درصد ماده مؤثره فرمولاسیون، رطوبت دانه‌ها و شرایط آزمایش بوده است. نویسندگان پژوهش فوق بیان کرده‌اند که به طور کلی برای کنترل مراحل مختلف رشدی شب‌پره هندی بسته به نوع محصول مورد استفاده، غلظت‌های بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از فرمولاسیون Protector-It<sup>®</sup> مورد نیاز است. علاوه بر این، در تحقیق سوبرامانیام و همکاران (۱۹۹۸)، با افزایش سن لاروی شب‌پره هندی، حساسیت به خاک دیاتومه کاهش می‌یافت که نتایج به دست آمده در این تحقیق نیز نشان داد، لارو سن ۳ متحمل‌تر از سن ۲ می‌باشد.

بودن اختلافات تیمارها را نشان می‌داد (شکل ۴). میزان  $LC_{50}$  پس از ۷ و ۱۴ روز به ترتیب ۳۱۲/۱۳ و ۳۰۵/۰۷ پی‌پی‌ام محاسبه گردید (جدول ۱). در این آزمایش اثر غلظت سم بر میزان تلفات لاروها معنی‌دار بود. در بررسی اثر فرمولاسیون Protector-It خاک دیاتومه (۸۳/۷ درصد  $SiO_2$ ) بر روی لارو سن سه شب‌پره هندی توسط تیملیک و فیلدز (۲۰۱۰)، میزان  $LC_{50}$  روی دانه آفتاب‌گردان برابر با ۲۸۹ پی‌پی‌ام بود که به مقدار  $LC_{50}$  به دست آمده در این پژوهش روی محصول گندم (۳۱۲/۱۳ پی‌پی‌ام) نزدیک می‌باشد. وجود این اختلاف اندک احتمالاً به دلیل تفاوت در نوع



شکل ۳- نمودار درصد مرگومیر-غلظت درای‌ساید برای لارو سن دو شب‌پره هندی *P. interpunctella* پس از ۷ و ۱۴ روز - حروف مشابه ستون‌ها نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار است (آزمون LSD،  $\alpha=0.05$ ).

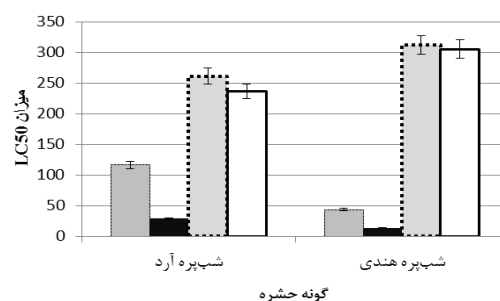


شکل ۴- نمودار درصد مرگومیر-غلظت درای‌ساید برای لارو سن سه شب‌پره هندی *P. interpunctella* پس از ۷ و ۱۴ روز - حروف مشابه ستون‌ها نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار است (آزمون LSD،  $\alpha=0.05$ ).

مؤذنی و همکاران: بررسی اثر حشره کشی فرمولاسیون...

بررسی‌های ماگدا و همکاران (۲۰۱۲)، در زمینه‌ی کاربرد خاک دیاتومه با داشتن بیش از ۸۰ درصد سیلیکا، روی لاروهای سن دوم شب‌پره‌ی آرد، شب‌پره‌ی خشکبار، *Ephestia cautella* و شب‌پره‌ی هندی حاکی از این بود که غلظت ۱ گرم بر کیلوگرم خاک دیاتومه باعث به ترتیب ۳۲، ۴۱ و ۴۷ درصد مرگ‌ومیر در لاروها بعد از یک هفته می‌شود و کاربرد غلظت ۰/۲۵ گرم بر کیلوگرم تلفاتی در لاروها ایجاد نکرد. درحالی‌که در تحقیق حاضر نانوسیلیکا در غلظت‌های پایین‌تر کشندگی بیشتری در بید غلات ایجاد کرد. علت این موضوع را می‌توان به کاربرد سیلیکا به‌طور خالص و نیز نانو بودن ذرات آن نسبت داد. پژوهش‌های دبنات و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) نشان داد که استفاده از نانوذرات اکسیدسیلیس در ۳ نوع چربی‌دوست، آب‌دوست و آب‌گریز و در دزهای ۰/۵، ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم در جیره غذایی *Sitophilus oryzae* L. کشندگی مناسبی در حشرات بالغ به همراه داشته است. سیلیکای چربی‌دوست با دز ۰/۵ بعد از یک هفته حدود ۶۲ درصد، غلظت ۲ حدود ۹۷ درصد مرگ‌ومیر و نوع آب‌دوست این ترکیب با غلظت ۰/۵ گرم بر کیلوگرم حدود ۳۵ درصد و غلظت ۱ حدود ۹۵ درصد مرگ‌ومیر داشت. نوع آب‌گریز این ترکیب با غلظت ۰/۵ گرم بر کیلوگرم حدود ۶۲ درصد و غلظت ۱ حدود ۸۶ درصد مرگ‌ومیر داشت. مرگ‌ومیر بیشتر از ۹۵ درصد زمانی‌که انواع نانوسیلیکا با دز ۲ گرم بر کیلوگرم استفاده شدند، به دست آمد.

مقایسه میزان LC<sub>50</sub> در مجموع آزمایشات انجام شده از اثر درای‌ساید روی لارو این دو گونه شب‌پره، نشان داد که به‌طور کلی، لاروهای سن دو شب‌پره آرد متحمل‌تر از لاروهای سن دو شب‌پره هندی به این فرمولاسیون از خاک دیاتومه بودند ولی لاروهای سن سه شب‌پره آرد حساسیت بیشتری نسبت به لارو سن سه شب‌پره هندی نشان دادند (شکل ۵). البته در پژوهش مویز و اولریچز (۲۰۰۱)، لاروهای سن دو شب‌پره هندی بسیار متحمل‌تر از لاروهای سن دو شب‌پره آرد در برابر خاک دیاتومه بودند. در تحقیق سوبرامانیام و همکاران (۱۹۹۸)، حساسیت مشابهی در لاروهای شب‌پره هندی، شب‌پره آرد *Oryzaephilus T. castaneum* و شب‌پشه دنداندار *surinamensis* (L.) در تحقیق صبور و همکاران (۲۰۱۲)، لاروهای شب‌پره آرد و هندی در مقابل ۵۰۰ پی‌پی‌ام خاک دیاتومه طبیعی (فرموله نشده) روی گندم پس از ۷ روز، به ترتیب ۱۴ و ۲۸ درصد مرگ‌ومیر نشان دادند که نشان دهنده مقاومت بیشتر شب‌پره آرد نسبت به شب‌پره هندی است. تفاوت در نتایج به دست آمده می‌تواند به تفاوت در اثر فرمولاسیون‌های مختلف مرتبط باشد.



شکل ۵- مقایسه میزان LC<sub>50</sub> لارو سن دو شب‌پره آرد *E. kuehniella* و هندی *P. interpunctella* پس از ۷ روز (■) و ۱۴ روز (□) و لارو سن ۳ دو گونه پس از ۷ روز (■) و ۱۴ روز (□)



## منابع

۱. سیدی، ع.، عباسی‌پور، ح.، محرمی‌پور، س.، و کمالی‌نژاد، م. ۱۳۸۹. کاربرد اسانس صمغ گیاه باریجه در کنترل حشرات کامل شب‌پره آرد. اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، ۱۵۷ ص.
۲. صادقی‌نسب، ف.، شایسته، ن.، پورمیرزا، ع.ا.، و قبادی، چ. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر امواج مایکروویو با توان‌ها و زمان‌های مختلف روی مراحل زیستی سه گونه آفت انباری. مجله‌ی علوم کشاورزی ایران، ۲ (۳۵): ۴۹۸-۴۹۳.
۳. ضیایی، م.، صفرعلیزاده، م.ح.، شایسته، ن. و ارومچی، س. ۱۳۸۶. بررسی تلفات اولیه و تأخیری فرمولاسیون Silico-<sup>®</sup> Sec خاک دیاتومه روی حشرات کامل *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). نامه انجمن حشره‌شناسی ایران، ۲۷(۱): ۶۲-۷۲.
۴. قلی‌پور، س. ۱۳۸۳. بررسی واکنش‌های زیستی شب‌پره هندی در پرورش‌های آن بر روی دانه‌های سه رقم پسته در سه رژیم دمایی متفاوت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
5. Arnaud, L., Lan, H.T.T., Brostaux, Y., and Haubruge, E. 2005. Efficacy of diatomaceous earth formulations admixed with grain against of *Tribolium castaneum*. Journal of Stored Products Research, 41: 121-130.
6. Arthur, F.H. 2000. 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.
7. Arthur, F.H. 2004. Evaluation of methoprene alone and in combination with diatomaceous earth to control *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae) on stored wheat. Journal of Stored Products Research, 40: 485-498.
8. Athanassiou, C.G. 2006. Influence of instar and commodity on insecticidal effect of two diatomaceous earth formulations against larvae of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Economic Entomology, 99(5):1905-1911.
9. Athanassiou, C.G., Arthur, F.H., Opit, G.P., and Throne, J.E. 2009. Insecticidal effect of diatomaceous earth against three species of stored-product psocids on maize, rice, and wheat. Journal of Economic Entomology, 102(4): 1673-1680.
10. 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.

مؤذنی و همکاران: بررسی اثر حشره کشی فرمولاسیون...

11. Baldassari, N., Prioli, Ch., Martini, A., Trotta, V., and Baronio, P. 2008. Insecticidal efficacy of a diatomaceous earth formulation against a mixed age population of adults of *Rhyzopertha dominica* and *Tribolium castaneum* as function of different temperature and exposure time. *Bulletin of Insectology*, 61(2): 355-360.
12. 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.
13. Christos G., Athanassiou N.G., Kavallieratos J.B., Tsakiri S.N. and Basileios J.V. 2006. Effect of temperature and humidity on insecticidal effect of silicosec against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Journal of Economic Entomology*, 99:1520-1524.
14. Debnath, N., Das, S., Seth, D., Chandra, R., Bhattacharya, S.C. and Goswami, A. 2010. Entomotoxic effect of silica nanoparticles against *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Pest Science* 84: 99-105.
15. EPA (2006). U.S. Environmental protection agency, ozone depletion rules & regulations. Available in: <http://www.epa.gov/ozone/mbr>.
16. Finney, D. J. 1971. Probit analysis, 3rd edn. Cambridge University Press, UK. 333 pp.
17. Magda, S., El-Aziz, A., El-Sayed, Sh. and Adel, M. 2012. Efficacy of three entomopathogenic fungi alone or in combination with diatomaceous earth modification for the control of three pyralid moths in stored grains. *Journal of Plant Protection Research* 52: 359-367.
18. Marsaro Junior, A.L., Mourao Junior. M., Pereira, P.R.V. da S., and Cosme, P.M.F. 2006. Effectiveness of different dosages of diatomaceous earth to control *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in corn stored in the state of Roraima. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Stored-Product Protection*, October 15-18, Campinas, Brazil, ABRAPOS, Rodovia, 1264-1268.
19. Mewis, I., and Ulrichs, C.H. 2001. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. *Journal of Stored Products Research*, 37: 153-164.
20. Michalaki M.P., Athanassiou C.G., Steenberg T. and Buchelos C.T. 2007. Effect of *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) Brown and Smith (Ascomycota: Hypocreales) alone or in combination with diatomaceous earth against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Biological Control*, 40:280-286.
21. Mohandass, S., Arthur, F.H., Zhu, K.Y., and Throne, J.E. 2007. Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lep.: Pyralidae) in stored products. *Journal of Stored Products Research*, 43: 302-311.

22. Rajendran, S., and Sriranjini, V. 2008. Plant products as fumigants for stored-product insect control. *Journal of Stored Products Research*, 44: 126-135.
23. Sabbour, M.M., Abd-El-Aziz, Sh.E., and Adel-Sherief, M. 2012. Efficacy of three entomopathogenic fungi alone or in combination with diatomaceous earth modifications for the control of three Pyralid moths in stored grains. *Journal of Plant Protection Research*, 52(3): 359-363.
24. Subramanyam, Bh., Madamanchi, N., and Norwood, A.S. 1998. Effectiveness of Insecto<sup>®</sup> applied to shelled maize against stored-product insect larvae. *Journal of Economic Entomology*, 91: 280-286.
25. Timlick, B., and Fields, P.G. 2010. A comparison of the effect of two Diatomaceous earth formulations on *Plodia interpunctella* (Hübner) and the effect of different commodities on diatomaceous earth efficacy. *Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection, June-July 27-2, Estoril, Portugal Estoril Conference Centre, 840-844.*
26. Ziaee, M., Safaralizadeh, M.H., and Shayesteh, N. 2007. Efficacy of Silicosec<sup>®</sup>, a Diatomaceous earth formulation against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Pakistan Journal of Biological Science*, 10: 3841–3846.