دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ٤٦٦٨-٢٠٠٨
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)
جلد ۱۲، شماره٤، سال ۱۳۹۹، (۲۸۱-۲۷۱)

بررسی کارایی پودر سیلیس و خاک دیاتومه در کاهش جمعیت حشرات کامل و تخم پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistacia*e (Hem., Psyllidae)

شیرین ترابی‌پور[۱]، سهراب ایمانی[۱]، حسین لطفعلی‌زاده[۲]، الهام مطلبی[۳]*

۱- گروه حشره شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۲-بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران
۳- دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، سمنان، ایران

چکیده

پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burkhardt & Lauterer (Hem., Psyllidae) مهمترین آفت باغات پسته در ایران محسوب می‌شود. این آفت سبب افت کمی و کیفی محصول پسته شده و به عنوان یک مشکل جدی، سالیانه هزینه هنگفتی را به باغداران تحمیل می‌کند. کاربرد سموم شیمیایی متداول روی این آفت به دلیل اثرات سوء زیست محیطی، مقاومت آفت و باقیمانده سموم در محصول جای خود را به تدریج به ترکیبات کم خطرتر می‌دهند. در این راستا تحقیقی جهت بررسی اثر پودرهای معدنی خاک دیاتومه و سیلیس در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت. تیمارها شامل محلول‌پاشی کامل درختان پسته با سه غلظت خاک دیاتومه (٤، ٦ و ٨ در هزار) و دو غلظت سیلیس (٤ و ٨ در هزار) و تیمار شاهد (آب، بدون پودرهای معدنی) بود. شمارش‌ها ۳، ۸، ۱۳، ۱۸، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از محلول‌پاشی با شمارش تعداد تخم و حشرات کامل آفت روی سطوح پشتی و رویی برگهای جمع آوری شده به طور تصادفی انجام گرفت. همه تیمارها در تمام تاریخهای نمونه برداری در مرحله تخم تاثیر معنی داری را نشان دادند و بهترین کارایی در دو تیمار دیاتومه ٦ در هزار (+دایمیتیکون) و ۸ در هزار، ۸ و ۱۳ روز پس تیمار مشاهده شد. بر روی حشرات بالغ نیز تنها در ۳ و ۸ روز بین تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده شد و دو تیمار فوق در ۱۸ و ۲۳ روز پس از تیمار بیشترین تاثیر را نشان دادند. براساس نتایج این تحقیق به طور عمومی غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه بیشترین تاثیر را روی مرحله تخم و حشرات بالغ آفت دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: پسیل پسته، پودرهای معدنی، دیاتومه، سیلیس، کنترل

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *hlotfalizadeh@gmail.com*

تاریخ دریافت مقاله:۹۹/۸/۱۸ - تاریخ پذیرش مقاله:۹۹/۱۱/۱۹

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از با ارزش‌ترین و مهمترین محصولات باغی، صادراتی و استراتژیک کشور می‌باشد. یکی از مسائل جدی که امروزه کیفیت این محصول را در معرض خطر قرار داده است وجود آفت پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae*(Hem., Psyllidae) است. پسیل پسته یکی از مهمترین آفات پسته است که در بیشتر مناطق پسته‌کاری دنیا مانند ایران، ترکیه، عراق، ارمنستان و ترکمنستان و همچنین نواحی مدیترانه همانند سوریه و یونان پراکنش دارد (Anagnou-Veroniki *et al*., 2008). این آفت که تحت عنوان «شیره خشک» نیز شناخته می‌شود، خسارت جبران ناپذیری را به محصول وارد می‌کند.

این آفت در شرایط رفسنجان ٦ نسل کامل و یک نسل ناقص در سال داشته و سازگاری زیادی با شرایط گرم و خشک کویری مناطق پسته کاری دارد (Hasani *et al*., 2005; Mehrnejad & Copland, 2006). از اینرو برای مهار خسارت این آفت گاهی تا شش مرتبه در سال سمپاشی انجام می‌گیرد. توانایی تولید مثل بالا، طول دوره رشدی کوتاه و تعداد نسل زیاد این آفت و از طرفی سمپاشی‌های بیش از حد در طول یک فصل جهت کنترل آنها، پتانسیل مقاوم شدن پسیل‌ها را در برابر آفتکش‌هـا افـزایش می‌دهد (Berrada *et al*., 1995). این عمل علاوه بر افزایش پدیده مقاومت آفت و آلودگی محیط زیست سبب از بین رفتن دشمنان طبیعی و حشرات مفید می‌شود. لذا لزوم کاربرد مواد سازگار با محیط زیست و مدیریت باغات با استفاده از روش‌های کم خطر با منشاء طبیعی را بیش از پیش مورد توجه قرار می گیرد (Azimizadeh *et al*., 2012).

استفاده از یک لایه نازک مواد معدنی به عنوان رویکردی جدید برای کنترل آفات معرفی شده است (Glenn *et al*., 1999). این فناوری شامل کاربرد پودرهای معدنی است که به واسطه آن تغییر شرایط فیزیکی میزبان و در نتیجه تغییرات رفتاری آفت اتفاق افتاده و در نهایت سبب کنترل آفت می شود (Glenn & Puterka, 2005). تکینک لایه نازک مواد معدنی برای بسیاری از راسته‌های حشرات آفت موثر است شامل جوربالان، سخت‌بال‌پوشان، بالپولک‌داران، دوبالان و حتی کنه‌های زنگار موثر است (Glenn & Puterka, 2005). از مزایای کاربرد آنها می‌توان به عدم ایجاد مقاومت آفات (Liu & Trumble, 2004)، عدم اثر سوء روی گیاهان و دوام زیاد در مقایسه با آفت‌کش‌های شیمیایی (Saour, 2005; Sugar et al., 2005)، عدم سمیت این ترکیب برای انسان و پستانداران و نسبتا بی‌خطر بودن آن برای دشمنان طبیعی اشاره نمود (Friedrich *et al*., 2003; Delate & Friedrich, 2004). ایجاد یک لایه نازک کائولین روی محصولات می‌تواند از تابش شدید آفتاب جلوگیری نموده و با حفظ گرما، باعث تنظیم دما و حفظ گیاهان در برابر آفتاب سوختگی و تنش‌های حرارتی و محیطی می‌شود که موجب افزایش رشد میوه‌ها و باعث دیررسیدن آن و رشد کمی و کیفی آن و در نتیجه سبب افزایش باردهی محصول شده، همچنین سبب کاهش ریزش میوه می‌شود (Glen & Puterka, 2001، Wisniewski *et al*., 2002، Melgarejo *et al*., 2004، Wu & Guo, 2005، Wandel *et al*., 2006، Saleh & El-Ashry, 2006، Farazmand, 2013).

تحقیقات متعددی در خصوص اثرات مطلوب ترکیباتی مانند کائولین در کنترل آفات مختلف از جمله پسیل پسته، صورت گرفته است از اینرو امروزه می‌توان کاربرد این پودر معدنی را به عنوان یک راهکار مناسب در برنامه مدیریت تلفیقی آفات دانست. به عنوان مثال محلول پاشی کائولین با غلظت ۵٪ یا بیشتر سبب کاهش تخمگذاری به میزان ۹۱٪-۱۰۰٪ پسیل پسته می‌شود (Sheibani *et al*., 2016). همچنین در تحقیقی مشخص شده است که کائولین در کاهش جمعیت پوره پسیل نقش اساسی دارد (Farazmand *et al*., 2015).

خاک دیاتومه نیز یکی از حشره‌کش‌های تماسی غیـــرســـمی با منشا طبیعی است که از اسکلت‌های فسیل شده دیاتوم‌ها (Diatoms) تشکیل شده است اجزای تشکیل‌دهنده خاک با داشتن ماهیت تیز و برنده موجب از دست رفتن آب بدن حشره و مرگ آن می‌شود. این حشره‌کش بر روی محصولات انباری و در شرایط مزرعه‌ای کاربرد دارد. به‌طوری‌که بر علیه کرم سیب و سخت بالپوشان روی گیاهان تیره کدوییان استفاده شده است (Friedrich *et al*., 2003; Delate & Friedrich, 2004).

سیلیس و ترکیبات مختلف آن نیز به عنوان یکی از حشره‌کش غیرسمی مورد استفاده قرار گرفته است. به اعتقاد مسی و همکاران[1] (2009)، سیلیکون به سه شکل از خسارت گیاهخواران کوچک جلوگیری می‌کند: پیوندهای سیلیکونی از بافت‌های دستجات آوندی محافظت کرده و از گیاهخواران جونده و مکنده حفظ می‌کند، سیلیکاتی شدن دیواره سلول‌های اپیدرمی از ورود به این نواحی جلوگیری می‌کند و گیاهخواران جونده به دلیل سیلیسی شدن حاشیه برگها از تغذیه باز می‌مانند. نانوذرات سیلیس در تحقیقی به منظور کنترل شپشک دندانه‌دار *Sitophilus granarius* (L.) مورد بهره برداری قرار گرفته است (Rouhani *et al*., 2019).

دایمتیکون نیز به عنوان یک روغن سیلیکون است که به آن پلی دی متیل سیلوکسان (PDMS) نیز می گویند. از دایمتیکون به عنوان سورفاکتانت و ماده ضد کف کننده استفاده می‌شود. این ترکیب دارای کاربردهای گوناگونی در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی، دارویی، محصولات بهداشتی و آرایشی می باشد. مطالعات نشان داده است دایمتیکون ترکیبی ایمن است که در کنترل آفاتی مثل شپش موی سر به کارگرفته می شود. خصوصیات فیزیکی آن همانند ویسکوزیته و خاصیت پخش شوندگی باعث می شود تا به راحتی در سیستم تنفسی کلیه مراحل رشدی حشره وارد شده و سبب خفگی و مرگ آن گردد.

در تحقیقی به منظور مطالعه اثر سیلیس در کنترل سفید بالک با استفاده از کود سیتام مایع® حاوی سیلیس به صورت محلول پاشی درختان توت کاغذی *Morus papyrifera* L. به کار گرفته شد که علاوه بر تغذیه گیاه، کنترل مناسبی روی آفت داشت (شهبانی و همکاران، ۱۳۹۸).

اگرچه مواد معدنی مانند کائولین قبلا برای مدیریت پسیل پسته به کار گرفته شده است، اما اثر غلظت‌های مختلف خاک دیاتومه و سیلیس و کاربرد آنها به صورت ترکیب با دایمتیکون بر کاهش تراکم این آفت ارزیابی نشده است، بنابراین هدف از این پژوهش بررسی پودرهای معدنی در کنترل تخم و حشره کامل این آفت در شرایط باغی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۸ در یک باغ پسته به مساحت یک هکتار، در حومه شرقی شهر رفسنجان انجام گرفت. رقم مورد انتخاب فندقی بود. تعداد ٤۰۰ درخت پسته حدودا ٤۰ ساله در نظر گرفته شد. آزمایش در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تیمار شامل خاک دیاتومه در سه سطح (٤ در هزار +۳۵۰ سی سی دایمتیکون؛ ٦ در هزار +۲۵۰ سی سی دایمیتکون؛ ۸ در هزار)، سیلیس در دو سطح (٤ در هزار +٤۰۰ سی سی دایمتیکون؛ ۸ در هزار) و شاهد (آب پاشی)، و در ۳ تکرار انجام شد. ترکیبات مورد استفاده در این تحقیق شامل خاک دیاتومه و سیلیس فرآوری

[1] Massey

شده بود که به صورت فرمولاسیون پودری با اندازه ذرات ١٤ میکرونی مورد استفاده قرار گرفت. خاک دیاتومه آزمایشی نمونه وارداتی Celite و پودر سیلیس از منابع داخلی تهیه گردید.

محلول پاشی بوسیله دستگاه سمپاش لانس‌دار با فشار ١/٥ اتمسفر مجهز به همزن و زمانی که جمعیت آفت به سطح زیان اقتصادی (١٠ پوره پسیل در برگچه) رسید (Hasani *et al*., 2009; Mehrnejad, 2010) در فصل بهار و اواسط اردیبهشت تا خرداد ماه و در ساعات اولیه روز انجام گرفت. در طول دوره آزمایشی هیچ گونه ماده شیمیایی مانند قارچکش، حشره‌کش و ... در تیمارها مورد استفاده نگرفت.

یک بار نمونه برداری از برگ برای شمارش پوره های پسیل پسته پیش از محلول‌پاشی انجام گرفت. شش مرحله نمونه برداری نیز ٣، ٨، ١٣، ١٨، ٢١ و ٢٨ روز بعد از محلول‌پاشی انجام گرفت. نمونه‌های برگی داخل پاکتی که مشخصات آن تیمار روی اتیکت نوشته شده بود، قرار داده شد و نمونه ها برای شمارش به آزمایشگاه منتقل گردید. شمارش تعداد تخم و حشرات کامل روی سطوح پشتی و رویی برگهای در ٢٠ برگ (٦٠ برگچه) جمع‌آوری شده بصورت تصادفی زیر استریومیکروسکوپ انجام گرفت.

جهت تعیین درصد تلفات اصلاح شده وارد شده و درصد کاهش جمعیت با تیمارهای مختلف از فرمول هندرسون- تیلتون استفاده گردید.

نرمال بودن داده‌های به دست آمده از تاثیر سموم مورد آزمایش روی مراحل تخم و حشره بالغ پسیل با نرم افزار Minitab 14.0 مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه عملکرد تیمارها و آنالیز واریانس چند راهه با استفاده از نرم افزار SPSS20 انجام گرفت و آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس چند متغیره نشان داد تعداد تخم پسیل در تیمارهای مختلف (df=٥، F=٣١/٤٧، P<٠/٠٠) و زمانهای مختلف نمونه‌برداری (df=٥، F=٤/٨٣، P<٠/٠٠١) تفاوت معنی‌داری دارند. همچنین اثر متقابل تیمار در زمان نیز برای کلیه متغیرهای مذکور معنی‌دار می‌باشد (df=٢٥، F=٦/٤٨، P<٠/٠٠). در مورد حشرات کامل فقط اثر اصلی تیمار معنی‌دار بود (df=٥، F=١٠/١٤، P<٠/٠٠٠) و اثرات زمان و اثر متقابل تیمار× زمان معنی‌دار نمی باشد (df=٢٥، F=٠/٣٥، P=٠/٩٩٨).

تاثیر تیمارها بر مرحله تخم

شمارش تعداد تخم موجود در همه تیمارها در روزهای مختلف نشان داد که بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ١). در نمونه‌برداری اول که مصادف با ٣ روز بعد از تیمار بود، کمترین تعداد تخم و بیشترین درصد تاثیر با ٩٥/٨ ٪ در تیمار دیاتومه ٤ در هزار (+دایمیتیکون) مشاهده شد در حالی که سیلیس ٤ در هزار (+دایمیتیکون) با ٦٦/٧ ٪ کمترین تاثیر را داشت.

هشت روز پس از تیمار نیز همانند نمونه برداری اول، دیاتومه ٤ در هزار (+دایمیتیکون) با ٩٩/٢ ٪ بیشترین تاثیر را داشت با این وجود اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود. تنها تیمارهای مواد معدنی با شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند.

نمونه‌برداری سوم (۱۳ روز بعد از تیمار)، بیشترین تعداد تخم در سیلیس ۸ در هزار شمارش شد در صورتی که کمترین تعداد در دیاتومه ۸ در هزار بوده و حدود ۹٦/۵٪ تلفات تخم در آن محاسبه گردید.

در نمونه‌برداری چهارم، دیاتومه ٦ در هزار (+دایمیتیکون) با ۹٦/۵٪ بیشترین تاثیر را در کاهش تعداد تخم نشان داد و در نمونه‌برداری پنجم، دیاتومه ۸ در هزار با ٦۸/۸٪ بیشترین کاهش را بروز داد. در ششمین و آخرین نمونه‌برداری که ۲۸ روز پس از تیمار انجام گرفت، حداقل تعداد تخم در تیمار سیلیس ٤ در هزار مشاهده شد.

نتایج اثر متقابل تیمار× زمان نشان داد، کمترین تعداد تخم پسیل در خاک دیاتومه ٤ در هزار (+دایمیتیکون) در روزهای ۳ و ۸ روز، خاک دیاتومه ٦ در هزار (+دایمیتیکون) در روزهای ۳ و ۱۸ و ۱۳، خاک دیاتومه ۸ در هزار در روزهای ۸ و۱۳ و ۱۸ و بالاخره سیلیس ٤ در هزار (+دایمیتیکون) در روز ۲۸ می‌باشد (شکل ۱).

جدول ۱- میانگین تعداد تخم پسیل پسته (±SE) در تیمارهای مختلف سیلیس و دیاتومه در ٦ نمونه‌برداری مختلف پس از تیمار.

Table 1-Mean number of pistachio psylla egg (±SE) in different treatments of diatomaceous earth and silica in 6 sampling dates after treatment.

زمان	شاهد	سیلیس		دیاتومه			P VALUE
		٤ در هزار+٤۰۰ سی سی دایمتیکون	۸ در هزار	٤ در هزار+۳۵۰ سی سی دایمتیکون	٦ در هزار+۲۵۰ سی سی دایمیتکون	۸ در هزار	
۳ روز	168.3^{a}_{AB}±39.7	56.3^{b}_{B}±33.5	51.3^{b}_{B}±37.1	7.0^{c}_{D}±2.0*	11.6^{c}_{B}±6.5*	19.3^{c}_{B}±8.0	.000
۸ روز	392.6^{a}_{A}±157.8	53.00^{b}_{B}±11.5	21.3^{b}_{B} ±7.6	3.3^{b}_{D} ±1.5*	33.0^{b}_{AB}±19.7	9.6^{b}_{B}±1.5*	.000
۱۳ روز	64.7^{b}_{B} ±16.8	34.7^{bc}_{B}± 8.3	165.0^{a}_{A}±49.6	57.0^{b}_{C}±6.5	11.0^{c}_{B}±4.0*	2.3^{c}_{C}±0.58*	.000
۱۸ روز	239.6^{a}_{AB}±165.7	137.3^{b}_{A}±53.5	160.0^{b}_{A}±63.9	32.3^{bc}_{C}±2.1	8.33^{c}_{B} ±6.5*	11.0^{c}_{B} ±2.6*	.031
۲۳ روز	160.3^{a}_{AB}± 35.5	72.0^{b}_{AB}±20.5	60.3^{b}_{B}±25.0	64.0^{b}_{B}±10.1	59.3^{b}_{A}±10.2	50.0^{b}_{A}±1.7	.000
۲۸ روز	32.0^{b}_{B}±9.8	14.6^{c}_{C}±5.7*	49.3^{b}_{B}±12.6	80.3^{a}_{A}±6.6	27.0^{bc}_{B}±6.0	24.0^{bc}_{B}±9.5	.000
P VALUE*	.008	.003	.002	.000	.000	.000	

P VALUE: حاصل از آزمون One Way Anova جهت مقایسه متغیر در تیمارها

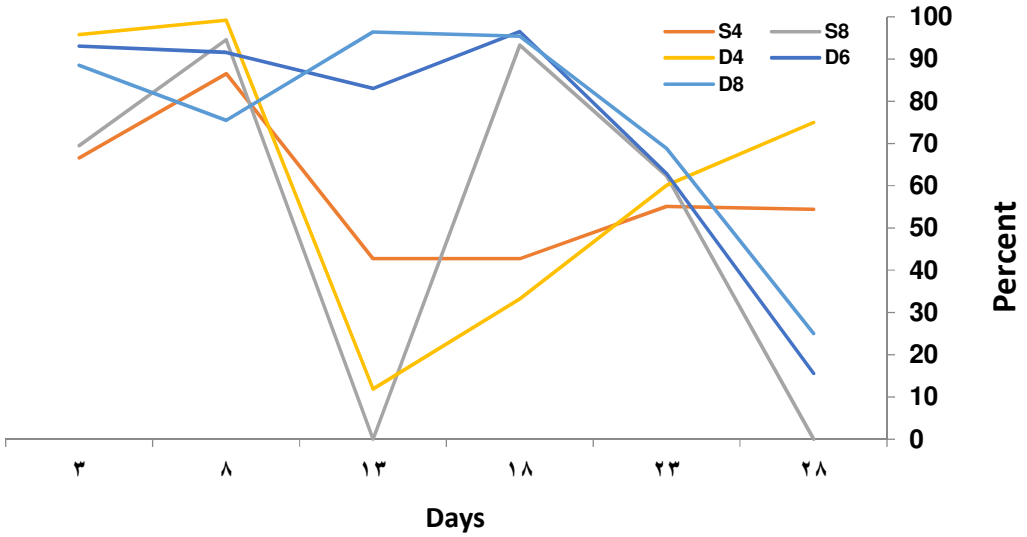
*P VALUE: حاصل از آزمون One Way Anova جهت مقایسه متغیر در زمانها

a,b,c,...: حروف مشابه در ردیف حاصل از آزمون تعقیبی توکی جهت گروه بندی تیمارها (حروف یکسان نشان دهنده عدم معنی داری)

A,B,C,...: حروف مشابه در ستون حاصل از آزمون تعقیبی توکی جهت گروه بندی زمانها (حروف یکسان نشان دهنده عدم معنی داری)

* کمترین مقدار تخم پسیل حاصل از اثر متقابل (تیمار×زمان)

همان گونه که در جدول ۱ نیز قابل مشاهده است در همه تیمارها، با گذشت زمان میزان تاثیر تیمارها افزایش می‌یابد، خصوصا از روز سیزدهم به بعد این افزایش قابل توجه است.



شکل ۱- تغییرات درصد تاثیر تیمارهای مختلف سیلیس و دیاتومه در زمانهای مختلف نمونه‌برداری روی تخم پسیل پسته (S4: سیلیس ٤ در هزار، S8: سیلیس ۸ در هزار، D4: دیاتومه ٤ در هزار، D6: دیاتومه ٦ در هزار، D8: دیاتومه ۸ در هزار).

Fig. 1- Variation of effect (%) of different treatments of diatomaceous earth (D) and silica (S) on pistachio psylla egg in different sampling dates (S4: 4 per thousand, S8: 8 per thousand, D4: 4 per thousand, D6: 6 per thousand, D8: 8 per thousand).

تاثیر تیمارها بر مرحله حشره کامل

مقایسه تعداد حشره کامل پسیل پسته نشان می دهد که فقط در نمونه برداری های اول و دوم (۳ و ۸ روز بعد از تیمار) اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد (جدول ۲) به طوری که در نمونه‌برداری اول سیلیس ۸ در هزار با ۷۵/۵۷٪ بیشترین و سیلیس ٤ در هزار (+دایمیتیکون) با ۲٤/۱۷٪ کمترین کاهش را در جمعیت حشرات کامل پسیل سبب شد. به همراه سیلیس ۸ در هزار، خاک دیاتومه ٦ (+دایمیتیکون) و ۸ در هزار بیشترین تاثیر را دارا بودند ولی بین آنها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

در نمونه برداری دوم بیشترین کاهش جمعیت در خاک دیاتومه ۸ در هزار با ۸٦/٦٪ مشاهده شد (شکل ۲). با وجود افزایش اثر تیمار با گذشت زمان، ولی بین زمان های نمونه برداری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با این وجود در ۱۸ و ۲۳ روز پس از تیمار بیشترین تاثیر دو تیمار دیاتومه ٦ در هزار (+دایمیتیکون) و ۸ در هزار مشاهده شد.

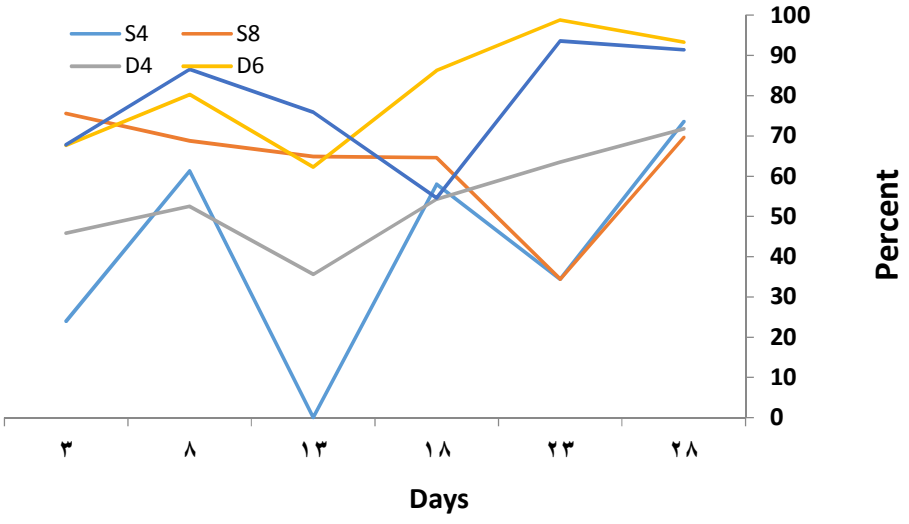
جدول ۲-میانگین تعداد حشره کامل پسیل پسته (±SE) در تیمارهای مختلف سیلیس و دیاتومه در٦ نمونه برداری مختلف پس از تیمار.

Table 2- Mean number of adult pistachio psylla (±SE) in different treatments of diatomaceous earth and silica in 6 sampling dates after treatment

زمان	شاهد	سیلیس		دیاتومه			P VALUE
		٤ در هزار+ ٤٠٠ سی سی دایمتیکون	۸ در هزار	٤ در هزار+۳۵۰ سی سی دایمتیکون	٦ در هزار+ ۲۵۰ سی سی دایمتیکون	۸ در هزار	
۳ روز	118.7^{a}±18.8	90.3^{a}±3.5	29.0^{c}±12.8	64.3^{b}±26.1	38.3^{c}±7.6	38.3^{c}±16.1	0.000
۸ روز	106.7^{a}±11.5	41.3^{b}±28.0	33.3^{b}±18.2	50.7^{b}±5.1	21.0^{b}±8.7	14.3^{c}±14.0	0.000
۱۳ روز	66.3±20.0	74.0±91.7	23.3±24.0	42.7±5.5	25.0±5.0	16.0±5.3	0.403
۱۸ روز	116.7±160.9	49.0±16.7	41.3±28.0	53.3±19.1	16.0±27.7	5.3±1.2	0.470
۲۳ روز	82.3±102.0	54.0±20.8	54.0±20.8	30.0±5.0	1.0±1.0	5.3±1.5	0.237
۲۸ روز	89.7±72.3	23.7±28.7	27.3±5.5	25.3±8.1	6.0±8.7	7.7±3.8	0.072

P VALUE: حاصل از آزمون One Way Anova جهت مقایسه متغیر در تیمارها

a,b,c,... : حاصل از آزمون تعقیبی توکی جهت گروه بندی تیمارها (حروف یکسان نشان دهنده عدم معنی داری)



شکل ۲- تغییرات درصد تاثیر تیمارهای مختلف سیلیس و دیاتومه در زمانهای مختلف نمونه‌برداری روی حشرات بالغ پسیل پسته (**S4:** سیلیس ٤ در هزار، **S8:** سیلیس ۸ در هزار، **D4:** دیاتومه ٤ در هزار، **D6:** دیاتومه ٦ در هزار، **D8:** دیاتومه ۸ در هزار).

Fig. 2- Variation of effect (%) of different treatments of diatomaceous earth (D) and silica (S) on adults pistachio psylla in different sampling dates (S4: 4 per thousand, S8: 8 per thousand, D4: 4 per thousand, D6: 6 per thousand, D8: 8 per thousand).

بحث

در این مطالعه اختلاف معنی‌داری در کاربرد تیمارهای مورد استفاده حتی سه روز بعد از محلول‌پاشی روی تعداد تخم آفت مشاهده شد، این اختلاف در هشت روز بعد از محلول‌پاشی نسبت به شاهد معنی‌دار بود. ۱۸ روز بعد از محلول‌پاشی میزان کاهش تعداد تخم، اختلاف معنی داری در تیمارهای خاک دیاتومه ٦ (+دایمیتیکون) و ۸ در هزار نسبت به سایر تیمارها داشت و به طور کلی در ۳، ۸، ۱۳ و ۲۳ روز بعد از محلول‌پاشی باعث کاهش تعداد تخم شمارش شده گردید. همچنین ۲۳ روز بعد از تیمار کاهش تعداد تخم شمارش شده در تیمارهای ٤ (+دایمیتیکون)، ٦ (+دایمیتیکون) و ۸ در هزار دیاتومه مشاهده شد که تحقیق الدر و ستین[1] (2007) نیز نتایج مشابهی را در مورد تاثیر پودر معدنی کائولین روی این آفت گزارش کرده‌اند. از سوی دیگر پاسکوالینی[2] و همکاران (2002) نیز کاهش تعداد تخم پسیل گلابی *Cacopsylla pyri* L. در تیمار کائولین در مقایسه با روعن‌های معدنی مشاهده کرده‌اند. همچنین تحقیق انجام شده توسط ولی زاده (۱۳۹٦) در سطح تاکستانهای استان قم نشان داد، مصرف مخلوط کائولین ۱۰٪ و خاک دیاتومه ۱۰٪ به صورت محلول‌پاشی، علاوه بر ممانعت از تخمریزی زنجره مو بر روی سرشاخه های مو و داشتن حداقل آلودگی، بالاترین میزان عملکرد انگور را تولید می‌کند.

اگرچه هنوز مشخص نیست که پودرهای معدنی می‌توانند به عنوان یک ترکیب جایگرین سموم شیمیایی جهت کنترل پسیل پسته استفاده شوند اما به عنوان یک ترکیب مناسب و سازگار با محیط زیست می‌توانند در برنامه تلفیقی آفات گنجانده شوند. این ترکیبات غیرشیمیایی، حشره‌کشی موثر و فاقد هر گونه اثر جانبی روی گیاهان تحت تیمار بودند و کنترل مناسبی را در این تحقیق نشان دادند از اینرو می‌توانند به عنوان یک جایگزین مناسب برای بکارگیری در باغات پسته باشند.

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که خاک دیاتومه ۸ در هزار موجب کاهش معنی‌دار تعداد تخم و حشره کامل پسیل پسته روی درختان تیمار شده نسبت به سایر تیمارها می‌گردد. همانطور که هال[3] و همکاران (2007) نشان داد کائولین تاثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش تخم پسیل مرکبات (*Diaphorina citri* Kuwayama) در درختان مرکبات داشت که بر اساس مطالعات گلن و پوترکا[4] (2005) وقتی حشرات در تماس با لایه سفید پودری کائولین قرار می‌گیرند به منظور مقابله جهت جداسازی و رهایی خودشان از سطوح تماس یافته تلاش می‌کنند که منجر به کاهش تخمگذاری و تغذیه آفت می‌گردد و همچنین در مطالعات مزرعه‌ای پنگ[5] و همکاران (2019) که روی افراد بالغ پسیل سیب زمینی *Bactericera cockerelli* (Šulc) داشت، افراد بالغ در صورتی که روی گیاهان سیب زمینی تیمارشده قرار گیرند، تخمگذاری کمتری دارند در حالی که در شرایط آزمایشگاهی و باغی در صورتی که حق انتخاب وجود داشته باشد از قرارگیری در معرض گیاهان تیمارشده تا حد زیادی اجتناب می‌کنند.

مطالعات ساور[6] (2005) در کنترل پسیل پسته با استفاده از کائولین موید کنترل مطلوب آفت در درختان تیمار شده بود که با توجه به تاثیر معنی‌دار پودرهای معدنی استفاده شده در این تحقیق، می‌توان کنترل مناسب آفت را انتظار داشت.

[1] Erler & Cetin
[2] Pasqualini
[3] Hall
[4] Glen & Putereka
[5] Peng
[6] Saour

پوترکا[1] و همکاران (2005 & 2000) علت کاهش میزان تخم گذاشته شده توسط پسیل گلابی تحت تاثیر کائولین را نتیجه تغییرات ظاهر شده در رنگ و کوتیکول گیاهان دانسته‌اند که این امر می‌تواند در مورد سایر ترکیبات معدنی نیز صادق باشد.

جمعیت پسیل در این آزمایش با غلظت‌های مختلف سیلیس و دیاتومه تفاوت‌های معنی داری داشت که بیشترین کاهش جمعیت در خاک دیاتومه و کمترین آن بعد از شاهد در سیلیس دیده شد. کاربرد کائولین سبب کاهش چشمگیر جمعیت گونه های مختلف پسیل همانند *C. pyri* (Pasqulini, 2002; Daniel, 2005; Erler & Cetin, 2007)، *Cacopsylla pyricola* (Foerster) (Puterka *et al*., 2005)، *B. cockerelli* (Peng *et al*., 2011) و گونه های دیگری از پسیل‌ها (Puterka *et al*., 2000، Pasqualini *et al*., 2002، Daniel *et al*., 2005، Saour *et al*., 2005، Glen *et al*., 1999) نتایج مشابهی را نشان می‌دهد.

سپاسگزاری

بدین وسیله لازم است از مساعدت‌های گروه حشره شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران برای حمایت های لازم برای اجرای این تحقیق سپاسگزاری می گردد.

References

Alavo, T.B.C. and Abagli, A.Z. 2011. Effect of kaolin particle film formulation against populations of the Aphid *Lipaphis erysimi* Kalt. (Homoptera: Aphididae) in cabbage. The Open Entomology Journal, 5: 49-53.

Anagnou–Veroniki, M., Papaioannou–Souliotis, P., Karanastasi, E. and Giannopolitis, C. N. 2008. New records of plant pests and weeds in Greece, 1990-2007. Hellenic Plant Protecion Journal, 1: 55-78**.**

Antonious, G. F., Meyer, J. E., Rogers, JA. and HU, Y. H. 2007. Growing hot pepper for cabbage looper, *Trichopulsia ni* (Hubner) and spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) control. Journal of Environmental Science and Healthy, 42: 559–265.

Azimizadeh, N., Ahmadi, K., Imani, S., Takallozadeh, H. and Sarafrazi, A. 2012. Toxic effects of some pesticides on *Deraeocoris lutescens* in the laboratory. Bulletin of Insectology, 65 (1): 17-22.

Benincasa, C., Briccoli-Bati, C., Iannotta, N., Pellegrino, M., Pennino, G., Perri, E., Rizzuti, B. and Romano, E. 2008. Efficacy of kaolin and copper based products on olive-fruit fly (*B. oleae* Gmelin) and effects on nutritional and sensory parameters of olive oils. La Rivista di Scienza dell'Alimentazione, numero 4, ottobre-dicembre 2008, pp: 21-31.

Berrada, S., Nguyen, T. X., Lemoine, J., Vanpoucke, J. and Fournier, D. 1995. Thirteen pear species and cultivars evaluated for resistance to *Cacopsylla pyri* (Homoptera: Psyllidae). Environmental Entomology, 24: 1604-1607.

Braham, M., Pasqualini, A. and Ncira, N. 2007. Efficacy of kaolin, spinosad and malathion against *Ceratitis capitata* in citrus orchards. Bulletin of Insectology, 60(1): 39-47.

Burgel, K. C., DANIEL, C. and WYSS E. 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action. Journal of Applied Entomology, 129: 311-314.

Cottrell, T.E., Wood, B.W. and Reilly, C.C. 2002. Particle film acts black pecan aphid (Homoptera: Aphididae) on pecan. Journal of Economic Entomology, 95: 782–788.

[1] Puterka

Daniel, C., Pfammater, W., Kehrli, P. and WYSS, E. 2005. Processed kaolin as an alternative insecticide against the European pear sucker, *Cacopsylla pyri* (L.). Journal of Applied Entomology, 129: 363-367.

Delate, K. and Friedrich, H. 2004. Organic apple and grape performance in the Midwestern U.S. Acta Horticulturae, 638: 309-320.

Erler, F. and Cetin, H. 2007. Effect of kaolin particle film treatment on winter form oviposition of the pear psylla *Cacopsylla pyri*. Phytoparasitica, 35: 466-473.

Farazmand, H. 2013. Effect of kaolin clay on pomegranate fruits sunburn. Applied Entomology & Phytopathology Journal, 80(2): 173-183. (In Persian with English summary).

Farazmand, H., Hassanzadeh, H., Sirjani, M., Mohammadpour, K., Moshiri, A., Valizadeh, S. H. and Jafari-Nodooshan, A. 2015. Effect of kaolin clay (WP 95%) on oviposition deterrency of pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer. Applied Entomology and Phytopathology Journal, 82 (2): 137-146 (in Farsi with English abstrac

Fauteux, F., Remus-Borel, W., Menzies, J. G. and Belanger, R. R. 2005. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. Microbiology Letters, 249: 1-6.

Friedrich, H., Delate, K., Domoto, P., Nonnecke, G. and Wilson, L. 2003. Effect of organic pest management practices on apple productivity and apple food safety. Biological Agriculture and Horticulture, 21: 1-14.

Glenn, D. M., Puterka, G. J., Vanderzwet, T., Byers, R. E. and Feldman, C. 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. Journal of Economic Entomology, 92: 759-771.

Glenn, D. M. and Puterka, G. J. 2001. Particle film application influences apple leaf physiology, fruit yield, and fruit quality. Journal of American Society for Horticultural Science, 126(2): 175–181.

Glenn, D. M. and Puterka, G. J. 2005. Particle films: a technology for agriculture. Horticultural Reviews, 31: 1-44.

Hall, D., G., Lapointe, S. L. and Wenninger, E. J. 2007. Effects of a particle film on biology and behavior of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its infestations. Journal of Economic Entomology, 100(3): 847-54.

Hasani, M. R., Nouri-Ghanbalani, Gh., Eizadi, H. and Shojaei, M. 2009. Population fluctuations of pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae), in Rafsanjan region. Iranian Journal of Plant Protection Science, 40, 93-98. (In Farsi)

Izadmehr, H., Farazmand, H., Oliaei-Torshiz A., Sirjani, M. and Jebeleh, I. 2016. Effect of processed kaolin clay (WP 95%) on cotton whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius. Journal of Pesticides in Plan Protection Sciences, 3(1): 39-49 (in Farsi with English abstract).

Rouhani, M., Samih, M. AM., Zarabi, M., Beiki, K., Gorji, M. and Aminizadeh, M. R. 2019. Synthesis and entomotoxicity assay of zinc and silica nanoparticles against *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Plant Protection, 59(1): 26–31.

Shahbani, Z., Bahramian, M., Sagafi, E. and Esmaili, V. 2019. The effect of silicon and sulfur in reducing the contamination of paper mulberry trees (*Morus papyrifera* L.) with whitefly. Congress of Iranian Horticultural Science, Urmia.

Massey, F. P. and Hartley, S. E. 2009. Physical defenses wear you down: progressive and irreversible impacts of silica on insect herbivores. Journal of Animal Ecology, 78: 281-291.

Massey, F. P., Ennos, A. R. and Heartly, S. E. 2006. Silica in grasses as a defense against insect herbivores: contrasting effects on folivorous and a phloem feeder. Journal of Animal Ecology, 75: 595-603.

Moshiri, A, Farazmand, H, Vafaei-Shoushtari, R. 2011. The preliminary study of kaolin on damage reduction of pomegranate fruit moth, *Ectomyelis ceratoniae* (Lep., Pyralidae) in Garmsar region. Journal of Entomological Research, 3(2): 163-171.

Journal of Entomological Research
Volume 12, Issue 4, pages: 271-281

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
http://jer.iau-arak.ac.ir

The efficiency of diatomaceous earth and silica in decline of eggs and adults of *Agonoscena pistaciae* (Hem., Psyllidae)

Sh. Torabipour[1], S. Imani[1], H. Lotfalizadeh[2*] , E. Motallebi[3]

1- Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Plant Protection Research Department, East-Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research & Education Center, AREEO, Tabriz, Iran
3- Azad University of Garmsar, Semnan, Iran

Abstract

Pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer (Hem., Psyllidae), is the most important pest of pistachio orchards in Iran. It causes to reduce the quantity and quality of the product. Nowadays, because of environmental side effects, resistance development and residues in human food the application of safe insecticides was increased in order to reduce the use of chemical insecticides. Therefore, the effect of two mineral powders was studied including diatomaceous earth and silica on *A. pistaciae* in the field experiment. The factorial experiment with a randomized complete block design including two types of compounds with three concentrations and six sampling times were used in the crop year 2019. Treatments were included three concentrations of diatomaceous earth (4, 6 and 8 per thousand) and two concentrations of silica (4 and 8 per thousand) and control treatment (water without mineral powders) were sprayed over the whole tree canopy. The total number of eggs and adults were counted 3, 8, 13, 18, 21 and 28 days after treatment on the randomly collected leaves. All of treatments and sampling dates were significantly different on egg of *A. pistaciae* and diatomaceous earth 6 per thousand (+Dimethicone) and 8 per thousand were the most efficient on the means number of eggs during 8 to 13 days after treatment. While in adult stage only 3 and 8 days after treatment significant difference was observed between treatments and two previously effective treatments on eggs, had most effect in adults reduction in the means number of adults per leaf, during 18 to 23 days after treatment. Based on this study, different concentrations of diatomaceous earth were the most effective on eggs and adults.

Key words: *Agonoscena pistaciae*, Mineral powders, diatomaceous earth, Silica, Control.

* Corresponding Author, E-mail*: hlotfalizadeh@gmail.com*
Received: 8 Nov. 2020 – Accepted: 7 Feb. 2021