**Applied Entomology and Phytopathology** **آفات و بیماری‌های گیاهی**

**Vol. 90, No. 2, March 2023** **جلد ۹۰، شماره ۲، اسفند ۱۴۰۱**

**DOI: 10.22092/JAEP.2023.358910.1441**

**مقاله پژوهشی**

# تأثیر کائولین فرآوری‌شده بر کرم سیب، *Cydia pomonella*

**حسین فرازمند✉[1]، رئوف کلیائی[2]، هاشم کمالی[3]، محمدولی تقدسی[4]**

۱، ۲- به‌ترتیب دانشیار، استادیار، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ ۳- دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان‌رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران؛ ٤- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

(تاریخ دریافت: تیر ۱٤۰۱؛ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱٤۰۲)

شب‌پره کرم سیب، *Cydia pomonella* Linnaeus (Lep.: Tortricidae)، مهم‌ترین آفت باغات سیب در ایران است که خسارت زیادی به محصول سیب وارد می‌آورد. تأثیر کائولین فرآوری‌شده (سپیدان® WP95%) بر کرم سیب در استان‌های تهران، خراسان رضوی و زنجان بررسی شد. به‌همین منظور، محلول‌پاشی کامل درختان سیب با غلظت‌های ۳، ٤ و ۵ درصد کائولین در مقایسه با حشره‌کش‌های دیازینون ( EC60%) و فوزالون (EC35%)، در سه مرحله، از اواسط خرداد تا اوایل شهریور، انجام گرفت. بر اساس نتایج، میانگین آلودگی میوه‌ها به آفت کرم سیب در تیمارهای فوزالون، دیازینون و کائولین ۵ درصد، به‌ترتیب، ۱٤، ۱٦ و ۱٦.٤ درصد در مقایسه با شاهد (٤٤.٦ درصد) به‌دست آمد. همچنین، در تیمارهای کائولین ۵ درصد و شاهد، به‌ترتیب، میانگین وزن میوه، ۲٤۷ و ۱٤٦ گرم؛ قطر میوه، ۷۸.٦ و ۷۵ میلی‌متر؛ مقدار شاخص کلروفیل در کائولین ۵ درصد و شاهد، به ترتیب، ۵۳.۸ و ۵۱.۵؛ و میران فتوسنتز، ۵.۹۱ و ٤.۹۳ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه بود. با توجه به تأثیر بالای کائولین در کاهش خسارت و نیز عدم تأثیر سوء، محلول‌پاشی درختان با کائولین فرآوری شده (سپیدان® WP)، با غلظت ۵ درصد، قبل از اوج تخم‌ریزی آفت، می‌تواند به‌طور موفقیت‌آمیزی آفت کرم سیب را کنترل نماید.

**واژه‌های کلیدی**: فیزیولوژی درخت، کائولین، کرم سیب، *Cydia pomonella*، کنترل، کیفیت میوه

## Effect of kaolin clay on codling moth, *Cydia pomonella*

**H. FARAZMAND✉[1], R. KOLYAEI[2], H. KAMALI[3], M. V. TAGHADDOSI[4]**

1. Associate Professor,zd Assistant Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran; 3. Associate Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Razavi Khorasan, AREEO, Mashhad, Iran; 4. Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Zanjan, AREEO, Zanjan, Iran

**Abstract**

Codling moth, *Cydia pomonella* Linnaeus (Lep.: Tortricidae), is the most important pest of apple orchards. The application of kaolin particle film was tested in the fields of tree regions of Iran (Tehran, Razavi Khorasan, & Zanjan regions). The different concentrations, 3, 4 and 5%, of kaolin clay (Sepidan® WP95%), diazinon (Diazinon® EC60%) and fozalone (Zolon® EC35%) insecticides were sprayed over the whole canopy, three times from early June to late August. Based on the field studies, the mean of codling moth infestation in fozalone, diazinon and kaolin-5% treatments were 14, 16 and 16.4%, respectively, compared to the control (44.6%). Also, in the kaolin-5% and control treatments, the mean fruit weight were 247 and 146 g, fruit diameter was 78.6 and 75 mm, the chlorophyll index was 53.8 and 51.5, and the photosynthesis rate was 5.91 and 4.93 µmol/m2/s, respectively. Therefore, due to the high effect of kaolin in reducing of pest damage and also no adverse effect on trees, spraying kaolin (Sepidan® WP) at the concentration 5% over the whole canopy, before the peak of moth oviposition, can be used successfully to reduce codling moth on apple.

**Keywords:** Codling moth, *Agonoscena pistaciae*, Kaolin, Control, tree physiology, Fruit quality

✉ **farazmand@areeo.ac.ir**

**©2023, The Author(s). Published by Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).**

**مقدمه**

سیب با نام علمی *Malus domestica* Borkh. (Rosaceae)، یکی از محصولات مهم و با ارزش باغبانی ایران هست که در رتبه اول تولید محصولات باغی کشور قرار دارد (Ahmadi *et al*., 2021) از نظر میزان تولید، با ۲۲۰۰۰۰۰ تن، دارای جایگاه ششم تولید سیب در جهان می‌باشد (FAO STAT, 2022). عوامل زنده متعددی اجزا مختلف درخت و میوه این گیاه را تحت تأثیر قرار داده و به آن صدمه می‌زنند.

کرم سیب، *Cydia pomonella* Linnaeus (Lep.: Tortricidae)، آفت کلیدی سیب، گلابی، به و گردو در اکثر مناطق جهان از جمله ایران است. این آفت هر ساله زیان هنگفتی به سیب وارد می‌کند (Kuhrt *et al*., 2006). خسارت وارده ناشی از حمله این آفت، مربوط به لاروهای آن بوده که از گوشت میوه و دانه‌های آن تغذیه می‌کنند. میوه‌هایی که در ابتدای فصل آلوده می‌شوند، معمولا ریزش کرده و میوه های آلوده ناشی از نسل‌های دوم و سوم به دلیل بزرگ‌شدن میوه و وجود فاصله طولانی بین سطح میوه (محل ورود لارو) و دانه‌های آن، در صورت ریزش‌نکردن، علاوه برآلودگی، با تغییر شکل و پوسیدگی در اثر ورود عوامل قارچی با افت کیفیت مواجهه می‌شوند (Hughes *et al*., 2003). وضعیت آلودگی در اکثر مواقع به‌گونه‌ای است که این بخش از محصول حتی در صنایع فرآوری نیز مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (Kolyaee *et al*., 2012).

در حال حاضر استفاده از کنترل شیمیایی برای کنترل جمعیت کرم سیب غیرقابل اجتناب است، زیرا روش‌های جایگزین نتوانسته است پاسخگوی نیاز واقعی باغداران باشد (Croft & Riedl, 1991). در این بین کنترل شیمیایی مدت‌های مدیدی عمومی‌ترین روش محسوب شده است. کنترل کرم سیب بیشتر با استفاده از آفت‌کش‌های با طیف گسترده، انجام گردیده است. به طوری‌که به دنبال ظهور مقاومت به آفت‌کش کلره د.د.ت (Cutwright, 1954)، از اواسط ۱۹۵۰، کنترل مؤثر کرم سیب با استفاده از حشره کش های فسفره آلی حاصل شده است و مؤثرترین حشره‌کش فسفره در مبارزه با کرم سیب، مربوط به آفت‌کش گوزاتیون (آزینفوس‌متیل) بوده است (Miletic *et al*., 2011; Barnes and Moffitt, 1963). با توجه به دوره تأثیر طولانی این ترکیب و دیگر ترکیبات ارگانوفسفره، باغدارن به‌طور گسترده از آنها استفاده کرده‌اند. براساس مطالعات صورت‌گرفته، کارایی ترکیبات متعددی روی آفت کرم سیب بررسی شده است. دواچی و اسماعیلی (1965) اثر دیازینون را در کنترل آفت و همین‌طور توقف طغیان کنه‌ها و نیز کاظمی (1980)، تأثیر حشره‌کش‌های گوزاتیون و ایمیدان را علیه کرم سیب مؤثر دانستند. مصرف حشره‌کش فوزالون، ۹۸ درصد کنترل آفت کرم سیب را به دنبال داشت (Dastgheyb-Beheshti, 1985; Kazemi, 1980; Davatchi & Esmaeili, 1965). تحقیق جواد زاده و همکاران (2002)، کارایی حشره‌کش فن‌پروپاترین را در کنترل آفت کرم سیب مؤثر دانستند (Javadzadeh *et al*., 2002). بررسی کارایی چند حشره‌کش از گروه‌های مختلف (فسفره، نئونیکوتینویید، پایرتروئید و ترکیبات تنظیم‌کننده رشد حشرات) روی کرم سیب، نشان داد که حشره‌کش‌های کالیپسو، دانیتول FL و رلدان بهترین اثر را دارند. همچنین استفاده از ترکیباتی مثل لوفنورون (مچ) و آوانت با توجه به‌نحوه تأثیر آنها جهت مناطق کوهستانی که لیسه سیب هم وجود دارد، مناسب تشخیص داده شده‌اند (Koliaei *et al*., 2005). مقایسه کارایی حشره‌کش‌های مختلف روی آفت، حاکی از تأثیر مناسب ترکیبات تیاکلوپراید، آزینفوس‌متیل، فن‌پروپاترین و استامی‌پراید بود (Akbarzadeh & Kolyaei, 2007). اثر حشره‌کش دیازینون در کنترل آفت و همچنین توقف طغیان کنه‌ها با موفقیت گزارش شده است (Taghaddosi *et al*., 2017). ترکیباتی نظیر سوپراسید، گوزاتیون، فوزولون، اکامت، سوین و سومی‌تیون روی کرم سیب مؤثر بوده‌اند (Giliomee & Riedl, 1998). بررسی‌ها نشان داده است که آفت‌کش تتراکلروینفوس (گاردونا)، روی کرم سیب به اندازه متیداتیون (سوپراسید) و آزینفوس‌متیل (گوزاتیون) مؤثر بوده است (Blomefield, 2003).

حشره‌کش‌های استامی‌پراید، متوکسی‌فنوزاید و اسپینوساد به عنوان جایگزین‌های کم‌خطر حشره‌کش‌های فسفره جهت

مصرف در آمریکا به ثبت رسیده‌اند (Granger *et al*. 2003). تحقیقات نشان داده است که ترکیبات تنظیم‌کننده رشد حشرات (IGR) قابلیت کنترل مؤثری روی آفت کرم سیب دارند. تنظیم کننده‌های رشد دیفلوبنزرون، تری‌فلوموروون، کلرفلوازودرن، تفلوبنزرون و نووالرون نیز علیه کرم سیب مؤثر بوده‌اند (Kolyaei, 2011; Dunley & Greenfield, 2005; Croft & Riedl, 1991). آفت‌کش‌های تنظیم‌کننده رشد لوفنوکسورون و لوفنورون تأثیر خوبی در مقابل کرم سیب داشته و میزان کارایی آنها حدود ۶۰ درصد به‌دست آمده است (Saljoqi *et al.*, 2003). براساس نتایج تحقیق Roselli و Vergnani (2001)، حشره‌کش فلوفنوکسورون و براساس مطالعه Magalhaes و Walgenbach (2012)، حشره‌کش‌های متوکسی‌فنوزاید، نوالورون تأثیر بسیار خوبی روی مرحله لاروی و حشره‌کش‌های کلرانترانیلی‌پرول و فلوبندیامید، اثر بسیار خوبی روی مراحل تخم و لارو آفت داشته‌اند (Magalhaes *et al.*, 2012; Roselli & Vergnani, 2001; Miletic *et al.*, 2011; Hull *et al.*, 2008; Milanesi *et al.*, 2008).

مقاومت کرم سیب به ترکیبات فسفره آلی و همچنین بروز مقاومت در آفات درجه دومی از قبیل شته‌ها، زنجرک‌ها و مینوزها در باغ‌های سیب آمریکا و یونان به این ترکیبات گزارش شده است (Voudouris *et al.*, 2011; Varela *et al.*, 1993). همچنین آزمایش‌های انجام‌شده در ایتالیا، نشان‌دهنده بروز مقاومت به دیفلوبنزورون (دیمیلین) در برخی باغ‌های جنوب فرانسه می‌باشد (Riedl, 1995). از سویی استفاده گسترده و عمومی از حشره‌کش‌های فسفره در باغ‌های تجاری سیب جهت کنترل آفات مهمی نظیر کرم سیب، منجر به مختل‌شدن عملیات کنترل بیولوژیکی سایر آفات این باغات گردیده است. لذا استفاده از ترکیباتی با دامنه تأثیر محدودتر (ترکیبات انتخابی) و نیز ترکیبات با منشاء معدنی و گیاهی مناسب‌تر است (Akbarzadeh *et al*., 2017; Gurr *et al.*, 1999).

کائولین یک ماده معدنی سفید رنگ حاوی سیلیکات آلومینیوم، قابل اختلاط در آب و با فرمول شیمیایی $Al_4Si_4O_{10}(OH)$ می‌باشد که از نکات بارز آن، قابلیت شستشوی آسان از روی محصول، پس از برداشت می‌باشد (Knight *et al.*, 2000; Glenn *et al*., 1999). کائولین یک ترکیب مناسب و مطمئن جهت برنامه مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد (Glenn & Puterka, 2005). کائولین برای محافظت از گیاهان در برابر حشرات، بیمارگرها و همچنین از آفتاب‌سوختگی و تنش‌های حرارتی به کار می‌رود (Glenn *et al*., 1999; Puterka, 1999; Wand *et al*., 2006; Farazmand, 2013; Farazmand *et al*., 2015).

ذرات کائولین به‌دلیل چسبیدن به پنجه پای حشرات، امکان جابجایی، روند تغذیه و تخم‌گذاری آن‌ها را دچار اختلال نموده و این وضعیت در نهایت به نابودی حشرات منجر می‌شود (Glenn & Puterka, 2005). محلول‌پاشی مزارع پنبه با کائولین فرآوری شده، کاهش جمعیت پوره‌ها و بازدارندگی تخم‌ریزی سفید بالک پنبه، *Bemisia tabaci* Gennadius، را در برداشته است (Izadmehr *et al*., 2016). همچنین کاربرد کائولین در باغ‌های پسته، موجب کاهش جمعیت پوره پسیل پسته، *Agonoscena pistaciae* (Burckharat & Lauterer) شد (Farazmand *et al*., 2015). استفاده از کائولین فرآوری‌شده سپیدان در باغ های انگور، تأثیر مناسبی در کاهش میزان تخم‌گذاری و آلودگی شاخه‌های درختان مو به آفت زنجره مو، *Psalmocharias alhageos* Kol.، داشت (Valizadeh *et al*., 2013). علاوه بر این، کاربرد کائولین فرآوری شده سپیدان در باغ های انگور علیه آفت زنجرک مو، *Arboridia Kermanshah* Dlabola (Hemiptera: Cicadellidae)، منجر به کاهش ۸۹ درصدی جمعیت آفت شد (Abedini *et al*., 2017).

در باغ‌های انار نیز، کاربرد کائولین فرآوری‌شده Sepidan® موجب کاهش آلودگی به کرم گلوگاه انار، *Ectomyelois ceratoniae* zeller، کاهش حدود ۷۷ درصدی خسارت آفتاب سوختگی میوه و کاهش آلودگی مگس میوه مدیترانه‌ای، *Ceratitis capitata* (Wiedemann)، شد (Khezri *et al*., 2017; Farazmand, 2013; Moshiri *et al*., 2011).

فرمولاسیون Sourround که ماده مؤثره آن کائولین می‌باشد، علیه آفات و بیماری‌های مختلف مؤثر بوده است

(Glenn *et al*., 1999; Saour, 2005). به‌ویژه کارایی این ترکیب طبیعی در مبارزه با پسیل گلابی، *Cacopsylla pyri* L.، مگس میوه زیتون، *Bactrocera oleae* (rossi)، پسیل *Agonoscena targionii* Lichtenstein، و مگس میوه مدیترانه، *Ceratitis capitata* (Wiedemann)، روی درختان هلو، سیب و خرمالو به اثبات رسیده است (Pasquaalini *et al*., 2002; Mazor & Erez, 2004; Saour & Makee, 2003; Saour, 2005). استفاده از کائولین (فرمولاسیون Sourround) در میزبان‌های گیاهی مختلف از قبیل سیب، پسته، گلابی، مرکبات، بلوط، صنوبر، پنبه و پیاز، به‌ترتیب موجب کاهش تخم‌ریزی آفات پسیل پسته *A. pistaciae*، پسیل گلابی *Cacopsylla pyri* L.، سرخرطومی ریشه *Diaprepes abbreviatus* L.، پروانه ابریشم باف ناجور *Lymantria dispar* L. ، کرم جوانه صنوبر *Choristoneura fumiferana* clem، کرم سرخ پنبه *Pectinophora gossypiella* saunders و تریپس *Thrips tabaci* lindeman شده است (Stephen, 2000; Sisterson *et al*., 2003; Cadogan & Scharbach, 2005; Larentzaki *et al*., 2008; Hassanzadeh *et al*., 2014).

لذا در این تحقیق، تأثیر کائولین فرآوری‌شده روی آفت کرم سیب در شرایط صحرایی و نیز اثر آن روی بعضی از شاخص‌های رشد و نموی درخت سیب، مورد بررسی قرار گرفت.

## روش بررسی

جهت انجام تحقیق، سه باغ سیب در استان‌های تهران (منطقه جابان دماوند، رقم رد)، خراسان رضوی (منطقه قوچان، رقم گلدن)، زنجان (منطقه زنجان، رقم گلدن)، انتخاب و تعداد ۷۲ درخت سیب در هر منطقه در نظر گرفته شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٦ تیمار (کائولین ۳ درصد، کائولین ٤ درصد، کائولین ۵ درصد، حشره‌کش دیازینون (EC60٪) با غلظت یک میلی‌لیتر در لیتر محلول، حشره‌کش فوزالون (EC35٪) با غلظت ۱.۵ میلی‌لیتر در لیتر محلول و شاهد) و ٤ تکرار و هر واحد آزمایشی با ۳ درخت انجام شد.

ترکیبات مورد استفاده به‌ترتیب شامل کائولین فرآوری‌شده (سپیدان®، WP95%) ساخت شرکت کیمیاسبزآور، حشره‌کش‌های دیازینون (EC60٪) و فوزالون (EC35٪) ساخت شرکت گل‌سم بود. محلول‌پاشی توسط سم‌پاش فرقونی مجهز به بهم‌زن انجام شد. تعیین زمان محلول‌پاشی با توجه به جمعیت حشره کامل شکارشده توسط تله فرمونی بود، به‌طوری که محلول‌پاشی بلافاصله بعد از رخداد اوج پرواز شب‌پره کرم سیب انجام شد. به‌همین منظور، در هر منطقه و به‌منظور تعیین روند تغییرات پرواز، سه عدد تله فرمونی در محدوده خارج از قطعه آزمایشی (حداقل صد متر فاصله) نصب شد. تعداد دفعات محلول‌پاشی براساس شکار تله‌ها در هر سه منطقه (حدود یک هفته پس از هر اوج پرواز)، سه بار انجام شد. که بر همین اساس محلول پاشی اول در اواسط خرداد صورت گرفته و دو مرحله بعدی در اواخر تیر و اوایل شهریور انجام شد. برای آماربرداری، تعداد میوه‌های ریزش‌شده زیر درختان در طی فصل (هر ۱۰ روز، یک‌بار) و همچنین تعدادکل میوه‌های درخت در زمان برداشت به تفکیک سالم و آلوده، برای هر واحد آزمایشی شمارش شد و میانگین درصد آلودگی میوه‌ها به کرم سیب برای تیمارها محاسبه شد.

جهت بررسی تأثیر کائولین روی روند فیزیولوژی درختان سیب، میانگین وزن میوه‌های سالم، میانگین قطر میوه‌های سالم (قطر بخش مرکزی میوه)، مقدار کلروفیل برگ و میزان فتوسنتز برگ اندازه‌گیری شد. برای تعیین میانگین وزن و قطر میوه‌های سالم، در زمان برداشت تعداد ۲۰ میوه سالم از هر درخت انتخاب و وزن و قطر آنها، به‌ترتیب، با ترازو و کولیس اندازه‌گیری شده و ثبت گردید.

مقدار کلروفیل برگ در شهریور ماه بین ساعات ١٤-١٠ با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج Minolta (Konica Minolta, Japan) در منطقه دماوند انجام شد. به همین منظور از تمام درختان محلول‌پاشی‌شده در ٤ بلوک آزمایش، تعداد ۱۰ برگ به‌طور تصادفی از اطراف هر درخت انتخاب و میزان کلروفیل اندازه‌گیری و ثبت گردید.

جهت بررسی تأثیر کائولین روی میزان فتوسنتز درختان، میزان فتوسنتز برگ درختان سه مرحله محلول‌پاشی‌شده با کائولین ۵ درصد و نیز محلول‌پاشی‌شده با آب (شاهد)، در شهریورماه، در منطقه دماوند، اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فتوسنتز با دستگاه Photosynthesis system، مدل CI-340 Hand-Held (CID Inc., USA) انجام شد. به همین منظور از تمام درختان محلول‌پاشی‌شده در ٤ بلوک آزمایش، تعداد ۱۰ برگ به‌طور تصادفی از اطراف هر درخت انتخاب و میزان فتوسنتز اندازه‌گیری و ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری فتوسنتز، هر برگ درون اتاقک اندازه‌گیری، طوری قرار داده شد که سطح فوقانی برگ به طرف بالا قرار گرفته، نور کافی دریافت کند. اندازه‌گیری بین ساعات ۱۰ الی ۱۲، با شدت نوری ثابت صورت گرفت. مقدار فتوسنتز خالص بر اساس میزان جذب گاز کربنیک در هر متر مربع برگ در هر ثانیه ($\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$) محاسبه گردید.

آنالیز آماری نتایج با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام و گروه‌بندی با استفاده از آزمون توکی ($\alpha$=0.05) صورت گرفت. جهت داده‌های فاقد توزیع نرمال از تبدیل داده Log(x) استفاده شد.

## نتایج

### درصد آلودگی به کرم سیب

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین مکان‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین نتایج تجزیه واریانس مناطق مختلف نشان داد که، بین تیمارهای آزمایشی در مناطق خراسان‌رضوی و زنجان در سطح یک درصد و در استان تهران، در سطح پنج درصد، اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، در استان تهران، دو تیمار فوزالون و کائولین ۵ درصد، در استان خراسان رضوی، سه تیمار فوزالون، کائولین ۵ درصد و دیازینون و در استان زنجان، دو تیمار فوزالون و دیازینون در یک گروه آماری قرار گرفتند. همچنین تیمار کائولین ۵ درصد، در هر سه منطقه با حشره‌کش فورزالون، کارایی مشابهی داشت (جدول ۱).

نتایج نشان داد که، سه تیمار برتر در استان تهران شامل فوزالون، کائولین ۵ درصد و دیازینون، به ترتیب با میزان آلودگی ۲۳.۹، ۲۸.۳ و ۳۰.۹ درصد؛ در استان خراسان‌رضوی شامل دیازینون، فوزالون و کائولین ۵ درصد، به‌ترتیب با میزان آلودگی ۱۱.۲، ۱۲.۳ و ۱۲.۸ درصد؛ و در استان زنجان شامل فوزالون، دیازینون و کائولین ۵ درصد، به‌ترتیب با میزان آلودگی ۵.۸، ۵.۹ و ۷.۹ درصد، می‌باشد.

### میانگین وزن و قطر میوه سیب

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارها، از نظر وزن میوه، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود دارد. بیشترین مقدار وزن میوه در تیمار کائولین ۵ درصد (۲٤۷ گرم) و کمترین مقدار در تیمار شاهد (۱۹٦ گرم) مشاهده شد. همچنین بین غلظت‌های مختلف کائولین نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). در ارتباط با اندازه قطر میوه، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد. براساس نتایج

**جدول ۱**- درصد آلودگی به کرم سیب تیمارهای آزمایشی در مناطق مختلف

**Table 1.** The infestation of codling moth (%) of experimental treatments in different regions*

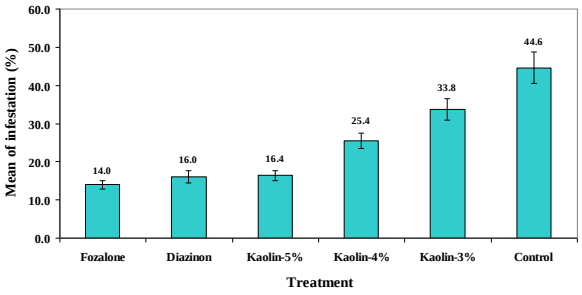
| تیمار Treatment | میانگین درصد آلودگی Mean of infestation (%±SE) | | |
|---|---|---|---|
| | Tehran region | Razavi Khorasan region | Zanjan region |
| **Fozalone (Zolon® EC35%)-1.5 ml/L** | 23.9±2.59 c | 12.25±0.57 d | 5.75±0.12 c |
| **Diazinon (Diazinon® EC60%)-1 ml/L** | 30.88±3.65 b | 11.20±0.87 d | 5.95±0.16 c |
| **Kaolin (Sepidan® WP95%)-5%** | 28.33±2.73 c | 12.83±1.16 d | 7.95±0.22 bc |
| **Kaolin (Sepidan® WP95%)-4%** | 41.85±3.72 b | 25.95±1.82 c | 8.43±0.43 bc |
| **Kaolin (Sepidan®WP95%)-3%** | 54.25±4.09 a | 34.83±2.85 b | 12.20±1.43 b |
| **Control** | 56.73±4.40 a | 42.63±3.09 a | 34.55±4.85 a |
| | $F_{5, 15}$=2.97; *P*=0.0457, CV=19.76% | $F_{5, 15}$=95.9; *P*=0.0001,CV=5.05% | $F_{5, 15}$=18.6; *P*=0.0021, CV=16.58% |

* Means within row followed by the same letter not found significant (P<0.05)

به‌دست‌آمده، اگرچه میانگین قطر میوه در تمام تیمارها با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار بودند، ولی مقدار آن در تیمارهای کائولین‌پاشی‌شده بیشتر از تیمار شاهد بود، به طوری‌که، بیشترین و کمترین میزان قطر میوه، به ترتیب، در دو تیمار کائولین ۵ درصد (۷۸.٦ میلی‌متر) و شاهد (۷۵ میلی‌متر) به ثبت رسید (جدول ۲).

**میانگین میزان کلروفیل و فتوسنتز برگ درخت سیب**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارها از نظر میزان کلروفیل و فتوسنتز برگ، اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود دارد. بیشترین مقدار شاخص کلروفیل در تیمار کائولین ۵ درصد (۵۳.۸) است، در حالی‌که، میزان کلروفیل تیمار شاهد برابر با ۵۱.۵ می‌باشد. همچنین بین غلظت‌های مختلف کائولین نیز اختلاف معنی داری مشاهده شد و کائولین ۵ درصد در گروه متفاوت از کائولین ٤ و ۳ درصد قرار گرفت (جدول ۳). براساس نتایج به‌دست‌آمده از میزان فتوسنتز برگ درختان سیب، مقدار آن در تیمارهای کائولین‌پاشی‌شده بیشتر از تیمار شاهد بود، به‌طوری‌که، بیشترین و کمترین میزان فتوسنتز، به‌ترتیب، در دو تیمار کائولین ۵ درصد (۵.۹۱ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) و شاهد (٤.۹۳ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه) به ثبت رسید (جدول ۳).




**شکل ۱**- میانگین درصد آلودگی به کرم سیب در تیمارهای مختلف.

**Fig. 1.** The infestation of codling moth in different treatments.

**جدول ۲**- میانگین وزن و قطر میوه سیب در درختان سیب تیمارهای مختلف در منطقه تهران

**Table 2.** The mean (±SE) of fruit weight and diameter in different treatments in Tehran region*

| Treatment | Weight (gr±SE) | Diameter (mm±SE) |
|---|---|---|
| **Fozalone (Zolon® EC35%)-1.5 ml/L** | 196.3±9.27 b | 75.13±0.86 a |
| **Diazinon (Diazinon® EC60%)-1 ml/L** | 206.9±15.6 ab | 76.86±0.36 a |
| **Kaolin (Sepidan® WP95%)-5%** | 247.5±10.8 a | 78.60±0.81 a |
| **Kaolin (Sepidan® WP95%)-4%** | 235.8±10.3 a | 76.45±1.03 a |
| **Kaolin (Sepidan®WP95%)-3%** | 208.8±9.84 ab | 75.09±1.43 a |
| **Control** | 195.7±19.1 b | 75.03±1.45 a |
| | F5, 15=3.31; P=0.0327; C.V.=12.13% | $F_{5, 15}$=2.27; *P*=0.1000; C.V.=2.84% |

* Means within row followed by the same letter not found significant (P<0.05)

**جدول ۳**- میانگین شاخص کلروفیل و میزان فتوسنتز برگ درختان سیب در تیمارهای مختلف در منطقه تهران

**Table 3.** The mean (±SE) of leaf chlorophyll index and photosynthesis in different treatments in Tehran region*

| Treatment | Leaf chlorophyll index | Leaf photosynthesis ($imolCO_2/m^2/s$) |
|---|---|---|
| **Kaolin (Sepidan® WP95%)-5%** | 53.08±0.33 a | 5.910±0.246 a |
| **Kaolin (Sepidan® WP95%)-4%** | 51.50±0.49 b | 5.810±0.376 a |
| **Kaolin (Sepidan® WP95%)-3%** | 51.43±0.73 b | 5.158±0.124 b |
| **Control** | 51.55±0.21 b | 4.923±0.236 b |
| | F5, 15=3.68; P=0.0225; C.V.=10.38% | $F_{3, 9}$=3.56; *P*=0.0403; C.V.=10.19% |

* Means within row followed by the same letter not found significant (P<0.05)

## بحث

مقایسه میانگین تیمارها در سه منطقه نشان می‌دهد، که تیمار کائولین فرآوری‌شده با غلظت ۵ درصد از لحاظ کارایی، مشابه دو حشره‌کش فوزالون و دیازینون بوده و ترکیب مناسبی جهت کنترل آفت کرم سیب می‌باشد (شکل ۱). نتایج این تحقیق با نتایج (Marko *et al*.,2008); (Unruh *et al*.,2000) (Leskey *et al*.,2010) ; (Mezofi *et al*., 2015)؛ و (Arbabi *et al*., 2020) تطابق داشت. براساس این مطالعات، پاشش کائولین در باغات سیب، موجب کاهش تخم‌گذاری و کاهش نفوذ لارو به داخل میوه و در نتیجه کاهش آلودگی میوه‌های سیب به آفت کرم سیب گردید (Faghih, *et al*., 2021; Unruh, *et. al*., 2000). محلول‌پاشی درختان سیب با کائولین در هلند، نشان داد که این ترکیب تأثیر مناسبی در کاهش آفات مختلف سیب شامل کرم سیب، *C. pomonella*؛ مگس سیب، *Hoplocampa testudinea* و شب‌پره *Pammene rhediella* دارد (Marko *et. al*., 2008). همچنین کاربرد کائولین در باغ‌های سیب، موجب کاهش خسارت مگس سیب، *Rhagoletis pomonella* (Walsh)، شد و این کاهش خسارت ناشی از کاهش جذابیت میوه‌های پوشش‌داده شده با لایه نارک کائولین و در نتیجه کاهش تخم‌ریزی وآلودگی میوه می‌باشد (Leskey, *et. al*., 2010). استفاده از کائولین Surround در باغ‌های سیب مجارستان نیز نشان داد که این ترکیب می‌تواند در تراکم‌های بالای آفت کرم سیب، کارایی مناسبی داشته باشد و در تلفیق با سایر روش‌ها، خسارت آفت را کاهش دهد (Mezofi, *et al*., 2015). بررسی کارایی کائولین فرآوری‌شده در باغ‌های سیب ایران، حاکی از تأثیر آن در کاهش جمعیت آفت کنه قرمز اروپایی، *Panonychus ulmi* Koch، در شروع فعالیت آن در باغ بود (Arbabi *et al*., 2020).

علاوه بر این پاشیدن لایه نازکی از ذرات ریز کائولین روی درخت‌های سیب باعث مرگ و میر شته *Aphis spiraecola* گردید (Glenn *et al*., 1999). مگس سیب روی ذرات کائولین تعادل خود را از دست می‌دهد و پوشش کائولین موجب دور شدن مگس سیب می‌شود (Villanueva & Walgenbach, 2007). شاخ و برگ و میوه درخت سیب که به وسیله کائولین پوشیده می‌شود، موجب اختلال در یافتن میزبان در مگس سیب و درنتیجه اختلال در تغذیه و تخم‌ریزی آفت می‌شود (Prokopy& Mason, 1996).

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش در خصوص کارایی کائولین در بازدارندگی تخم‌ریزی کرم سیب و کاهش آلودگی، با نتایج پژوهش‌های سایر محققین مطابقت دارد. محلول‌پاشی بوته‌های پنبه با کائولین، موجب بازدارندگی تخم‌ریزی سفیدبالک پنبه، *Bemisia tabaci* Gennadius، و شب‌پره کرم سرخ پنبه شد (Izadmehr, *et al*., 2015; Sisterson, *et al*., 2003). علاوه بر این، کاربرد کائولین موجب بازدارندگی تخم‌ریزی پسیل پسته، *A. pistaciae*، و پسیل گلابی، *Cacopsylla pyri* L.، و کاهش جمعیت آنها در درختان پسته و گلابی شد (Farazmand *et al*., 2015; Hassanzadeh *et al*., 2014; Erler and Cetin, 2007)، کاربرد کائولین فرآوری‌شده در باغ‌های انار، موجب کاهش جلب‌شوندگی و تخم‌ریزی کرم گلوگاه، *E. ceratoniae*، و به دنبال آن کاهش آلودگی آفت گردید (Moshiri *et a.l*, 2011).

بررسی نتایج حاصل از تأثیر کائولین روی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی درخت سیب نشان داد که در تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده، شامل وزن و قطر میوه سیب، شاخص کلروفیل و میزان فتوستز برگ درخت سیب، اثر محدودکننده‌ای مشاهده نمی‌شود و بالعکس در تمام شاخص‌ها، کائولین تأثیر مثبت داشته و موجب بهبود شاخص‌ها شده است و این نتایج با نتایج سایر محققین مطابقت دارد. مطالعه اثرات جانبی کائولین سوراند® روی درختان سیب در مجارستان نشان داد که این ترکیب هیچ اثر کاهشی روی تعداد، وزن و اندازه میوه و نیز عملکرد محصول ندارد (Mezofi, *et al*., 2015). کاربرد کائولین سوراند در باغ‌های سیب آفریقای جنوبی نیز، موجب افزایش وزن میوه

نسبت به تیمار شاهد در ارقام مختلف شد (Stephanie, *et al.*, 2006). همچنین در بررسی تأثیر کائولین سپیدان® روی خصوصیات کمی و کیفی ارقام مختلف سیب در استان های فارس و البرز، مشاهده شد که با افزایش غلظت کائولین (تا ٦ درصد)، وزن، طول و قطر میوه نیز افزایش می‌یابد (Faghih, *et al.*, 2021 and Gharaghani, *et al.*, 2015). افزایش عملکرد در نتیجه کاربرد کائولین در دیگر محصولات نیز مشاهده شده است. بررسی‌ها نشان داده است که محلول پاشی درختان انار با کائولین، موجب افزایش ۹ درصدی وزن میوه‌های انار نسبت به شاهد شد (Farazmand, 2013). همچنین کاربرد کائولین در باغ‌های انار، موجب افزایش محیط میوه نسبت به شاهد می‌شود (Khezri, *et al.*, 2011). مطالعات انجام‌شده در اسپانیا و ترکیه نیز حاکی از اثر مثبت کائولین بر روی بهبود شاخص‌های کمی و کیفی انار از قبیل وزن و اندازه میوه، وزن آب میوه، وزن دانه‌های انار، وزن خشک میوه، ضخامت پوسته میوه، اسیدیته و رنگ قرمز دانه‌های انار است (Melgareo *et al.*, 2003; Yazici & Kayanak, 2009). جذب مواد غذایی توسط ریشه‌ها در درختان کائولین‌پاشی‌شده انگور و ممانعت از واردشدن استرس به گیاه در اثر تغییرات دما، موجب رشد سطح برگ و سرشاخه‌ها و افزایش وزن میوه‌ها شده است(McCarthy, 1997; Rogiers *et al.*, 2001). محلول‌پاشی درختان زیتون به وسیله کائولین باعث تبخیر کمتر و در نتیجه استفاده بهینه از آب مصرفی شده و موجب افزایش اندازه میوه‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد محصول می‌شود (Moriana *et al.*, 2003). مصرف کائولین روی درختان میوه از قبیل بادام و سیب، موجب افزایش محصول می‌گردد (Steiman *et al.*, 2007). همچنین کاربرد کائولین موجب افزایش وزن خشک و درصد خندانی میوه‌های پسته، کاهش درصد پوکی و بهبود اونس دانه در مقایسه با شاهد گردید (Hassanzadeh *et al.*, 2014). کائولین باعث دیررسیدن محصول پنبه و بزرگ شدن آن می‌شود، در نتیجه موجب افزایش محصول می‌گردد و دیررسیدن و بزرگترشدن میوه، موجب کاهش استرس گیاه می‌گردد (Wu & Guo, 2005). جذب مواد غذایی توسط ریشه‌ها در درختان کائولین‌پاشی‌شده انگور و رشد سطح برگ و سرشاخه‌ها و افزایش وزن میوه‌ها بیشتر از درختانی است که از کائولین استفاده نکرده‌اند (Rogiers *et al.*, 2001).

نتایج حاصل از مقایسه میزان کلروفیل و فتوسنتز در این تحقیق، با سایر تحقیقات انجام‌شده مطابقت دارد. براساس مطالعه انجام‌شده در باغ‌های سیب استان فارس، با افزایش غلظت کائولین سپیدان®، مقدار فتوسنتز نیز از ۱۱.۱ در تیمار شاهد به ۱۳.۱ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه در تیمار کائولین ٦ درصد افزایش می‌یابد (Gharaghani, *et al.*, 2015). نتایج تحقیقات انجام‌شده در باغ‌های پسته ایران نشان داد که میانگین میزان کلروفیل در درختان محلول‌پاشی‌شده با کائولین ۵ درصد، نسبت به شاهد، بیشتر است. (Hassanzadeh *et al.*, 2014). همچنین براساس مطالعات انجام‌شده در باغ‌های انار ایران، بیشترین میانگین فتوسنتز و کلروفیل در درختان محلول‌پاشی‌شده با کائولین ۵ درصد بود (Farazmand, 2013). پودر معدنی کائولین موجب کاهش محصول و فتوسنتز در درختان میوه نمی‌شود(Russo & Diaz-Perez, 2005) . پودر معدنی سفیدرنگ کائولین بر روی درختان سیب، باعث انعکاس نور خورشید شده و دمای گیاه را کاهش می‌دهد و در نتیجه موجب کاهش استرس دمایی در گیاه شده و افزایش فتوسنتز را به دنبال دارد (Glenn, 2009; Melgarejo *et al.*, 2004). علاوه بر این، کائولین بر روی فتوسنتز و تنفس و روزنه‌های برگ‌های درختان لیمو اثر منفی ندارد (Kerns & Wright, 2000). یکی از عواملی که موجب کاهش محصول در نباتات می‌شود، تنش حرارتی است که کائولین باعث برگشت و انعکاس نور خورشید می‌شود و به دلیل پوشش نازک که روی برگ و شاخه و میوه ایجاد می‌کند، درجه حرارت آن‌ها را پایین می‌آورد. در نتیجه حفظ آب گیاه، میزان فتوسنتز زیاد شده و در نهایت موجب افزایش محصول می‌شود (Glenn & Puterka, 2005).

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که کائولین فرآوری‌شده (سپیدان® wp) با غلظت ۵ درصد موجب کاهش

آلودگی و خسارت کرم سیب می‌شود. همچنین کائولین قابلیت ایجاد بازدارندگی تغذیه، تخم‌ریزی و خاصیت دورکنندگی روی سایر آفات سیب را دارد. لذا استفاده از کائولین فرآوری‌شده (سپیدان® WP)، با غلظت ۵ درصد، جهت کنترل آفت کرم سیب و ممانعت از آلودگی میوه‌های درختان سیب به این آفت، در قالب برنامه مدیریت تلفیقی آفات سیب قابل توصیه می‌باشد.

**سپاسگزاری**

نگارندگان از آقای دکتر حمید فرقانی، از مؤسسهٔ تحقیقات ثبت و گواهی نهال و بذر، به جهت کمک‌های ارزشمند در اندازه‌گیری فتوسنتز، تشکر و قدردانی می‌نمایند. این تحقیق با حمایت مالی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور اجرا گردید.

**References**

ABEDINI, R., FARAZMAND. H., JEBELEH. E., SIRJANI, M. 2017. Effect of kaolin clay (WP 95%) on grape leafhopper *Arboridia kermanshah* Dlabola (Hem: Cicadellidae) in field condition. Plant Pest Research. Vol. 7(2): 1-8.

AHMADI. K., EBADAZADEH, H.R., HATAMI, F., MOHAMMADNIA, SH., TAGHANI, R.A., YARI, SH., KALANTARI, M. 2021. Agricultural Statistics of Iran (Vol. 3, Horticultural products). Iranian Agricultural Ministry Publication. 157 pp.

AKBARZADEH-SHOKAT, GH. A., KOLYAEI, R. 2007. Study on the efficacy of some new insecticides on cod ling moth, *Cydia pomonella* L, in Orumiyeh apple orchards. Journal of Agriculrural Science. Vol. 17(1): 119-126. (In Persian with English summary).

ARBABI, M. AKBARZADEH-SHOKAT, GH.A., KARBALAEI-KHIAVI, H. IMAMI, M.S., KAMALI, H., FARAZMAND, H. 2020. Evaluation of Kaolin in Control of *Panonychus ulmi* in Apple Orchards of Iran. Iranian Plant Protection Research. Vol. 34(1): 47-53

BARNES, M.M., MOFFITT, H.R. 1963. Resistance to D.D.T in the adult codling moth and reference curves for guthion and carbaryl. Journal of Economic Entomology. Vol. 56: 722-725.

BLOMEFIELD, T.L. 2003. Bionomics, Behaviour and Control of the Codling Moth, *Cydia pomonella* (l.) (Lepidoptera: Tortricidae). In Pome Furit Orchards in South Africa, PhD Agric. Stellenbosch University. 294 pp.

CADOGAN, B.L., SCHARBACH, R.D. 2005. Effects of a kaolin-based particle film on oviposition and feeding of gypsy moth (Lep., Lymantriidae) and forest tent caterpillar (Lep., Lasiocampidae) in the laboratory. Journal of Applied Entomology. Vol. 129: 498-504.

CROFT, B.A., RIEDL, H.W. 1991. Chemical control and resistance to pesticides of the codling moth. In: Van der Geest and Evenhuis (Editors). World crop pest. Tortricid pests: Their biology, Natural enemies and control. Vol. 5: 453-472.

CUTWRIGHT, C.R. 1954. A codling moth population resistant to D.D.T. Jurnal of Economic Entomology. Vol. 47: 189-190.

DASTGHEYB-BEHESHTI, N. 1985. Determining the time of chemical control against codling moth in Isfahan using pheromone traps. Applied Entomology & Phytopathology Journal. Vol. 48(1): 97-101. (In Persian with English summary).

DAVATCHI, A. ESMAEILI, M. 1965. Investigation of five insecticides formulas for control of codling moth. Applied Entomology & Phytopathology Journal. Vol. 23: 14-32. (In Persian with English summary).

DUNLEY, J., GREENFIELD, B.M. 2005. Development of areawide organic insect pest management in pear orchards. Final Report. WSU Tree Fruit Research and Extension Center. Proceedings of Northwest Pear Research Review. 45-50.

ERLER, F., CETIN, H. 2007. Effect of kaolin particle film treatment on winter form oviposition of the pear psylla, *Cacopsylla pyri*. Phytoparasitica. Vol. 35 (5): 466-473.

FAGHIH, S., ZAMANI, Z., FATAHI, R. OMIDI, M. 2021. Influence of kaolin application on most important fruit and leaf characteristics of two apple cultivars under sustained defcit irrigation. Biological Research, Vol. *54*(1): 1-15.

FAO STAT. (2022). Food and agriculture organization of the United Nations. FAO Statisticsdivision. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL.

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

FARAZMAND, H., HASSANZADEH, H., SIRJANI, M., MOHAMMADPOUR, K., MOSHIRI, A., VALIZADEH, S.H., JAFARI-NODOOSHAN, A. 2015. Effect of kaolin clay on pistachio psylla nymph, *Agonoscena pistaciae*. Applied Entomology & Phytopathology Journal. Vol. 82(2): 137-146 (in Farsi with English abstract).

GHARAGHANI, A., ESHGHI, S., KHAJENOURI, Y., RAHEMI, M. 2015. Effect of kaolin on tree physiology, superficial sunburn and fruit quantitative and qualitative characteristics of two commercial apple cultivars. Iranian Journal of Horticultural Science. Vol. 46(30): 475-486.

GLENN, D. M. 2009. Particle Film Mechanisms of Action That Reduce the Effect of Environmental Stress in 'Empire' Apple. Journal of the American Society for Horticultural Science, Vol. 134(3): 314-321.

GLENN, D. M., G. J. PUTERKA, 2005. Particle films: A new technology for agriculture.- Horticultural Reviews. Vol. 31: 1-44.

GLENN, D. M., G. J. PUTERKA, T. VANDERZWET, R. E. BYERS and C. FELDHAKE, 1999. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. Journal of Economic Entomology. Vol. 92: 759-771.

GILIOMEE, J.H., RIEDL, H. 1998. A century of codling moth control in South Africa. Journal of the South African Society for Horticultural Sciences. Vol. 8: 27-31.

GRANGER, K.R., BRUNNEER, J. F., DOERR, M. D. 2003. Managing codling moth with new insecticides: Assail, Interpid and Success. Proceding of the 77th Annual Western Orchard Pest & Diseases Management Conference. Portland. Oregon. 1 pp.

HUGHES, W.O.H., GAILEY, D., KNAPP, J. 2003. Host location by adult and larval codling moth and the potential for its disruption by the application of kairomones. Entomologia Experimentalis et Applicata. Vol. 106: 147-153.

HULL, L., KRAWCZYK, G., BIDDINGER, D. 2008. New insecticide chemistries for apple, their efficacy and possible use patterns against internal feeding Lepidoptera and Leafrollers in Pennsylvania. The 82nd annual orchard pest and disease management conference. Portland, page 19.

IZADMEHR, H., FARAZMAND, H., OLIAEI-TORSHIZ, A., SIRJANI, M., JEBELEH, E. 2015. Effect of processed kaolin clay (WP 95%) on cotton whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius. Journal of Pesticides in Plant Protection Sciences. Vol. 3(1): 39-49. (In Persian with English summary).

JAVADZADEH, M., POORHAJI, A.R., KOLYAEI, R. 2002. An investigation on the efficacy of some new insecticides on codling moth in Iran. Proceedings of 15th Iranian Plant Protection Congress. Kermanshah University. 2 pp. (In Persian with English summary).

KAZEMI, M.H. 1980. Determining the efficacy of imidan insecticide on codling moth. Applied Entomology & Phytopathology Journal. Vol. 48(2): 155-165. (In Persian with English summary).

KERNS, D.L., WRIGHT, G.C. 2000. Protective and yield enhancement qualities of kaolin on lemons. “2000 Citrus and Deciduous Fruit and Nut Research Report” (publ. az1178). College of Agriculture and Life Sciences. the University of Arizona. Tucson. Arizona. 85721.

KHEZRI, A., SOLEIMANNEJADIAN, E. GOLDASTEH, SH., PEZHMAN, H., FARAZMAND, H. 2011. The Use of Kaolin to control *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Dip: Tephritidae) in pomegranate

orchards. Journal of Entomological Research. Vol. 9(1): 27-34.

KNIGHT, A.L., T.R. UNRUH, B.A. CHRISTLANSON, G.J. PUTERKA, D. M. GLENN, 2000. Effects of a Kaolin-Based Particle Film on Obliquebanded Leaf roller (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of Economic Entomology. Vol. 93(3): 744–749.

KOLYAEE, R. 2011. Evaluate the efficiency of Diflubenzuron (Dimilin SC48%) insecticide in the control of codling moth. Final report. Iranian Research Institute of plant Protection. 22 pp. (In Persian with English Summary).

KOLYAEE, R., AKBARZADEH-SHOKAT, GH. A., KUROSHNEZAHD, M.A. 2005. Study of effectiveness on several new insecticides for the codling moth control. Final report. Iranian Research Institute of Plant Protection. 22 pp.

KOLYAEE, R., REZVANI, A., KAMALI, H. 2012. Pests of Fruit crops in Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection. 466 pp.

KUHRT, U., SAMIETZ, J., DORN, S. 2006. Thermal response in adult codling moth. Physiological Entomology. Vol. 31: 80-88.

LARENTZAKI, E., SHELTON, A.M., PLATE, J. 2008. Effect of kaolin particle film on *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), oviposition, feeding and development on onions: A lab and field case study. Crop Protection. Vol. 27: 727–734.

LESKEY, T.C., S.E. WRIGHT, D.M. GLENN, G.J. PUTERKA, 2010. Effect of Surround WP on Behavior and Mortality of Apple Maggot (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. Vol. 103(2): 394-401.

MAGALHAES, L.C., VAN KRETSCHMAR, J.B., BARLOW, V.M., ROE, R.M., WALGENBACH, J.F. 2012. Development of a rapid resistance monitoring bioassay for codling moth larvae. Pest Management Science. Vol. 68: 883-888.

MARKO, V., BLOMMERS, L.H.M., BOGYA, S., HELSEN, H. 2008. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. Journal of Applied. Entomology. Vol. 32: 26–35.

MAZOR, M., A. EREZ, 2004: Processed kaolin fruits from Mediterranean fruit fly infestations. Crop Protection 23: 47-51.

MCCARTHY, M. 1997. The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.). Australian Journal of Grape and Wine Research. Vol. 6(2): 136-140.

MELGAREJO, P., MARTINEZ, J.J., HERNANDEZ, FCA, MARTINEZ-FONT, R., BARROWS, P., EREZ, A. 2003. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. Scientia Horticulturae. Vol. 107: 271-276.

MELGAREJO, P., NICOLÁS, J.J.M., HERNANDEZ, F. 2004. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. Scientia Horticulturae. Vol. 100 (1-4): 349-353.

MEZÔFI, L., SIPOS, P., MARKó, V. 2015. The effect of kaolin particle film applications on apple pests and the fruit quality. Novenyvedelem. Vol. 51 (8): 353-362.

MILANESI, L., LODI, G., AUDISIO M. 2008. Chlorantraniliprole (Rynaxypyr, Coragen) four year results for control of *Cydia pomonella* on pome fruit. DuPont de Nemours Italian. 1-8.

MILETIĆ, N., TAMAŠ, N., GRAORA, D. 2011. The control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) in apple trees. Zemdirbyste Agriculture. Vol. 98(2): 213-218.

MORIANA, A., F. ORGAZ, M. PASTOR, E. FERERES, 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. Journal of American Society for Horticultural Science. Vol. 128, 425-431.

MOSHIRI, A., H. FARAZMAND, R. VAFAEI-SHOUSHTARI, 2011. The preliminary study of kaolin on damage reduction of pomegranate fruit moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) in Garmsar region. Journal of Entomological Research. Vol. 3(2): 163-171.

PASQUALINI, E.,S. CIVOLANI, L. C. GRAPPADELLI, 2002. Particle film technology: approach for biorational control of *Cacopsylla pyri* (Rhynchota Psyllidae) in Northern Italy. Bulletin of Insectology, 55: 39-42.

PROKOPY, R.J., MASON, J. 1996. Behavioral Control of Apple Maggot Flies. In book: Fruit Fly Pests. CRC Press. 555-559 pp.

PUTERKA, G. 1999. Kaolin Clay for Management of Glassy-winged Sharpshooter in Grapes. Publication of National Sustainable Agriculture Information Service. Available: https://attra.ncat.org/attra-pub/kaolin-clay-grapes.html. 4 pages.

PUTERKA, G. J., D. M. GLENN, R. C. PLUTA, 2005. Action of particle films on the biology and behavior of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). Journal of Economic Entomology. Vol. 98(6): 2079-2088.

RIEDL, H. 1995. First results of studies on resistance of codling moth to diflubenzuron. Review of Agricultural Entomology. Vol 83 (7): 762.

ROGIERS ,S.Y., SMITH, J.A., WHITE, R., KELLER, M., HOLZAPFEL, B.P. VIRGONA, J.M., 2001. Vascular function in berries of *Vitis vinifera* (L) cv. Shiraz. Australian Journal of Grape and Wine Research. Vol. 7: 47-51.

ROSELLI, M., VERGNANI, S., 2001. Efficacy of some insecticides for the control of first generation of codling moth. Informatore Fitopathologico. Vol. 51: 40-46.

RUSSO, V.M., DÍAZ-PÉREZ, J.C. 2005. Kaolin-based particle film has no effect on physiological measurements, disease incidence or yield in peppers. HortScience. Vol. 48: 98-101.

SALJOQI, A.U.R., MAULA, F., SATTAR, S. 2003. Field studies on the efficacy of various insecticides and insect growth regulators against codling moth, *Cydia pomonella* L., at two different altitudes in Swat valley (Pakistan). Pakistan Journal of Biological Sciences. Vol. 6(4): 394-396.

SAOUR, G. 2005. Efficacy of kaolin particle film and selected synthetic insecticides against pistachio psyllid *Agonoscena targionii* (Homoptera: Psyllidae) infestation. Crop Protection. Vol. 24: 711–717.

SAOUR, G., H. MAKEE, 2003. A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. Journal of Applied Entomology, 127: 1-4.

SISTERSON, M.S., LIU, Y.B., KERNS, D.L., TABASHNIK, B.E., 2003. Effects of kaolin particle film on oviposition, larval mining, and infestation of cotton by pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). Journal of Economic Entomology. Vol. 96 (3): 805-810.

STEIMAN, S.R., BITTENBENDER, H.C. AND IDOL, T.W. 2007. Analysis of kaolin particle film use and its application on coffee. HortScience. Vol. 42: 1605-1608.

STEPHEN, L.L., 2000. Particle film deters oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology. Vol. 93(5): 1459-1463.

TAGHADDOSI, M.V.; MOEINI, M.R.; AKBARZADEH-SHOKAT GH.A.; KAMALI, H., KOLYAEI. 2017. Introduction of diflubenzoron (Dimilin®, SC 48%) against codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lep: Tortricidae). Iranian Plant Protection Research. Vol. 31(3): 505-510.

GURR, G.M.; THWAITE, W.G.; NICOL, H.I. 1999. Field evaluation of the effects of insect growth regulator tebufenizide on entomophagous arthropods and pests of apples. Austuralian Journal of Entomology. Vol. 38(2): 135-140.

UNRUH, T.R., KNIGHT, A.L., UPTON, J., GLENN, D.M., PUTERKA G.J. 2000. Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. Journal of Economic Entomology. Vol. 93(3): 737-743.

VALERA, L., G., WELTER. S.C., JONES. V.P., BRUNNER. J. F.& RIEDL. H. 1993. Monitoring and Characterization of insecticide resistance in Codling moth *Cydia Pomonella* (Lep.: Tortricidae) in four western states. Journal of Economic Entomology. Vol. 86(1): 1-10.

VALIZADEH, H.; ABBASIPOUR, H.; FARAZMAND, H., ASKARIANZADEH, A, 2013. Evaluation of Kaolin Application on Oviposition Control of the Vine Cicada, *Psalmocharias alhageos* in Vineyards (Homoptera: Cicadidae). Entomologia Generalis. Vol. 34(2): 279-286.

VILLANUEVA, R.T., WALGENBACH, J.F. 2007. Phenology management and effects of surround on behaviour of the apple maggot (Diptera: Tephritidae) in North Carolina. Crop Protection. Vol. 26(9): 1404-1411.

VOUDOURIS, C.CH., SAUPHANOR, B., FRANCK, P., REYES, M., MAMURIS, Z., TSITSIPIS, J.A., VONTAS, JOHN, MARGARITOPOULOS, J.T. 2011. Insecticide resistance status of the codling moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) from Greece. Pesticide Biochemistry and Physiology. Vol. 100: 229–238.

WAND, S.J.E., K.I. THERON, J. AKERMAN, S.J.S. MARAIS, 2006. Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. Scientia Horticulturae, Vol. 107: 271-276.

YAZICI, K., KAYNAK, L., 2009. Effects of kaolin and shading treatments on sunburn on fruit of Hicaznar cultivar of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. *Hicaznar*). Acta Horticulturae. Vol. 818: 167-173.